

Ի. Վ. ՄԵՇԶԵՐՍԿԻ

ՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱՅԻՆՈՒ

Ն. Ի. ԲՈՒՏՆԵՆԻՔԻ, Ա. Ի. ԼՈՒՐՏՆԻ, Գ. Ռ. ՄԻՐՆԻՆԻ
Խմբագրությամբ

Ցույցատրված է ԽՍՀՄ Դաճաճության և միջնակարգ
մասնագիտական կրթության մինիստրության կողմից
առաջին անգամից հրատարակվող տեխնիկա-
կան գիտական հաստատությունների շարքում
համար

ՆՐԻՎԱՆ «ԼՈՒՑՍ» 1990

Մեշերսկի Ի. Վ.

Տեսական մեխանիկայի խնդիրների ժողովածու: Ուս. ձևով նարկ տեխնիկական բուհերի ուսանողների համար (Ի. Վ. Քուսնենիևի և ուրիշ. խմբ.: Քարգմ.՝ Մ. Գ. Մելրոնյան, Մասն. խմբ.: Գ. Հ. Բաբաջանյան).— Եր.: Լույս, 1990.— 584 էջ:

Ժողովածուն պարունակում է բառի ներքին տարրեր ծրագրերում կարգի զվող տեսական մեխանիկայի դասընթացի բոլոր բաժինների վերաբերյալ խնդիրներ Նարբեր տասնհանր զմվարության խնդիրների առկայությունը թույլ է տալիս խնդրագիրքն «զուսպործել» համալսարաններում, բուհի ներքին և տեխնիկականներում:

Նոր վերամշակված հրատարակությունում տեղափոխված է ժամանակակից տեխնիկայի զարգացումն արտահայտող խնդիրների մեծ բաժանություն: Մտցված են նոր բաժիններ, որոնք նվիրված են այնպիսի կապերով նյութական համակարգերի մեխանիկային, ինչպես նաև պատահական «կոլիզի» կրող ուժերի և ժամանակների առկայությամբ համակարգերի մեխանիկային:

Համալսարանների և բուհի ներքին ուսանողների համար:
Քարգմանված է որաներեն 36-րդ հրատարակությունից:

Մ

1603010000 (3) 161 1989

702 (01) 1989

ԳՄԴ 22.21y720

И. В. Мешерский
СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Учебное пособие для студентов вузов

(на армянском языке)

Ереван «Էդիս» 1990

ԵՊՀ Գրադարան

ISBN 5-545-00132-8

© Издательство «Наука», 1986.



SU0126826

© Քարգմանված է հայերեն, Քարգմանիչ Մ. Գ. Մելրոնյան, 1990

ԵՐԵՍՈՒՆԵՐԿՈՒԵՐՈՐԴ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԱԲԱՆԻՑ

Ի. Վ. Մեչչերսկու «Տեսական մեխանիկայի խնդիրների ժողովածուն», որը սկզբնապես Ի. Վ. Մեչչերսկու մտահղացմամբ և խմբագրությամբ կազմվել է նախկին Պետերբուրգի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի տեսական մեխանիկայի մի խումբ դասախոսների կողմից որպես ձեռնարկ մեխանիկան այդ ինստիտուտում դասավանդելու համար, աստիճանաբար ստացավ ամենայն տարածում ինչպես մեր երկրում, այնպես և նրա սահմաններից դուրս։ Սկսած 1914 թվականից, երբ լույս տեսավ «Ժողովածուի» առաջին հրատարակությունը, այն երեսունմեկ անգամ վերահրատարակվել է միայն մեր երկրում, առաջին տպագիր հրատարակությունը նախորդել է ևս մի քանի վիճագիր հրատարակություն։

«Ժողովածուի» հաջողության և տարածման հիմնական պատճառներից մեկը այն է, որ նրանում վերցված են կոնկրետ բովանդակություն ունեցող այնպիսի խնդիրներ, որոնք ուսանողներին հնարավորություն են տալիս ձեռք բերելու իրենց համար անհրաժեշտ հմտություններ կիրառական կոնկրետ հարցերի լուծման նկատմամբ բնդհանուր թեորեմների և մեթոդների օգտագործման մեջ։

«Ժողովածուն» բազմիցս վերամշակվել է։

«Ժողովածուի» 1914 թվականի առաջին հրատարակությունում տեղավորված խնդիրների կազմողները եղել են՝ Լ. Վ. Ասսուրը, Բ. Ա. Բախմատևը, Ի. Ի. Բենտկովսկին, Ա. Ա. Գորևը, Կ. Մ. Բուրյազան, Ա. Մ. Լարիոնովը, Ի. Վ. Մեչչերսկին, Վ. Ֆ. Միտկեիչը, Ե. Լ. Նիկոլային, Կ. է. Ռեբիխը, Դ. Լ. Տազևեր, Վ. Վ. Մոսկոյինսկին, Ս. Պ. Տիմոչենկոն, Ա. Ի. Տուդորովսկին, Ա. Պ. Ֆան-դեր-Ֆլիտը, Ա. Կ. Ֆեդերմանը, Վ. Դ. Շետրովը և ուրիշները։ Հետագա հրատարակություններում մասնակցել են նաև Ե. Կ. Միտրոպոլսկին և Մ. Լ. Ֆրանկը։

Վերամշակված տասնմեկերորդ հրատարակության նախապատրաստմանը մասնակցել են Մ. Ի. Ակիմովը, Մ. Ի. Բատը, Բ. Ա. Բերգը, Ն. Կ. Գորչինը, Յու. Վ. Դոլգոլենկոն, Ա. Ս. Կելզոնը, Յու. Գ. Կոռնիլովը,

Ա. Ի. Հոսյէն, Կ. Վ. Մելիքովը, Ն. Ն. Նաուզովայան, Պ. Ի. Նելյուրինը,
Ն. Պ. Ներոնովը, Ը. Լ. Նիկոլաին, Վ. Ֆ. Պեկինը, Պ. Ն. Սեմյոնովը,
Լ. Ա. Սմիրնովը, Ս. Լ. Սորոկովը, Կ. Ի. Ստրախովիչը, Լ. Ի. Չեկմարե-
վը և Ֆ. Կ. Շմիդտը:

Երկու Հական վերամշակումներ և կատարված տասնչորսերորդ և
տասնվեցերորդ հրատարակություններում, երկու հրատարակություննե-
րի նախապատրաստման աշխատանքը կատարված է եղել Հենինգրագի
պոլիտեխնիկական ինստիտուտի տեսական մեխանիկայի սովորելի կո-
լեկտիվի կողմից: Նոր խնդիրները կազմել և խմբագրել են. ստատիկա-
յի բաժին՝ Ս. Լ. Սորոկովը, կինեմատիկայի՝ Ն. Ն. Նաուզովայան և
Լ. Ա. Ս. Կելզոնը, նյութական կետի գինամիկայի՝ Լ. Ա. Ս. Կելզոնը, համա-
կարգի գինամիկայի՝ Մ. Ի. Բուտը, Հագրանմի համասարումների և տա-
տանումների տեսություն՝ Գ. Յու. Ջանելիձեն: Ընդհանուր խմբագրումը
կատարել է Լ. Ի. Հուրյեն: Հիշատակված անձերից բացի, տասնչորսերորդ
հրատարակության համար նոր խնդիրներ և ներակայացրել Ն. Ս. Վա-
բիշևիչը, Ն. Ի. Իդելսոնը, Վ. Լ. Կանը, Լ. Ի. Խուդոյնյակը, Լ. Ի. Զիմ-
ովը և Ն. Լ. Դոկուչանը:

Գիտության և տեխնիկայի զարգացումը վերջին տասնամյակում
անհրաժեշտություն առաջացրեց «ժողովածուի» նոր վերամշակմանը
(վերջին առաջիկ Հական վերամշակումը կատարված է եղել 1949 թ.,
տասնվեցերորդ հրատարակությունում):

Ներկա երեսուներկուերորդ հրատարակությունում, դուրս չգալով
տեսական մեխանիկայի շրջանակներից, փորձ է արված ինչ-որ յափով
արտահայտել տեխնիկայի նոր խնդիրները և ավելի լրիվ բնագրելով դա-
սական մեխանիկայի այն հարցերը, որոնք մինչև հիմա չեն գտել ան-
հրաժեշտ լուսաբանում:

Դրա հետ կապված «ժողովածուի» մեջ ներմուծված են նոր բաժին-
ներ, որոնք պարունակում են խնդիրներ տարածական կողմնորոշման,
տիեզերական թռիչքի գինամիկայի, ոչզծային տատանումների, զանգ-
վածների երկրաշափույթյան, վերլուծական մեխանիկայի վերաբերյալ:
Միաժամանակ էապես նոր խնդիրներով են լրացված կետի կինեմատիկա-
յի, պինդ մարմնի հարաբերական շարժման կինեմատիկայի և հարթ
շարժման, նյութական կետի և համակարգի գինամիկայի, փոփոխա-
կան զանգվածով կետի և համակարգի գինամիկայի, շարժման կայու-
նության բաժինները: Ոչ մեծ քանակությամբ նոր խնդիրներ են ներ-
մուծված նույնպես «ժողովածուի» համարյա մյուս բոլոր բաժիննե-
րում, որոշ խնդիրներ նրանից հանված են: Միաժամանակ ոչ մեծ տեղա-
փոխություններ են կատարված նյութի տեղաբաշխման մեջ: «Ժողովա-
ծուի» վերջում որպես հավելում բերված է միավորների Միջազգային

Համակարգը (ՄԲ)։ «Ժողովածուի» ներկա հրատարակությունը պարունակում է 1734 խնդիր. այն գեպրում, երբ նախորդում եղել է 1263 խնդիր։

Սույն հրատարակության նախապատրաստման աշխատանքը կատարված է Բ. Լենինգրադի բարձրագույն ուսումնական հաստատությունների մի խումբ դասախոսների կողմից։ Նոր խնդիրներ են կազմել և պատրաստել տպագրության. ստատիկայի բաժինը՝ Դ. Թ. Մերկին, կինեմատիկայի բաժինը՝ Մ. Ի. Բառ (§§15—18), Լ. Բ. Կելզոն (§§21—25) և Դ. Թ. Մերկին (§§10—14 և 19—20), նյութական կետի շեղումների բաժինը՝ Լ. Ս. Կելզոն, նյութական համակարգի դինամիկայի բաժինը՝ Մ. Ի. Բառ (§§34—44) և Ն. Վ. Բուտենին (§15), վերլուծական մեխանիկայի բաժինը՝ Մ. Ի. Բառ (§§46—47) և Դ. Թ. Մերկին (§§48, 49), տիեզերական թռիչքի դինամիկայի բաժինը՝ Դ. Թ. Մերկին, տատանումների տեսության և շարժման կայունության բաժինը՝ Ն. Վ. Բուտենին։

Վերոհիշյալ անձնավորություններից բացի ներկա հրատարակության համար նոր խնդիրներ են ներկայացրել Մ. Զ. Կուլովսկին, Ի. Ե. Լիվչիցը և Բ. Լ. Սմոլնիկովը։

Մեր հաճելի պարտքն ենք համարում անկեղծ շնորհակալություն արտահայտելու պրոֆեսորներ Կ. Յու. Ստեփանովին և Վ. Ն. Շչեկլաչևին ու նրանց կողմից ղեկավարվող ամբիոնների կոլեկտիվներին արժեքավոր դիտողությունների և խորհուրդների համար, որոնք թույլ տվեցին լավացնելու «Ժողովածուն»։

ԵՐԵՍՈՒՆԷԻՆԳԵՐՈՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԱԲԱՆԸ

Սույն հրատարակությունում շարունակված է խնդրագրորում տեխնիկայի նոր պրոբլեմները արտահայտելու և մեխանիկայի այն բաժիններն ավելի լրիվ ընդգրկելու փորձը, որոնք նախկինում չեն գտել բավարար լուսարանում: Բացի այդ, խնդիրներում եղած բոլոր մեծությունները արտահայտված են միավորների Միջազգային համակարգով (ՍԻ), որը Տնտեսական Փոխգնությունների Խորհրդի ՇՂ ՏՓԽ 1052—78 ստանդարտի համապատասխան իմՀՄ-ում մտցված է 1980 թ. հունվարի 1-ից: Գրքի վերջում բերված է այդ համակարգի երկրաչափական, կինեմատիկական, ստատիկական և դինամիկական մեծությունների հիմնական, լրացուցիչ և ածանցյալ միավորների աղյուսակը:

Նոր բաժինները կազմված են Մ. Ի. Բատի (Խառը խնդիրներ կետի և պինդ մարմնի բարդ շարժման վերաբերյալ, §25), Ն. Ա. Ֆուֆանի (ճոճումով համակարգեր: Ուշոյունում կապեր, §50), Ի. Բ. Չելպանովի (Տեսական մեխանիկայի հավանական խնդիրները, գլուխ XIV): Միաժամանակ նոր խնդիրներով են լրացված համարյա մնացած բոլոր բաժինները, մասնավորապես ներմուծված են ձեռնածուների (մանիպուլյատորների) նաև կապված խնդիրներ, խնդիրների մի մասը նախած է:

Հնդինականին կոլեկտիվը ծանր կորուստ կրե՞ 1980 թ. ծանր երկարատև հիվանդությունից չէր փախանվեց պիտավոր հնդինականներից և տիտղոսավոր խմբագիրներից մեկը, իմՀՄ Գիտությունների ակադեմիայի թղթակից անդամ, պրոֆեսոր Անատոլի Իսակի Լուրյեն, որը 1935 թվականից ղեկավարում էր հնդինականին կոլեկտիվը:

«Ժողովածուն» տպագրության պատրաստել և նոր խնդիրներ են ներկայացրել Մ. Ի. Բատը, Ն. Վ. Բուտենին, Ա. Ս. Կելդոնը, Ա. Ի. Լուրյեն, Գ. Ի. Մերկինը: Վերը թվարկված անձնավորություններից բացի, ներկա հրատարակության համար նոր խնդիրներ են ներկայացրել Ե. Գ. Բերգերը, Յու. Գ. Իսպոլովը, Մ. Վ. Միրոնովը, Զ. Բ. Սեզալը, Վ. Բ. Ստաբուսկին, Ի. Բ. Չելպանովը, Ն. Ա. Ֆուֆանը:

Խնդիրների համարակալումը կրկնակի է առաջին թիվը նշանակում է պարագրաֆի համարը, երկրորդը՝ խնդրի համարը այդ պարագրաֆում:

Ա. Բ. Ա. Զ. Ի. Ն. Բ. Ա. Ժ. Ի. Ն.
ՊԻՆԴԻ ՄԱՐՄՆԻ ՍՏԱՏԻԿԱ

Ե Լ Դ Ի Ե Լ

ՀԱՐԹ ՈՒԺԱՀԱՄԱԿԱՐԳ

§ 1. Մեկ ուղղով ազդող ուժեր

1.1. 10 Ն և 5 Ն երկու թևո. որոնք կախված են միևնույն պարանից. նրա վրա ամրացված են տարբեր տեղերում, ընդ որում մեծ թիվը կախված է փոքրից ներքև: Ինչպիսի՞ն է պարանի լարումը, եթե նրա վերին ծայրը ամրացված է անշարժ կետում:

Պատ.՝ 10 Ն և 15 Ն:

1.2. Բուքսիրը քաշում է իրար հաջորդող տարբեր շափերի երեք թևոնանավ: Բուքսիրի պտտատակի քարշի ուժը տվյալ պահին հավասար է 18 կՆ: Ջրի զիմագրությունը բուքսիրի շարժմանը հավասար է 6 կՆ. ջրի զիմագրությունը առաջին թևոնանավի շարժմանը՝ 6 կՆ, երկրորդ թևոնանավին՝ 4 կՆ և երրորդին՝ 2 կՆ: Տնօրինության տակ եղած ճոպանը անվտանգ զիմանում է 2 կՆ ձգող ուժին: Քանի՞ ճոպան պետք է անցկացնել բուքսիրից զեպի առաջին թևոնանավը, առաջին թևոնանավից զեպի երկրորդը և երկրորդից զեպի երրորդը, եթե շարժումը ուղղապիսի է և հավասարաչափ:

Պատ.՝ 6,3 և 1 ճոպան:

1.3. Հանքահորի հատակում գտնվում է 640 Ն կշռով մարդը. անշարժ ճախարակի վրայով զցված ճոպանի միջոցով մարդը պահում է 480 Ն թեօը: 1) Ինչպիսի՞ ճնշում է թեօնում մարդը հանքահորի հատակի վրա. 2) Ինչպիսի՞ ամենամեծ թևո կարող է նա պահել ճոպանի միջոցով:

Պատ.՝ 1) 160 Ն, 2) 640 Ն:

1.4. Գնացքը հաստատուն արագությամբ ընթանում է հորիզոնական ուղղագիծ ճանապարհով: Գնացքի կշիռն առանց էլեկտրաքարշի 12.10³ կՆ է: Ինչպիսի՞ն է էլեկտրաքարշի ձգման ուժը, եթե գնացքի շարժման զիմագրությունը հավասար է ուղիսի վրա նրա ճնշման 0,005-ին:

Պատ.՝ 60 կՆ:

1.5. Մարդատար գնացքը կազմված է էլեկտրաքարշից. 400 կՆ կշռով թևոնատար վագոնից և յուրաքանչյուրը 500 կՆ կշռով 10 մարդատար վագոնից: Ինչպիսի՝ ուժով կծկվեն վագոնների ձգանքները և ինչպիսի՝ էլեկտրաքարշի ձգման ուժը, եթե զնացքի շարժման դիմադրությունը հաճախորդ է նրա կշռի 0,005-ին: Խնդիրը լուծելիս ընդունել, որ շարժման դիմադրությունը գնացքի կազմի մեջ բաշխվում է կշռին համեմատական և որ գնացքի բաշխումը հախճախաշատ է:

Պատ.՝ էլեկտրաքարշի ձգող ուժը 27 կՆ է, $T_{11}=2.5$ կՆ, $T_{10}=2.25$ կՆ և այլն (ներքևի ինդեքսը ցույց է տալիս վագոնի համարը՝ սկսած էլեկտրաքարշից):

§ 2. Ուժեւ, որոնց ազդման գծերը հատվում են մի կետում

2.1. Կանոնավոր վեցանկյան կենտրոնում կիրառված են զեպի նրա զագաթներն ուղղված 1,3,5,7,9 և 11 Ն ուժերը: Գտնել համադրողի և հաճախարակչողի մեծությունը և ուղղությունը:

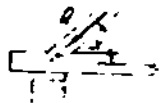
Պատ.՝ 12 Ն. հաճախարակչողի ուղղությունը հակադիր է արված 9 Ն ուժի ուղղությանը:

2.2. 8 Ն մեծությամբ ուժը վերածել յուրաքանչյուր 5 Ն մեծությամբ երկու ուժերի: Կարելի՞ է արդյոք այդ նույն ուժը վերածել յուրաքանչյուր 10 Ն, 15 Ն, 20 Ն և այլն երկու ուժերի: 100 Ն-ական երկու ուժերի:

Պատ.՝ Այո, եթե վերածման ուղղությունները արված չեն:

2.3. Հորիզոնի նկատմամբ 45° անկյան տակ թեքված ծակդի ոտքի ուղղությամբ ազդում է $Q=2.5$ կՆ ուժը: Ինչպիսի՝ S նիզ է առաջանում այդ զեպքում հորիզոնական պրկանի ուղղությամբ և ինչպիսի՝ N ուժ է ազդում պատի վրա ուղղահիզ ուղղությամբ:

Պատ.՝ $S=N=1.77$ կՆ:



2.4. Ուղիղ ջրանցքի ափով հաստատուն արագությամբ ընթացող երկու տրակտոր երկու ճապանների միջոցով քաշում են գետային թեռնանավը: Ճապանների ձգման ուժերը հաճախորդ են 0,8 կՆ և 0,98 կՆ. նրանց միջև եղած անկյունը հաճախորդ է

2.3. Ինդրին 60-ի: Գտնել ջրի P դիմադրությունը, որը կրում է գետային թեռնանավը իր շարժման ընթացքում, և այն α ու β անկյունները, որոնք պետք է ջրանցքի ափի հետ կազմեն ճապանները, եթե գետային թեռնանավը շարժվում է ափերին զուգահեռ:

Պատ.՝ $P=1.53$ կՆ, $\alpha=33^\circ$, $\beta=27^\circ$:

2.5. Երեք զսպանակափոր կշեռքների Λ , B և C ողակները անշարժորեն ամրացված են հորիզոնական տախտակին: Կշեռքների կեռիկներից կապված են երեք պարան, որոնք ձգված և կապված են մեկ 1) հանգույցում: Կշեռքների ցուցումներն են 8, 7 և 13 Ն: Որոշել պարանների ուղղութիւններով կապմամբ α և β անկյունները, ինչպես ցույց է տրված նկարում:

Պատ.՝ $\alpha=27.8^\circ$, $\beta=32.2^\circ$:

2.6 AC և BC ձողերը իրար հետ և ուղղաձիգ պատի հետ միացված են հողակապերի միջոցով: C հողակապային հեղույսի վրա ազդում է $P=100$ Ն ուղղաձիգ ուժը:

Որոշել այդ ձողերի հակազդումները C հողակապային հեղույսի վրա, եթե պատի հետ ձողերի կազմած անկյունները համասար են՝ $\alpha=30^\circ$ և $\beta=60^\circ$:

Պատ.՝ 866 Ն, 500 Ն:

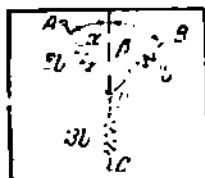
2.7. ա, բ և գ նկարներում, ինչպես որ նախորդ խնդրում, սխեմատիկորեն պատկերված են ձողեր, որոնք իրար հետ, հատակի և պատերի հետ միացված են հողակապերի միջոցով: B , F և K հողակապային հեղույսներից կախված են $Q=1000$ Ն բեռները:

Որոշել ձողերում ճիգերը հետևյալ դեպքերում.

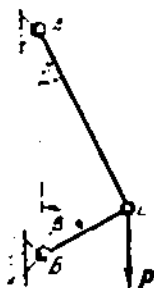
ա) $\alpha=\beta=45^\circ$

բ) $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$

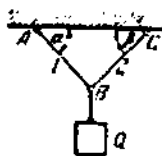
գ) $\alpha=60^\circ$, $\beta=30^\circ$:



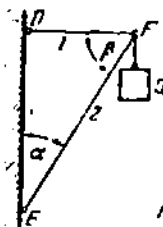
2.5 խնդրին



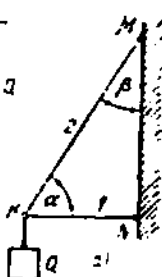
2.6 խնդրին



ա)



բ)



գ)

2.7 խնդրին

Պատ.՝ ա) $S_1=S_2=707$ Ն, բ) $S_1=577$ Ն, $S_2=-1154$ Ն¹⁾, գ) $S_1=-577$ Ն, $S_2=1154$ Ն:

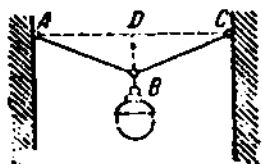
2.8. Փողոցային լապտերը կախված է միևնույն հորիզոնականի վրա գրունդով A և C կետերին ծալրերով ամրացված ABC ճոպանի մեջտեղի B կետում: Որոշել ճոպանի AB

¹ Մինչև նշանը ցույց է տալիս, որ ձողը սեղմված է:

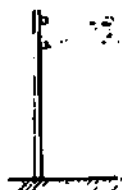
և BC մասերում T_1 և T_2 լարումները, եթե լարերի կշիռը հաշվառար է 150 Ն, ի. ամբողջ ABC ճոպանի երկարությունը հաշվառար է 20 մ-ի և նրա կախման կետի շեղումը հորիզոնականից՝ $BD=0,1$ մ: Ո՞րպանի կշիռը անտեսել:

Պատ.՝ $T_1=T_2=7,5$ կՆ:

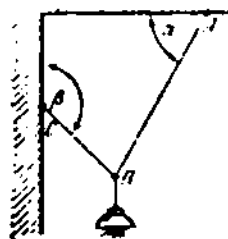
2.9. Յուսի կշռով փողոցային լարերը որդաձիգ ալյուրի կախված է AC=1,2 մ հորիզոնական մարդակի և $BC=1,5$ մ գիծկալի



2.8 խնդրին



2.9 խնդրին



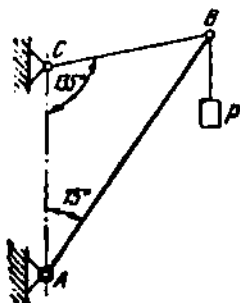
2.10 խնդրին

ալյուրի լարի Գտնել AC և BC ձողերում S_1 և S_2 ճիւղերը, ընդունելով ամբողջումները A, B և C կետերում հողակապալին:

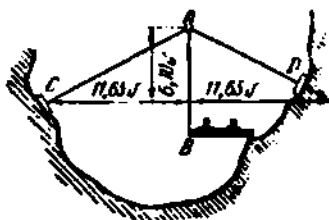
Պատ.՝ $S_1=40$ Ն, $S_2=50$ Ն:

2.10. Չոն կշռով էլեկտրական լամպը կախված է առաստաղից AB լարով և ալյուրեղեն քաշված է դեպի պատը BC պարանով: Որոշել AB թողի T_A և B պարանի T_C լարումները, եթե հալունի է, որ անկյուն $\alpha=60^\circ$, իսկ անկյուն $\beta=135^\circ$: Թողի և պարանի կշիռները անտեսել:

Պատ.՝ $T_A=14,6$ Ն, $T_C=10,4$ Ն:



2.11 խնդրին



2.12 խնդրին

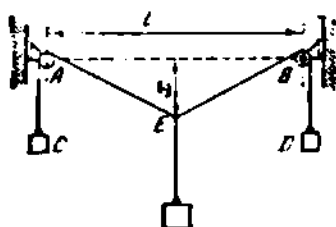
2.11. Կալմային ամբարձիչը կազմված է ամբարձիչին A հողակապով ամրացված AB սլաքից և CB չղիվալից: Սլաքի B ծալրից

կախված է $P=2$ կն բեռը, անկյուններ $BAC=15^\circ$, $ACB=135^\circ$ ։ Որոշել CB շղթայի T լարումը և AB սլաքում Q ճիգը։

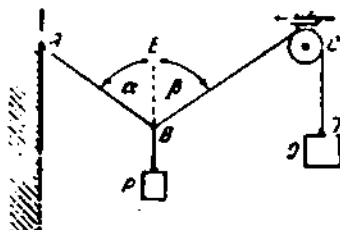
Պատ.՝ $T=1.04$ կն, $Q=2.83$ կն։

2.12. Լեռներով անցկացված մի երկաթուղու վրա ճանապարհի զծածասը կախված է արնպես, ինչպես ցույց է տրված նկարում։ Լեռնազրկելով AB կախոցը բեռնափորված է $P=500$ կն ուժով, գտնել ճիգերը AC և AD ձողերում։

Պատ.՝ AC և AD ձողերը սեղմված են միեւնույն 539 կն ճիգով։



2.13 խնդիր



2.15 խնդիր

2.13. Միեւնույն $AB=l$ հորիզոնական ուղղի վրա գտնվող A և B երկու ճախարակներով զցված է $CAEBD$ պարանը։ Պարանի C և D ծալրերից կախված են լուրաքանչյուրը P կշռով կշռաքարեր, իսկ E կետից՝ P կշռով կշռաքար։ Անտեսելով շփումը ճախարակներում և նրանց չափերը, որոշել հավասարակշռության դիրքում E կետի x հեռավորությունը AB ուղղից։ Պարանի կշիռը անտեսել։

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{Pl}{2\sqrt{4p^2 - P^2}}$$

2.14. 25 Ն կշռով բեռը հավասարակշռության մեջ է պահվում ճախարակների վրայով զցված և բեռներով ձգված երկու պարանների։ Ելք բեռներից մեկը կշռում է 20 Ն, ուղղաձիգի հետ համապատասխան պարանի կազմած անկյան սինուսը հավասար է $0,6$ -ի։ Անտեսելով շփումը ճախարակներում, որոշել երկրորդ բեռի P մեծությունը և ուղղաձիգ գծի հետ երկրորդ պարանի կազմած α անկյունը։ Պարանի կշիռը անտեսել։

Պատ.՝ $P=15$ Ն, $\sin \alpha=0,8$ ։

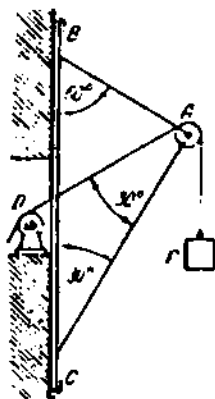
2.15. AB պարանից, որի մի ծալրը ամրացված է A կետում, B կետում կապված են P բեռը և ճախարակի վրայով զցված BCD պարանը։ Նրա B ծալրից կապված է 100 Ն կշռով Q կշռաքարը։ Անտեսելով շփումը ճախարակում, որոշել AB պարանի T լարումը և P բեռի մեծությունը, եթե հավասարակշռության դիրքում պարանների

կազմած անկյունների BE ուղղածիցի հետ հապասար են՝ $\alpha=45^\circ$, $\beta=60^\circ$:

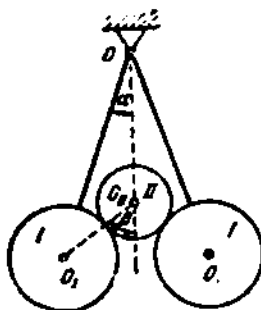
Պատ.՝ $T=122$ Ն, $P=137$ Ն:

2.16. $P=5$ կՆ բևեռ խառնթի BAC կոունկով բարձրացվում է մի շղթայի մշյոցով, որը զցված է A և D ճախարացներով, բնդ որում վերջինս պատին ամրացված է այնպես, որ անկյուն $CAI)=30^\circ$, Կոունկի ձողերի միջև եղած անկյունների՝ $ABC=60^\circ$, $ACB=30^\circ$: Որոշել AB և AC ձողերում Q_1 և Q_2 ճիգերը:

Պատ.՝ $Q_1=0$, $Q_2=-34.6$ կՆ:



2.16 խնդիրն



2.17. խնդիրն



2.18 խնդիրն

2.17. Գործարանայուրը P կշռով երկու միատեսակ I գլաններ (I) կետում կախված են թելերից, նրանց միջև գտնվում է Q կշռով II գլանը: Ամբողջ համակարգը գտնվում է հապասարակշռության մեջ: I գլանները իրար չեն շոշափում: Որոշել ուղղածիցի հետ թելի կազմած α անկյան և նույն ուղղածիցի հետ I և II գլանների առանցքների միջև եղած ուղղի կազմած β անկյան միջև եղած կախվածությունը:

Պատ.՝ $\lg \beta = (2P/Q + 1) \lg \alpha$:

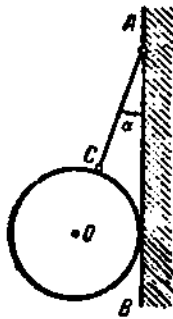
2.18. AB և BC երկու փոխուղղահայաց ողորկ թեք հարթությունների վրա գտնվում է 60 Ն կշռով (I) գունդը: Որոշել գնդի ճնշումը լուրջարանայուր հարթության վրա, իմանալով, որ BC հարթությունը հորիզոնի հետ կազմում է 60° -ի անկյուն:

Պատ.՝ $N_D=52$ Ն, $N_F=30$ Ն:

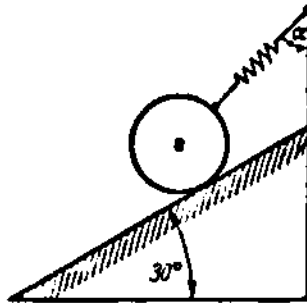
2.19. AB ուղղահայ հարթ պատի մոտ AC ճոպանից կախված է O համասեռ գունդը: Ճոպանը պատի հետ կազմում է α անկյուն, գնդի կշիռը P է: Որոշել ճոպանի T լարումը և պատի վրա գնդի Q ճնշումը:

Պատ.՝ $T=P/\cos \alpha$, $Q=P \lg \alpha$:

2.20. 20 Ն կշռով համասեռ գունդը ողորկ թևք հարթության վրա պահելով է մի ճուղնով, որը կապված է հարթության վրա ամրացված զսպանակավոր կշեռքից. կշեռքի ցուցումը 10 Ն է: Հորիզոնի նկատմամբ հարթության թևքի թևանկյունը հավասար է



2.19 խնդրին



2.20 խնդրին



2.21 խնդրին

30°-ի: Որոշել ուղղանիզի էություն կազմած և անկյունը α անկյունը և հորթության վրա գնդի Q ճնշումը: Ձսպանակավոր կշեռքի կշիռը անտեսել:

Պատ.՝ $\alpha=60^\circ$, $Q=17,3$ Ն:

2.21. P կշռով B գնդիկը AB թելի միջոցով կախված է A անշարժ կետից և գտնվում է r շառավղով ողորկ սֆերայի մակերևույթի վրա. կետի հեռավորությունը սֆերայի մակերևույթից՝ $AC=d$, թելի երկարությունը՝ $AB=l$, $A()$ ուղիղ ուղղանիզ է: Որոշել թելի T ձգումը և սֆերայի Q հակադրումը: Գնդիկի շառավղը անտեսել:

Պատ.՝ $T=Pl(d+l)$, $Q=Pr(l+l+r)$:

2.22. 10 Ն կշռով համասեռ գունդը հավասարակշռության մեջ է պահելով մեկ ուղղանիզ հարթության մեջ գտնվող և իրար հետ 150° անկյուն կազմող AB և CD երկու ճուղանների միջև: AB ճուղանը հորիզոնի նկատմամբ թևքված է 45° անկյան տակ: Որոշել ճուղանների լարումը:

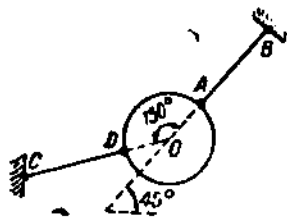
Պատ.՝ $T_H=19,3$ Ն, $T_C=14,1$ Ն:

2.23. Երկարությունը հավասարաչափ բաշխված $P=4()$ Ն կշռով և $R=1$ մ շառավղով կախան զանգում է քարե սրմանքի ելուստների վրա: Սրմանքի պատերի միջև եղած հեռավորությունը՝ $l=1,6$ մ: Անտեսելով շփումը, գտնել կախսյի ճնշումը սրմանքի պատեր A և B կետերում:

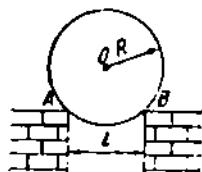
Պատ.՝ $N_A=N_B=33,3$ կՆ:

2.23. Տոհմանման համասեռ թափալուկի կշիռը հավասար է 20 կՆ-ի, նրա շառավիղը 60 սմ է: Որոշել այն P հորիզոնական ջանքը, որն անհրաժեշտ է թափալուկը նկարում ցույց տրված դիրքում 8 սմ բարձրություն ունեցող սալաքարի վրայով պտտելու համար:

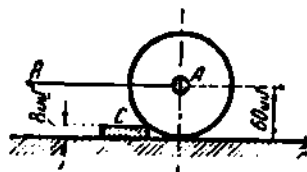
Պատ.՝ $P=11,5$ կՆ:



2.22 խնդրին



2.23 խնդրին



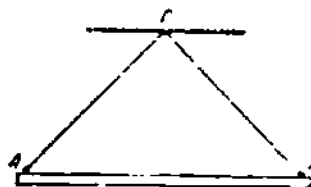
2.24 խնդրին

2.25. 160 Ն կշռով, 1,2 մ երկայնությամբ AB համասեռ ձողը կախված է C կետում 1 մ-ի հավասար միջևույն երկարություն AC և CB երկու ճոպաններից: Որոշել ճոպանների լարումները:

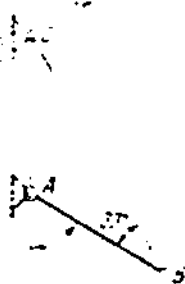
Պատ.՝ Յուրաքանչյուր ճոպանի լարումը հավասար է 100 Ն:

2.26. AB համասեռ ձողը A հողակապի միջոցով ամրացված է ուղղանիվ պատին և պահվում է ուղղանիվի նկատմամբ 60° -ի անկյան տակ BC պարանի օգնությամբ, որը ձողի հետ կազմում է 30° -ի անկյուն: Որոշել հողակապի հակազդման մեծությունը և ուղղությունը, եթե հայտնի է, որ ձողի կշիռը հավասար է 20 Ն-ի:

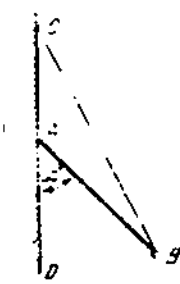
Պատ.՝ $R=10$ Ն, անկյուն $(R, AC)=60^\circ$:



2.25 խնդրին



2.26 խնդրին



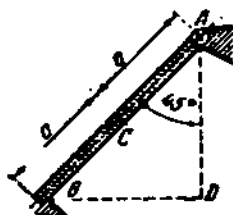
2.27 խնդրին

2.27. 60 Ն կշիռ և 2 մ երկարություն ունեցող AB համասեռ չորսուի վերին A ծայրը հենվում է ողորկ ուղղանիվ պատին: Ստորին ծայրին կապված է BC պարանը: Գտնել, թե ինչպիսի AC հեռավորության վրա պետք է ամրացնել պարանը պատին, որպեսզի չորսուն

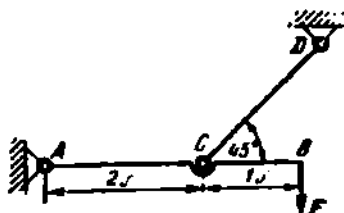
պտնվի հափասարակշռության մեջ, կազմելով անկյուն $\angle BAD = 45^\circ$.
Փտեկի պարանի T լարումը և պատի R հակազդումը:

Պատ.՝ $AC = AD = 1.41$ մ, $T = 56$ Ն, $R = 25$ Ն.

2.28. Կտրվածքով նկարում պատկերված լուսամտի AB շրջանակը կարող է պտտվել A հողակապի հորիզոնական առանցքի շուրջը և իր B ստորին ծայրով ազատ հենվում է փորակի սանդղաձև



2.28 ինդրին



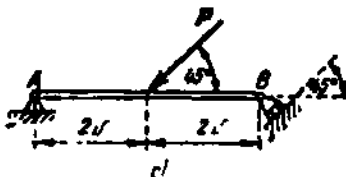
2.29 խելի

խորշին: Փտեկի հենարանների հակազդումները, եթե տրված է, որ $\angle \theta$ է հափասար շրջանակի կի՛ւրը կիրառված է նրա C միջնակետում և $AI = BI$:

Պատ.՝ $R_A = 70.4$ Ն, $R_B = 31.5$ Ն.

2.29. AB հեծանը հորիզոնական դիրքում պահվում է CD ձողով A -ում, C -ում և D -ում ամրացումները հողակապային են: Որոշել A և D հենարանների հակազդումները, եթե հեծանի ծայրում ազդում է $F = 5$ գ՛ն ուղղանիզ ուժը: Ձափերը նշված են նկարում, կի՛ւրը անտեսել:

Պատ.՝ $R_A = 7.9$ կ՛ն, $R_D = 10.6$ կ՛ն.



2.30 ինդրին

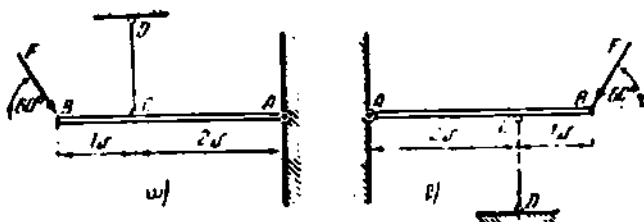
2.30. AB հեծանը հողակապորեն ամրացված է A հենարանին. B ծայրով այն դրված է թավալուկների վրա: Հեծանի մեջ-ուղղում. նրա առանցքի նկատմամբ 45° անկյան տակ, ազդում է $F = 2$ կ՛ն ուժը: Որոշել հենարանների հակազդումները ա և բ ղեպքերի համար, չափերը վերջենելով նկարներից և անտեսելով հեծանի կի՛ւրը:

Պատ.՝ ա) $R_A = 1.58$ կ՛ն, $R_B = 0.71$ կ՛ն. բ) 2.24 կ՛ն, 1 կ՛ն

2.31. Նկարներում պատկերված են AB հեծանները, որոնք հորիզոնական դիրքում պահվում են CD ուղղաձիգ ձողերով: Հեծանների ծալքերում հորիզոնի նկատմամբ 30° -ի անկյան տակ աղգում են $F=30$ կն ուժերը: Չափերը վերցնելով նկարներից, որոշի՝ CD ձողերում S ճիգերը և պատի վրա հեծանների Q ճնշումները: Եթե ամրացումները A-ում, C-ում և D-ում հողակապային են:

Պատ.՝ ա) $S=39$ կն, $Q=19,8$ կն, բ) $S=39$ կն, $Q=19,8$ կն:

2.32. ACB էլեկտրալարը երկու սյուների միջև ձգված է այնպես,

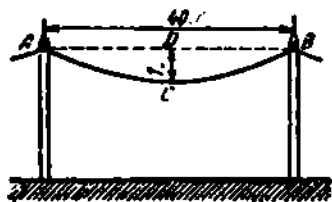


2.31 խնդրին

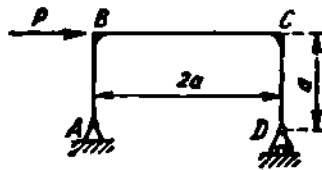
որ կազմում է մի թեք կոր, որի կախվածքի սլաքը՝ $CD=l=1$ մ: Սյուների միջև եղած հեռավորությունը՝ $AB=l=40$ մ, լարի կշիռը՝ $Q=0,4$ կն: Որոշել լարի միջնակետում և ծալքերում T_C , T_A , T_B լարումները:

Խնդիրը լուծելիս ընդունել, որ լարի յուրաքանչյուր կեսի կշիռը կիրառված է մոտակա սյունից $\frac{l}{4}$ հեռավորության վրա:

Պատ.՝ $T_C=\frac{Ql}{8f}=2$ կն, $T_A=T_B=2,01$ կն:



2.32 խնդրին



2.33 խնդրին



2.34 խնդրին

2.33. Նկարում պատկերված շրջանակի համար որոշել հենարանային R_A և R_D հակազդումները, որոնք առաջանում են B կետում

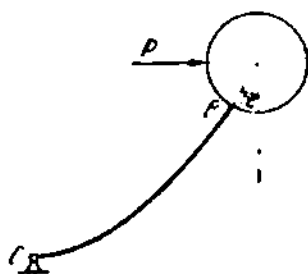
կիրառված հորիզոնական P ուժի ազդեցության դեպքում: Շրջանակի կշիռն անտեսել:

Պատ.՝ $R_A = P \frac{1}{2}, R_D = \frac{P}{2}$.

2.31. Ներքին ալրման շարժիչի մեջ մխոցի մակերեսը հազասար է $0,02$ մ, շարժաթևի երկարությունը՝ $AB=30$ սմ, շուտովիկի երկարությունը՝ $BC=6$ սմ: Գազի ճնշումը մխոցի վրա տվյալ պահին հազասար է $P_1=100$ կՊա, մխոցի տակ՝ $P_2=200$ կՊա: Գտնել AB շարժաթևի կողմից BC շուտովիկի վրա ազդող T ուժը, որն առաջանում է գազի ճնշումների անկումից, եթե անկյուն $ABC=90^\circ$: Շփումը մխոցի և գլանի միջև անտեսել:

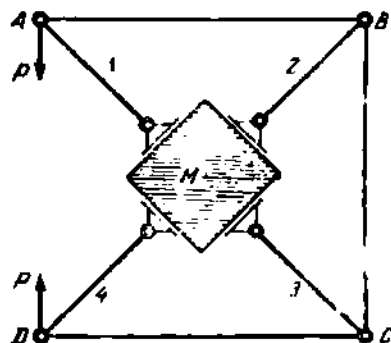
Պատ.՝ $T=16$ կՆ:

2.32. Ու կշռով օդապարիկը հազասարակչոություն մեջ է պահվում BC պարանոգ: Գնդի վրա ազդում են $\vec{Q}$ վերամբարձ ուժը և P -ին հազասար քամու ճնշման հորիզոնական ուժը: Իրոշել պարանի լարումը B կետում և α անկյունը:

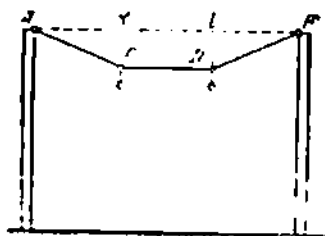


2.32 խնդիրն

Պատ.՝ $T = \sqrt{P^2 + (Q - G)^2}, L = \arctg \frac{P}{Q - G}$



2.36 խնդիրն



2.37 խնդիրն

2.33. Յեմենտե M խորանարդիկը չորս նիստերով սեղմելու համար օգտվում են մի հողակապալին մեխանիզմից, որի մեջ AB, BC և CD ձողերը համընկնում են ABC քառակուսու կողմերի հետ, իսկ 1, 2, 3, 4 ձողերը իրար հազասար են և ուղղված են նույն քառա-

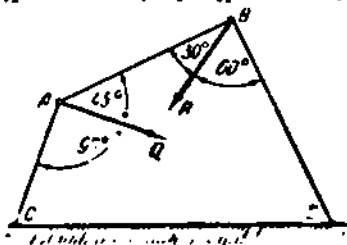
կուսու անկյունագծերով մեծությամբ հավասար P երկու ուժերը կիրառվում են A և D կետերում, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Որոշել խորանարդիկը սեղմող N_1, N_2, N_3, N_4 ուժերը և AB, BC և CD ձողերում S_1, S_2, S_3 ճիգերը, եթե A և D կետերում կիրառված ուժերի մեծությունը հավասար է 30 կՆ:

Պատ.՝ $N_1=N_2=N_3=N_4=70.7$ կՆ, Ձյոց ճիգերը՝ $S_1=S_2=S_3=50$ կՆ:

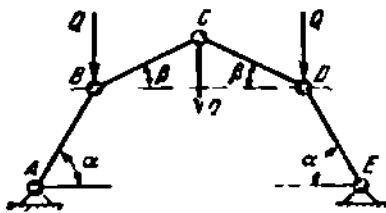
2.37. Տրամվայի երկու հաղորդալար կախված են լալնակի դասավորված մետաղաճառաններից, որոնցից լուրջաքանչյուրը ամրացված է երկու պոններին: Ոլտները դասավորված են ճանապարհի երկայնքով՝ իրարից 40 մ հեռավորության վրա: Մուրաքանչյուր լալնական ճառանի համար հեռավորություններ $AK=KL=LB=5$ մ, $KC=LD=11.5$ մ: Անտեսելով մետաղաճառանի կշիռը, գտնել նրա AC, CD և DB մասերում T_1, T_2 և T_3 լարումները, եթե 1 մ հաղորդալարի կշիռը հավասար է 7.5 կՆ:

Պատ.՝ $T_1=T_3=3.015$ կՆ, $T_2=3$ կՆ:

2.38. CD կողմով ամրացված $ABDC$ ձողային հողավոր քառանկյան A հողալկային $BAC=15^\circ$ անկյան տակ կիրառված է $Q=$



2.38 խնդրի



2.39 խնդրի

$=10$ կՆ ուժը: Որոշել B հողալկայում $ABR=30^\circ$ անկյան տակ կիրառված R ուժի մեծությունն այնպես, որպեսզի $ABDC$ քառանկյունը գտնվի հավասարակշռության մեջ, եթե անկյուններ $CAQ=90^\circ$, $DBR=60^\circ$:

Պատ.՝ $R=163$ կՆ:

2.39. Ձողային հողավոր քաղմանկյունը կազմված է չորս հավասար ձողերից, A և E ծայրերը հողալկայերով ամրացված են, B, C և D հանգույցները բեռնավորված են միատեսակ Q ուղղաձիգ բեռով: Հավասարակշռության պինակում եղբային ձողերի թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ՝ $\alpha=60^\circ$: Որոշել միջին ձողերի թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ:

Պատ.՝ $\beta=30^\circ$:

2.10. Նկարում ցույց տրված եռահոդավոր կամարի համար որոշել A և B հենարանների հակազդումները, որոնք առաջանում են $\bar{P}$ հորիզոնական ուժի ազդեցությունից: Կամարի կշիռն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } R_A = R_B = P \frac{\sqrt{2}}{2},$$

2.11. P կշիռ ունեցող AB ուղղապիտ համասեռ շորսուն և կամարակա՛ն տեսքի կո՛ղպի՛ծ առանցքով BC անկշիռ ձողը հողակապորեն միացված են B կետում և նույն ձևով նաև միևնույն AC հորիզոնականի վրա դասավորված A և C հենարանների հետ: Որոշել A և C հենարանների հակազդումները:

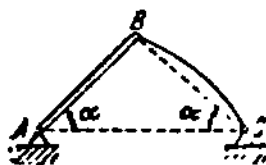
$$\text{Պատ.՝ } R_A = \frac{\sqrt{10}}{4}P, \quad R_C = \frac{\sqrt{2}}{4}P,$$

2.12. AB թեք հեծանք, որի ծալրին ազդում է $\bar{P}$ ուժը, B_1 միջնակետով հենվում է $C()$ հեծանի քարձակի կողին: Որոշել հենարանալի հակազդումները, անտեսելով հեծանների կշիռը:

$$\text{Պատ.՝ } R_A = P, \quad R_C = 4P/\sqrt{3}, \quad R_D = 2P/\sqrt{3},$$



2.10 խնդիր



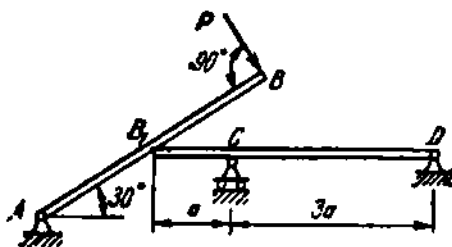
2.11 խնդիր

2.13. Տրված է շորս կամարներից կազմված համակարգ, որոնց չափերը նշված են նկարում: Որոշել A , B , C և D հենարանների հակազդումները, որոնք առաջանում են $\bar{P}$ հորիզոնական ուժի ազդեցությունից:

$$\text{Պատ.՝ } R_A = P \frac{\sqrt{2}}{2},$$

$$R_B = P, \quad R_C = P, \quad R_D = P \frac{\sqrt{2}}{2},$$

2.14. Ամբարձիչը քաղկացած է AC անշարժ աշտարակից և BC շարժական ֆեյմից, որն ունի C հողակապր և պահվում է AB մետաղալարով: $Q=40$ կՆ

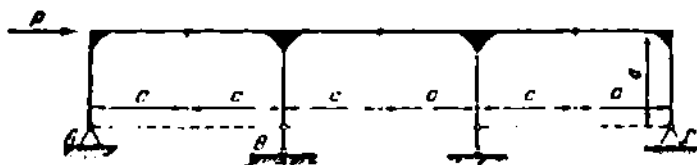


2.12 խնդիր

բեռը կախված է B կետում ճախարակի վրայով զցցած և C ուղղով զեպի ուղղան դնացող շղթայից, երկարություն $AC = l, C$ ։ Անտեսելով ֆեմի կշիռը և շփումը ճախարակում, որոշել AB մետաղալարի T լարումը և BC ուղղով ֆեմի սեղմող P ուժը որպես $ACB = \varphi$ անկյան ֆունկցիաներ։

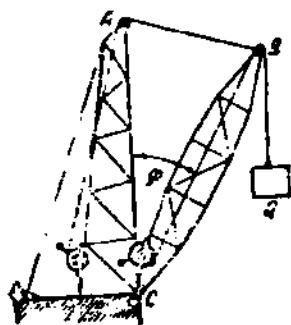
Պատ.՝ $T = 80 \sin \frac{\varphi}{2}$ կն, $P = 80$ կն՝ անկախ φ անկյունից։

2.45. $P = 18$ Ն բեռով C ճախարակը կարող է սահել ACB ճյուղ

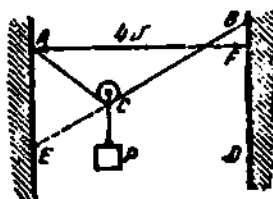


2.43 խնդրին

մետաղալարի եւղղվածով, որի A և B ծայրերը ամրացված են պատերին։ Պատերի հեռավորությունը 4 մ է, մետաղալարի երկարությունը՝ 5 մ։ Անտեսելով մետաղալարի կշիռը և շփումը մետաղալարի ու ճախարակի միջև, որոշել մետաղալարի լարումը բեռի հետ ճախարակի հավասարակշռության դեպքում։



2.44 խնդրին



2.45 խնդրին

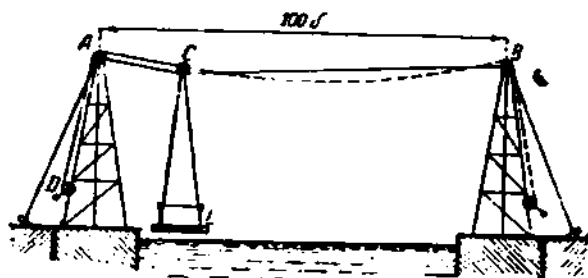
Մետաղալարի AC և CB մասերի լարումները միևնույն են, նրանց մեծությունը կարող է որոշվել ուժային եռանկյան և այն հավասարաբառն եռանկյան նմանությունից, որի կողմնային կողմերից մեկը BCE ուղիղն է, իսկ հիմքը զտնվում է B ։ Ուղղաձիգի վրա։
Պատ.՝ 15 Ն, անկախ BF բարձրությունից։

2.46. Գետն անցնելու համար պատրաստված է L եռանիւր, որը C հուլովակի միջոցով կախված է A և B աշտարակների զապաթներում

ամբողջված AB պողպատե մետաղալարից: C հորիզակի զեպի ձախ ափ անգագաթման համար ծառայում է A ճախարակի վրայով զըջված և D ոլորանին փաթաթված CAD պարանը. նույնպիսի պարան կա ճոճանը զեպի աջ ափ քաշելու համար: A և B կետերը իրարից $AB=100$ մ հեռավորությամբ գտնվում են միևնույն հորիզոնականի վրա. ACB մետաղալարի երկարությունը հազասար է 102 մ, ճոճանի կոորդ. 50 կմ: Անտեսելով մետաղալարի և պարանների կշիռը, ինչպես նաև չփումը հորիզակի և մետաղալարի միջև, որոշել CAD պարանի և ACB մետաղալարի լարումները այն պահին, երբ երկարություն $AC=20$ մ:

Պատ.՝ $S_{CAD}=7.5$ կն, $S_{CB}=S_{CA}=5.6$ կն:

2.47. 100 Ն կշռով լուսամտատի շրջանակը, որը նկարում պատ-



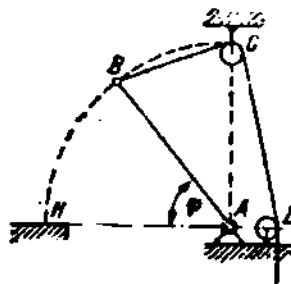
2.46 խնդրին

կերված է կտրված լույս. պտուկելով A հորիզոնական առանցքի շուրջը. քաջվում է C և D ճախարակները պարույրով HCI քույր միջոցով: C ճախարակը, որի շափերն անտեսում ենք, և A կետը գտնվում են միևնույն ուղղահայացի վրա. շրջանակի կշիռը ներառված է նրա մեջտեղում. չփումը նույնպես անտեսում ենք: Գտնել ջուղի T լարումը՝ կախված AH հորիզոնականի հետ AR շրջանակի կազմած φ անկյունից, ենթադրելով $AB=AC$, ինչպես նաև այդ լարման ամենամեծ և ամենափոքր արժեքները:

Պատ.՝ $T=100\sin\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\text{Ն}$.

$T_{\max}=70.7$ Ն, երբ $\varphi=0^\circ$. $T_{\min}=0$, երբ $\varphi=90^\circ$:

2.48. 0.1 մ շառավիղ և հորիզոնական առանցք ունեցող կլոր ողորկ գլանի վրա գտնվում են A և B երկու զրնգիկներ. առաջինի կշիռը 1 Ն է. երկրոր-



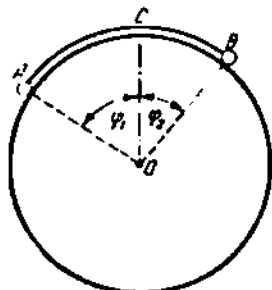
2.47 խնդրին

դիմեր 2 և Գնդիկները միացված են 0,2 մ երկարությամբ AB թելով։ Որոշել OC ուղղածից ուղղի հետ OA և OB շառավիղների կապված φ_1 և φ_2 անկյունները հավասարակշռության դիրքում, և զլանի վրա զնդիկների N_1 և N_2 ճնշումները A և B կետերում։ Գնդիկների շափե-
րը անտեսել։

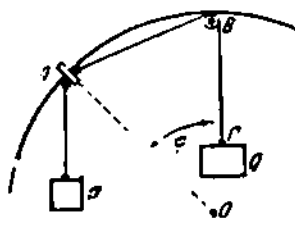
Պատ.՝ $\varphi_1 = 2 - \varphi_2$, $\lg \varphi_2 = \frac{\sin 2}{2 + \cos 2}$, $\varphi_1 = 84^\circ 45'$, $\varphi_2 = 29^\circ 50'$.

$N_1 = \cos \varphi_1$ և $0,092$ Ն, $N_2 = 2 \cos \varphi_2$ և $1,73$ Ն,

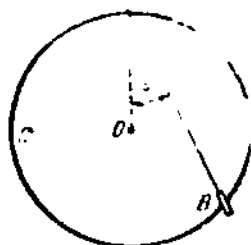
2.49. A հարթ սղական առանց շփման կարող է սահել ուղղահայ-



2.48 խնդիրն



2.49 խնդիրն



2.50 խնդիրն

հարթության մեջ գտնվող և շրջանագծով ծավառ անշարժ մետաղա-
լարով։ Սղակից կախված է P կշռաքարը և կապված է ABC պարանը,
որը զցված է շրջանագծի ամենաբարձր կետում գտնվող B անշարժ
ճախարակի վրայով։ Ճախարակի շափերն անտեսել։ C կետում կախ-
ված է Q կշռաքարը։ Անտեսելով սղակի կշիռը և շփումը ճախարակի
վրա, հավասարակշռության դիրքում որոշել AB աղեղի φ կենտրոնա-
կան անկյունը և նշել այն պայմանը, որի դեպքում հնարավոր է հա-
վասարակշռությունը։

Պատ.՝ $\sin \frac{\varphi_1}{2} = \frac{Q}{2P}$, $\varphi_2 = \pi$. Հավասարակշռության ցույց տված

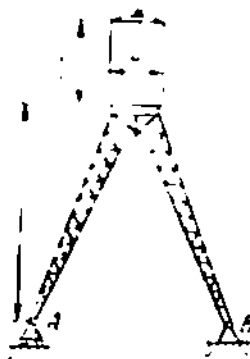
դիրքերից առաջինը հնարավոր է $Q < 2P$ դեպքում, երկրորդը՝ ցանկա-
ցած Q -ի և P -ի դեպքում։

2.50. Ուղղահայտ հարթության մեջ գտնվող R շառավղով ABC
մետաղալարն շրջանագծի վրա տեղավորված է P կշիռ տնեցող B
հարթ սղակի։ Սղակի շափերն անտեսել։ AB առանցքի թելի միջո-
ցով սղակը միացված է շրջանագծի ամենաբարձր A կետին։ Հավա-
սարակշռության դիրքում որոշել φ անկյունը, իմանալով, որ թելի
ձգման T ուժը համեմատական է նրա հարաբերական երկարացմանը,
ընդ որում համեմատականության գործակիցը հավասար է k-ի։

2.55. Ջրմուղ աշտարակը կազմված է 6 մ բարձրություն և 4 մ տրամագիծ ունեցող պլանաձև ամբարից, որն ամրացված է հորիզոնի նկատմամբ թեքված չորս համաչափորեն դասավորված սյուների վրա. ամբարի հատակը դանվում է հենարանների մակարդակից 17 մ բարձրության վրա. աշտարակի կշիռը 80 կՆ է, քամու ճնշումը հաշվվում է նրա ուղղությունը ուղղահայաց հարթության վրա ամբարի մակերևույթի պրոյեկցիայի մակերեսի վրա, ընդ որում քամու տեսա-



2.54 խնդրին



2.55 խնդրին

կարար ճնշումն ընդունվում է հավասար 1,25 կՊա: Որոշել սյուների հիմքերի միջև առկա ճնշումը AB հեռավորությունը:

AB հեռավորությունը պետք է հաշվարկված լինի առնվազն, որ հորիզոնական ուղղությամբ քամու ճնշման գեղձում շրջում առկա չլինի:

Պատ.՝ $AB \geq 15$ մ:

§ 3. ԶՈՒԳԱԶՆՈՒ ՈՒԺԵՆ՝

3.1. Որոշել առն հենարանների ուղղածից հակազդումները, որոնց վրա իր ծալրերով ապաստ հենված է 1 երկարությամբ հորիզոնական հեծանը, որը միավոր երկարության վրա ըն շարժող հավասարաչափ բեռնավորված է: Հեծանի կշիռը հաշվել ընդգրկված հավասարաչափ բաշխված բեռի մեջ:

Պատ.՝ $R_1 = R_2 = \frac{1}{2} P l$,

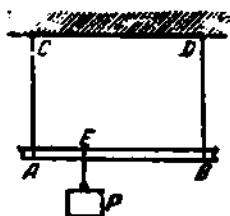
3.2. Որոշել 1 թռիչքով հորիզոնական հեծանի հենարանների ուղղածից հակազդումները, եթե P բեռը նրա վրա տեղավորված է առաջին հենարանից x հեռավորության վրա:

Պատ.՝ $R_1 = P \frac{l-x}{l}$, $R_2 = P \frac{x}{l}$,

3.3 AB համասեռ ձողը, որի երկարությունը 1 մ է, իսկ կշիռը՝ 20 Ն, հորիզոնական դիրքով կախված է AC և BD երկու պոչահեռ պարաններից: E կետում $AE=1/4$ մ հեռավորության վրա ձողից կախված է 120 Ն լեռը: Որոշել պարանների T_C և T_D լարումները:

Պատ.՝ $T_C=100$ Ն, $T_D=40$ Ն:

3.3. Իրարից 1 մ հեռավորության վրա գտնվող երկու հենարան-



3.3 խնդիր



3.4 խնդիր

ներին բեկած հորիզոնական հեծանի վրա դրված են C և D երկու բեռներ, մեկը 2 կՆ, մյուսը 1 կՆ, այնպես, որ A հենարանի հակադրամը երկու անգամ մեծ է B հենարանի հակադրամից, եթե անտեսվի հեծանի կշիռը: Բեռների միջև եղած CI) հեռավորությունը հավասար է 1 մ-ի: Ինչպիսի՞ն է C բեռի հեռավորությունը A հենարանից:

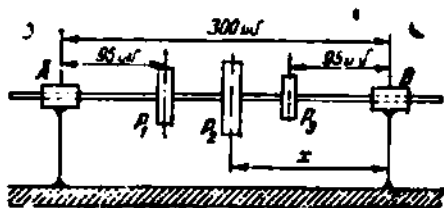
Պատ.՝ $x=1$ մ:

3.5. Շարժում փոխանցող AB լիսեռը կրում է $P_1=3$ կՆ $P_2=5$ կՆ, $P_3=2$ կՆ, կշիռների վրա փոկանիվներ: Չափերը նշված են նկարում: Որոշել, թե B առանցքակալից ինչպիսի՞ x հեռավորության վրա պետք է դնել P_2 կշռով փոկանիվը, որպեսզի A առանցքակալի հակադրամը հավասար լինի B առանցքակալի հակադրամին: Լիսեռի կշիռը անտեսել:

Պատ.՝ $x=139$ սմ:

3.6. Գտնել AB կամրջային ամրաբծիչի ճնշումների մեծությունները ուղիների վրա՝ կախված C սալակի դիրքից, որի վրա ամրացված է կարապիղը: Սալակի

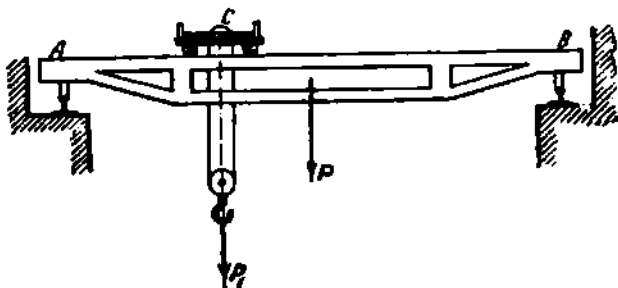
դիրքը որոշել ձախ ուղիից նրա միջնակետի ունեցած հեռավորության և կամրջի ընդհանուր երկարության հարաբերությամբ: Կամրջի կշիռը՝ $P=60$ կՆ, սալակի կշիռը բարձրացվող բեռի հետ միասին՝ $P_1=40$ կՆ:



3.5 խնդիր

Պատ.՝ $F_A=(7-4n) 10$ կՆ, $F_B=10(3+4n)$ կՆ, որտեղ $n=AC/AB$:

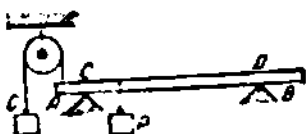
37. 10 մ երկարությամբ և 2 կՆ կշռով AB հեծանը գտնվում է C և D երկու հենարանների վրա: C հենարանը A ծայրից հեռացված է 2 մ-ով, D հենարանը B ծայրից՝ 3 մ-ով: Հեծանի A ծայրը ձգվում



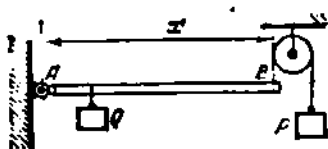
3.6 խնդրին

է ղեպի վեր ճախարակի վրալույ զցված ճուպանի միջոցով: Որից կախված է 3 կՆ կշռով Q բեռը: A ծայրից 3 մ հեռավորության վրա հեծանից կախված է $P=8$ կՆ բեռը: Անտեսելով ճախարակում շփումը, որոշել հենարանների հակազդումները:

Պատ.՝ $R_C=3$ կՆ, $R_D=4$ կՆ:



3.7 խնդրին



3.8 խնդրին

38. 100 Ն կշռով AB հորիզոնական ձողը կարող է պտտվել A հողակապի անշարժ առանցքի շուրջը: B ծայրը ղեպի վեր է ձգվում ճախարակի վրալույ զցված թելի միջոցով, որից կախված է $P=100$ Ն կշռով բեռը: B ծայրից 20 սմ հեռավորության վրա գտնվող կետում կախված է 500 Ն կշռով Q բեռը: Ինչպիսի՞ն է AB ձողի x երկարությունը, եթե նա գտնվում է հավասարակշռության մեջ:

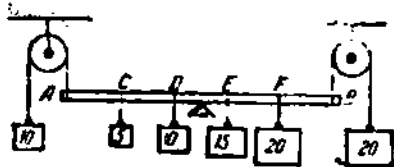
Պատ.՝ $x=25$ սմ:

39. 20 Ն կշռով և 5 մ երկարությամբ AB հորիզոնական ձողի A ծայրը ղեպի վեր է ձգվում ճախարակի վրալույ զցված մի պարանի միջոցով, որից կախված է 10 Ն կշռով բեռը: Նույն ձևով B ծայրը ղեպի վեր է ձգվում 20 Ն կշիռ ունեցող բեռով: Իրարից և A ու B կետերից 1 մ հեռավորության վրա գտնվող կետերում կախված են համապատասխանաբար 5, 10, 15 և 20 Ն կշիռ ունեցող բեռներ:

Ինչպիսի՞ տեղում պետք է ձողին հենարան դնել, որպեսզի ալն մնա հավասարակշռության մեջ:

Պատ.՝ Մեղտեղում:

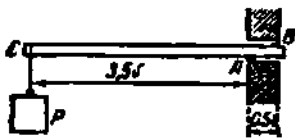
3.10. 3 մ երկարությամբ և 6 Ն կշռով համասեռ ձողից կախված են մեկը մյուսից հավասար հեռավորության վրա զտնվող 4 բեռ. ընդ որում երկու եզրալիները՝ ձողի ծայրերից: Ձախից առաջին բեռը կշռում է 2 Ն, յուրաքանչյուր հաջորդը նախորդից ծանր է 1 Ն-ով: Ձախ ծայրից ինչպիսի՞ x հեռավորության վրա պետք է կախել ձողը, որպեսզի ալն մնա հորիզոնական:



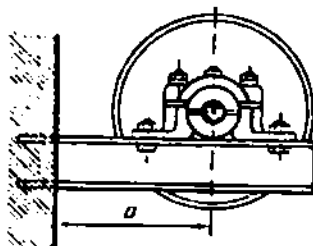
3.9 խնդրին

Պատ.՝ $x=1,75$ մ:

3.11. Համասեռ հորիզոնական հեծանը պատին միացված է հոլակապով և հենված է պատից 160 սմ հեռավորության վրա զտնվող



3.12 խնդրին



3.13 խնդրին

կետում: Հեծանի երկարությունը 400 սմ է, նրա կշիռը՝ 320 Ն: Պատից 120 սմ և 180 սմ հեռավորությունների վրա հեծանին զրգած են 160 Ն և 240 Ն կշռով երկու բեռներ: Որոշել հենարանային հակադրումները:

Պատ.՝ 790 Ն՝ զեպի վեր, 70 Ն՝ զեպի վար:

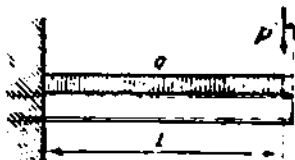
3.12. 4 մ երկարությամբ և 3 կՆ կշռով համասեռ հորիզոնական հեծանը զրգած է Ո, 5 մ հաստությամբ պատի մեջ ալնպես, որ հենվում է նրա վրա A և B կետերում: Որոշել հակադրումները ալն կետերում, եթե հեծանի աղառ ծայրից կախված է 40 կՆ կշռով P բեռը:

Պատ.՝ $R_A=340$ կՆ՝ զեպի վեր, $R_B=295$ կՆ՝ զեպի վար:

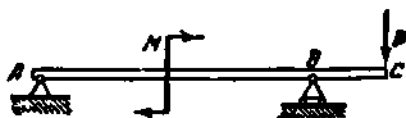
3.13. Հորիզոնական հեծանը մի ծայրով ամրացված է պատի մեջ, իսկ մյուս ծայրով պահում է լիսեռի առանցքակալին: Լիսեռի, փոկանիվների և առանցքակալի կշիռներից հեծանը կրում է $Q=1,2$ կՆ

աղղածից բեռնվածությունը: Անտեսելով հեծանի կշիռը և ընդունելով, որ Q բեռնը ազդում է պատից $\alpha=0.75$ մ հեռավորության վրա, որոշել ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ Հակազդում $R=1.2$ կն, հակազդող մոմենտ $M=0.9$ կն մ:



3.14 խնդրին



3.15 խնդրին

3.14. Պատշգամբը պահող հորիզոնական հեծանի ենթարկվում է $q=2$ կն մ խտենսիվությունը հազասարաչափ բաշխված բեռնի ազդեցությանը: Հեծանի վրա ազատ ծալքում սլան կողմից փոխանցվում է $P=2$ կն բեռնվածությունը: Սլան առանցքի հեռավորությունը պատից՝ $l=1.5$ մ: Որոշել ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ $R=5$ կն, $M=5.25$ կն մ:

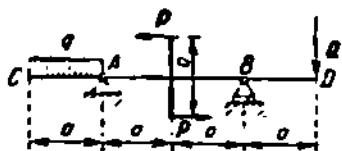
3.15. Բարձակային հորիզոնական հեծանի վրա ազդում է $M=6$ կն մ մոմենտով ուժազույգը, իսկ C կետում՝ $l=2$ կն աղղածից բեռը: Հեծանի թռչըր՝ $AB=3.5$ մ, հեծանի զրոսմասը՝ $BC=0.5$ մ: Որոշել հենարանների հակազդումները:

Պատ.՝ $R_A=2$ կն՝ դեպի վար, $R_B=4$ կն՝ դեպի վեր:

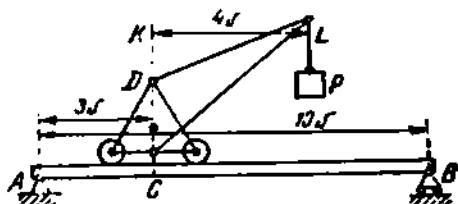
3.16. Երկբարձակային հորիզոնական հեծանի վրա ազդում է $(\bar{P}, \bar{P})$ ուժազույգը, ձախ բարձակի վրա Q խտենսիվությունը հազասարաչափ բաշխված բեռնվածությունը, իսկ աջ բարձակի 1) կետում՝ $\bar{Q}$ 3.15 խնդրին աղղածից բեռը: Որոշել հենարանների հակազդումները, եթե $P=1$ կն, $Q=2$ կն, $q=2$ կն/մ, $\alpha=0.8$ մ:

Պատ.՝ $R_A=1.5$ կն, $R_B=2.1$ կն:

3.17. 10 մ երկարությամբ AB հեծանի վրա վերամբարձ կոունկի



3.16 խնդրին

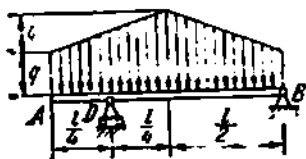


3.17 խնդրին

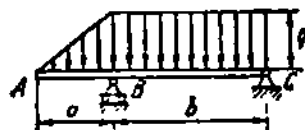
համար պցված է ճանապարհ: Կոտնկի կշիռը հավասար է 30 կՆ-ի, և նրա ծանրությունը կենտրոնը գտնվում է CD առանցքի վրա. բևեռի կշիռը՝ $P=10$ կՆ. AB հեծանի կշիռը հավասար է 30 կՆ-ի, կոտնկի թռիչքը՝ $KL=4$ մ. հեռավորություն $AC=3$ մ. Իտեևել հենարանային հակազդումների A և B կետերում կոտնկի այնպիսի զիրքի համար, երբ կոտնկի լ) ալաքը AB հեծանի հետ միասին գտնվում է միևնույն ուղղածից հարթության մեջ:

Պատ.՝ $R_A=53$ կՆ, $R_B=37$ կՆ:

3.18. 1 մ երկարությամբ AB հեծանը կրում է նկարում ցույց



3.18 խնդիրն



3.19 խնդիրն

արված բաշխված բեռնվածություն: Բեռնվածության ինտենսիվությունը հեծանի A և B ծայրերում q Ն/մ է. իսկ մեջտեղում՝ $2q$ Ն/մ: Անտեսելով հեծանի կշիռը, գտնել 1) և B հենարանների հակազդումները:

Պատ.՝ $R_D=q$ Ն, $R_B=0.5q$ Ն:

3.19. B և C կետերում հենված AC հորիզոնական հեծանը B և C հենալայնների միջև կրում է q Ն/մ ինտենսիվությամբ հավասարաչափ բաշխված բեռնվածություն. AB տեղամասում բեռնվածության ինտենսիվությունը զծային օրենքով փոքրանում է մինչև զրո: Անտեսելով հեծանի կշիռը, գտնել B և C հենարանների հակազդումները:

Պատ.՝ $R_B=\frac{q}{6}\left(3a+3b+\frac{a^2}{b^2}\right)$ Ն, $R_C=\frac{q}{6}\left(3b+\frac{a^2}{b}\right)$ Ն:

3.20. Ուղղահան չրանցքի A3 ուղղանկյուն չրարգելակը կարող է պտտվել O առանցքի նկատմամբ: Էթե չրի մակարդակը բաժր է՝ չրարգելակը փակ է. բայց երբ շուրջ հասնում է մի որոշ H մակարդակի, չրարգելակը պտտվում է առանցքի շուրջը և բացում է չրանցքը: Անտեսելով շփումը և չրարգելակի կշիռը, որոշել այն H բարձրությունը, որի դեպքում չրարգելակը բացվում է:

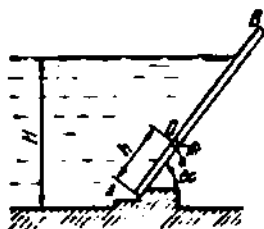
Պատ.՝ $H=3h \sin \alpha$:

3.21. Շոգեկաթսայի A ապահովիչ փականը AB ձողով միացված է 50 սմ երկարությամբ և 10 Ն կշռով CI համասեռ լծակի հետ: Երբ

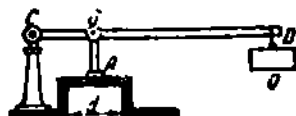
կարող է պտտվել C անշարժ առանցքի շուրջը. փականի տրամագիծը՝ $\varnothing 6$ սմ, բազուկ $BC=7$ սմ: Ինչպիսի Q թեռ պետք է կախել լծակի D ժալրից, որպեսզի փականը բացվի ինքն իրեն այն դեպքում, եթե կախալուծ ճնշումը հավասար է 1100 կՊա:

Պատ.՝ $Q=430$ Ն:

3.22. 21 երկարությամբ համասեռ միատեսակ մի քանի սայեր



3.20 խնդրին



3.21 խնդրին

գարաված են այնպես, որ յուրաքանչյուր սայի մի մասը գործ է զալիս իր տակ գտնվող սայից: Լրոշել զորս բնկած մասերի սահմանային երկարությունները, որոնց դեպքում սայերը կգտնվեն հավասարակշռության մեջ:

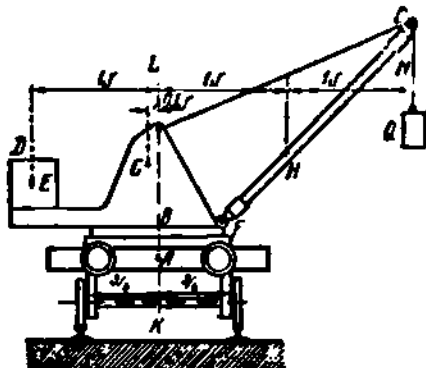
Հուժման ժամանակ սա երի կշիռները հաջորդաբար գումարվում են՝ սկսած վերինից:

Պատ.՝ $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$ և այլն:

3.24. Էրկաթուղային ամբարձիչը հնվում է ուղիների վրա, որոնց միջև եղած հեռավորությունը $1,5$ մ է: Ամբարձիչի սայլակի



3.22 խնդրին



3.23 խնդրին

կշիռը հաճախար է 30 կն-ի, նրա ծանրության կենտրոնը գտնվում է նկարի հարթության հետ սալյակի համաշափության հարթության համահան KL գծի A կետում: Լժբարձիչի կարապիկի կշիռը հաճախար է 10 կն է, նրա ծանրության կենտրոնը գտնվում է K1. ուղղից 0.1 մ-ով հեռացված C կետում: 1) հակակշռի քաշը հաճախար է 20 կն-ի, նրա ծանրության կենտրոնը գտնվում է KL ուղղից 1 մ-ով հեռացված E կետում: ԼԳ շեղիչի կշիռը հաճախար է 5 կն-ի, և նրա ծանրության կենտրոնը գտնվում է KL ուղղից 1 մ-ով հեռացված H կետում: Լժբարձիչի թոփշը՝ LM=2 մ: Որոշել այն ամենամեծ Q լծող ուժը, որը չի շրջի ամբարձիչին:

Պատ.՝ $Q = 18$ կն:

3.24. Փոխադրողի ռեյսային ամբարձիչի, որի կշիռը (առանց

հակակշռի) հաճախար է $P_1 =$

$= 5(X)$ կն, ծանրության կենտրոնը գտնվում է C կետում

որի հեռավորությունը աշտեկով անշնոց ուղղածից

հարթությունից հաճախար է

1.5 մ-ի: Լժբարձիչային սալյակը հաշվված է $P_2 = 250$ կն

լծուի բարձրացման համար.

նրա թոփշը հաճախար է

10 մ-ի: Որոշել Q ամենա-

փոքր լծուի և B ծախ անշնոց

անցնող ուղղածից հարթությունից հակակշռի ծանրության կենտրոնի

ամենամեծ x հեռավորությունը այնպես, որպեսզի ամբարձիչը չշրջվի

սալյակի թուր գիրքերում՝ ինչպես, նշանակությամբ. այնպես և շրեո-

նավորված: Սալյակի սեփական կշիռը անտեսել:

Պատ.՝ $Q = 333$ կն, $x = 6.75$ մ:

3.25. Ինչպի մարտենյան վառարան նյութեր բեռնելու համար

ծառայող ամբարձիչը կազմված է անիվների վրա ռեյսայից գնացող

A կարապիկից, ընդ որում ռեյսերը զգված են B շարժական կամրջի

հեծանների վրա: Կարապիկի ուսորին մասին ամրացված է շրջված 1)

սլոնաշարը, որը ծառայում է C շեբի ամրացման համար: Ինչպի-

սի՝ P կշիռ պետք է տննհա կարապիկը սլոնաշարի հետ միասին,

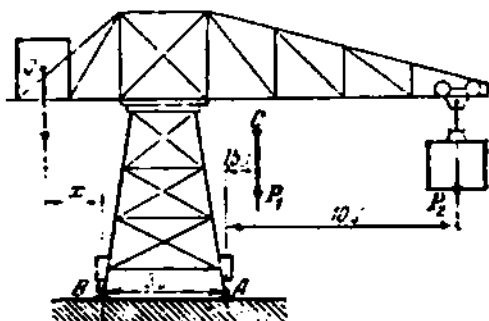
որպեսզի կարապիկի ՕԱ ուղղածից առանցքից 5 մ հեռավորության

վրա շեբիում տեղադրված $Q = 15$ կն լծուի շրջի նրան: Կարապիկի

ծանրության կենտրոնը գտնվում է ՕԱ առանցքի վրա. լարաքանչյուր

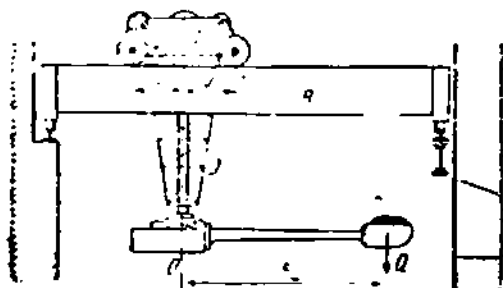
անիվի հեռավորությունը ՕԱ առանցքից հաճախար է 1 մ-ի:

Պատ.՝ $P \geq 60$ կն:

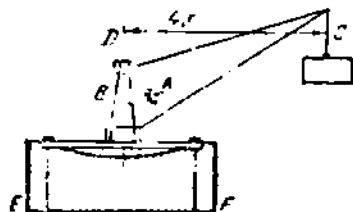


3.24 խնդիր

3.26. Վերաձրարձ կոունկը գրված է քարե հենարանի վրա: Կոունկի կշիռը՝ $Q=25$ կՆ և կիրառված է նրա տոանգյից $AB=0.8$ մ հեռավորության վրա գտնվող A ծանրության կենտրոնում. կոունկի



3.25 խելրին



3.26 անդրին

թուխքը՝ $CD=4$ մ: Հենարանն ունի քառակուսի հիմք, որի կողմը՝ $EF=2$ մ, շարվածքի սևտակարար կշիռը 20 կՆ/մ² է: Հաշվել հենարանի ամենափոքր խորությունը, եթե կոունկը նախաանվանված է մինչև 30 կՆ ծանրություն բարձրացնելու համար. լնդ որում հենարանը պետք է հաշվարկվի F կողմի շտրջը շերշվելու հաշվով:

Պատ.՝ 1.06 մ:

3.27. Մազնխական սյաքը կախված է բարակ մետաղալարից և հորիզոնական դիրքով գրված է մազնխական միջօրեականում: Երկրի մազնխական զաշաի ուժի հորիզոնական բաղադրիչները, որոնք սյաքի բեռնների վրա ազդում են հակառակ ուղղություններով. հավասար են լորաքանչյուրը 0.02 մՆ, բեռնների միջև եղած հեռավորությունը 10 սմ է: Ի՞նչ անկյունով պետք է ուղղել մետաղալարը, որպեսզի սյաքը մազնխական միջօրեականի հետ կազմի 30-ի անկյուն. եթե հայրենի է, որ մետաղալարը 1° անկյունով ուղղելու համար հարկավոր է կիրառել մի ուժազույգ, որի մոմենտը հավասար է 0.05 մՆ սմ:

Ուրող ուժազույգի մոմենտը համեմատական է ուղղման անկյանը:

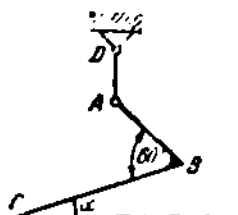
Պատ.՝ 32° :

3.28. Միևնույն ընդլայնական կտրվածքով և իրենց ծայրերով 60-ի անկյան տակ միացված AB և PC երկու համասեռ ձողեր, որոնցից AB -ն երկու անգամ կարճ է BC -ից, կազմում են ABC բեկյալ լծակը: A ծայրի մոտ լծակը կախված է AD թելից: Ուրող լծակի հավասարակշռության դեպքում BC ձողի թեքության α անկյունը հորիզոնի նկատմամբ. ձողերի ընդլայնական շափերն անտեսել:

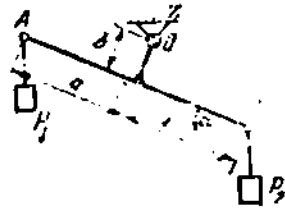
Պատ.՝ $192 = \frac{1}{5} \sqrt{3}$, $\alpha = 19.5^\circ$:

3.29. AB և OC երկու ձողերը, որոնց միավոր երկարություն կշիռը համասար է ՉՐ-ի, C կետում միացված են ուղիղ անկյան աակ: OC ձողը կարող է պտտվել () հորիզոնական առանցքի շուրջը. $AC = CB = a$, $OC = b$, A և B կետերում կախված են կշռաքարեր, որոնց կշիռներն են P_1 և P_2 ($P_2 > P_1$): Որոշել համասարակշռության դիրքում AB ձողի և թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ:

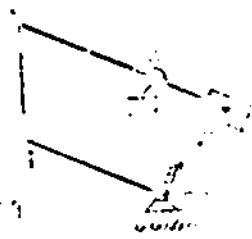
$$\text{Պատ.՝ } \lg \alpha = \frac{a}{b} \frac{P_2 - P_1}{P_2 + P_1 + P(4a + b)},$$



3.28 խնդրի



3.29 խնդրի

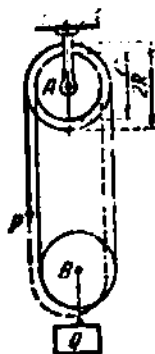


3.30 խնդրի

3.30. AB բարձրացնողի կաժուրքը բարձրացվում է 8 մ երկարություն և 4 կՆ կշիռ ունեցող երկու CD շորտների միջոցով, որոնք մեկական դասավորված են կամրջի լուրջանշյուր կողմից. կամրջի երկարությունը՝ $AB = CE = 5$ մ. շղթայի երկարությունը՝ $AC = BE$. կամրջի կշիռը 30 կՆ է և կարող է համարվել կիրառված AB-ի մեջտեղում: Հաշվել կաժուրքը համասարակշռող հակակշիռների P կշիռը:

Պատ.՝ $P = 13.83$ կՆ:

3.31. Դիֆերենցիալ ճախարակի պլսավոր մասը կազմում են իրար նկատմամբ շարժվող մեկու միացված երկու A փոկանիվներից, որոնք առանցքը կախված է անշարժ կետից: Նրանց ճախարակներն ունեն առամներ, որոնք ընդգրկում են երկու օղակ կապմող անպերշ շղթան. օղակներից մեկում տեղափոխված է B շարժական ճախարակը: Շարժական ճախարակից կախված է բարձրացվող Q թեք, իսկ մեծ ճախարակից կախված ազատ օղակի ճյուղին կիրառված է P ուժը: A փոկանիվների շառավիղներն են R և r, բնց որում $r < R$: Պահանջվում է գտնել P ուժի կախվածությունը բարձրացվող Q թեքի մեծությունից և որոշել այդ

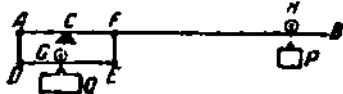


3.31 խնդրի

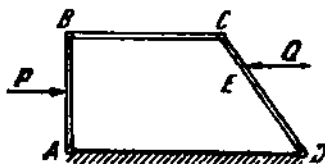
ուժը $Q=500$ Ն, $R=25$ սմ, $r=24$ սմ ղեկաքուժ, Շփումն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } P = \frac{1}{2}Q\left(1 - \frac{r}{R}\right) = 10 \text{ Ն.}$$

3.32. Ինֆերենցիայ լծակը կազմված է C կետում անշարժ հենարանային պրիզմա ունեցող AB ձողից և AB լծակի հետ հոդակապային օղեբրժի միջոցով միացված DE վերադրակից: $Q=1$ կՆ բևեռ G կետում կախված է վերադրակից պրիզմայի միջոցով C և G կետե-



3.32 խնդրիկ



3.33 խնդրիկ

րով տարված ուղղաձիգների միջև եղած հեռավորությունը, հապտար է 1 մմ-ի: Որոշել P ծանրաքարի կշիռը, որն անհրաժեշտ է կանխել AB լծակից H կետում $CH=1$ մ հեռավորության վրա, որպեսզի հավասարակշռվի Q բեռը: Շփումն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } P=10 \text{ Ն.}$$

3.33. Քառօղակ հոդակապային մեխանիզմում BC օղակը պտտահեն է AD անշարժ օղակին: $AB=h$ օղակը ուղղահայաց է AD-ին: AB-ի մեջտեղում կիրառված է հորիզոնական $\bar{P}$ ուժը: Հորիզոնական ինչպիսի՞ $\bar{Q}$ ուժ պետք է կիրառել C-ի օղակի E կետում, որպեսզի մեխանիզմը դառնա հավասարակշռության մեջ, եթե $CE = \frac{1}{4}CD$:

Գտնել հակազդումը D հոդակապում: Ողակների կշիռներն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } Q = \frac{2}{3}P, \quad R_D = \frac{1}{6}P \text{ և ուղղված է AD-ով դեպի աջ:}$$

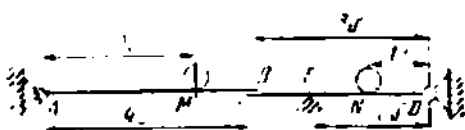
3.34. Մեծ Q ճիգեր չափելու համար ստեղծված է CD ձգանով իրար հետ միացված անհապասար բաղուկներ ունեցող AEC և EDF երկու լծակների համակարգը: B և E կետերում կան անշարժ հենարաններ: EDF լծակով կարող է տեղաշարժվել 125 Ն կշիռ ունեցող P բեռը: A կետում կիրառված $\bar{Q}$ ուժը հավասարակշռում է այդ բեռով, որը տեղափոխված է D կետից 1 հեռավորության վրա: Ինչպիսի՞ x երկարության վրա է հարկավոր տեղափոխել P բեռը հավասարակշռության պահպանման համար, երբ Q ուժը մեծացվի

10 կն-ով, եթե նկարում ցույց տրված չափերը համապատասխանաբար հազասար են՝ $a=3.3$ մ, $b=660$ մ, $c=50$ մ,

Պատ.՝ $x=2$ մ:



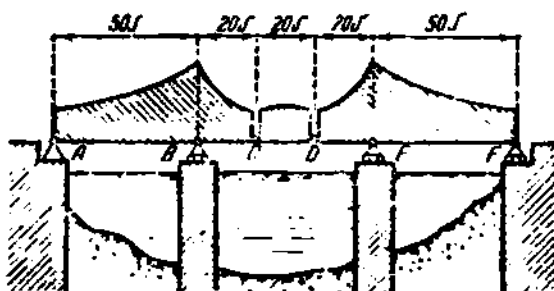
3.34 խնդրին



3.35 խնդրին

3.35. 4 մ երկարությամբ և 2 կն կշռով AB հեծանը կախող է պտտվել A հորիզոնական առանցքի շուրջը և B ծալքով հենվում է 3 մ երկարությամբ և 1.6 կն կշռով մեկ այլ CI հեծանի վրա, որը հենված է E կետում և պատի հետ միացված է D հողակապով M և N կետերում տեղափոխված են լուրջաքանչյուրը 0.8 կն կշռով բռնները՝ հեռավորությունները՝ $AM=3$ մ, $ED=2$ մ, $ND=1$ մ: Որոշել հենաբանալին հակազդումները:

Պատ.՝ $R_A=1.2$ կն, $R_B=1.6$ կն, $R_E=4$ կն, $R_D=0$:



3.36 խնդրին

3.36. Բարձակալին կամորջը կազմված է երեք մասերից՝ AC, CD և DF, որոնցից լուրջաքանչյուր եզրայինը հենվում է երկու հենաբանների վրա: Չափերը համապատասխանաբար հազասար են՝ $AC=DF=70$ մ, $CD=20$ մ, $AB=EF=50$ մ: Կամորջի վրա մեկ զծամետրի բռնվածությունը հազասար է 60 կն/մ-ի: Դանել այդ բռնի կողմից A և B հենաբանների վրա զործադրած ճնշումները:

Պատ.՝ $N_A=1020$ կն, $N_B=3780$ կն:

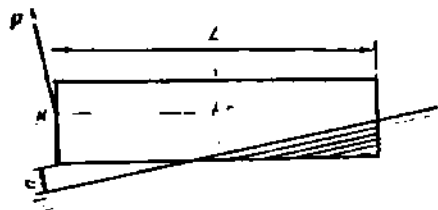
3.37. Բարձակալին կամորջը կազմված է AB զլխավոր ֆերմից և AC ու BD երկու կողմնային ֆերմերից: AB ֆերմի լուրջաքանչյուր

գծամետրին ընկնող սիմպլան կշիռը հավասար է 15 կն-ի. իսկ AC և BD) ֆերմերի համար հավասար է 10 կն-ի. Որոշել թույլ ճնշարանների հակադդումները այն պահին. երբ ամրոցը 11) աջ թռիչքի զբաղեցված է մի զնադրով, որի կշիռը կարելի է փոխարինել 11) թռիչքի յուրաքանչյուր մեկ գծամետրի պր.ա 30 կն ինս ենտիվությունով: հավասարաչափ բաշխված բեռնվածություն: Չափերը համապատասխանաբար հավասար են. $AC=BD=20$ մ, $AE=BI=15$ մ, $EF=0$ մ. Պատ.՝ $R_C=100$ կն, $R_D=400$ կն, $R_E=542.5$ կն, $R_I=167.5$ կն.



3.37 խնդիրն

3.38. $D=2000$ կն ջրատարողությունով համընդհանուր նավարկության ժամանակ ստուգելու համար նրա քթային վերջավորությունը բարձրացվում է $D=7$ մ կն բեռնունակության ունեցող ամբարձիչով: Ջրի տեսակարար



3.38 խնդիրն

կշիռն ընդունելով $\gamma=10 \frac{\text{կն}}{\text{մ}^3}$, որոշել

ջրի մակարդակից հատակի ամենամեծ ի բարձրացումը էթե կամբրջանալն ունի $L=2$ մ երկարությամբ և $B=10$ մ լայնությամբ ողղանկյուն պտղահեռանի ստիտեսը: Կամբրջանալի C ծանրու-

թյան կենտրոնը գտնվում է նրա երկարության մեջտեղում: Ամբարձիչի ճուպանի ամրակապման K կետը և C ծանրության կենտրոնը կամբրջանալի հատակից գտնվում են միևնույն հեռավորության վրա: (Նապի ջրատարողությունը թվապես հավասար է նրա կշիռն):

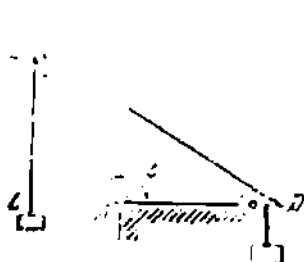
§ 4. Կամայական հարք ուժանամակարգ

4.1. AB համասեռ ձողից, որը կարող է պտտվել A հողակապի շուրջը, B կետում պարանոպ կախված է 10 Ն կշիռ ունեցող C կշռա-

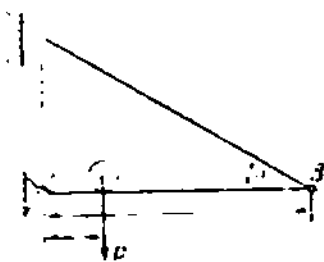
քարը: Ձողի B ծալրից անցկացված է 1) ճախարակի վրայով զգված, և 20 ն կշռով ժանրաքարին պահող ճոպանը: Գտնել $BA) = x$ անկյան մեծությունը, որի դեպքում ձողը կգտնվի հավասարակշռության վիճակում: Իմանալով, որ $AB = BI)$ և ձողի կշիռը 20 ն է, նփումը ճախարակում անտեսել:

Պատ.՝ $\alpha = 120^\circ$:

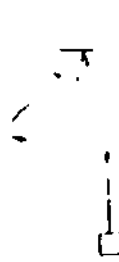
Կ.2. Ամրաբծիչի 1 երկարությամբ հորիզոնական հեծանք մի



4.1 խնդրին



4.2 խնդրին



4.3 խնդրին

ծալրով ամրացված է հողակապուկն. իսկ մյուս B ծալրով BC ձգանի միջոցով, որի թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ հավասար է α -ի. կախված է պատից: Հեծանի վրայով կարող է տեղափոխվել $\bar{P}$ բեռը, որի դիրքը որոշվում է մինչև հողակապը եղած x փոփոխական հեռավորությամբ: Որոշել BC ձգանի T լարումը՝ կախված բեռի դիրքից: Հեծանի կշիռն անտեսել:

Պատ.՝ $T = \frac{Px}{l \sin \alpha}$,

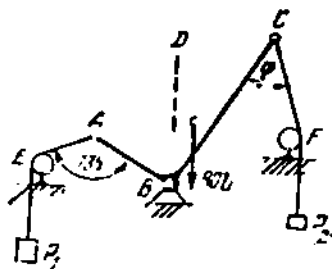
Կ.3. Q կշռով և a շառավղով համասեռ զանգը ու P կշռով ժանրաքարը O կետում կախված են պարաննիկից, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Հեռավորությունն $OM = b$: Որոշել, թե հավասարակշռության դիրքում ինչպիսի՞ փ անկյուն է կազմում OM ուղիղը ռդգամիցի հետ:

Պատ.՝ $\sin \varphi = \frac{a}{b} \frac{P}{P + Q}$,

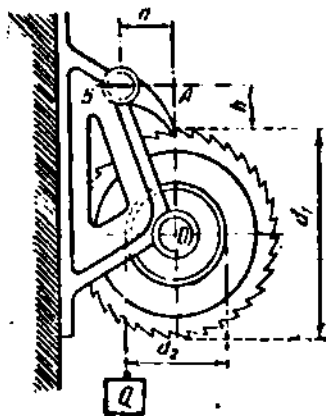
Կ.4. Անշարժ B առանցք ունեցող ABC բեկյալ լծակը կշռում է 80 ն. բազուկները՝ $AB = 0.4$ մ, $BC = 1$ մ. լծակի ժանրության կենտրոնը BD ուղղաձիգ ուղղից գտնվում է 0.212 մ հեռավորության վրա: A և C կետերում կապված են E և F ճախարակների վրայով զգված և $P_1 = 310$ ն ու $P_2 = 100$ ն կշիռ ունեցող ժանրաքարերով ձգվող պարանները: Անտեսելով ճախարակներում շփումը, որոշել $BCI' = \varphi$ անկյունը հավասարակշռության դիրքում, եթե անկյուն $BAE = 135^\circ$:

Պատ.՝ $\varphi_1 = 45^\circ$, $\varphi_2 = 135^\circ$:

3.5. Կարապիկն օժտված է d_1 տրամագիծ և A շնիկն ունեցող արգելանիվով: Անիվի հետ անշարժորեն ամրացված է d_2 տրամագիծ ունեցող թմբուկի վրա փաթաթված է Q բեռը պահող ճոպան: Որոշել R ճնշումը շնիկի B առանցքի վրա, եթե տված է՝ $Q = 50$ Ն, $d_1 = 420$ մմ, $d_2 = 240$ մմ, $h = 50$ մմ, $a =$



4.4 խնդրին

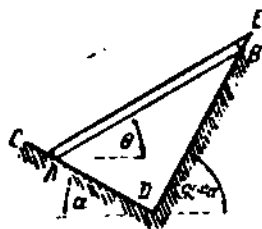


4.5 խնդրին

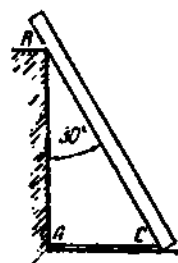
$= 120$ մմ: Շնիկի կշիռն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } R = Q \frac{d_2}{d_1} \frac{\sqrt{a^2 + h^2}}{a} = 31 \text{ Ն,}$$

4.6. P կշռով AB համասեռ հեծանքը հենվում է ողղանկյուն հարթության մեջ գտնվող CD և DE երկու թեք ողորկ ուղիղների վրա: Նրանցից առաջինի թեքությունը անկյունը հորիզոնի նկատմամբ հավասար է α -ի, երկրորդինը՝ 2α —: Գտնել հավասարակշռության դիրքում հորիզոնի նկատմամբ հեծանքի թեքության θ անկյունը և նրա ճնշումները հենարանային ուղիղների վրա:



4.6 խնդրին



4.7 խնդրին

Պատ.՝ $N_A = P \cos \alpha$,
 $N_B = P \sin \alpha$, $\text{tg } \theta = \text{ctg } 2\alpha$,
 $\alpha \leq 45$ դեպքում $\theta = 90^\circ - 2\alpha$,

4.7. 600 Ն կշռով և 4 մ երկարությամբ համասեռ հեծանք մի ծայրով հենվում է ողորկ հատակին,

իսկ միջանկյալ B կետով՝ 3 մ բարձրությամբ սլունին, ողղանկյուն հետ կադմելով 30° անկյուն: Հեծանքն ալյ գիճակում պահվում է հա-

տակով ձգված AC պարանոցի Անտեսելով չփամբ, որոշել պարանի T յարումը և սլան R_B ու հատակի R_C հակազդումները:

Պատ.՝ $T=150$ Ն, $R_B=173$ Ն, $R_C=513$ Ն:

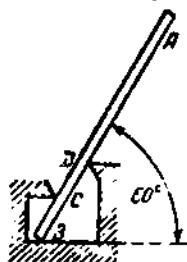
4.8. 200 Ն կշռով AB համասեռ հծածնր B կետում 60 անկյան տակ հենվում է հորիզոնական ողորկ հատակին և. բացի այդ, պահվում է C և D երկու հենարանների վրա: Որոշել հենարանների հակազդումները B, C և D կետերում, եթե $AB=3$ մ, $CB=0,5$ մ, $BD=1$ մ:

Պատ.՝ $R_B=200$ Ն, $R_C=300$ Ն, $R_D=300$ Ն:

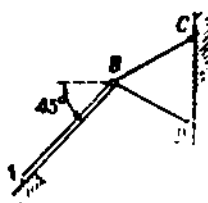
4.9. $P=10$ Ն կշռով AB համասեռ սալը ազատ հենվում է A կետում և հորիզոնի նկատմամբ 45-ի անկյան տակ է պահվում BC և BD երկու ձողերով: BCD-ն հավասարաչորդ եռանկյան է, C և D կետերը գտնվում են CD ալիքածից ալիքի վրա: Անտեսելով ձողերի կշիռները և ընդունելով ամրացումները B, C և D կետերում հոյակապային, որոշել A հենարանի հակազդումը և ճիշդը ձողերում:

Պատ.՝ $R_A=35,1$ Ն, $S_1=89,5$ Ն, $S_2=-60,6$ Ն:

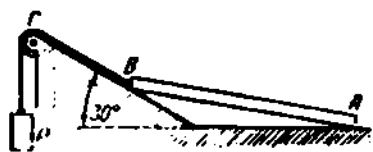
4.10. 100 Ն կշռով AB համասեռ ձողը մի ծայրով հենվում է ողորկ հորիզոնական հատակին, մյուսով՝ հորիզոնի նկատմամբ 30°-ի անկյան տակ թեքված ողորկ հարթությանը: B ծայրում ձողը պահ-



4.8 խնդիրն



4.9 խնդիրն



4.10 խնդիրն

վում է C ճախարակի վրայով զցված և P թեղը կրող պարանով. պարանի BC մասը զուգահեռ է թեք հարթությանը: Անտեսելով չփամբ ճախարակում, որոշել P թեղը և հատակի ու թեք հարթության վրա N_A ու N_B ճնշումները:

Պատ.՝ $P=25$ Ն, $N_A=50$ Ն, $N_B=43,3$ Ն:

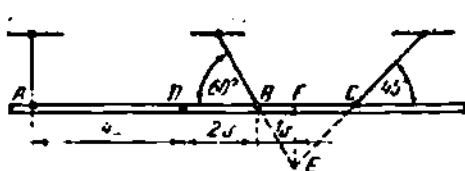
4.11. Կամուրջը հավաքելիս հարկ եղյալ կամրջաֆերմի ABC մասը բարձրացնել երեք ճուպաններիով, որոնց գառավորությունը ցույց է տրված նկարում: Ֆերմի ալի մասի կշիռը 42 կՆ է և ծանրության կենտրոնը գտնվում է D կետում: Հեռավորությունները համապատասխանաբար հավասար են՝ $AD=4$ մ, $DB=2$ մ, $BF=1$ մ: Գտնել ճուպանների յարումները, եթե AC ողիղը հորիզոնական է:

Պատ.՝ $T_A=18$ կՆ, $T_B=17,57$ կՆ, $T_C=12,43$ կՆ:

4.12. Միաթևյա կտուրի ծակերը կազմված է ΔB չորսուրից, որի B վերին ծայրը ապաստ հենված է ողորկ հենարանին, իսկ A ստորին ծայրով հենվում է պատին: Կտուրի թեքությունը՝ $\text{tg } \alpha = 0.5$. ΔB չորսուրի վրա ազդում է 9 կՆ ուղղաձիգ բեռնվածություն, որը կիրառված է նրա մեջուկում: Որոշել հենարանների հակազդումները A և B կետերում:

Պատ.՝ $X_A = 1.8$ կՆ, $Y_A = 5.4$ կՆ, $R_B = 4.02$ կՆ:

4.13. Հարթ պատին, հորիզոնի նկատմամբ 45° անկյան տակ



4.11 խնդրին



4.12 խնդրին

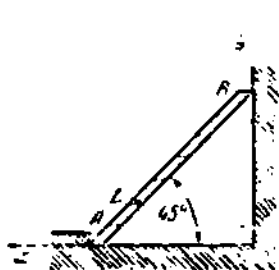
հենված է ΔB համասեռ սանդուղքը. սանդուղքի կշիռը 200 Ն է, ստորին ծայրից սանդուղքի երկարության $1/3$ -ին հավասար հեռավորության վրա D կետում գտնվում է 600 Ն կշռով մարդու Գտնել սանդուղքի ճնշումը A հենարանի և պատի վրա:

Պատ.՝ $X_A = 300$ Ն, $Y_A = -800$ Ն, $X_B = -300$ Ն:

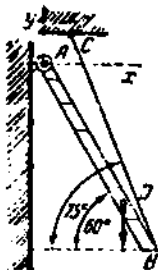
4.14. 6 մ երկարությամբ և 2.4 կՆ կշռով համասեռ սմբարձիչ սանդուղքի B ծայրից 2 մ հեռավորության վրա գտնվող D կետում կանգնած է 0.8 կՆ կշռով մարդը. սանդուղքը կարող է պտտվել A հորիզոնական առանցքի շուրջը և հորիզոնի նկատմամբ թեքված է 60° -ի անկյան տակ: B կետում սանդուղքը պահվում է BC պարանով, որը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է 75° անկյան տակ: Որոշել պարանի T լարումը և A առանցքի հակազդումը:

Պատ.՝ $T = 3.35$ կՆ, $X_A = 0.867$ կՆ, $Y_A = -0.0344$ կՆ:

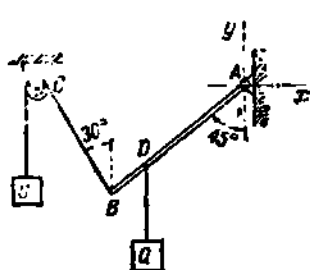
4.15 $P = 100$ Ն կշռով ΔB համասեռ հեծանք A հողակապով



4.13 խնդրին



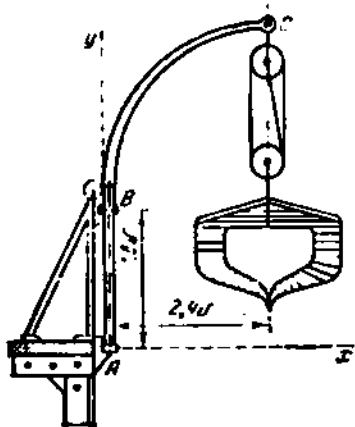
4.14 խնդրին



4.15 խնդրին

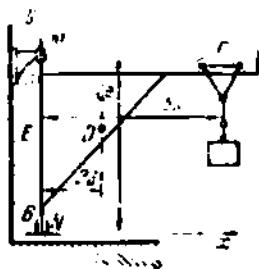
ամբողջված է պատին և ողղանկյունի նկատմամբ պահվում է 45-ի անկյան տակ մի ճոպանի օգնությամբ, որը զցված է ճախարակի վրայով և կրում է G բեռը: Ճոպանի BC ճյուղը ողղանկյունի հետ կապմամբ է 30-ի անկյուն: 1) Կետում հեծանից կախված է 200 Ն կշռով Q բեռը: Անտեսելով շփումը ճախարակում, որոշել G բեռի կշիռը և A հողակապի հակազդումը, եթե $BD = \frac{1}{4} AB$:

Պատ.՝ $G=146$ Ն, $X_A=73$ Ն, $Y_A=173$ Ն:



4.16 խնդիրն

4.16. Մակույկը կախված է երկու մակույկահեծաններից, ընդ որում 9,6 կՆ-ի հավասար նրա կշիռը



4.17 խնդիրն

Նրանց միջև բաշխվում է հավասարապես: ABC մակույկահեծանը ստորին կիսազնդալին ծալքով հենվում է A կրկակալի վրա և նրանից 1.8 մ բարձրության վրա ազատ անցնում է B առանցքակալով մակույկահեծանի թռիչքը հավասար է 2,4 մ-ի: Անտեսելով մակույկահեծանի կշիռը, որոշել նրա ճնշումը A և B հենարանների վրա:

Պատ.՝ $X_A=-6,4$ կՆ, $Y_A=-4,8$ կՆ, $X_B=6,4$ կՆ:

4.17. ABC ծուլման ամբարձիչն ունի պտտման MN ողղանկյուն առանցքը. հեռավորություններ $MN=5$ մ, $AC=5$ մ, ամբարձիչի կշիռը 20 կՆ է, նրա D ծանրության կենտրոնը պտտման առանցքից դտնվում է 2 մ հեռավորության վրա. C կետում կախված բեռի կշիռը. հավասար է 30 կՆ-ի: Գտնել M առանցքակալի և N կրկակալի հակազդումները:

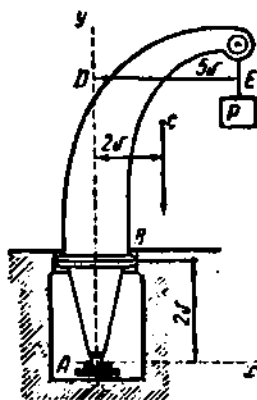
Պատ.՝ $X_M=-38$ կՆ, $X_N=38$ կՆ, $Y_N=50$ կՆ:

4.18. Հանքահորում $P=40$ կՆ բեռ բարձրացնող ամբարձիչն ունի A կրկակալը և B կետում հենվում է զլանալին ողորկ մակերևվությի վրա. որի Ay առանցքը ողղանկյուն է AB պոչի երկարությունը հավասար է 2 մ-ի: Ամբարձիչի թռիչքը՝ $DE=5$ մ: Ամբարձիչի կշիռը

հազաւար է 20 կՆ-ի և կիրառւած է C կետում, որի հետապորտայունը Ay ուղղածից հազաւար է 2 մ-ի Սրռչել A և B հենարանների հակադրումները:

Պատ.՝ $X_A = 120$ կՆ, $Y_A = 60$ կՆ, $X_B = -120$ կՆ:

4.19. Մանրութուններ բարձրացնող ամբարձիչը կազմված է AB հեծանից, որի ստորին ծայրը A հողակապով միացված է պատին,



4.18 խնդրին

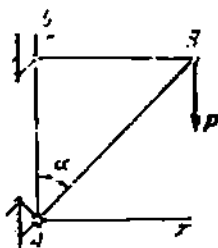
իսկ վերին ծայրը պահվում է BC հորիզոնական ճոպանով: Սրռչել BC ճոպանի T լարումը և ճշգրտմը A հենարանի վրա, եթե հայտնի է, որ բնոր կշիռը՝ $T = 2$ կՆ, AB հեծանի կշիռը հազաւար է 1 կՆ-ի և կիրառված է նրա մեջանդում, իսկ անկյուն $\alpha = 45^\circ$:

Պատ.՝ $T = 2.5$ կՆ, $X_A = 2.5$ կՆ, $Y_A = 3$ կՆ:

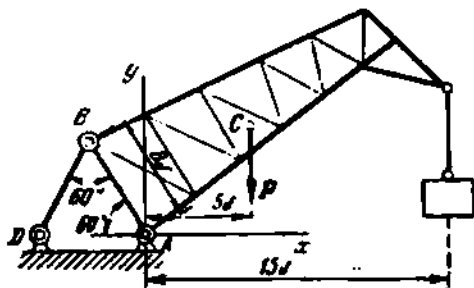
4.20. Ամբարձիչը A, B և D կետերում ունի հողակապեր, ընդ որում $AB = AD = BD = 8$ մ: Ամբարձիչի ֆերմի ծանրութւան կենտրոնը A կետով անցնող ուղղա-

ծիպից զտնվում է 5 մ հեռավորութւան վրա: Ամբարձիչի թռիչքը, հաշված A կետից, հազաւար է 1.5 մ-ի: Բարձրացվող բնոր կշռւմ է 200 կՆ, ֆերմի կշիռը՝ $P = 120$ կՆ, Սրռչել հենարանային հակադրումները և B) ձողի լարումը ամբարձիչի նշված դիրքի համար:

Պատ.՝ $X_A = 260$ կՆ, $Y_A = 770$ կՆ, $T = 520$ կՆ:



4.19 խնդրին



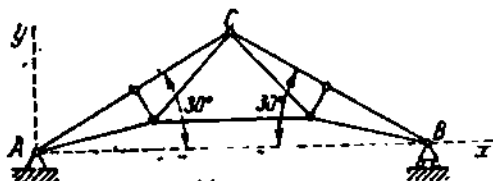
4.20 խնդրին

4.21. Համաչափ ծպեղավոր ABC ֆերմը մի ծայրով հողակապորեն ամրացված է A անշարժ կետում, իսկ մյուս B ծայրով թափալուկներով հենվում է ողորկ հորիզոնական հարթութւան վրա: Ֆերմի կշիռը 100 կՆ է: AC կողմը զտնվում է իրեն ուղղահայաց և հազա-

սարաչափի մաշխված քամու ննչման տակ. քամու ննչման ուժերի համադրը հավասար է X կՆ-ի: Փրկարություն $A'=6$ մ, անկյուն $CAB=30^\circ$: Որոշել հենարանային հակազդումները:

Պատ.՝ $X_A=-4$ կՆ, $Y_A=54,6$ կՆ, $Y_B=52,3$ կՆ:

4.22. Կամարան Ֆերմեյն A կետում առի անշարժ հենարանային հողակապ, B կետում՝ շարժական ուղորկ հենարան, որի հարթությունը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է 30° -ի անկյան տակ: Թռիչք $AB=$

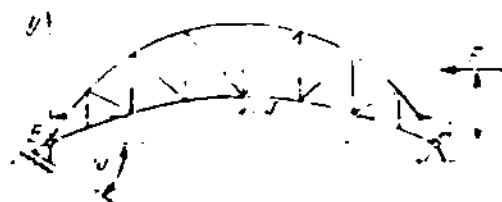


4.21 խնդրին

$=2$ մ: Ձյունն բեռնվածության հետ միասին 100 կՆ կշռող ֆերմի ծանրության կենտրոնը դանվում է C կետում, որը ղասավորված է AB թռիչքի մեջտեղի ուղղությամբ: Քամու ննչման ուժերի F համադրը հավասար է 20 կՆ-ի և ուղղված է AB -ին զուգահեռ. նրա ազդման գիծը AB -ից հեռացված է 4 մ-ով: Որոշել հենարանային հակազդումները:

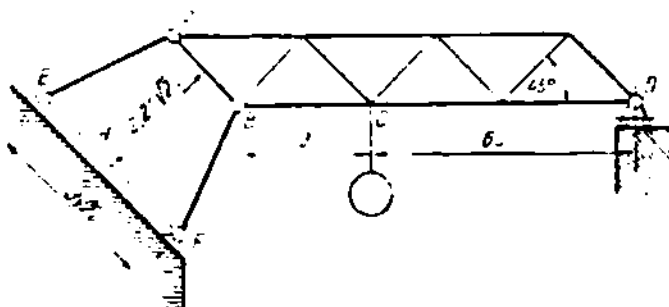
Պատ.՝ $X_A=-11,2$ կՆ, $Y_A=46$ կՆ, $R_B=62,4$ կՆ:

4.23. $ABCD$ ֆերմը D կետում հենվում է թափալուկի վրա, իսկ



4.22 խնդրին

A և B կետերում պահվում է AE և BF թեք ձողերով, որոնք հողակապորեն ամրացված են E և F կետերում: Ֆերմի շեղմայթները և EF աղիղը հորիզոնի նկատմամբ թեքված են 45° անկյան տակ. պահել:



4.23 խնդրին

երկարությունը՝ $BC=3$ մ, AE և BF ձողերը միենույն երկարություն են, հեռավորություն $EF=3$ մ, $AD=2,25$ մ, ֆերմի և բևեռի կշիռը հավասար է 75 կՆ-ի և ուղղված է CC_1 ուղղությամբ, Գտնել ինքնաշարժական R_1 հակազդումը:

Պատ.՝ $R_1=15$ կՆ:

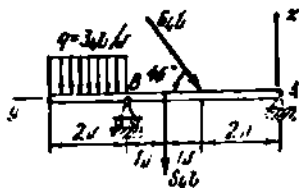
4.24. Պատենելի փոքր մակերևույթի վրա շրի ճնշման առում է ջրի ազատ մակերևույթից նրա ունեցած հեռավորությունը համեմատական և հավասար է ջրի ալն սլան կշռին, որի բարձրությունը հավասար է այդ հեռավորությունը, իսկ հիմքի մակերևույթը հավասար է վերցրած մակերեսին: Որոշել պատենելի հաստությունը նրա հիմքում հետեյալ երկու պայմանում.



4.24 խնդիրն



4.25 խնդիրն



4.26 խնդիրն

1) երբ պատենելի ընդլայնական հարվածը ուղղանկյուն է.

2) երբ այդ հաստությունը եռանկյուն է

Պատենելը պետք է հաշվարկվի այնպես, որ ջրի ճնշման տակ ալն շրջվի B կողմի շուրջը, ընդ որում կայունության պրոծակիցը պետք է հավասար լինի 2 ի: Պատենելի h բարձրությունը նույնպեսինն է, ինչպիսին ջրի խորությունը, և հավասար է 5 մ-ի: Ջրի տեսակարար կշիռը՝ $\gamma=10$ կՆ/մ³, պատենելի նյութի տեսակարար կշիռը՝ $\gamma_2=22$ կՆ/մ³:

Կայունության պրոծակից կոչվում է զանգվածակույտի կետի մոմենտի հաշվարկությունը շրջող ուժի մոմենտին: Ջրի ճնշումը պատենելի 1 մ երկարություն և dy բարձրություն ունեցող հարթակի վրա հավասար է $\gamma(h-y)dy$, արտահայտված կիլոնյուտոններով, որտեղ y -ը հարթակի հեռավորությունն է հատակից՝ հաշված մետրերով: Այդ ճնշման մոմենտը B կետի նկատմամբ հավասար է $\gamma(h-y)ydy$, Շրջող

մոմենտը հավասար է $\int_0^h \gamma(h-y)ydy$,

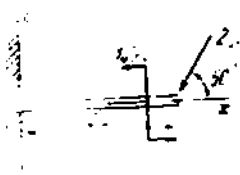
Պատ.՝ $a=2,75$ մ, $b=3,37$ մ:

4.25. Կանխ մեկ կենտրոնացած ուժի և ուժագույլի ազդեցության տակ գտնվող հեծանի A և B հենարանների հակազդումները, բեռնը փածոթյունը և շափերը նշված են նկարում:

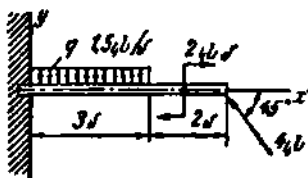
Պատ.՝ $X_A = 2$ կն, $Y_A = 4.32$ կն, $Y_B = 7.78$ կն:

4.26. Որոշել երկու կենտրոնացած ուժերի և հազասարաչափ բաշխված բեռնվածության ազդեցության տակ գտնվող հեծանի A և B հենարանների հակազդումները: Բաշխված բեռնվածության ինտենսիվությունը, ուժերի մեծությունները և շափերը նշված են նկարում:

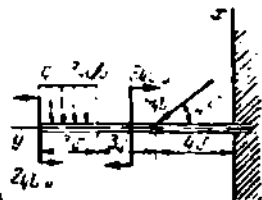
Պատ.՝ $X_A = 2.6$ կն, $Y_A = 4.2$ կն, $X_B = 15.6$ կն:



4.27 խնդիրն



4.28 խնդիրն



4.29 խնդիրն

4.27. Որոշել նկարում պատկերված և կենտրոնացած ուժի ու ուժագույլի ազդեցության տակ գտնվող բարձակալին հեծանի ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ $X = 1$ կն, $Y = 1.73$ կն, $M = 0.47$ կն մ:

4.28. Որոշել նկարում պատկերված և հազասարաչափ բեռնվածության, կենտրոնացած ուժի ու ուժագույլի ազդեցության տակ գտնվող բարձակալին հեծանի ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ $X = 2.8$ կն, $Y = 1.7$ կն, $M = -5.3$ կն մ:

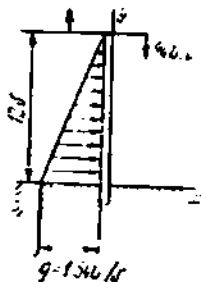
4.29. Որոշել նկարում պատկերված և հազասարաչափ բաշխված բեռնվածության, մեկ կենտրոնացած ուժի ու երկու ուժագույլերի ազդեցության տակ գտնվող բարձակալին հեծանի ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ $X = 11.8$ կն, $Y = -2.8$ կն, $M = -86.8$ կն մ:

4.30. Որոշել նկարում պատկերված և ուժագույլի ու հոանկյան օրենքով փոփոխվող բաշխված բեռնվածության ազդեցության տակ գտնվող բարձակալին հեծանի ամրակցման հակազդումները:

Պատ.՝ $X = -9$ կն, $Y = 0$, $M = 40$ կն մ:

4.31. Որոշել նկարում պատկերված և կենտ-



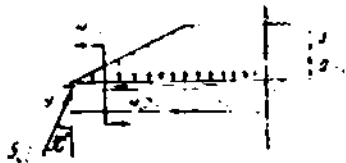
4.30 խնդիրն

բոնացած ուժի. ուժագույլի ու հոանկյան և սեղանի օրենքով փոփոխվող բաշխված բևոնվածության աղղեցության տակ զանվող բարձակային հեծանի ամրակցման հակազդումները:

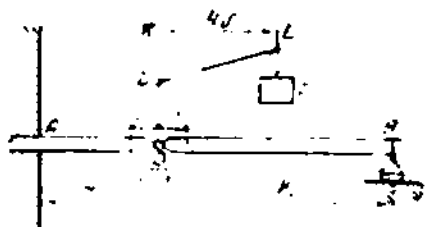
Պատ.՝ $X=137$ կն, $Y=25$ կն, $M=-270$ կն.մ:

4.32. ACB խզովի հորիզոնական հեծանը λ ծալրով ամրակցված է պատին, B ծալրով հենվում է շարժական հենարանի վրա. C կետում հողակապ է. Հեծանը բեռնավորված է $P=10$ կն բեռը կրող ամբարձիչով. թորչը $K1=4$ մ, ամբարձիչի կշիռը՝ $Q=50$ կն, նրա ծանրության կենտրոնը գտնվում է CD ուղղածիցի վրա: Չափերը նշված են նկարում: Լինտեսելով հեծանի կշիռը, որոշել հենարանային հակազդումները A և B կետերում ամբարձիչի ալն շիրքի համար, երբ նա AB հեծանի հետ միասին գտնվում է միենյուն ուղղածիցի սրբության մեջ:

Պատ.՝ $R_A=53.75$ կն, $R_B=6.25$ կն, $M_A=200$ կն:



4.31 խնդրի



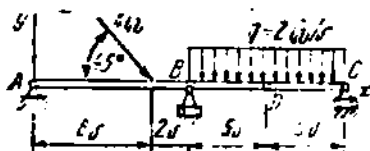
4.32 խնդրի

4.33. Որոշել բեռի հետ միասին նկարում պատկերված կազմովի հեծանի A, B, C հենարանների և D հողակապի հակազդումները:

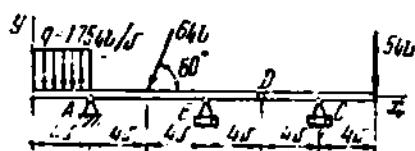
Պատ.՝ $X_A=-2.8$ կն, $Y_A=-4.1$ կն, $Y_B=22.2$ կն, $Y_C=5$ կն, $X_D=0$, $Y_D=\pm 5$ կն:

4.34. Որոշել բեռի հետ միասին նկարում պատկերված կազմովի հեծանի A, B, C հենարանների և D հողակապի հակազդումները:

Պատ.՝ $X_A=3$ կն, $Y_A=13.8$ կն, $Y_B=-6.6$ կն, $Y_C=10$ կն, $X_D=0$, $Y_D=\pm 5$ կն:



4.33 խնդրի

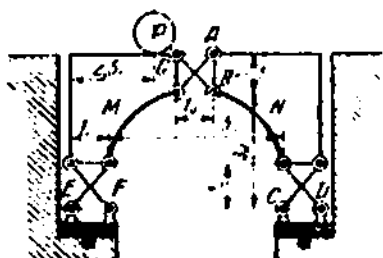


4.34 խնդրի

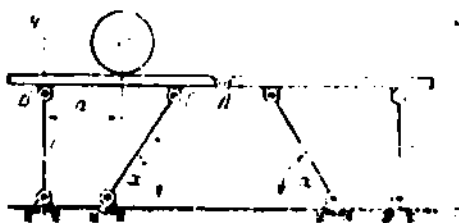
4.38. Կամարը կազմված է Λ հողակապով միացված և հիմքին 1, 2, 3, 4 կողմ ձողերով հողակապորեն ամրացված երկու միատեսակ հորիզոնական հեծաններից, ընդ որում եզրային ձողերը ուղղահիվ են, իսկ միջինները հորիզոնի նկամամբ թեքված են $\alpha=60^\circ$ անկյան տակ: Համապատասխան չափերը հավասար են՝ $BC=6$ մ, $AB=8$ մ: Որոշել ճիգերը ձողերում և հակազդումը Λ հողակապում, եթե կամարը կրում է B կետից $a=4$ մ հեռավորության վրա $P=1$ կն ուղղահիվ բեռնվածությունը:

Պատ.՝ $S_1=-6.25$ կն, $S_2=S_3=-5.77$ կն, $S_4=1.25$ կն, $X_A=\pm 2.89$ կն, $Y_A=\mp 3.75$ կն:

4.39. Շահողակապային կամարով պահվող շենքի արհեստանոցի

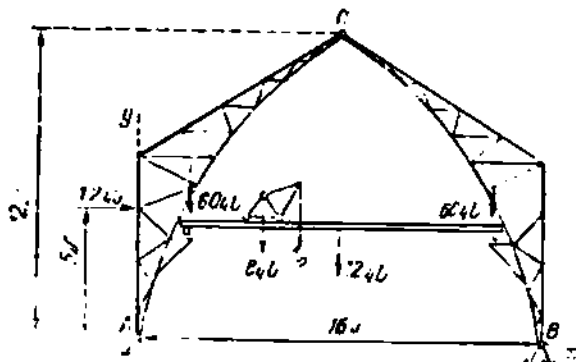


4.37 խնդրին



4.38 խնդրին

երկայնքով ունիների վրայով շարվում է կամարային ամրարձիչը: Ունիներով տեղափոխվող լայնական հեծանի կշիռը 12 կն է, ամրարձիչի կշիռը 8 կն է (ամրարձիչը բեռնավորված չէ), ամրարձիչի կշռի ազդման գիծը ձախ ունիից հեռացված է լայնական հեծանի երկարության 0,25 մասով: Կամարի լուրջ քանջվուր կետի կշիռը հավասար է

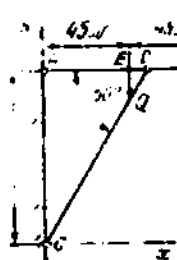


4.39 խնդրին

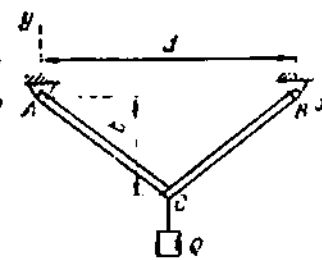
60 կն-ի և կիրառված է A կամ B համապատասխան հենարանով անցնող ուղղաձիգից Ջ մ հեռավորության վրա. կամբջալին ամրա-
 ձիգի հենարանային ուղիները այդ ուղղաձիգներից դասավորված են
 1,8 մ հեռավորության վրա: Շենքի բարձրությունը 12 մ է, թուիչի
 լայնությունը՝ 16 մ: Փամռ ճնշման ուժերի համագործը հավասար է
 12 կն-ի և ուղղված է AB-ին զուգահեռ, նրա ազդման զիծը AB-ից
 հեռացված է 3 մ-ով: Որոշել A և B հողակապերի հակազդումները և
 ճնշումը C հողակապում:

Պատ.՝ $X_A=2$ կն, $Y_A=67,8$ կն, $X_B=-14$ կն, $Y_B=72,2$ կն,
 $X_C=+14$ կն, $Y_C=+4,2$ կն:

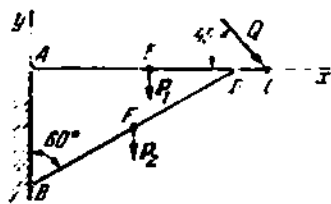
4.10. $P=25$ ն բևռը կախված է AB հորիզոնական շղթայի ծայ-



4.10 խնդիրն



4.41 խնդիրն



4.42 խնդիրն

րից: Չորստի կշիռը՝ $Q=10$ ն և կիրառված է E կետում: Չորստն
 ամրացված է պատին A հողակապի միջոցով և հենված է CD ձողին,
 որի հետ ամրացված է նույնպես հողակապի միջոցով: CD ձողի կշիռն
 անտեսում ենք: Չափերը նշված են նկարում: Որոշել A և C հողակա-
 պերի հակազդումները:

Պատ.՝ $X_A=-30$ ն, $Y_A=-17$ ն, $R_C=60$ ն:

4.41. Միեննույն երկարության երկու համասեռ չորստներ հողա-
 կապորեն միացված են C կետում, իսկ A և B կետերում ամրացված
 են պատերին նույնպես հողակապորեն: Յուրաքանչյուր չորստի կշիռը
 հավասար է P-ի: C կետում կախված է Q բևուր: Հեռավորություն
 $AB=d$, C կետի հեռավորությունը AB հորիզոնական ուղղից հավա-
 սար է b-ի: Որոշել A և B հողակապերի հակազդումները:

Պատ.՝ $-X_A=X_B=\frac{d}{4b}(P+Q)$, $Y_A=Y_B=P+\frac{Q}{2}$,

4.42. Միեննույն երկարության AC և BD երկու ձողեր հողակա-
 պորեն միացված են D կետում և նույն ձևով էլ A և B կետերում
 ամրացված են ուղղաձիգ պատին: AC ձողը դասավորված է հորիզո-

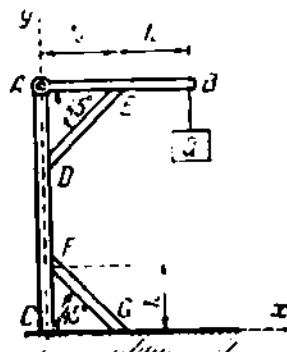
Նախան, B) ձողը ուղղանկյն պատին հետ կազմում է 60° -ի անկյուն:
 AC ձողը E կետում բռննավորված է $l_1=40$ Ն ուղղանկյն ուժով, իսկ
 C կետում՝ հորիզոնի նկատմամբ 45° -ի անկյան տակ թեքված ($Q=$
 $=10$) Ն ուժով: B) ձողը F կետում բռննավորված է $P_2=40$ Ն ուղ-
 անկյն պատի ճրված է՝ $AE=EC$, $BF=FD$, Որոշել A և B հոգակա-
 պերի հակազդումները:

Պատ.՝ $X_A=-2.7$ Ն, $Y_A=6$ Ն, $X_B=216$ Ն, $Y_B=145$ Ն:

Դ.43. Կախույցը կազմված է 1) կետում հողակապորեն միացված և
 A ու C հողակապերով պատին ամրացված AB և CD երկու հեծաննե-



4.43 խնդրի



4.44 խնդրի

րից: AB հեծանի կը-
 ջիոր հազասար է
 60 Ն-ի և կիրառված
 է E կետում CD հե-
 ժանի կջիոր հազասար
 է 50 Ն-ի և կիրառված
 է F կետում, B կե-
 տում հեծանին կի-
 րառված է $P=20$ Ն
 ուղղանկյն ուժով, Որո-
 շել հակազդումները
 A և C հողակապե-

րում, և թե որոված են հետեւյալ չափերը. $AB=1$ մ, $CD=0.8$ մ, $AE=$
 $=0.4$ մ, $CF=0.4$ մ, AB և CD հեծանների թեքությունն անկյունների
 հորիզոնի նկատմամբ համապատասխանաբար հավասար են՝ $\alpha=60^\circ$,
 $\beta=45^\circ$:

Պատ.՝ $-X_A=X_C=135$ Ն, $Y_A=150$ Ն, $Y_C=167$ Ն:

Դ.44. 2 մ երկարությամբ AB հորիզոնական հեծանը, որը A կե-
 տում ամրացված է AC ուղղանկյն պատին և հենված է DE զիմկայի Ն
 իր ծայրում կրում է 500 Ն կշիռ ունեցող Q ընդ. AC սյունը ամ-
 րացված է FG զիմկայով, ընդ որում $AE=CG=1$ մ, DE և FG
 զիմկայները հորիզոնի նկատմամբ թեքված են 45° անկյան տակ:
 Պատեն, DE և FG զիմկայներում S_E և S_F ճիգերը ու C կետում պեռնի
 հակազդումը, ենթադրելով, որ ամրացումները հողակապային են և
 անտեսելով հեծանի, սյան ու զիմկայների կշիռները:

Պատ.՝ $S_E=-1410$ Ն, $S_F=-1410$ Ն, $X_C=1000$ Ն, $Y_C=-500$ Ն:

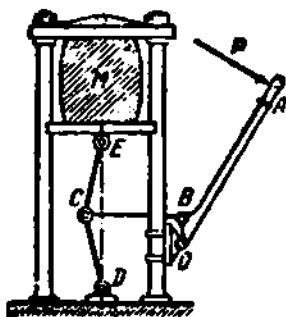
Դ.45. Նկարում պատկերված կամրջային ֆերմի C և D հանդույց-
 ներում ազդում է միատեսակ $P=100$ կՆ ուղղանկյն թեք. թեք ձողե-
 րը հորիզոնի նկատմամբ կազմում են 45° -ի անկյուններ: Պատեն,
 սովոր. բեռից առաջացած ճիգերը 1, 2, 3, 4, 5 և 6 ձողերում:

Պատ.՝ $S_1=101$ կն, $S_2=50$ կն:

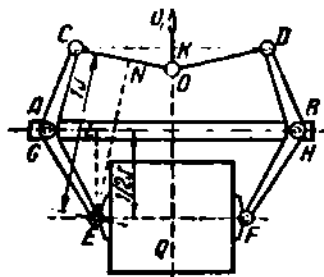
ԴՊ. Գտնել M իրեն մամլիչում սեղմող ճիգի մեծությունը հետևյալ պայմանների դեպքում. $P=1,2$ կն ուժը ուղղված է (1) անշարժ առանցք ունեցող (A) լծակին ուղղահայաց. մամլիչի յննարկ վող դիրքում BC ձյանը ուղղահայաց է OD -ին և կիսում է $\angle ECD$ -ն, ընդ որում $\angle CED=\arctg 0,2=11^\circ 10'$. Կլկարություն $(A)=1$ մ, $(B)=10$ սմ:

Պատ.՝ 5 կն:

ԴՊ. Բնունի բնօրինակից հարմարանքի (O) , շղթան O հո-



4.40 Ինքրին



4.40 Ինքրին

դակապոս միացված է $(OC=OD=1)$ սմ ձողերի հետ: Ձողերն էլ հողակապերով միացված են ձրկու հապասար CAE և DBF քիկյալ լծակների հետ, որոնք կարող են պտտվել GH միացնող ձողի A և B կետերի շուրջը: E և F հողակապերում հաստեղ բռնակողները չփման միջոցով պահում են $Q=10$ կն թեռը: E կետի հեռավորությունը (GH) ձողից հապասար է $EL=5$ սմ, իսկ նրա հեռավորությունը (C) ձողից հապասար է $EN=1$ մ: CO և OD եռանկյան բարձրությունը հապասար է $OK=10$ սմ: Գտնել GH միացնող ձողին ձգող ուժը. անտեսելով մեխանիզմի մասերի կշիռները:

Պատ.՝ 60 կն:

Դ.Պ. Որոշել նկարում պատկերված ձողային համակարգի A , C , D , E և H հողակապերի հակազդումները, եթե $CE=HE=HD$ և $AC=CB$:

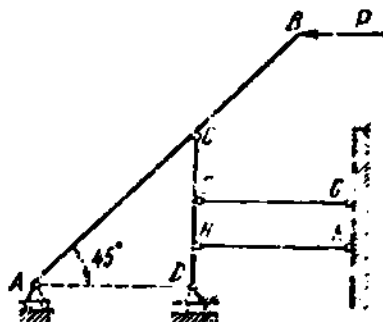
Պատ.՝ $R_A=R_D=R_H=P$, $R_E=2P$, $R_C=P$: 2. EG ձողը ձգված է. HK ձողը՝ սեղմված:

Դ.Պ. AO_2O_1 քիկյալ լծակի և (1) ձողի հոլովակի միջոցով իրականացվող շարժման լարումը հոլովակի թե՛ մեկ և թե՛ մյուս կողմում հապասար է P -ի: Գտնել Q թեռի մեծությունը համակարգի հապասարակչության դեպքում, եթե տված է՝ $\angle AO_2O_1=90^\circ$, $D=$

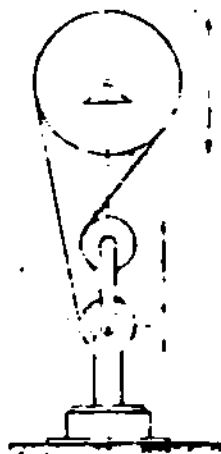
$=55$ սմ, $d=15$ սմ, $l_1=35$ սմ, $l_2=15$ սմ, $l_3=45$ սմ, $P=18$ Ն:

Պատ.՝ $Q=12$ Ն:

4.52. 4,8 կմ կշիռ ունեցող P բևեռ պահվում է ողորկ թևք հարթության վրա ABC կարապիկի վրա փաթաթված և հալ թուփյունը զուգահեռ պարանի միջոցով: Հարթության թևքային անկյունը հորիզոնի նկատմամբ 60° է: Կարապիկի կշիռը $Q=2,4$ կՆ: Նրա



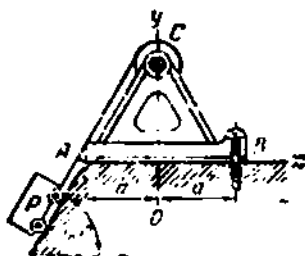
4.50 խնդիր



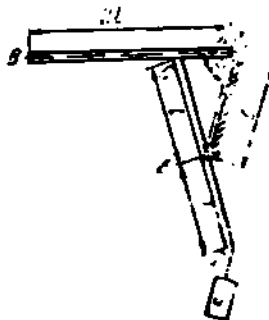
4.51 խնդիր

ծանրության կենտրոնը գտնվում է CO ուղղի վրա: Կարապիկը A կետում հենվում է ողորկ հատակին, իսկ B կետում հեղույսով ամրացված է հատակին: Փառնել հենարանային հակադրումները, անտեսելով պարանի հեռավորությունը հարթությունից:

Պատ.՝ $Y_A=4,8$ կՆ, $X_B=2,08$ կՆ, $Y_B=1,2$ կՆ:



4.52 խնդիր



4.53 խնդիր

4.53. $2l$ երկարությամբ և P կշիռով AB համասեռ ձողը կախող է պտտվել նրա A ծայրով անցնող հորիզոնական առանցքի շուրջը: Նա հենվում է նախ $2l$ երկարությամբ Cl համասեռ ձողի վրա, որը

կարող է պտտվել իր E միջնակետով անգնող հորիզոնական առանցքի շուրջը: A և E կետերը գտնվում են միևնույն ուղղաձիգի վրա՝ $AE=l$ հեռավորությամբ: 1) ծայրից կախված է $Q=2P$ բևեռ: Որոշել հավասարակշռության դիրքում ուղղաձիգի հետ AB ձողի կազմած φ անկյան մեծությունը, անտեսելով ջիւումը:

Պատ.՝ $\varphi = \arccos \frac{1}{3} = 82.50^\circ$:

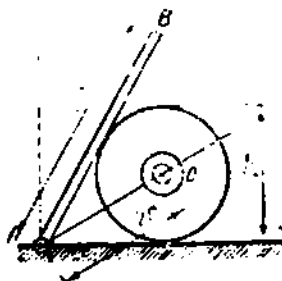
4.54. AB և AC երկու համասեռ ձողեր A կետում հենվում են ողորկ հորիզոնական հատակին և ողորկ ուղղաձիգ հարթություններով իրար վրա, իսկ B և C կետերում հենվում են ողորկ ուղղաձիգ պատերին: Որոշել պատերի միջև եղած անկյուն DE հեռավորությունը, որի դեպքում ձողերը գտնվում են հավասարակշռության դիրքում՝ իրար հետ կազմելով 90° -ի անկյուն, եթե տված է. երկարություն $AB=a$, երկարություն $AC=b$.

4.54 խնդիր

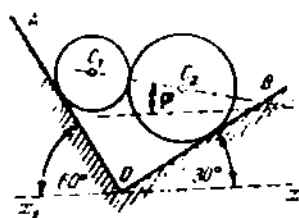
AP-ի կշիռը հավասար է P_1 , AC-ի կշիռը հավասար է P_2 -ի:

Պատ.՝ $DE = \frac{a\sqrt{P_2} + b\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_1+P_2}}$

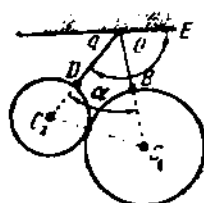
4.55. AB համասեռ շրտան, որը կարող է պտտվել A հորիզո-



4.55 խնդիր



4.56 խնդիր



4.57 խնդիր

նական առանցքի շուրջը, հենվում է ողորկ հորիզոնական հարթության վրա գտնվող և AC անձղելի թելով պահվող մի ողորկ զլանի մակերևույթի վրա, որի շառավիղը r է: Չորստի կշիռը 16 Ն է. երկարություն $AB=3r$, $AC=2r$: Որոշել թելի T լարումը և չորստի ճնշումը A հողակապի վրա:

Պատ.՝ $T=6.9$ Ն, $X_A=-6$ Ն, $Y_A=-12.5$ Ն:

4.56. OA և OB երկու ողորկ թեք հարթությունների միջև գըրված են իրար շոշափող երկու ողորկ համասեռ զլաններ՝ $P_1=10$ Ն կշիռ ունեցող C_1 կենտրոնով զլանը և $P_2=30$ Ն կշիռ ունեցող C_2 կենտրոնով զլանը: Որոշել OX_2 հորիզոնական առանցքի հետ C_1C_2 ուղղի կազմած φ անկյունը, զլանների N_1 և N_2 ճնշումները հարթու-

Ֆլան վրա, ինչպես նաև գլանների փոխադարձ ճնշման N մեծությունը, եթե $\angle OX=60^\circ$, $BOX=30^\circ$:

Պատ.՝ $\varphi = 0$, $N_1=20$ Ն, $N_2=34,5$ Ն, $N=17,3$ Ն:

4.57. C_1 և C_2 երկու ուղղիկ համասեռ զնդեր, որոնց շառավիղներն են R_1 և R_2 , իսկ կշիռները՝ P_1 և P_2 ։ AB և AD պարաններով փակված են A կետում $AB=l_1$, $AD=l_2$, $l_1+R_1=l_2+R_2$, անկյուն $\angle BAC=\alpha$ ։ Որոշել AE հորիզոնական հարթության հետ AD պարանի կապված θ անկյունը, պարանների T_1 , T_2 լարումները և մի զնդի ճնշումը մյուսի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } \lg \theta = -\frac{P_2 + P_1 \cos^2 \alpha}{P_1 \sin \alpha}, \quad T_1 = P_1 \frac{\sin(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha},$$

$$T_2 = P_2 \frac{\sin(\theta + \alpha)}{\cos^2 \alpha}, \quad N = P_2 \frac{|\cos \theta|}{\cos^2 \alpha},$$

4.58. Հորիզոնական հարթության վրա գտնվող և կենտրոններով իրար հետ $2r$ երկարությամբ թեղով կապված երկու միատեսակ լուրջաքանշյուրի P կշիռը և r շառավիղով համասեռ շրջանային զլանների վրա ընկած է R շառավիղ և Q կշիռ ունեցող երրորդ համասեռ զլանը։ Որոշել թեղի լարումը, զլանների ճնշումը հարթության վրա և զլանների փոխադարձ ճնշումը։ Շփումն անտեսել։

Պատ.՝ Ներքեի զլաններից լուրջաքանշյուրի ճնշումը հարթության վրա հավասար է

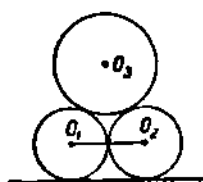
$$P + \frac{Q}{2},$$

վերին զլանի և ներքեի զլաններից լուրջաքանշյուրի միջև եղած ճնշումը հավասար է

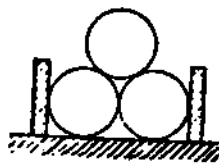
$$\frac{Q(R+r)}{2\sqrt{R^2+4rR}}$$

Թեղի լարումը հավասար է

$$\frac{Qr}{2\sqrt{R^2+4rR}}$$



4.58 խնդրին



4.58 խնդրին

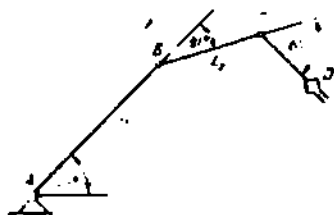
4.59. Լուրջաքանշյուրի $M=120$ Ն կշիռով երեք միատեսակ խողովակներ դասավորված են նկարում ցույց տրված ձևով։ Որոշել ներքեի խողովակներից լուրջաքանշյուրի ճնշումը գետնի վրա և կողքերից նրանց պահող պատերի վրա։ Շփումն անտեսել։

Պատ.՝ Ճնշումը գետնի վրա հավասար է 180 Ն, ճնշումը լուրջաքանշյուր պատի վրա հավասար է $34,6$ Ն:

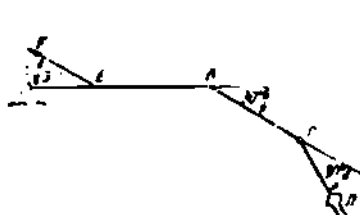
րի մեխանիզմի սղակներում շարժաբևեռների ուժերի մոմենտները, երբ երկրորդ ողակը հորիզոնի նկատմամբ բարձրացված է 30° -ի անկյան տակ: Մանիպուլյացիայի ենթակա օբյեկտի զանգվածը՝ $m_1=15$ կգ, Օդակների երկարությունները՝ $l_1=0,7$ մ, $l_2=0,5$ մ, Օդակների զանգվածները՝ $m_2=35$ կգ, $m_3=25$ կգ:

Պատ.՝ $M_A=510$ Ն.մ, $M_B=117$ Ն.մ:

3.13. Մանիպուլյատորի մեխանիզմի հավասարակշռության դիրքում գտնվում է ուղղանկյուն հարթության մեջ, Օդակների երկարություններն են՝ $l_1=0,8$ մ, $l_2=0,5$ մ, $l_3=0,3$ մ, Օդակների զանգված-



3.63 խնդիրն



3.64 խնդիրն

ներն են՝ $m_2=40$ կգ, $m_3=25$ կգ, $m_4=15$ կգ: Դանել շարժաբևեռների ուժերի մոմենտները հողակապերում, եթե մանիպուլյատորի C1) ձևովը կրում է $m_D=15$ կգ զանգված տենցող մի բևու: Օդակներն բնդուեն համասեռ ձողեր:

Պատ.՝ $M_A=665$ Ն.մ, $M_B=248$ Ն.մ, $M_C=46,7$ Ն.մ:

3.14. Մանիպուլյատորի մեխանիզմի ձևովը հավասարակշռության մեջ է պահում մի բևու, որի զանգվածը՝ $m_1=15$ կգ, Շարժաբևեռի վրա քննվածությունը փոքրացնելու համար նախատեսված բեռնաթափիչ հարմարանքի զսպանակը առաջին սղակի վրա ազդում է $F=300$ Ն ուժով, որը կիրառված է A հողակապից $AE=0,2$ մ հեռավորության վրա: Դանել ուժերի մոմենտները հողակապերում: Օդակների երկարություններն են՝ $l_1=0,8$ մ, $l_2=0,5$ մ, $l_3=0,3$ մ, Օդակների զանգվածներն են՝ $m_1=40$ կգ, $m_2=25$ կգ, $m_3=15$ կգ: Օդակներն ընդունել համասեռ ձողեր:

Պատ.՝ $M_A=502$ Ն.մ, $M_B=214$ Ն.մ, $M_C=33$ Ն.մ:

3.15. Որոշել նկարում պատկերված ամբարձիչի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում H կն, բեռնվածության դեպքում: Ձողի կշիռն անտեսել:

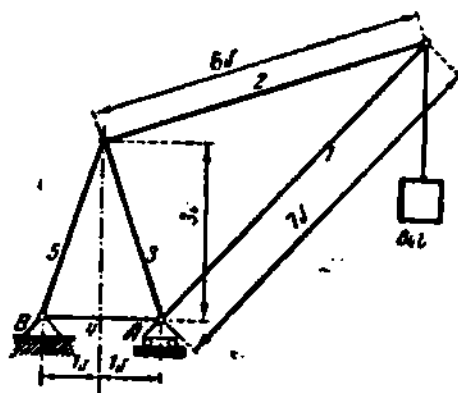
Պատ.՝ $R_A=26$ կՆ, $R_B=18$ կՆ՝ զեպի ներքև:

Ձողի համարը	1	2	3	4	5
Ճիգը կնոյ	-16,4	-11,5	-11,3	6	+19

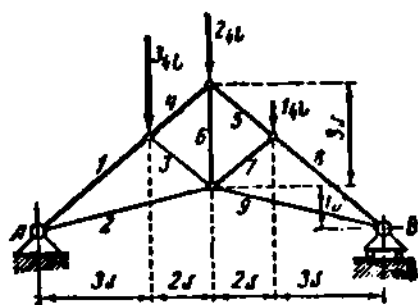
4.65. Որոշել այն ֆերմի հենարանային հակազդումներն ու ձողերում ճիգերը, որը նրան կիրառված ուժերի հետ միասին պատկերված է նկարում:

Պատ.՝ $R_A=3,4$ կն, $R_H=2,5$ կն:

Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ճիգը կնոյ	7,3	+5,8	-2,44	-4,7	-4,7	+3,9	-0,81	-5,5	+4,4



4.65 խնդիրն



4.66 խնդիրն

4.67. Որոշել կիրառված ուժերի հետ միասին նկարում պատկերված սղոցանն ֆերմի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում:

Պատ.՝ $R_A=3,25$ կն, $R_B=2,75$ կն:

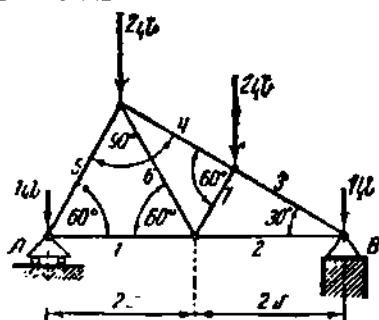
Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7
Ճիգը կնոյ	-1,3	+3,03	-3,5	-2,5	-2,6	+1,73	-1,73

4.68. Որոշել կիրառված ուժերի հետ միասին նկարում պատ-

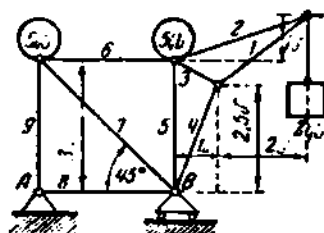
կերպած ամբարձիչի ֆերմի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում:

Պատ.՝ $R_A=3$ կն, $R_B=9$ կն:

Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ճիգը կն-ով	6,0	5,1	3,1	5,4	2,0	2,0	2,83	0	3,0



4.67 խնդիր



4.68 խնդիր

4.69. Որոշել կիրառված ուժերի հետ միասին նկարում պատկերված կառուցվածքի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում:

Ինչպես ախ, ալնպես և հաջորդ խնդիրներում ՕX առանցքն ուղղված է AB հորիզոնական առանցքով դեպի աջ, իսկ Oy առանցքը՝ ուղղված իջողով դեպի վեր:

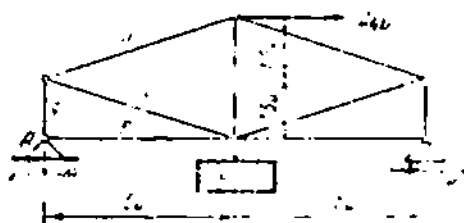
Պատ.՝ $X_A=-2$ կն, $Y_A=1,4$ կն, $Y_B=2,6$ կն:

Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ճիգը կն-ով	4,5	4,5	2	2,44	2,44	2	0	2,6	1,4

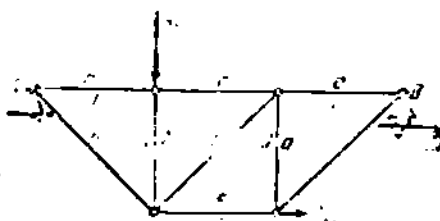
4.70. Որոշել բեռնված ժլան հետ միասին նկարում պատկերված շեղակալին ֆերմի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում:

Պատ.՝ $X_A=-1$ կն, $Y_A=3$ կն, $Y_B=1$ կն:

Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ճիգը կն-ով	-2	-2	-1	1,41	2	4,24	-4	1,41	-1



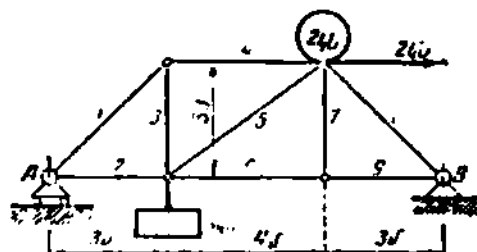
4.69 խնդիրն



4.70 խնդիրն

4.71. Որոշել ափս կամրջային ֆերմի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում, որն իրեն կիրառված ուժերի հետ միասին պատկերված է նկարում:

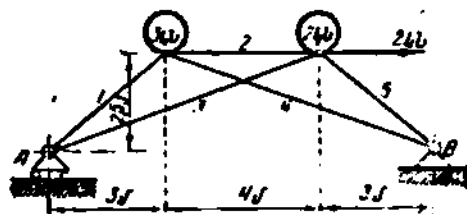
Պատ.՝ $Y_A=2,1$ կՆ, $X_D=-2$ կՆ, $Y_h=2,9$ կՆ:



4.71 խնդիրն

Ջ-դի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ճիգը կՆ-ով	-2,97	+2,1	+2,1	-2,1	-1,5	+0,9	0	-4,1	-0,9

4.72. Որոշել կիրառված ուժերի հետ միասին նկարում պատկերված կառուցվածքի հենարանային հակազդումները և ճիգերը ձողերում:



4.72 խնդիրն

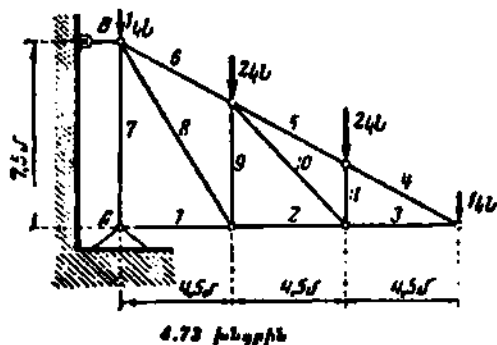
րում, 3 և 4 ձողերն իրենց հատման կետում հոդակապով չեն միացված:

Պատ.՝ $Y_A=2,2$ կն, $X_B=-2$ կն, $Y_B=2,8$ կն:

Ձողի համարը	1	2	3	4	
Ռիդր կենտր	-6	7	4,9	2,53	-5,7

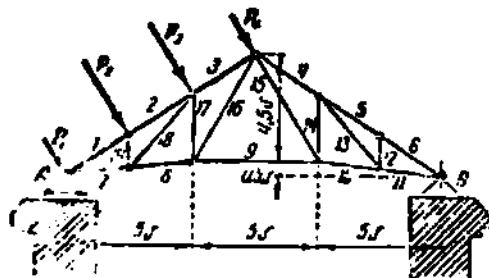
Ն.Դ.Ն. Որոշել էփրառված ումերի հետ միասին նկարում պատկերված ծածկալին ֆերմի հենարանալին հակազդումները և ճիգերը ձողերում:

Պատ.՝ $X_A=5,4$ կն, $Y_A=6$ կն, $X_B=-5,4$ կն:



Ձողի համարը	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ռիդր կենտր	-6,4	-3,6	-1,8	+2,07	+2,06	4,1	-6	+3,6	-3	+2,7	-2

4.74. Համասարապատնել ծայեղալին ֆերմի հանդույցներում քամու



ճնշման հետեանքով առաջանում են տանիքին ուղղահայաց $P_1=P_2=$
 $=312.5$ Ն և $P_3=P_4=625$ Ն ուժերը: Որոշել քամու կողմից առաջաց-
 րած հենարանային հակապզումները և ճիգերը այն ֆեմերի ձողերում,
 որի չափերը նշված են նկարում:

Պատ.՝ $Y_A=997$ Ն, $X_B=1040$ Ն, $Y_B=63$ Ն, $S_1=1525$ Ն,
 $S_2=-1940$ Ն, $S_3=1560$ Ն, $S_4=S_5=S_6=-970$ Ն, $S_7=+1100$ Ն,
 $S_8=440$ Ն, $S_9=215$ Ն, $S_{10}=S_{11}=-230$ Ն, $S_{12}=S_{13}=S_{14}=0$, $S_{15}=$
 $=-26$ Ն, $S_{16}=+134$ Ն, $S_{17}=-1130$ Ն, $S_{18}=+1050$ Ն, $S_{19}=$
 $=-750$ Ն:

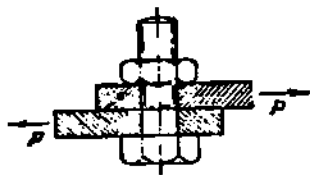
5. Շփման ուժեր

5.1. Որոշել պոպասայա երկու շերտեր միացնող հեղույթի ան-
 հրաժեշտ ձգումը, եթե շերտերը քանդվում են $P=2$ կՆ ուժով: Հե-
 ղույթը զրկված է արանքով և կտլման չափերը է աշխատի: Շերտերի
 միջև չփման գործակիցը հավասար է 0,2:

Ծ ու զ ու մ. Հեղույթը չափեր է աշխատի կորժակ, այդ պատճառով նրան
 պետք է ձգել այնպիսի ուժով, որպեսզի շերտերի միջև առաջացող չփումը կարո-
 ղանա կանխել: Նրանց սահլը հեղույթի առանցքի ծրկայնքով աղղղ ում է և որո-
 նել ձգումն է:

Պատ.՝ 10 կՆ:

5.2 Նկարում ցույց տված ձևով դասակարգված թղթի թերթերը
 աղատ ծալրերով մեկումնից սուսնվում են այնպես, որ ստացվում են



5.1 Խնդրի



5.2 Խնդրի

A և B երկու ինքնուրույն փաթեթներ: Ֆորաքանչյուր թերթի կշիւր
 $0,05$ Ն է, քուր թերթերի թիվը 200 է, թղթերի միջև, ինչպես նաև
 թղթի և աղղանի միջև, որի վրա դրված է թուղթը, շփման գործակի-
 ցը հավասար է 0,2: Ընդունելով, որ փաթեթներից մեկը պահվում է
 անշարժ, որոշել այն P մահնափոքը հորիզոնական ճիղը, որն անհրա-
 ժեշտ է երկրորդ փաթեթը քաշելով դուրս հանելու համար:

Պատ.՝ A-ն B-ից գուրս հանելու դեպքում $P=241,2$ Ն, իսկ B-ն
 A-ից գուրս հանելու $P=248,8$ Ն:

5.3. 0,008 թէքությամբ իջնող վազոնը, հասնելով մի ինչ-որ

որոշակի արագություն, այնուհետև շարժվում է համասարաչափ: Որոշել այն R գիծադրությունը, որ կրում է վագոնը այդ արագության զեպրում: Եթե վագոնի կշիռը համասար է 500 կՆ:

Հանապարհի թեթևությունը կոչվում է հորիզոնի նկատմամբ նրա թեքվածքի կազմած անկյան տանգենսը: Թեթևության փոքրության պատճառով սխեմայի վարդի է համասար ընդունվել այդ անկյան տանգենսին:

Պատ.՝ $R=4$ կՆ:

5.4. Գնացքը հաստատուն արագությամբ բարձրանում է 0.008 թեքություն ունեցող ուղղաձիգ ճանապարհով: Գնացքի կշիռն առանց էլեկտրաքարշի 12000 կՆ է: Ինչպիսի՞ն է էլեկտրաքարշի P ձգող ուժը: Եթե շարժման գիծադրության ուժը համասար է ուղիների վրա ցնացքի ճնշման 0.005-ին:

Պատ.՝ $P=156$ կՆ:

5.5. Ունհարթ թեք հարթությունը տրված է հորիզոնի նկատմամբ այնպիսի թեքության անկյուն: որ այդ հարթության վրա տեղավորված ծանր մարմինն իջնում է այն հաստատուն արագությամբ: որն իրեն հաղորդված է շարժման սկզբում: Որոշել շփման f գործակիցը:

Պատ.՝ $f=1/3$:

5.6. Դռնել գետնի բնական թեքվածքի անկյունը: Եթե այդ գետնի համար շփման գործակիցը՝ $f=1/8$:

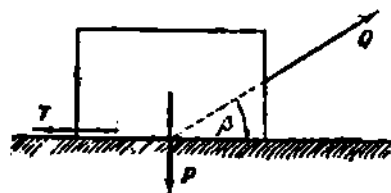
Թևական թեքվածքի անկյունը կոչվում է հորիզոնի նկատմամբ թեքվածքի այն ամենամեծ թեքության անկյունը, որի զեպրում թեքվածքի վրա գտնվող գնդի մասնիկը մնում է համասարակշռության մեջ:

Պատ.՝ $38^\circ 40'$:

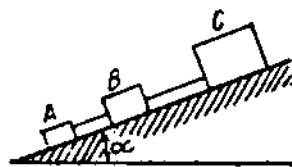
5.7. P կշռով արկղը գտնվում է f շփման գործակից ունեցող հորիզոնական խորհուրդի հարթության վրա: Որոշել, թե ինչ մեծությամբ և ինչպիսի անկյան տակ պետք է կիրառել $\vec{Q}$ ուժը: որպեսզի արկղը շարժվի ամենափոքր մեծությամբ $\vec{Q}$ -ի զեպրում:

Պատ.՝ $\beta = \arctg f$, $Q_{\min} = \frac{fP}{\sqrt{1+f^2}}$:

5.8. Համապատասխանաբար 10 Ն, 30 Ն և 60 Ն կշիռ ունեցող



5.7 Խնդրի

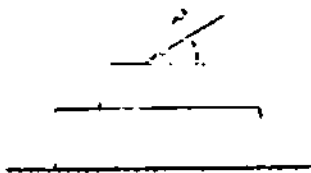


5.8 Խնդրի

A, B, C երեք բեռներ գտնվում են հորիզոնի նկատմամբ 2 անկյան տակ թեքված հարթություն վրա: Բեռները միացված են ճապաննե-
րով՝ ինչպես ցույց է տրված նկարում: Բեռների և հարթության միջև շփման գործակիցները համապատասխանաբար հավասար են ($\mu_A=0,1$, $\mu_B=0,25$ և $\mu_C=0,5$): Որոշել ալն 2 անկյունը, որի դեպքում մարմին-
ները հարթության վրայով հավասարաչափ կշարժվեն զեպի ներքե:
Գտնել ճապանների T_{AB} և T_{BC} շարժմանը:

Պատ.՝ $\alpha=arctg 0,38$, $T_{AB}=2,7$ ն, $T_{BC}=6,5$ ն:

5.9. 200 Ն կշիռ ունեցող B ուղղանկյուն շորստի վերին նիստի



5.9 խնդիրն



5.10 խնդիրն

վրա գտնվում է 100 Ն կշռով A ուղղանկյուն շորստն: Եր ստորին նիստով B շորստն հենվում է C հորիզոնական հարթության վրա, ընդ որում նրանց միջև շփման գործակիցը հավասար է ($\mu=0,2$): A և B շորստների շփման գործակիցը՝ $\mu_2=0,5$: A շորստի վրա ազդում է հորիզոնի հետ 30° անկյուն կազմող $P=60$ Ն ուժը: A շորստն կշարժ-
վի՝ արդյոք B-ի նկատմամբ: B շորստն կշարժվի՝ արդյոք C հարթու-
թյան նկատմամբ:

Պատ.՝ A և B շորստները մնում են հանգստի մեջ:

5.10. A և B երկու մարմինները C թեք հարթության վրա գա-
սավորված են ալնպես, ինչպես ցույց է տրված նկարում: A մարմինը
կշռում է 100 Ն, B մարմինը՝ 200 Ն: A-ի և B-ի միջև շփման գոր-
ծակիցը՝ $\mu_1=0,6$, B-ի և C-ի միջև՝ $\mu_2=0,2$: Ուսումնասիրել համակար-
գի վիճակը A մարմինն թեք հարթությանը զուգահեռ կիրառված P
ուժի տարբեր ուղղությունների դեպքում:

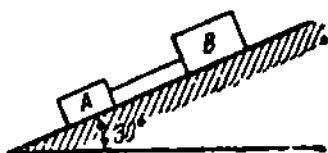
Պատ.՝ $P < 98$ Ն դեպքում երկու մարմիններն էլ շարժվում են
ներքե, շտեղաշարժվելով իրար նկատմամբ. $98 \text{ Ն} < P < 102$ Ն դեպքում
երկուսն էլ դանկում են հանգստի մեջ. $P > 102$ Ն դեպքում B մար-
մինն անշարժ է, իսկ A մարմինը B-ի վրայով սահում է զեպի վեր:

5.11. Թեք հարթության վրա գտնվում 400 Ն կշռով B ուղղանկ-
յուն շորստն: Ծռպանի միջոցով նրան են միացնում 200 Ն կշռով A

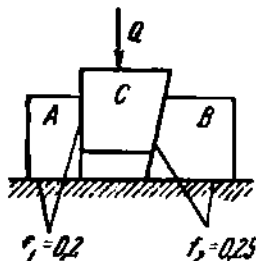
ուղղանկյուն շորսուն. որը, սահելով թեք հարթությունից, ձգում է ճապանի թեք հարթության հետ շփման գործակիցները՝ $f_A=0.5$ և $f_B=0.2$ ։ Համակարգը հետապնդում կգտնվի՝ արդյոք հավասարակշռության մեջ։ Գտնել ճապանի T լարումը և լորաքանջի մարմնի վրա ազդող շփման ուժերի մեծությունները։ Շնչանի կշիռն անտեսել։

Պատ.՝ Համակարգը կմնա հանգստի մեջ։ $F_A=66.6$ Ն, $F_B=213.4$ Ն, $T=13.4$ Ն։

5.12. C սեպը դրված է A և B երկու մարմինների միջև, որոնք



5.11 խնդիր



5.12 խնդիր

գտնվում են խորդաւորդ հորիզոնական հարթության վրա։ Սեպի մի կողմը ուղղահիգ է, մյուսը՝ ուղղանկյուն հետ կազմում է $\alpha=\arctg 1/3$ անկյուն։

A մարմնի կշիռը հավասար է 400 Ն, իսկ B մարմնի կշիռը՝ 300 Ն. մակերևութների միջև շփման գործակիցները նշված են նկարում։ Գտնել Q ուժի ալն մեծությունը, որի ազդեցության տակ մարմիններից մեկը կհարժվի. ինչպես նաև F շփման ուժի մեծությունը, որն այդ դեպքում հորիզոնական հարթության կողմից ազդում է անշարժ մնացած մարմնի վրա։

Պատ.՝ $Q=70$ Ն, ընդ որում կսկսի շարժվել A մարմինը, $F_B=83$ Ն։

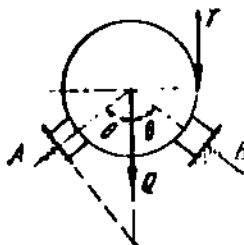
5.13. A գլանը գտնվում է B ուղղորդների մեջ, որոնց լայնական կտրվածքները բացվածքի θ անկյունով համաչափ սեպ է։ A գլանի և B ուղղորդի միջև շփման գործակիցը հավասար է f -ի. գլանի կշիռը հավասար է Q -ի։ P ուժի ի՞նչ արժեքի դեպքում գլանը կսկսի շարժվել հորիզոնական ուղղությամբ։ Ինչպիսի՞ն պիտք է լինի θ անկյունը, որպեսզի շարժումը սկսվի P ուժի ալն արժեքի դեպքում, որը հավասար է գլանի Q կշռին։

$$\text{Պատ.՝ } P = \frac{Qf}{\sin \frac{\theta}{2}}, \quad \theta = 2\arcsin f$$

5.13. Չ կշռով գլանը գտնվում է A և B երկու հենարանների վրա, որոնք համաչափ են զասավորված գլանի կենտրոնով անցնող ուղղաձիգի նկատմամբ: Գլանի և հենարանների միջև չփման գործակիցը հավասար է 1-ի: T տանգենցիա ուժի ի՞նչ արժեքի ղեկավարում



5.13 խնդիրն



5.14 խնդիրն

գլանը կսկսի պտտվել: Ինչպիսի՞նք θ անկյան դեպքում այդ հարմարանքը կլինի ինքնարգելակող:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{f\theta}{(1+f)^2 \cos\theta - f}, \quad C \leq \arccos \frac{f}{1+f^2},$$

5.15. Անտեսելով շփումը շոռավիկային մեխանիզմի A սողնակի և ուղղորդի միջև, ինչպես նաև շփումը բալբը հողակապերում և առանցքակալներում: որոշել, թե ինչպիսի՞նք պետք է լինի P ուժը, որն անհրաժեշտ է նկարում մեխանիզմի ցույց տված դիրքում Q բեռը պահելու համար: Ինչպիսի՞նք են P-ի նվազագույն և առավելագույն արժեքները, որոնք ապահովում են Q բեռի անշարժությունը, եթե A սողնակի և ուղղորդի միջև չփման գործակիցը հավասար է 1-ի:

$$\text{Պատ.՝ } P = \frac{Qa \cos\varphi}{r \sin(\varphi + \theta)}; \quad P_{\min} = \frac{Qa}{r} \frac{\cos\varphi - f \sin\varphi}{\sin(\varphi + \theta)};$$

$$P_{\max} = \frac{Qa}{r} \frac{\cos\varphi + f \sin\varphi}{\sin(\varphi + \theta)},$$

5.16. P կշռով B բեռը շրջանաձև գլանի քառորդ մասի տեսք ունեցող խորդաբարդ մակերևութով բարձրացնելիս հավասարակշռության մեջ է պահվում BAD ճապանի միջոցով: Մակերևութի և բեռի միջև չփման գործակիցը՝ $f = \tan\varphi$, որոնց φ -ն շփման անկյունն է: Որոշել ճապանի լարումը որպես α անկյան ֆունկցիա: Գտնել այն պայմանը, որին պետք է բավարարի α անկյունը, որպեսզի ճապանի լարումն ընդունի էքստրեմալ արժեք: Բեռի և A ճախարակի շափելըն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } S = P \frac{\sin(\varphi + \gamma)}{\sin(45^\circ + \alpha + 2 + \varphi)}, \quad S \text{ լարումը էքստրեմալ արժեք}$$

$$\text{է ընդունում } \frac{\lg(\varphi + \gamma)}{\lg\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} + \varphi\right)} = 2 \text{ դեպքում:}$$

5.17. P կշռով B բեռը շրջանային զլանի քառորդ մասի տեսք տնկող խորդաբույդ մակերևութով իջնելիս պահվում է համասարակշռության մեջ: Մակերևութի և բեռի միջև չփման գործակիցը՝ $\mu = \frac{1}{2} + \lg 2$. որտեղ φ -ն չփման անկյունն է: Որոշել ճապանի S լարումը որպես α անկյան ֆունկցիա: Ինչ սահմաններում կարող է փոխվել ճապանի լարումը B բեռի համասարակշռության դեպքում: Բեռի և ճախարակի չափերն անտեսել:

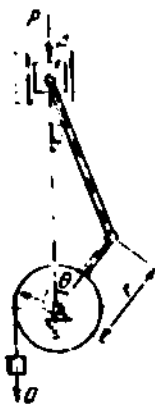
$$\text{Պատ.՝ } S = P \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} - \varphi\right)}, \quad \text{Բեռը կդառնա համասարակշռության մեջ, եթե ճապանի լարումը փոփոխվի}$$

կշռով $P \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} + \varphi\right)} \geq S \geq P \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} - \varphi\right)}$

$$P \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} + \varphi\right)} \geq S \geq P \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin\left(45^\circ + \frac{\alpha}{2} - \varphi\right)}$$

սահմաններում: Երբ $\alpha < \varphi$ բեռը համասարակշռության մեջ կլինի նաև ճապանի բացակայության դեպքում:

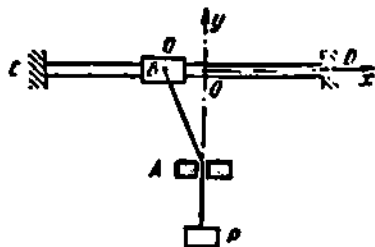
5.18. Q բեռը կարող է սահել CD խորդաբույդ հորիզոնական ուղղորդով: Բեռից կապված է A ողորկ անկյքով անցնող և P բեռը կրող ճապան: Ուղղորդի հետ բեռի չփման գործակիցը՝ $\mu = 0.1$: Բեռի կշիռը՝ $Q = 100$ Ն, իսկ $P = 50$ Ն: A անցքից մինչև ող-



5.15 խնդիր



5.16 և 5.17 խնդիրներ



5.18 խնդիր

ղորդների առանցքը կգտնվի հեռավորությունը՝ $OA = 15$ սմ: Որոշել

անշարժացման գոտու սահմանները (քնդի հազասարակչությունը) չի քնդի երկրաչափական տեղի): Բեռի և անցքի շափերն անտեսել:

Պատ.՝ սահմաններն ունեն ± 4.64 սմ կոորդինատներ:

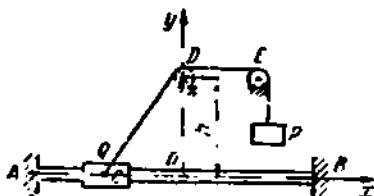
5.19. Ունապարհի թեք մասի վրա ավտոմեքենան պոլում է արգելակների միջոցով: Լրգելակման ունակը 2 սմ-ով տեղափոխվելիս սկավառակակ արգելակների արգելակիչ կոնդակները տեղափոխվում են 0,2 մմ-ով: Սկավառակի աշխատող մասի տրամագիծը 220 մմ է, անիվի բեռնավորված տրամագիծը 520 մմ է, ավտոմեքենայի կշիռը 144 կՆ է: Որոշել, թե ինչ ուժով պետք է վարորդը սեղմի արգելակիչ ոտնակին, եթե ճանապարհի թեքության անկյունը 20 է: Դուրման շփումն անտեսել: Լրգելակիչ կոնդակների և սկավառակի միջև սահքի շփման գործակիցը՝ $f=0,5$: Բոլոր անիվների արգելակները աշխատում են միատեսակ:

Պատ.՝ 0,226 կՆ:

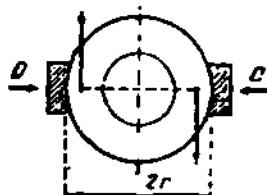
5.20. Ս թեք կարող է սահել AB խորշոթայից հոլիդոնական ուղղորդներով: Բեռն ամրացված է P թեք կողմ ճապան: Որոշել այն տեղամասերի սահմանները, որտեղ ճնարավոր չէ հազասարակչություն: Եթե բեռների կշիռներն են՝ $Q=100$ Ն, $P=45$ Ն, սահքի շփման գործակիցը՝ $f=0,5$: 1) ճախարակի կենտրոնից մինչև սղողողների առանցքը եղած հեռավորությունը՝ $h=15$ սմ: 1) ճախարակի և Ս թեքի շափերն անտեսել:

Պատ.՝ նրկա տեղամաս ախպիսի սահմաններով. որոնց կոորդինատները համապատասխանաբար հավասար են $(-39,6$ սմ $-23,8$ սմ) և $(23,8$ սմ, $39,6$ սմ):

5.21. Լիսեռին կիրառված է $M=100$ Նմ մոմենտով ուժազույգ: Լիսեռի վրա հաղցված է արգելակիչ անիվ, որի շառավիղը հավասար



5.20 խնդիր



5.21 խնդիր

է 25 սմ: Դունել, թե ինչպիսի Q ուժով պետք է սեղմել արգելակիչ կոնդակները անիվին, որպեսզի անիվը մնա հանգստի մեջ, եթե անիվի և կոնդակների միջև հանգստի շփման f գործակիցը հավասար է 0,25:

Պատ.՝ $Q=800$ Ն:

5.22. Տրամվալի դուռը ներքին փորակում տեղից շարժվում է շփումով: Է շփման գործակիցը $0,5$ ից մեծ չէ. Ուրշել ալն ամենամեծ H բարձրությունը, որի վրա կարելի է տեղափոխել դռան բռնակը, որպեսզի տեղաշարժվելիս դուռը չշրջվի: Դռան լայնությունը՝ $l = 0,8$ մ, դռան ծանրության կենտրոնը գտնվում է նրա համաչափության աղյուսակի առանցքի վրա:

Պատ.՝ $l_1 - \frac{l}{2} = 0,8$ մ.

5.23. Q կշիռ և R շառավիղ ունեցող գլանալին լիսեռը պատման մեջ է դրվում պարանով՝ նրանից կախված բևեռի միջոցով բևեռի կշիռը հավասար է P -ի: Լիսեռի բաժանների շառավիղը՝ $r = R/2$: Առանցքա-կախերում շփման գործակիցը հավասար է $0,05$ -ի: Ուրշել, թե Q բևեռի և P բևեռի ինչպիսի հարաբերության դեպքում վերջինը կիշնի հավասարաչափ:

Պատ.՝ $Q/P = 39$,

5.24. $P = 600$ Ն ուղղաձիգ ուժով բևեռավորված բարձակը պատին ամրացված է երկու հեղույսով: Ուրշել հեղույսների ալն ձգումը, որն անհրաժեշտ է բարձակը պտտին ամրացնելու համար: Բարձակի և պատի միջև շփման գործակիցը՝ $f = 0,3$: Առավել զգուշության համար հաշվարկը կատարել ալն ենթադրություններ, որ ձգված է միայն վերին հեղույսը և որ հեղույսները դրված են արանքով և չպետք է աշխատեն կտրմանը: Տրված է $\frac{b}{a} > f$:

Ծ ու ջ ու մ. Ձգում կոչվում է հեղույսի առանցքի երկայնքով ազդող ճիգը: Վերին հեղույսի լրիվ ձգումը բաղկացած է երկու մասից. առաջինը՝ վերադրում է բարձակի պոկվելու և ներքին հեղույսի շուշը նրա շրջվելու հնարավորությունը, երկրորդը՝ ապահովում է պատի վրա բարձակի վերին մասի ալն նորմալ ճեղքումը, որն առաջացնում է շփման անհրաժեշտ ուժ:

Պատ.՝ 2 կՆ:

5.25. AB վարսանդը շարժման մեջ է դրվում լիսեռի վրա հաղ-
ցված M մատնեքով: Վարսանդի կշիռը 180 Ն է: C և D ուղղորդների միջև եղած հեռավորությունը՝ $b = 1,5$ մ: Ելուստի հետ մատի շոշափման կետի հեռավորությունը վարսանդի առանցքից՝ $a = 0,15$ մ: Փտնել վարսանդը բարձրաց-
նելու համար անհրաժեշտ P ուժը, եթե նկատի առ-
նենք C և D ուղղորդների և վարսանդի միջև եղած շփման ուժը. որը հավասար է շփվող մասերի միջև եղած ճեղման $0,15$ մասին:

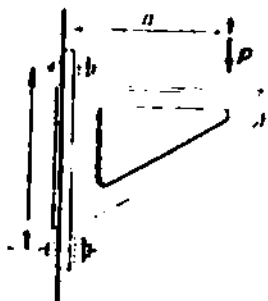
Պատ.՝ $P = 186$ Ն,



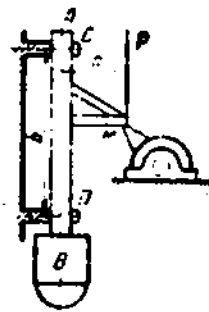
[2]

5.23 Խնդրին

5.26. AB հորիզոնական ձողը A ծայրում տնի անցք. որով նա հաղցված է ուղղաձիգ կտոր CD կանգնակի վրա. ստնակալի երկարությունը՝ $b=2$ սմ. կանգնակի առանցքից ձ հեռավորության վրա զրո-



5.24 խնդրին

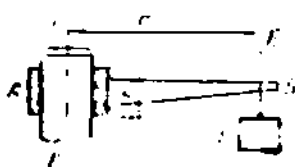


5.25 խնդրին

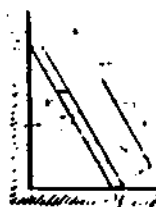
նդովոգ E կետում ձողից կախված է P ընտր. լինառնելով AB ձողի կէիոը, որոշել α հեռավորությունն ալնակն, որպեսզի P ընտր աղղեցություն տակ ձողը մնա հավասարակշռության մեջ, եթե ձողի և կանգնակի միջև չփման պործակիցը՝ $f=0,1$:

Պատ՝ $\alpha = 10^\circ$ սմ:

5.27. Ուղղաձիգ պատին հենված է AB սանդուղքը. որն իր ստորին ծայրով հենված է հորիզոնական հատակին: Շփման գործակիցը սանդուղքի և պատի միջև f_1 է. իսկ սանդուղքի և հատակի միջև՝ f_2 : Սանդուղքի կշիռը նրա վրա դանդող մարդու հետ միասին հավասար է P և կիրառված է C կետում, որը սանդուղքի երկարությունը ϵ բաժանում է III : II հարաբերությամբ: Որոշել հավասարակշռության դիրքում պատի հետ սան-



5.26 խնդրին



5.27 խնդրին



5.28 խնդրին

դուղքի կազմած ամենամեծ α անկյունը, ինչպես նաև պատի և հատակի հակադրամենների N_A և N_B նորմալ քաղաղքիչները α -ի այդ արժեքի համար:

$$\text{Պատ.՝ } \lg \alpha = \frac{(m+n)f_2}{m-nf_1f_2}, \quad N_A = \frac{Pf_2}{1+f_1f_2}, \quad N_B = \frac{P}{1+f_1f_2},$$

5.28. P կշռով AB սանդուղքը հենվում է ողորկ պատին և անհարթ հորիզոնական հատակին: Սանդուղքի և հատակի շփման պործակիցը հավասար է f -ի: Հատակի նկատմամբ ինչպիսի՞ α անկյան տակ

պեւք է զնել սանդուղքը. որպեւոքի նրանսպ մինչե վերջ կարողանա բարձրանալ մի մարդ, որի կշիռը P է:

$$\text{Պատ.՝ } \lg z = \frac{P + 2p}{2l(P + p)}$$

5.29. AB սանդուղքը հենվում է անհարթ պատին և անհարթ հատակին, վերջինիս հետ կազմելով 60° -ի անկյուն: Սանդուղքի վրա տեղափոխվում է P բեռը: Անտեսելով սանդուղքի կշիռը, պրաֆիկորեն որոշել այն ամենամեծ B հեռավորությունը, որի ղեպքում սանդուղքը կմնա հանգուտի մեջ: Հատակի և պատի համար շփման անկյունը հավասար է 15° -ի:

$$\text{Պատ.՝ } BP = \frac{1}{2} AB$$

5.30. AB համասեռ ծանր ձողը դրված է C և D երկու հենաբանների վրա, որոնց միջև հեռավորությունը $CD = a$, $AC = b$: Ձողի և հենաբանների միջև շփման գործակիցը հավասար է 1 -ի: Ձողի թեքություն անկյունը հորիզոնի նկատմամբ հավասար է 2 -ի: Ինչպիսի՞

պայմանի պեւք է բավարարի ձողի $2l$ երկարությունը, որպեսզի ձողը գտնվի հավասարակշռության մեջ, եթե նրա հաստությունը կարելի է անտեսել:

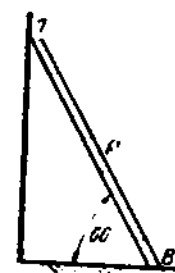
$$\text{Պատ.՝ } 2l \geq 2b + a + \frac{a}{2} \lg a$$

$l > a + b$: Առաջին պայմանը ներառում է երկրորդը $a > \varphi$ ղեպքում, որտեղ $\varphi = \arctan$ շփման անկյունն է, իսկ եթե $a < \varphi$,

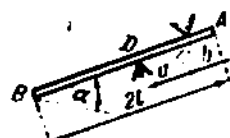
ապա բավական է բավարարել երկրորդ պայմանին: $l < a + b$ ղեպքում հավասարակշռությունը նկարում C հենաբանի ընտրված զսասվորության համար անհնարին է:

5.31. Համասեռ շորսուն A կետում հենվում է անհարթ հորիզոնական հատակին և B կետում պահվում է պարանոսի: Ձորսուի և հատակի միջև շփման գործակիցը հավասար է 1 -ի: Հատակի հետ շորսուի կազմած α անկյունը հավասար է 45° -ի: Հորիզոնի նկատմամբ պարանի թեքության ինչպիսի՞ φ անկյան ղեպքում շորսուն կսկսի սահել:

$$\text{Պատ.՝ } \lg \varphi = 2 + \frac{1}{l}$$



5.29 խնդրի

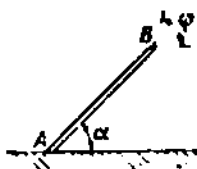


5.30 խնդրի

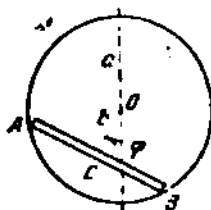
5.32. Համասեռ ձողն իր Λ և B ծայրերով կարող է սահել ջրառափից ունեցող անհարթ շրջանագծով: Ձողի OC հեռավորությունը ուղղաձիգ հարթության մեջ գտնվող շրջանագծի կենտրոնից հավասար է b ի: Հիման գործակիցը ձողի և շրջանագծի միջև հավասար է f -ի: Որոշել ձողի հավասարակշռության դիրքի համար շրջանագծի ուղղաձիգ տրամագծի հետ OC ուղղի կազմած φ անկյունը:

$$\text{Պատ.՝ } \text{ctg } \varphi \geq \frac{b^2(1+f^2)}{a^2} - f$$

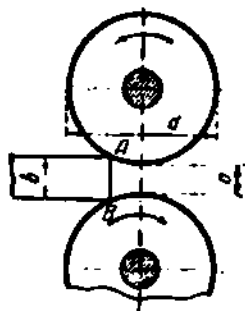
5.33. Գտնման հաստոնը քաղկացած է $d=50$ սմ տրամագիծ ունեցող երկու լիսեռից, որոնք պտտվում են նկարում սլաքներիով նշված հակառակ ուղղություններով: Լիսեռների միջև եղած հեռավորու-



5.31 խնդրին



5.32 խնդրին



5.33 խնդրին

թյունը՝ $\omega=1.5$ սմ: Ինչ b հաստության թերթեր կարելի է գլանել այդ հաստոնի վրա, եթե շփման գործակիցը շիկացած երկաթի և շտգունե լիսեռների համար $f=0.1$:

Հաստոնն աշխատելու համար անհրաժեշտ է, որպեսզի թերթը վերջի պտտվող լիսեռների կողմից, այսինքն որպեսզի Λ և B գետերում թերթին կիրառված շարժալ հակազդումների և շփման ուժերի համազորը, հորիզոնականով ուղղված լինի զեպի աջ:

$$\text{Պատ.՝ } b \approx 0.75 \text{ սմ:}$$

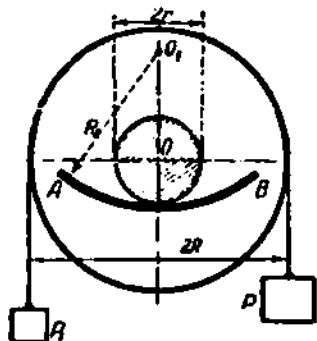
5.34. R շառավղով ճախարակն ուժեղված է նրա միջին հարթության նկատմամբ համաշափորեն դասավորված r շառավղի ունեցող երկու բոթակով: Բոթակները հենվում են հորիզոնական ծնորդների ունեցող AB երկու զլանային մակերևույթների վրա: Ճախարակի վրա փախժափված է ճապան. որից կախված են P և P_1 բեռները, ընդ որում $P > P_1$: Որոշել P_1 բեռի ալն ամենափոքր մեծությունը, որի գնացրում ճախարակը կգտնվի հավասարակշռության մեջ: Ընդունելով որ շփման գործակիցը բոթակների և AB զլանային մակերևույթների միջև հավասար է f -ի, իսկ ճախարակի կշիռը բոթակների հետ միասին Q է:

Նկարում ցույց տված դիրքը չի կարող լինել համակարգի հավասարակշռության դիրք: Վերջինս պահանջվում է նախապես գտնել:

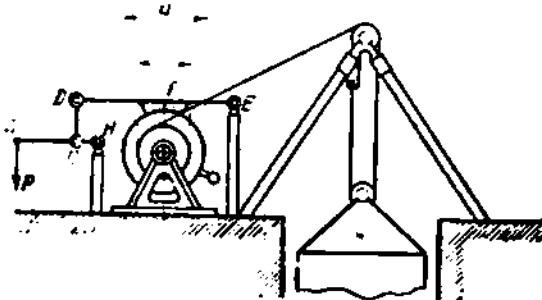
Պատ.՝ Հափասարակչույթյան զիրքում AB դյանի ե ճախարակի առանցքներով անցնող հարթությունը ողղանդիղի հետ կազմում է շփման անկյանը հափասար անկյուն:

$$P_1 = \frac{P(R) \sqrt{1+f^2} - frQ}{R \sqrt{1+f^2} + fr}$$

Ֆ.Ն. Բետտերն իջեցնելու համար օգտագործվում է նկարում պատկերված արգելակիչ ուսրանք: C թմբուկին, որի վրա փաթաթված է շղթան, տնայացված է համակենտրոն փայտե անիվը, որն ար-



5.34 խնդրի

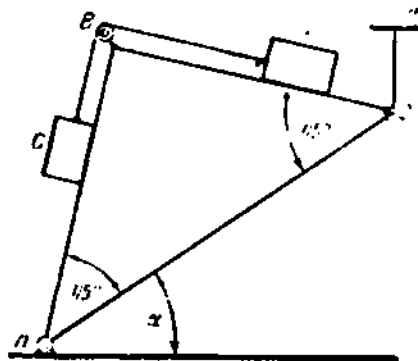


5.35 խնդրի

գելակում են՝ սեղմելով ED արգելակող լծակի 1) ծայրի հետ CD շղթայով միացված AB լծակի A ծայրին: Անիվի տրամագիծը՝ $a=5$ սմ, թմբուկի տրամագիծը՝ $b=20$ սմ, $ED=120$ սմ, $FE=60$ սմ, $AB=1$ մ, $BC=10$ սմ: Որոշել այն P ուժը, որը հափասարակչում է շարժական ճախարակից կախված $Q=9$ կն բեռին, եթե փայտի ե պողպատի միջև շփման գործակիցը՝ $f=0.4$: Ի՞նչ անհղակի շափերն անտեսում ենք:

Պատ.՝ $P=0.2$ կն:

Ֆ 34. ABC պրիզմայի AB և BC նիստերի վրա տեղավորված են P կշիռ ունեցող C և H միատեսակ մարմիններ, որոնք միացված են B կետում ճախարակի վրալով զցված թելով: Մարմինների և պրիզմայի նիստերի միջև շփման



5.36 խնդրի

գործակիցը համառոր է ի-ի Անկյուններ BAC -ն և BCA -ն համառոր են 15° -ի. Անտեսելով շփումը ճախարակում, որով, էլ հորիզոնի նկատմամբ AC նիստի α թեքության անկյան մեծությունը, որն անհրաժեշտ է նրա համար, որպեսզի C բևեռ սկի իջնել:

Պատ.՝ $\lg x = 1$:

Ճ.ՅԵ. Դետի գրախոսի գլխավոր երկաթուղային կամրջի հենարանների շարվածքի խորությունը հաշված է այն հեմագրությունը, որ հենարանի կշիռը նրա վրա բնկնող բևեռի հետ միասին համասարակշրությամբ է հենարանի հատակի վրա գետնի ճնշմամբ և կողմնալին շրջմամբ, ընդ որում գետնը ջրով հագեցված մանրահատիկ ավազ է, որն բնդոնելով է որպես հեղուկ մարմին: Հաշվել այդ հենարանների շարվածքի խորությունը եթե հենարանի վրա բեռնվածությունը 1500 կն է, հենարանի 1 մ քառակուսի կշիռը՝ 80 կն, հենարանի քառակուսիները գետի հիմքից՝ 9 մ, ջրի լարծրությունը հատուկից՝ 6 մ, հենարանի հիմքի մակերեսը՝ $3,5$ մ², 1 մ քառակուսի հենարանի կողմնալին մակերեսը՝ 7 մ, ջրով հագեցված ավազի 1 մ³-ի կշիռը հավասար է 18 կն-ի, ջրի 1 մ³-ի կշիռը հավասար է 10 կն-ի և շփման գործակիցը պողպատե պատյանի, որի մեջ պարփակված է քարե հենարանը, ու ավազի միջև $0,18$ է:

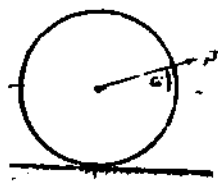
Շփումը հաշվելու նկատի ենք առնելու, որ 1 մ³-ը վրա միջին կողմնալին ճնշումը համառոր է $10(6+0,9 h)$ կն:

Պատ.՝ $h=11$ մ:

Ճ.ՅԶ. Որոշել հորիզոնի նկատմամբ հարթության α անկյունը, որի գծալքում $r=50$ մմ շառավիղ ունեցող հոլովակը համասարաչափ կլորվի հարթության վրալով: Շփվող մարմինների նյութը պողպատ է, զլորման շփման գործակիցը՝ $k=0,05$ մմ:

Նկատի ունենալով α անկյան փոքրությունը կարելի է ընդունել $\alpha \approx \mu$:

Պատ.՝ $\alpha=3'26''$:



5.39 խնդիր

Ճ.ՅԸ. Որոշել այն P ուժը, որն անհրաժեշտ է 10 սմ տրամագիծ և 300 Ն կշիռ ունեցող գլանալին պլոնը հորիզոնական հարթությամբ համասարաչափ զլորելու համար, եթե զլորման շփման գործակիցը՝ $k=0,5$ սմ, իսկ հորիզոնական հարթության հետ P ուժի կազմած անկյունը համասար է $\alpha=30^\circ$:

Պատ.՝ $P=5,72$ Ն:

Ճ.ՅԹ. Հորիզոնական հարթության վրա դնելով է R շառավիղ և Q կշիռ ունեցող մի գունդ: Դնդի և հարթության միջև սահքի շրջման գործակիցը է, զլորման շփման գործակիցը՝ k : Թնչպիսի՞ պալ-

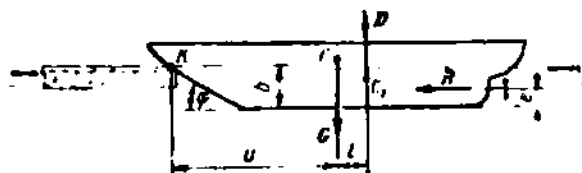
մանների զեպրում պնդի կենտրոնում կիրառված հորիզոնական P ուժը նրան կհաղորդի հաճախարաշափ պրում:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{k}{R} \leq f; \quad P = Q \frac{k}{R},$$

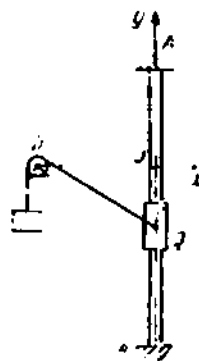
5.41. Սառցե շերտի հետ փոխազդեցության զեպրում սառցահալը հաճախարակչության մեջ է դիտվում նափի G կշռի, ջրի պահելու D ուժի, պտտականների R դիմադիր, ինչպես նաև սառցի կոդմից նափաքթի K կետում ազդող ուժերի՝ N նորմալ ճնշման և F առավելագույն շփման ուժի ազդեցության տակ: Նափաքթի թեքության անկյունը՝ $\varphi = 30^\circ$, շփման գործակիցը՝ $f = 0.2$, ձախերի են $G = 6.00$ կն, $R = 200$ կն, $a = 20$ մ, $b = 2$ մ, $c = 1$ մ արժեքները: Անտեսակց նափի ճեղմումը, որոշել նափի ազդածից P ճնշումը սառցե շերտի վրա, պահման D ուժը և նրա f հեռավորությունը նափի ճեղմության կենտրոնից:

$$\text{Պատ.՝ } P = R \frac{1 - f \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg} \varphi} = 230 \text{ կն, } D = 5770 \text{ կն, } l = 0.53 \text{ մ,}$$

5.42. Q բևեռ կարող է սահել AB խորզաբորդ ուղղանկյուն զորղով: Բևեռն ամրակցված է P բևե կրող նոպանը: Անտեսակց D ճախարակի շափերը, որոշել՝ 1) ախն պալմաւը, որի զեպրում հնարավոր է անշարժության դոտի (հաճախարակչության հնարավոր դիրքերի երկրաշափա-



5.41 խնդրին



5.42 խնդրին

կան տեղը); 2) ախն պալմանը, որի զեպրում անշարժության դոտս վերին սահմանը պտնվում է առանցքի դրական մասում; 3) անշարժության դոտս սահմանների կոորդինատները $Q = 5$ ն, $P = 10$ ն, $f = 0.2$, $OD = 10$ սմ զեպրում; 4) անշարժության դոտս սահմանների կոորդինատները $Q = 1.5$ ն, $P = 10$ ն, $f = 0.2$, $OD = 10$ սմ զեպրում:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \frac{Q}{P} \leq 1 + f; \quad 2) \frac{Q}{P} < f; \quad 3) Y_1 = -3.26 \text{ սմ, } Y_2 = -8.6 \text{ սմ, } 4) Y_1 = 0.5 \text{ սմ, } Y_2 = -3.59 \text{ սմ:}$$

ՑԱՐԱՏԱԿԱՆ ՈՒԺԱՀԱՄԱԿԱՐԳ

§ 6. Ուժեր, որոնց ազդման գծերը հատվում են մի կետում

6.1. Անկյունաքանոնի բաղկացած է համասարապես թեքված AB և BC ելևուղի շարժումներից. որոնք պագաթում ամրացված են հողակապով: Ունկյուն $BAC = 30^\circ$: Ուղիղ պահում է իրար հետ ողիղ անկյուն կազմող AD և AE երկու հորիզոնական հաղորդալարերը: Յուրաքանչյուր հաղորդալարի պրկումը համասար է 1 կՆ: Անտեսելով շարժումների կշիռը. որոշել ճիգերը նրանցում, ենթադրելով, որ BAC հարթությունը կիսում է DAE անկյունը:

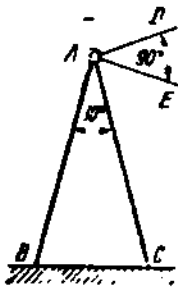
Պատ.՝ $S_B = -S_C = 2.73$ կՆ:

6.2. Հեռագրագծի հորիզոնական հաղորդալարերը կախված են AC դիմաց տնեցող AB հեռագրասյունից և կազմում են $DAE = 90^\circ$ անկյունը: AD և AE հաղորդալարերի պրկումները համապատասխանաբար համասար են 120 Ն և 160 Ն: A կետում ամրացումը հողակապալին է: Գտնել BAC և BAE հարթություններով կազմված ալն α անկյունը. ուր գեպրում սյունը կողմնալին ժաման շի ենթարկվում. և որոշել դիմակալում S ճիգը, եթե ալն ղրված է հորիզոնի նկատմամբ 60° անկյան տակ: Սլան և դիմկալի կշիռը անտեսել:

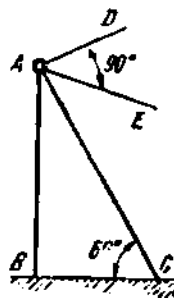
Պատ.՝ $\alpha = \arcsin \frac{3}{5} = 36.87^\circ$, $S = -400$ Ն:

6.3. $Q = 100$ Ն բեռն պահվում է A կետում հողակապուրեն ամրացված և հորիզոնի նկատմամբ 45° -ի անկյան տակ թեքված AO շարժումով և միևնույն երկուրորթյուն BO և CO երկու հորիզոնական շղթաներով: $\angle CBO = \angle BCO = 45^\circ$: Գտնել շարժում S ճիգը և շղթաների T լարումը:

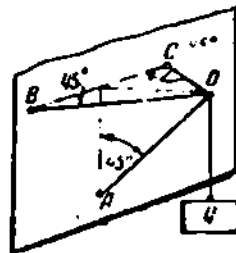
Պատ.՝ $S = -141$ Ն, $T = 71$ Ն:



6.1 խնդրին



6.2 խնդրին



6.3 խնդրին

6.4. Գտնել AB և AC ձողերում S_1 և S_2 ճիգերը m AD ճապանում T լարումը, եթե տրված է, որ $\angle CB\lambda = \angle BCA = 60^\circ$, $\angle EAD = 30^\circ$, P թեթի կշիռը համասար է 300 Ն, ABC հարթությունը հորիզոնական է, Ձողերի ամրացումները λ , B և C կետերում հոդակապային են:

Պատ.՝ $T = 6\lambda$ Ն, $S_1 = S_2 = -3\lambda$ Ն:

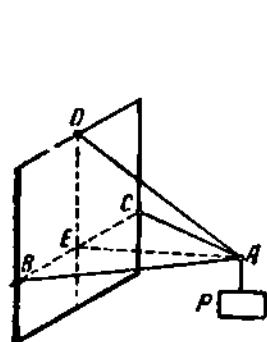
6.5. Գտնել ճիգերը AB ձողում և AC m AD շղթաներում, որոնք պահում են λ D Ն կշռով թևը, եթե $AB = 145$ սմ, $AC = 80$ սմ, $AD = 60$ սմ, $CADE$ ուղղանկյան հարթությունը հորիզոնական է, իսկ V և W հարթությունները՝ ուղղաձիգ: B կետում ամրացումը հոդակապային է:

Պատ.՝ $T_C = 32$ Ն, $T_D = 240$ Ն, $T = -58\lambda$ Ն:

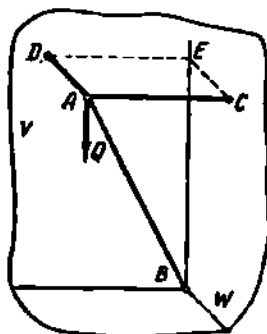
6.6. Որոշել ճիգերը AB ճապանում և AC m AD ձողերում, որոնք պահում են λ D Ն կշռով Q թևը, եթե $AB = 170$ սմ, $AC = 100$ սմ, $CD = 120$ սմ, $K = KD$ և $ACDA$ -ի հարթությունը հորիզոնական է, $\therefore$ C և D կետերում ձողերի ամրացումները հոդակապային են:

Պատ.՝ 204 կՆ, -60 Ն:

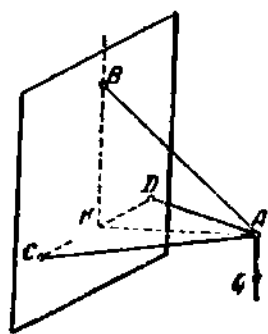
6.7. 20 կՆ կշռով Q թևը բարձրագնող շարժական ամբարձիչը կառուցված է ալիպետ, ինչպես ցույց է տրված նկարում. $AB = AE = AF = 2$ մ, անկյուն $EAF = 90^\circ$, ամբարձիչի ABC հարթությունը $EABF$ ուղիղ երկնիստ անկյունը կիսում է: Ընտանելով ամբարձիչի



6.4 խնդիր



6.5 խնդիր



6.6 խնդիր

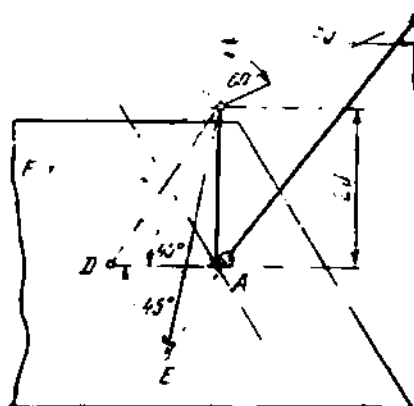
մասերի կշիռը, որոշել AB ուղղաձիգ կանչնակին սեղմող P_1 ուժը, ինչպես նաև BC մետաղալարն m BE և BF ճապանները ձյող P_2 , P_3 և P_4 ուժերը:

Պատ.՝ $P_1 = 42$ կՆ, $P_2 = 58$ կՆ, $P_3 = P_4 = 50$ կՆ:

6.8. 1 կն կշռող Q բեռը կախված է 1) կետում, ինչպես ցույց է տրված նկարում: A , B և D կետերում ձողերի ամ, աջամները հողակապալին են: Որոշել A , B և C հենարանների հակազդումները:

Պատ.՝ $R_A = R_B = 2.64$ կն, $R_C = 3.35$ կն:

6.9. Երկու ճոպաններով պահվող ողակալիկը գտնվում է քամու ազդեցության տակ: Ճոպաններն իրար հետ կապվում են ուղիղ անկյուն. նրանցով որոշվող հարթությանը հորիզոնական հարթության հետ կազմում է 60° -ի անկյուն: Քամու ազդեցությունն ուղղահայաց է ալի հարթությանը: Ներքին հատման պինդ և դողափող



6.7 խնդիրն

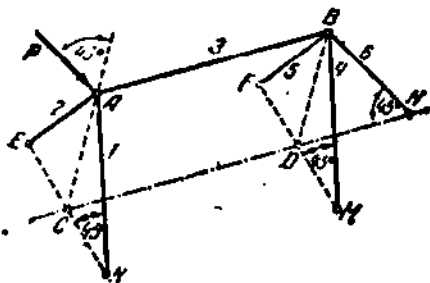


6.9 խնդիրն

է երկրազնդի մակերևութին: Գնդի և նրա սեղանի զույգի կիսը 2.5 կն է, գնդի ծավալը 215.4 մ³ է, օդի 1 մ³-ի կշիռը 13 ն է: Որոշել ճոպանների T_1 և T_2 լարումները և գնդի վրա քամու ճնշման ուժերի P համադրող ընդունելով, որ գնդին կիրառված բոլոր ուժերի ազդման դժեքը հասնում են գնդի կենտրոնում:

Պատ.՝ $T_1 = T_2 = 245$ ն, $P = 173$ ն:

6.10. Նկարում պատկերված է 1, 2, 3, 4, 5, 6 ձողերից կազմված տարածական ֆերմը: $\bar{P}$ ուժն ազդում է $ABCD$ ուղղանկյան հարթության մեջ A հանգույցում, ըստ որում նրա ազդեցության



6.10 խնդիրն

գիծը CA ուղղածիցի հետ կազմում է 45° -ի անկյուն. $\Delta EAK = \Delta FBM$, A , B և D զապաթներին առնթեր հափասարաարուն եռանկյունների EAK , FBM և NDB անկյունները ուղիղ են,

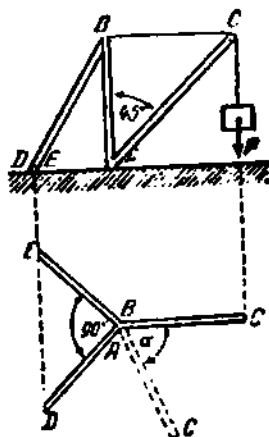
Որոշել ճեղքերը ձողերում, եթե $P=1$ կն:

Պատ.՝ $S_1 = -0.5$ կն, $S_2 = -0.5$ կն, $S_3 = -0.707$ կն, $S_4 = +0.5$ կն, $S_5 = +0.5$ կն, $S_6 = -1$ կն:

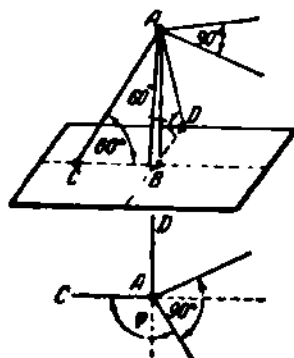
6.11. Որոշել նկարում պատկերված ամրաքանդի ռաքերում և ռոդածիլ կանոնադրած ճեղքեր՝ կախված α անկյունից, եթե տված է՝ $AB=BC=AD=DE$ և B, D և E կետերում ամրացումները հոգա-
կապային են:

Պատ.՝ $S_{BD} = P(\cos \alpha - \sin \alpha)$, $S_{BE} = P(\cos \alpha + \sin \alpha)$; $S_{AB} = -P/2 \cos \alpha$:

6.12. Սղալին կախված պահոց AB անկյունայինը պահում է



6.11 խնդիր



6.12 խնդիր

AC և AD երևու ձգալարերով, ընդ որում $\angle CBI = 90^\circ$: Որոշել ճեղքերը սլան մեջ և ձգալարերում՝ կախված CBA հարթության հետ կախելի երկու ճյուղերից մեկի կազմած φ անկյունից: Կախելի ճյուղերը հորիզոնական են և փոխադարձաբար ռոդահայույ. լարումները չբան-
ցում նույնն են և հավասար են T -ի:

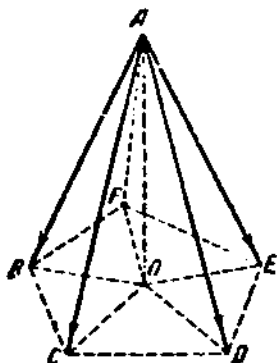
Պատ.՝ $S_{AC} = 2T(\sin \varphi - \cos \varphi)$; $S_{AB} = 2T(\sin \varphi + \cos \varphi)$; $S_{AD} = -2/3 T \sin \varphi$:

Երկու ձգալարերին էլ միաժամանակ կլինեն ձգված $\frac{\pi}{4} < \varphi < \frac{3\pi}{4}$

պայմանի գեպում: Եթե $\varphi < \frac{\pi}{4}$ կամ $\varphi > \frac{3\pi}{4}$ դեպքում ձգալարերից մեկը պետք է փոխարինվի շոքստույ:

6.13. AB կայմասյունը ուղղանկյուն գիրքում պահվում է նստաչափ դասավորված շորս ձգալարերի միջոցով: Յուրաքանչյուր երկու կից ձգալարերի միջև եղած անկյունը հավասար է 60° : Որոշել կայմասյան ճնշումը երկրապնակի վրա, եթե ձգալարերից յուրաքանչյուրի լարումը 1 կՆ է, իսկ կայմասյան կշիռը՝ 2 կՆ:

Պատ.՝ 4,83 կՆ:



6.13 խնդիր

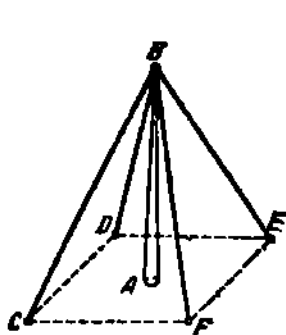
6.14. Կանոնավոր հնդանկյուն բուրգի AB , AC , AD և AE շորս կողերը 1 ն-ր 1 մ մասշտաբով մեծություններ և ուղղություններ պատկերում են շորս ուժի բաժանարար բուրգի $\Lambda(=10$ մ բալձրությունը և հիմքին արտագծված շրջանի $\chi(=4,5$ մ շառավիղը, դանել R համազորը և χ կետից մինչև հարթության հետ համազորի համաման կետը եղած x հեռավորությունը:

Պատ.՝ $R=40,25$ Ն, $x=1,125$ մ:

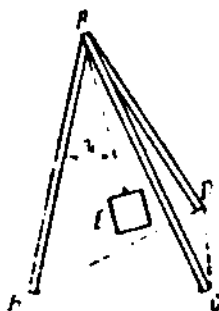
6.15. $ABCD$ եռոտանո B գույաթից կախված է 100 Ն կշիռ ունեցող E թևեր: Ուղեքին ունեն հավասար երկարություն, ամրացված են հորիզոնական հատակին և իրար հետ կազմում են հավասար անկյուններ: Որոշել յուրաքանչյուր ուղեքի ճնշումը, եթե հատակին է, որ նրանք BE ուղղանկյուն հետ կազմում են 36° -ի անկյուն:

Պատ.՝ 3,85 Ն:

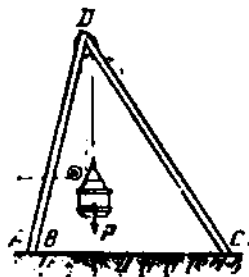
6.16. Դանել S ճիգերը եռոտանո AD , BD և CD ուղեքիում,



6.14 խնդիր



6.15 խնդիր



6.16 խնդիր

որոնք հորիզոնական հարթության հետ կազմում են 60° անկյուն, եթե հավասարաչափ բարձրացվող բեռի P կշիռը հավասար է 3 կՆ: Ըստ

որում $AB=BC=AC$ (նկարի տեսքը վերևից համանման է նկ. 6.17-ին)։

Պատ.՝ $S=2.3$ կն։

6.17. $P=30$ կն կշիռ ունեցող բեռը հանքահորից բարձրացնելու համար տեղակայված են $ABCD$ եռոտանին և E կարապիկը։ Որոշել բեռը հավասարաչափ բարձրացնելիս եռոտանու ոտքերում ճնշերը, եթե ABC եռանկյունը հավասարակողմ է և հորիզոնական հարթության հետ ոտքերի ու DE ճոպանի կազմած անկյունները հավասար են 60° -ի։ Կարապիկի զասավորությունը եռոտանու նկատմամբ երեւում է նկարից։

Պատ.՝ $S_A=S_B=31.5$ կն, $S_C=1.55$ կն։

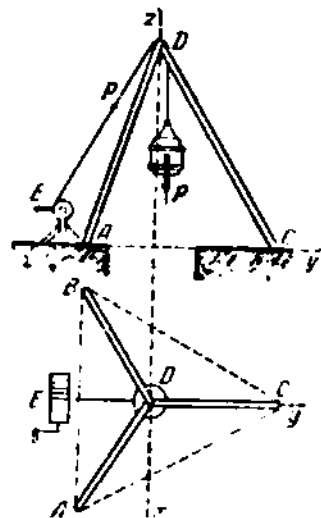
6.18. Հարթ հատակին դրված է եռոտավոր պատվանդանը, նրա ոտքերի ստորին ծալքերը պարաններով կապված են ալնպես, որ պատվանդանի ոտքերն ու պարանները կազմում են կանոնավոր քառանկյուն։ Պատվանդանի վերին ծալքից կախված է P կշիռով բեռը։ Որոշել հատակի R հակադրումը հենման կետերում և պարանների T լարումը՝ որոշելի մեծություններն արտահայտելով P -ով։

$$\text{Պատ.՝ } R=\frac{1}{3}P, \quad T=\frac{P}{3\sqrt{6}}$$

6.19. Լուծել նախորդ խնդիրը ալն գնալքում, երբ պատվանդանի ոտքերը կապված են պարաններով ոչ թե ծալքերում, այլ՝ մեջտեղներում, նկատի ունենալով այս գնալքում, որ յուրաքանչյուր ոտքի կշիռը հավասար է P -ի և կիրառված է մեջտեղում։

$$\text{Պատ.՝ } R=\frac{1}{3}P+P, \quad T=\frac{2P+3P}{18}\sqrt{6}$$

6.20. Միևնույն շառավղով A , B և C երեք համասեռ պնդեղ դրված են հորիզոնական հարթության վրա, փոխադարձաբար շոշափվում են և կապվելով են հասարակածի հարթության մեջ նրանց պարուրող մի քաղով, իսկ նույն շառավղով ու նույնպես համասեռ 10 ն կշիռ ունեցող O չորրորդ գունդը դրված է այդ երեքի վրա։ Որոշել վերին գնդի ճնշումից քուղի մեջ առաջացած T լարումը։ Իրար

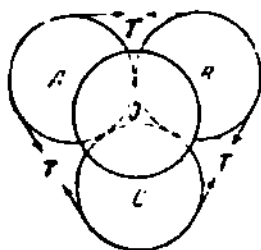


6.17 խնդրին

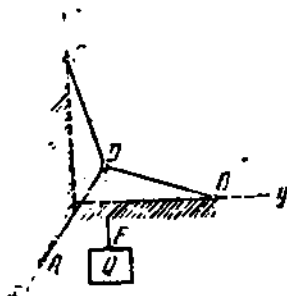
միջև և հորիզոնական հարթության հետ զնգի բի շփումն անտե-
սել:

Պատ.՝ $T=1.3$ Ն:

6.21. Ուղղանկյուն կոորդինատային առանցքների վրա պտնվող և
հոորդինատների () սկզբնականից միեկույն l հեռավորություն ունե-



6.20 խնդրին



6.21 խնդրին

ցող A , B և C կետերում ամրացված ևն թելեր՝ $AB=BC=CA=l$,
որոնք կապված են () կետում, որի կոորդինատներն են

$$x=y=z=\frac{1}{3}(1-\sqrt{3l^2-2l^2}),$$

Այդ կետում կախված է Q թեոր: Որոշել թելերի T_A , T_B և T_C
տարւմները, ևնթագրելով, որ $\sqrt{\frac{2}{3}}l < l < l$:

Պատ.՝ $T_A=T_B=\frac{1-\sqrt{3l^2-2l^2}}{3l\sqrt{3l^2-2l^2}}lQ$, $T_C=\frac{1+2\sqrt{3l^2-2l^2}}{3l\sqrt{3l^2-2l^2}}lQ$,

§ 7. Ուժահամակարգի բերումը պարզագույն տեսքի

7.1. Քորանարդի դազաթներում կողերի ողղությունը կիրառված
են ուժեր՝ ինչպես ցույց է տրված նկարում: Ինչպիսի պայմանների
պետք է բավարարեն $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$, $\vec{F}_5$ և $\vec{F}_6$ ուժերի՝ մեծություն-
ները, որպեսզի նրանք դառնան հավասարակշռության մեջ:

Պատ.՝ $F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=F_6$:

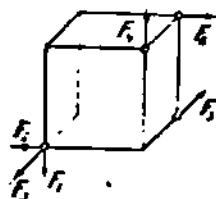
7.2. Ուղղանկյուն պոզահոանիսի երեք շհատվող և ոչ գոգա-
հեռ կողերով ազդում են մեծությամբ P երեք հավասար ուժեր: Ինչ-
պիսի՝ առնչություն պետք է գոյություն ունենա a , b և c կողերի
միջև, որպեսզի այդ համակարգը բերվի մեկ համազորի:

Պատ.՝ $a=b=c$:

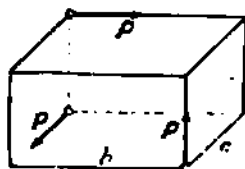
7.3. Խորանարդի A, B, C և D շորս գագաթներում կիրառված են մեծությունը հավասար շորս ուժեր՝ $P_1=P_2=P_3=P_4=P$, ընդ որում $\vec{P}_1$ ուժը ուղղված է AC-ով, $\vec{P}_2$ -ը՝ HI-ով, $\vec{P}_3$ -ը՝ BE-ով և $\vec{P}_4$ -ը՝ DG-ով: Ի՞նչ համակարգը բերել պարզագույն առաքել:

Պատ.՝ Համակարգը հավասար է ՉՔ-ի և ուղղված է DG առնկյունագծով:

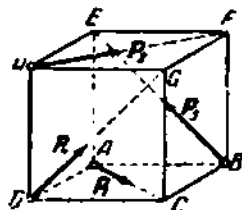
7.4. a կող ունեցող ABCD կանոնադր քառանիստին կիրառված են ուժեր՝ $\vec{F}_1$ -ը AB կողով, $\vec{F}_2$ -ը CD կողով և $\vec{F}_3$ -ը BD կողի E միջ-



7.1 խնդրին



7.2 խնդրին



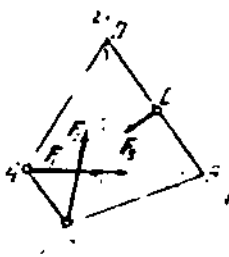
7.3 խնդրին

նակետում: $\vec{F}_1$ և $\vec{F}_2$ ուժերի մեծությունները կամայական են, իսկ $\vec{F}_3$ ուժի պրոյեկցիաները x, y և z առանցքների վրա հավասար են

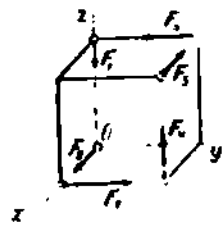
$$+F_3 \frac{\sqrt{3}}{6}; \quad -\frac{F_3}{2}; \quad -F_3 \sqrt{\frac{2}{3}},$$

Բերվում է արդյոք այդ ուժահամակարգը մեկ համադրուի եթե բերվում է. ապա գտնել OXZ հարթության հետ համադրուի աղղման գծի հատման կետի x և z կոորդինատները:

Պատ.՝ Բերվում է, քանի որ գլխավոր վեկտորի և գլխավոր մոմենտի պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա ունեն



7.4 խնդրին



7.5 խնդրին

$$V_x = F_3 \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad V_y = F_1 - 0.5F_3, \quad V_z = 0,$$

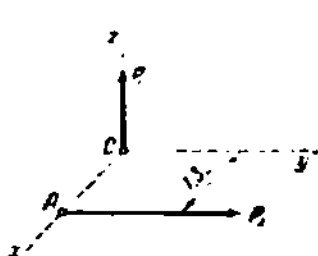
$$M_x = 0, \quad M_y = 0, \quad M_z = -\frac{\sqrt{3}}{6}(F_1 + F_2)$$

աբեքները:

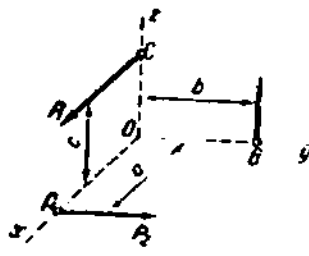
$$\text{կոորդինատները: } x = \frac{M_1}{V_1} = \frac{1}{0.1 \cdot 3} = \frac{1}{0.3}, \quad z = 0$$

7.5. Եւ ի երկարութեամբ կողեր տնեցող խորանարդի պագաթներում կիրառված են ինչպես ցույց է տրված նկարում, լորաքանչյուրը 2 Ն մեծութեամբ վեց հազասար ուժեր: Այդ համակարգը բերել պարզագույն տեսքի:

Պատ.՝ Համակարգը բերվում է մի ուժագույլի, որի մոմենտը հազասար է $2 \cdot 3 \cdot 2$ Ն. սմ. և կոորդինատային առանցքների հետ



7.6 խնդրին



7.7 խնդրին

$$\text{կազմում է անկյուններ: } \cos \alpha = -\cos \beta = \cos \gamma = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

7.6. Ոչ առանցքով ուղղված $P_1=8$ Ն և ինչպես ցույց է տրված նկարում, որտեղ $OA=1.3$ մ. Ոչ առանցքին զուգահեռ ուղղված $P_2=12$ Ն ուժահամակարգը բերել կանոնական տեսքի, որոշելով այդ քոլոր ուժերի զլխավոր վիկտորի V մեծությունը և կենտրոնական պտուտակային առանցքի վրա վերցված կամայական կետի նկատմամբ նրանց զլխավոր մոմենտի M մեծությունը: Գտնել կոորդինատային առանցքների հետ կենտրոնական պտուտակային առանցքի կադմած α , β և γ անկյունները, ինչպես նաև Oxy հարթության հետ նրա հատման կետի x և y կոորդինատները:

Պատ.՝ $V=14.4$ Ն, $M=5.67$ Ն.մ, $\alpha=90^\circ$,

$$\beta = \arctg \frac{2}{3}; \quad \gamma = \arctg \frac{3}{2}; \quad x = 0.9 \text{ մ}; \quad y = 0$$

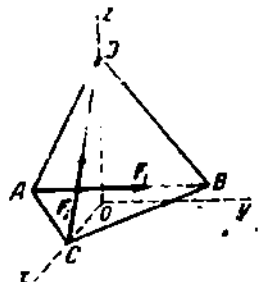
7.7. $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2$ և $\bar{P}_3$ երեք ուժերը գտնվում են կոորդինատային հարթությունների մեջ և զուգահեռ են կոորդինատների առանցքներին, ընդ որում կարող են ուղղված լինել ինչպես մեկ, այնպես և մյուս կողմը: Նրանց A , B և C կիրառման կետերը գտնվում են կոորդինատների սկզբնակետից a , b և c տրված հեռավորությունների վրա: Ինչպիսի՞ պայմանի պետք է բավարարեն այդ ուժերի մեծությունները:

ըը, որպեսզի նրանք բերվեն մեկ համագործի: Ինչպիսի՞ պայմանի պետք է ընդհանրապես ունենա՞նք մեծությունները, որպեսզի գոյություն ունենա կոորդինատների սկզբնականով անցնող կենտրոնական պատասկային առանցք:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{a}{P_1} + \frac{b}{P_2} + \frac{c}{P_3} = 0; \quad \frac{P_1}{bP_2} = \frac{P_2}{cP_1} = \frac{P_3}{aP_2},$$

Առաջին պատասխանում P_1 -ը, P_2 -ը և P_3 -ը ուժերի պրոյեկցիաներն են:

7.8. a կող ունեցող ABCD կանոնավոր քառանկյան չորս անկյունից էլ զեռնում են $\vec{F}_1$ ուժը՝ AB կողով, և $\vec{F}_2$ ուժը՝ CD կողով: Գտնել Oxy հարթության հետ կենտրոնական պատասկային առանցքի հատման կետի x և y կոորդինատները:



7.8 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{a\sqrt{3}}{6} \frac{2F_1^2 - F_2^2}{F_1^2 + F_2^2}, \quad y =$$

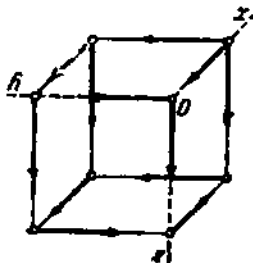
$$= -\frac{a}{2} \frac{F_1 F_2}{F_1^2 + F_2^2},$$

7.9. a կող ունեցող խորանարդի կողերով, ինչպես ցույց է տրված նկարում, ազդում են մեծությամբ P -ի հավասար տասներկու ուժեր: Այդ ուժահամակարգը քերել կանոնական տեսքի և որոշել Oxy հարթության հետ կենտրոնական պատասկային առանցքի հատման կետի x և y կոորդինատները:

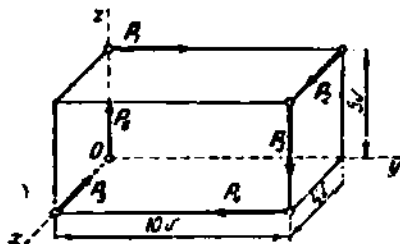
$$\text{Պատ.՝ } V = 2P\sqrt{6}, \quad A = \frac{2}{3}Pa\sqrt{6}, \quad \cos \alpha = -\cos \beta =$$

$$= -\frac{1}{2} \cos \gamma = -\frac{1}{6} \sqrt{6}, \quad x = y = \frac{2}{3}a,$$

7.10. Ուղղանկյուն զուգահեռանկյան կողերով, որոնք համապատասխանաբար հավասար են 10 մ, 4 մ և 5 մ, ազդում են նկարում



7.9 խնդիր

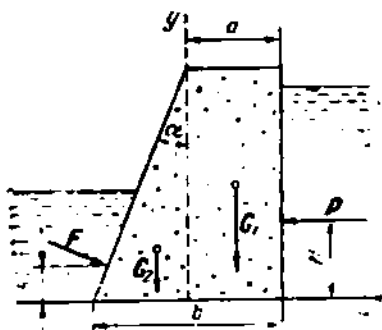


7.10 խնդիր

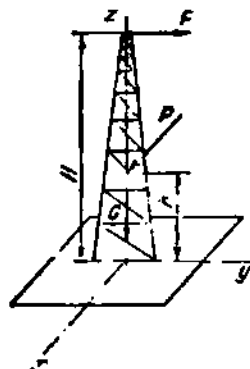
ցույց տրված $P_1=4$ Ն, $P_2=6$ Ն, $P_3=3$ Ն, $P_4=2$ Ն, $P_5=6$ Ն, $P_6=8$ Ն վեց ուժերը Այդ ուժահամակարգը բերել կանոնական տեսքի և որոշել (χ, y հարթության հետ կենտրոնական պտտականության առանցքի հատման կետի x և y կոորդինատները:

Պատ.՝ $V=5,4$ Ն, $M=47,3$ Ն.մ, $\cos \alpha=0$, $\cos \beta=0,37$, $\cos \gamma=0,93$, $x=-11,9$ մ, $y=-10$ մ:

7.11. Ջրի ճնշման ուժերի $P=8000$ կՆ և $F=5200$ կՆ համագործնքը ամբարտակի վրա կիրառված են միջին ուղղածից հարթության մեջ համապատասխան նիստերին ուղղահայաց՝ հիմքից $H=4$ մ և



7.11 խնդրին



7.12 խնդրին

$h=2,4$ մ հեռավորությունների վրա ամբարտակի ուղղանկյուն մասի $G_1=1200$ կՆ ծանրության ուժը կիրառված է նրա կենտրոնում, իսկ եռանկյուն մասի $G_2=6000$ կՆ ծանրության ուժը՝ եռանկյուն հատույթի ուղղածից նիստից ալից հատույթի ստորին հիմքի երկարության մեկ երրորդ հեռավորության վրա: ամբարտակի լայնությունը հիմքում՝ $l=10$ մ, վերևի մասում՝ $a=5$ մ, $\operatorname{tg} \alpha=5/12$: Որոշել զեռնի, որի վրա տեղակայված է ամբարտակը, հակազդման բաշխված ուժերի համագործը:

Պատ.՝ $R_x=320$ կՆ, $R_y=2000$ կՆ; համագործի ազդման զծի հավասարումն է $125x-20y+53=0$:

7.12. Ռադիոկայմի կշիռը μ ետոնն հիմքի հետ միասին ($\gamma=140$ կՆ/մ³) կալմին կիրառված են անտեռնայի ձգման $F=20$ կՆ ուժը և քամու ճնշման ուժերի $P=50$ կՆ համագործը, երկու ուժերն էլ հորիզոնական են և գտնվում են փոխուղղահայաց հարթությունների մեջ: $H=15$ մ, $h=6$ մ: Որոշել ալն զեռնի արգլունարար հակազդումը, որի մեջ զրկված է կալմի հիմքը:

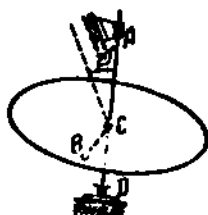
Պատ.՝ Գեոմետրիկ հակադրման ուժերը բերվում են $X=15$ կՆ, ուժից կազմված ձախակողմյան դինամի որն ուղղված է

$$\frac{-30+14y+2z}{5} = \frac{30-5z-11x}{2} = \frac{-2x+5y}{-14}$$

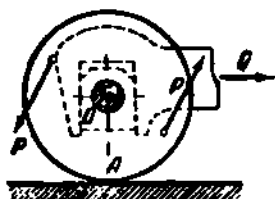
կենտրոնական առանցքով շեղի վեր, և $M=60$ կՆ.մ մոմենտով ուժազույգի Դինամի առանցքը հիմքի հարթությունը հատում է $x=2.2$ մ, $y=2$ մ, $z=0$ կետում:

§ 8. Կամայական ուժահամակարգի հավասարակշռությունը

Ց1. Ուղղածիզի նկատմամբ 20 անկյան տակ թեքված ACD առանցք ունեցող կլոր թևը հարթակի B կետում ամրացված է 400 Ն կշռով մարմինը: Որոշել մարմնի ծանրության ուժի ստեղծած մոմեն-



Ց1 խնդիր



Ց3 խնդիր

տը AI առանցքի նկատմամբ, եթե $CB=3$ մ շառավիղը հորիզոնական է:

Պատ.՝ 410 Ն.մ:

Ց2. Հողմաշարժիչն ունի պտտման առանցքին ուղղահայաց հարթության նկատմամբ $\alpha=15^\circ=\arcsin(0,25)$ անկյան տակ թեքված շորս թևեր, լորաքանչյուր թևի վրա քամու ճնշման ուժերի համագործ համասար է 1 կՆ, ուղղված է թևի հարթությանն ուղղահայաց և կիրառված է պտտման առանցքից 3 մ հեռավորության վրա պտնդվող կետում:

Գտնել պտտող մոմենտը:

Պատ.՝ 31,1 Ն.մ:

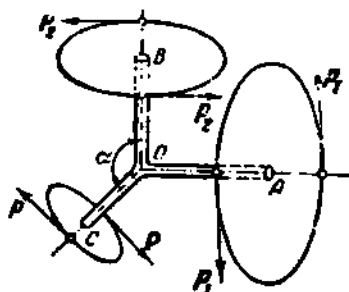
Ց3. Տրամվայի վազոնի անվասարքի O առանցքի վրա տեղափոխված է լեկտրաշարժիչը ձգտում է առանցքը շրջել՝ ժամացույցի ուղիքի նմանապես, ընդ որում պտտող $(P, \vec{P})$ ուժազույգի մոմենտի մեծությունը համասար է 6 կՆ.մ, իսկ անիվների շառավիղը 60 սմ է:

Որոշել անվասարքի քառի Q ուժը, ենթադրելով, որ ալն կանգնած է հորիզոնական ուղիների վրա: Գլորման շփումն անտեսել:

Սկզբից պտնում ենք անիվների և ուղիների միջև շփման ուժերի գումարը՝ ուժերի մոմենտը վերցնելով () առանցքի նկատմամբ: Այնուհետև անվասարքին կիրառված բոլոր ուժերը պրոյեկտում ենք հորիզոնական ուղղության վրա:

Պատ.՝ $Q=10$ կՆ:

8.4. Համապատասխանաբար 15 սմ, 10 սմ և 5 սմ շառավիղների ունեցող A, B և C երեք սկավառակների շրջանագծերին կիրառված են ուժազույգեր. գույքերը կազմող ուժերի մեծությունները համապատասխանաբար հավասար են $P_1=10$ Ն, $P_2=2$ Ն և P_3 ՕA, ՕB և ՕC առանցքները զանվում են մի հարթության մեջ. AՕB անկյունը ողիվ է: Որոշել P ուժի մեծությունը և $\angle BOC=7$ անկյունը ալնպես, որպեսզի երեք սկավառակների համակարգը՝ լինելով բոլորովին ազատ, մնա հավասարակշռության մեջ:



8.4 խնդրի

Պատ.՝ $P=50$ Ն, $\alpha=\arctg(-0.75)=143^\circ 10'$:

8.5. Ամբարձիչը տեղակայված է ABC եռանիվ սալակի վրա Հայտնի են ամբարձիչի չափերը՝ $AD=OB=1$ մ, $CI=1.5$ մ, $CA=1$ մ, $KL=4$ մ: Ամբարձիչը հավասարակշռվում է F հակակշռով: Ամբարձիչի կշիռը հակակշռի հետ միասին հավասար է $P=100$ կՆ և կիրառված է LMNF հարթության մեջ զտնվող ու ամբարձիչի MN առանցքից $GI=0.5$ մ հեռավորության վրա պտնվող G կետում. բարձրացվող Q բեռը կշռում է 30 կՆ: Գտնել անիվների ճնշումը ուղիների վրա ամբարձիչի ալն դիրքի համար, երբ նրա LMN հարթությունը զուգահեռ է AB-ին:

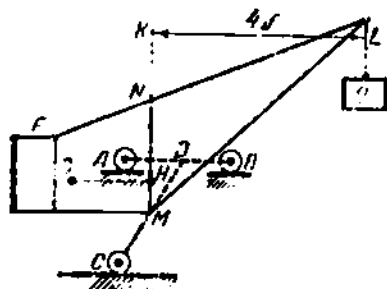
Պատ.՝ $N_A=8.33$ կՆ, $N_B=78.33$ կՆ, $N_C=43.33$ կՆ:

8.6. Ժամանակավոր ամբարձիչը քաղկացած է ABC հավասարակողմ եռանկյան տեսքով հորիզոնական հիմք և AՕB հավասարաբուն եռանկյան տեսքով ուղղանիվ նիստ ունեցող բուրգից. Օ և I) կետերում հողակապուրեն ամրացված է ամբարձիչի ուղղանիվ առանցքը, որի շուրջը կարող է պտտվել P բեռ կրող ()E սլաքը: ABC հիմքը հենարանին ամրացված է A ու B առանցքաւայններով և C ուղղանիվ հեղույսով: Որոշել հենարանների հակազդումները, երբ սլաքը զասավորված է ամբարձիչի համաշափության հարթության մեջ, եթե

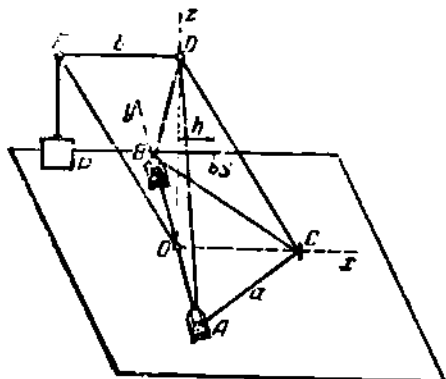
ընդ կշիռը՝ $P=12$ կՆ. ամբարձիչի կշիռը՝ $Q=6$ կՆ. ընդ որում նրա հ ծանրությունը կենտրոնի հեռավորությունը (1) առանցքից հաժախար է $h=1$ մ, $a=4$ մ, $b=4$ մ:

Պատ.՝ $Z_A=Z_B=15.06$ կՆ. $Z_C=-12.12$ կՆ. $X_A=X_B=0$:

Ռ.7. Լուսամեջենայի զոնակի կափարիչը հորիզոնական գիրքում



8.5 խնդրին

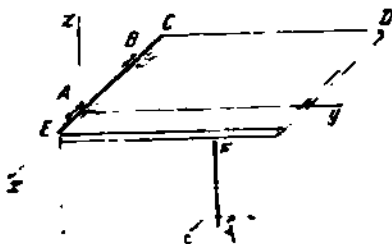


8.6 խնդրին

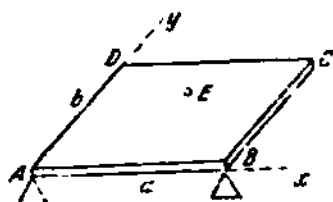
պահվում է FG կանգնակի միջոցով, որը հենվում է կափարիչին՝ նրա առանցքից $EF=1.5$ մ հեռավորության վրա զանգոյ F կետում: Կափարիչի կշիռը՝ $P=180$ Ն. նրա երկարությունը՝ $CD=2.3$ մ, լայնությունը՝ $CE=0.75$ մ, իսկ A և B հողակա պների հեռավորությունները կափարիչի եզրերից՝ $AE=BC=0.15$ մ: Փառնել A ու B հողակապների հակազդումները և FG կանգնակում S ճիգը:

Պատ.՝ $Z_A=-94$ Ն, $Z_B=136$ Ն, $Y_A=Y_B=0$, $S=138$ Ն:

Ռ.8. ABCD համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը, հենվելով երեք կետային հենարանների վրա, որոնցից երկուսը տեղափոխված են ուղղանկյան A և B գագաթներում, իսկ երրորդը՝ մի որևէ E կետում. պահվում է հորիզոնական գիրքում: Թիթեղի կշիռը հաժախար է P-ի:



8.7 խնդրին

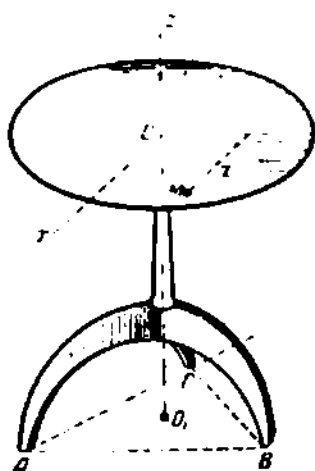


8.8 խնդրին

Ճնշումները հենարանների վրա A և B կետերում համապատասխանաբար հավասար են P_4 և P_5 ։ Փտնել E կետում N_E ճնշումը հենարանի վրա և ա,դ կետի կտորգիծառները, եթե թիթեղի կողմերի երկտրոթյունները հավասար են a և b ։

$$\text{Պատ.՝ } N_1 = \frac{11}{20} P, \quad x = \frac{6}{11} a, \quad y = \frac{10}{11} b,$$

8.9. Սեղանը կանգնած է երեք ոտքերի վրա, որոնց A , B և C ծայրերը կազմում են Δ կողմ տանկող հավասարակողմ եռանկյուն։ Սեղանի կշիռը հավասար է P -ի, ընդ որում նրա ծանրաթվան կենտրոնը գտնվում է ABC եռանկյան O_1 կենտրոնով անցնող ZO_1 ուղղաձիգի վրա։ Սեղանի վրա M կետում, որի կոորդինատները x և y են, տեղավորված է P բևեռ։ Oy առանցքը զուգահեռ է AB -ին։ Որոշել լուրջանջվող ոտքի ճնշումը հատակի վրա։



8.9 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } N_A = \frac{P+p}{3} + \left(\frac{\sqrt{3}}{3} x - y \right) \frac{P}{a},$$

$$N_B = \frac{P+p}{3} + \left(y + \frac{\sqrt{3}}{3} x \right) \frac{P}{a}, \quad N_C = \frac{P+p}{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{x}{a} P,$$

8.10. Կլոր սեղանի կանգնած է A_1 , A_2 և A_3 երեք ոտքերի վրա։ O կենտրոնում տեղավորված է բևեռ՝ I նչպիսի՝ պայմանի պետք է բավարարեն φ_1 , φ_2 և φ_3 կենտրոնական անկյունները, որպեսզի ճնշումները A_1 , A_2 և A_3 ոտքերի վրա հարաբերեն իրար անպես, ինչպես $1:2:1\sqrt{3}$ ։

Քնդիրը լուծելիս ուժերի մոմենտները գրեցվում են OA_1 , OA_2 և OA_3 շառավղներից երկուսի նկատմամբ։

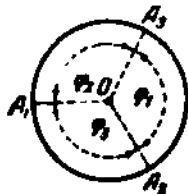
$$\text{Պատ.՝ } \varphi_1 = 150^\circ, \quad \varphi_2 = 90^\circ, \quad \varphi_3 = 120^\circ,$$

8.11. Կլոր թիթեղը, որի կշիռն անտեսում ենք, հորիզոնական դիրքում հանգստի մեջ է՝ կենտրոնով հենվելով O սալին։ Ձախառնով հավասարակշռությունը, թիթեղի շրջանագծով տեղավորեցին P_1 և

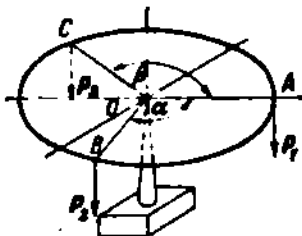
$\Rightarrow 1.5$ ն, $P_2=1$ ն և $P_3=2$ ն կշիռներով բռնները: Π բոլոր α և β անկյունները:

Պատ.՝ $\alpha=75^\circ 33'$, $\beta=151^\circ$:

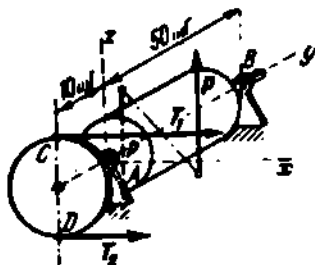
8.12. Դիսամոմենտների $C(1)$ փոկանիզմն ունի 10 սմ շառավիղ. AB լիսեռի չափերը նշված են նկարում: Փոկի վերին առնոց ճյուղի



8.10 խնդիրն



8.11 խնդիրն



8.12 խնդիրն

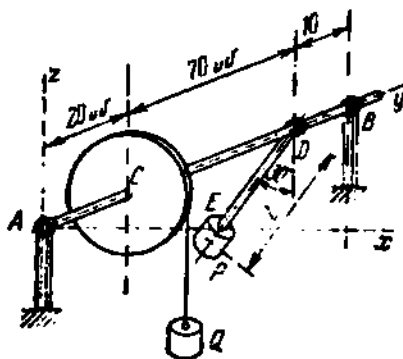
լարումը՝ $T_1=100$ ն. ներքին տարվողներ՝ $T_2=50$ ն: Անասելյով մեքենայի մասերի կշիռը, որոշել M պտտող մոմենտը և A ու B առանցքակալների հակազդումները համակարգի հավասարակշռության դեպքում՝ ($\bar{P}$, $\bar{P}'$)-ն դիմադրության ուժերից առաջացած զույգն է:

Պատ.՝ $M=5$ ն.մ, $X_A=-180$ ն, $X_B=30$ ն, $Z_A=Z_B=0$:

8.13. A և B առանցքակալների վրա ընկած հորիզոնական լիսեռի վրա ապգում են՝ մի կողմից 20 սմ շառավիղ ունեցող անվակին պարանի միջոցով կապված մարմնի $Q(=25)$ ն կշիռը, իսկ մյուս կողմից AB լիսեռին ուղիղ անելյան տակ մշտապես ամրացված DE ձողի վրա հաղցված մարմնի $P=1$ կն կշիռը: Տված են հեռավորությունները՝ $AC=20$ սմ, $CI=70$ սմ, $BI=10$ սմ: Հավասարակշռության դիրքում DE ձողը ուղղահայացից թեքված է 30° անկյունով: Որոշել P մարմնի ծանրության կենտրոնի I հեռավորությունը AB լիսեռի առանցքից և A ու B առանցքակալների հակազդումները:

Պատ.՝ $I=10$ սմ, $Z_A=300$ ն, $Z_B=950$ ն, $X_A=X_B=0$:

8.14. AB հորիզոնական լիսեռի վրա հաղցված են 1 մ շառավիղով C առամանանիվը և 10 սմ շառավիղով 1) առամանանիվից: Մյուս

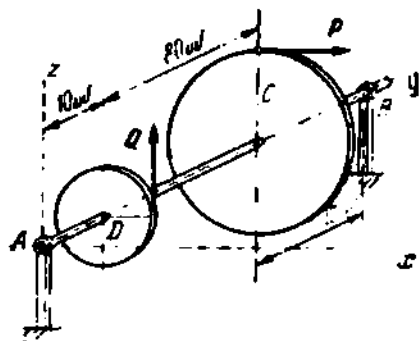


8.13 խնդիրն

շափերը նշված են նկարում: C անիվին շոշափողի ուղղությամբ կիրառված է $P=100$ Ն հորիզոնական ուժը, իսկ $1)$ առանձնակի նույնպես շոշափողի ուղղությամբ կիրառված է Q ուղղաձիգ ուժը: Իրոչել Q ուժը և A ու B առանցքայինների հակադրամենբր հավասարակշռության դիրքում:

Պատ.՝ $Q=1$ կՆ, $X_A=10$ Ն, $X_B=-90$ Ն, $Z_A=-900$ Ն, $Z_B=-100$ Ն:

Ք.15. նկարում սխեմատիկորեն պատկերված ուղորանի միջոցով



Ց.14 խնդիր:

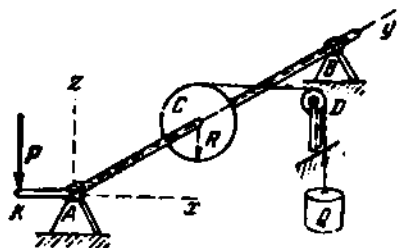
բանվորը պահում է $Q=800$ Ն բեռը: Ժամրակի շառավիղը՝ $R=5$ սմ, բռնակի երկարությունը՝ $AK=40$ սմ, $AC=CB=5$ սմ: Իրոչել բռնակի վրա P ճնշումը և ուղորանի առանցքի ճնշումները A ու B հենարանների վրա նրա ալն դիրքի դեպքում, երբ AK բռնակը հորիզոնական է, P ուժը՝ ուղղաձիգ:

Պատ.՝ $P=100$ Ն, $X_A=400$ Ն, $Z_A=-100$ Ն, $X_B=400$ Ն, $Z_B=0$:

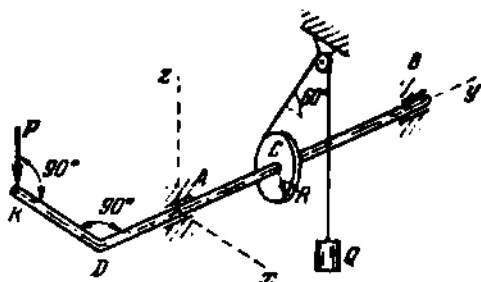
Ք.16. նկարում սխեմատիկորեն

պատկերված ուղորանի միջոցով պահվում է $Q=1$ կՆ բեռը: Խրմբակի շառավիղը՝ $R=5$ սմ, բռնակի երկարությունը՝ $KI=40$ սմ, $AI=30$ սմ, $AC=40$ սմ, $CB=60$ սմ: Պարանը ժամրակից դուրս է պալիս շոշափողով, որը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է 60° անկյան տակ: Իրոչել բռնակի վրա P ճնշումը և A ու B հենարանների հակադրամենբր ուղորանի ալն դիրքի դեպքում, երբ KI բռնակը հորիզոնական է:

Պատ.՝ $P=100$ Ն, $X_A=400$ Ն, $Z_A=-100$ Ն, $X_B=400$ Ն, $Z_B=0$:



Ց.15 խնդիր:

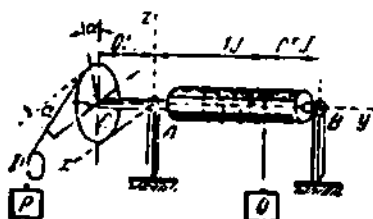


Ց.16 խնդիր:

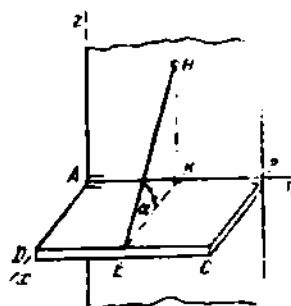
8.17. Ուղղանկյուն լիսեռի վրա փաթաթված է Q բևեռ պահող պարանի էլեկտրի վրա հաղցված C անիվի շառավիղը q եղանակով մեծ է լիսեռի շառավիղից. մյուս շափերը նշված են նկարում: Անիվի շրջանագծին փաթաթված է թուղ l կշիռով P բևեռի կոդմից ձգվող պարանը անիվից դուրս է գալիս հորիզոնի նկատմամբ $\alpha = 30^\circ$ անկյան տակ թելված շառավիղով: Որոշել Q բևեռի կշիռը, որի զեպքում ուղղանկյունում A հակասարահզոտության մեջ, լինելու նաև A ու B առանցքափայտերի հակազդումները՝ անտեսելով լիսեռի կշիռը և շփումը D ճախարակում:

Պատ.՝ $Q = 330$ Ն, $X_A = -69.3$ Ն, $Z_A = 161$ Ն, $X_B = 17.3$ Ն, $Z_B = 231$ Ն:

8.18. G կշիռով $ABCD$ ուղղանկյուն համասեռ դարակը հորիզոնական դիրքում պահվում է նրա հարթության հետ



8.17 խնդիր



8.18 խնդիր

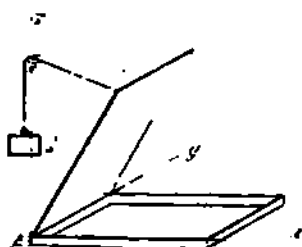
և անկյուն կազմող EH ճոպանով: Որոշել ճոպանի T լարումը (նրա կշիռն անտեսելով) և A ու B ծիծիների հակազդումները, եթե $AK = KB = DE = EC$ և HK -ն ուղղահայաց է AB -ին:

Պատ.՝ $T = \frac{G}{2\sin\alpha}$, $X_A = X_B = \frac{G}{L}\cos\alpha$, $Z_A = Z_B = \frac{G}{L}$:

8.19. $P = 4$ Ն կշիռով համասեռ ուղղանկյուն կափարիչը հորիզոնի նկատմամբ 60° անկյան տակ կիսաբաց է պահվում Q հակաշիւթով: Անտեսելով շփումը D ճախարակում, որոշել Q կշիռը և A ու B հղակապերի հակազդումները, եթե D ճախարակը ամրացված է A -ի հետ միասին միևնույն ուղղամիջի վրա և $AD = AC$:

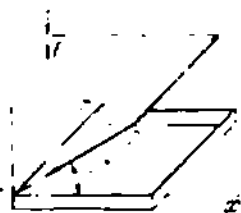
Պատ.՝ $Q = 104$ Ն, $X_A = 100$ Ն, $Z_A = 173$ Ն, $X_B = 0$, $Z_B = 200$ Ն:

8.20. Ուղղանկյուն $ABCD$ ուղղանկյուն հա-

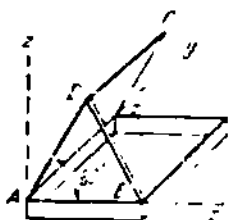


8.19 խնդիր

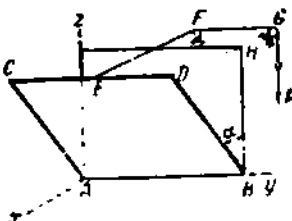
մասնի կափարիչը կարող է պատվել A և B կետերում տեղափոխված ժխնինների AB հորիզոնական առանցքի շուրջը: Ax ին զուգահեռ CE հորիզոնական պարանը կափարիչին պահում է $DAx=3$ ՝ անկյան



8.20 խորիչ



8.21 հարթի



8.22 խորիչ

տակ: Որոշել հակազդումները ժխնիններում, եթե կափարիչի կշիռը 20 Ն է:

Պատ.՝ $X_A=0$, $Z_A=10$ Ն, $X_B=17.3$ Ն, $Z_B=10$ Ն:

8.21. Ուղղանկյուն արկղի $ABCD$ կափարիչը մի կողմից դիմահարված է DE ձողիկով, կափարիչի կշիռը 120 Ն է, $AD=AE$, անկյուն $DAE=60^\circ$, Որոշել A և B հողակապերի հակազդումները, ինչպես նաև ձողիկում S ճիգը, անտեսելով նրա կշիռը:

Պատ.՝ $X_A=17.3$ Ն, $Z_A=3$ Ն, $X_B=0$, $Z_B=60$ Ն, $S=34.5$ Ն:

8.22. $Q=100$ Ն կշիռ ունեցող $ABDC$ վերնափնիկը բացված է $\alpha=60^\circ$ անկյունով, ճված է B -ի BH , $CE=ED$, EF պարանը զուգահեռ է DH ուղղին: Որոշել վերնափնիկը հավասարակշռության մեջ պահելու համար անհրաժեշտ P ճիգը և A ու B ժխնինների հակազդումները:

Պատ.՝ $P=50$ Ն, $X_A=X_B=21.7$ Ն, $Z_A=Z_B=37.5$ Ն:

8.23. 15 կՆ կշիռ ունեցող կամրջի $ABCD$ բացովի մասը բարձրացված է E ճախարակով զցված և դեպի K կարապիկը դնացող CE շղթայով: E կետը գտնվում է CB -յ ուղղածից հարթության մեջ: Որոշել, նկարում պատկերված դիրքի համար CE շղթայի լարումը և A ու B կետերում հակազդումները: Բացովի մասի ծանրության կենտրոնը համընկնում է $ABCD$ ուղղանկյան կենտրոնի հետ:

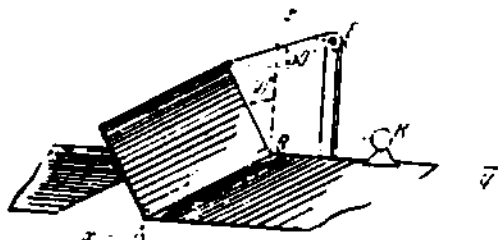
Պատ.՝ $T=3.75$ կՆ, $Y_A=0$, $Z_A=7.5$ կՆ, $Y_B=-3.25$ կՆ, $Z_B=5.625$ կՆ:

8.24. 200 Ն կշիռ ունեցող համասեռ ուղղանկյուն շրջանակը տարադրված է պատին A գնդային հողակապի ու B ժխնու միջոցով և պահվում է հորիզոնական զիջքում CE պարանով, որը կապված է

չրդանակի C կետում և A -ի հետ միենություն ուղղանիցի վրա պատճառով մեջ խփված E մեխին, ընդ որում $\angle BCA = \angle BAC = 30^\circ$ ։ Որոշել պարանի լարումը և հենարանային հակազդումները։

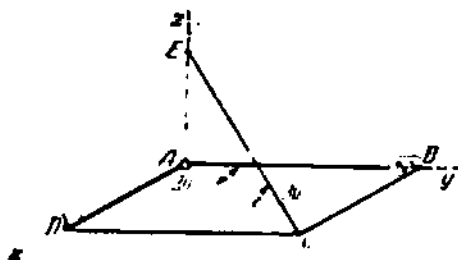
Պատ.՝ $T = 200$ Ն, $X_A = 86.6$ Ն, $Y_A = 50$ Ն, $Z_A = 100$ Ն, $X_H = Z_H = 0$ ։

8.25. Վաղանի ABC զարակիր, որի կարող է պտտվել AB առանցքի շուրջը, պահվում է հորիզոնական դիրքում ED ձողով, որը E հողակապի միջոցով ամրացված է BAF

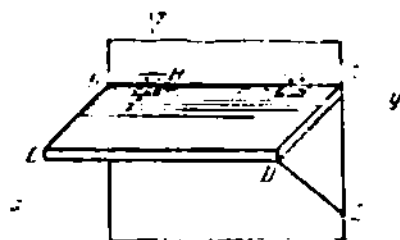


8.23 խնդիր

ուղղանից պատին։ Դարակի և նրա վրա գտնվող P բևեռի կշիռը հավասար է 800 Ն և կիրառված է ABC ուղղանկյան անկյունագծիկի հատման կետում, ճված են չափերը՝ $AB = 150$ սմ, $AD = 60$ սմ, $AK =$



8.24 խնդիր



8.25 խնդիր

$= BH = 25$ սմ։ Ձողի երկարությունը՝ $ED = 7.5$ սմ։ Անտեսելով ED ձողի կշիռը, որոշել նրանում S ճիգը և K ու H ծխենիների հակազդումները։

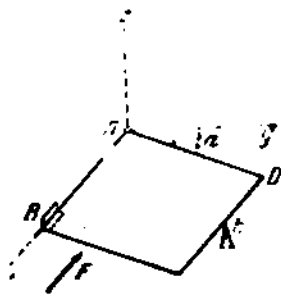
Պատ.՝ $S = 666.7$ Ն, $X_K = -666.7$ Ն, $Z_K = -100$ Ն, $X_H = 133.3$ Ն, $Z_H = 500$ Ն։

8.26. $a = 30$ սմ կողմ և $P = 5$ Ն կշիռ ունեցող $ABCD$ համասեռ քառակուսի թիթեղը A կետում ամրացված է զննդալին հողակապի միջոցով, իսկ B կետում՝ զլանալին հողակապի միջոցով, AB կողմը հորիզոնական է, E կետում թիթեղը հենվում է սալյրի վրա։ H կետում թիթեղի վրա ազդում է KB կողմին զուգահեռ $\vec{F}$ ուժը։ Դրանք հակազդումները A , B և E կետերում, եթե $CE = ED$, $BH = 10$ սմ, $F = 10$ Ն,

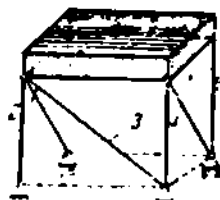
և թիթեղը հորիզոնական հարթության հետ կազմում է $\alpha=30^\circ$ անկյուն:

Պատ.՝ $N_A=10$ Ն, $Y_A=2.35$ Ն, $Z_A=-0.11$ Ն, $Y_B=-3.43$ Ն, $Z_B=3.23$ Ն, $R_F=2.17$ Ն:

Ց.27. Ուղղանկյուն զուգահեռանիստի տեսք ունեցող 1՝ կշռով



Ց.26 խնդրին



Ց.27 խնդրին

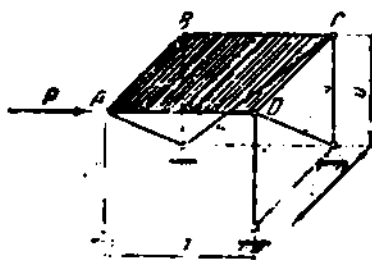
համասեռ հորիզոնական սալի անշարժորեն ամրացված է դեռնին վեց ուղղածիզ ձողերով: Որոշել սալի կշռով պայմանագործած ճեղերը հենարանային ձողերում, եթե ձողերի ժալրերը սալին և անշարժ հիմքերին ամրացված են զնդային հոդակապերով:

Պատ.՝ $S_1=S_2=S_3=S_5=0$, $S_4=S_6=-\frac{P}{2}$:

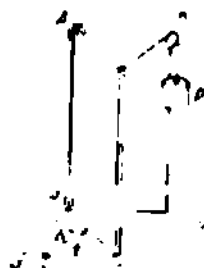
Ց.28. Որոշել $ABCD$ քառակուսի սալի պետող հենարանային վեց ձողերում ճեղերը, երբ AD կողմի երկայնքով ազդում է P հորիզոնական ուժը: Չափերը ցույց են տված նկարում:

Պատ.՝ $S_1=P$, $S_2=-P$ ը, $S_3=-P$, $S_4=P$ ը, $S_5=P$ ը, $S_6=-P$:

Ց.29. AB ուղղածիզ պտտման առանցք ունեցող ուղղանկյուն զուռը բաղված է $CAD=60^\circ$ անկյունով և ալդ գիւրքում պահվում է



Ց.28 խնդրին

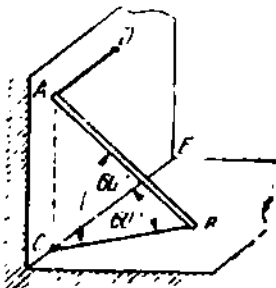


Ց.29 խնդրին

երկու պարաններով, որոնցից մեկը՝ C_1 -ն, զցված է ճախարակի վրայով և ձգվում է $P=320$ Ն բևեռով, մյուսը՝ EF -ը, կապված է հատակի F կետում: Դռան կշիռը 640 Ն է, նրա լայնությունը՝ $AC=AD=1.6$ մ, բարձրությունը $AB=2.4$ մ: Անտեսանելի շփումը ճախարակում, որոշել EF պարանի T լարումը, ինչպես նաև A կետում գլանային հոդակապի և B կետում կրկակապի հակազդումները:

Պատ.՝ $T=320$ Ն, $X_A=69$ Ն, $Y_A=-280$ Ն, $X_B=208$ Ն, $Y_B=-440$ Ն, $Z_B=640$ Ն:

8.30. AB ձողը թեք դիրքում պահվում է AD և BC երկու հորիզոնական պարաններով: Այս դեպքում A կետում ձողը հենվում է ուղղահայաց պատին, որի վրա գտնվում է նաև D կետը, իսկ B կետում՝ հորիզոնական հատակին: A և C կետերը զրուներվում են միևնույն ուղղահայաց վրա: Զողի կշիռը S Ն է: A և B կետերում շփումն անտեսում ենք: Ստուգել, կարող է արդյոք ձողը մնալ հավասարակշռության մեջ, և որոշել պարանների T_A , T_B լարումները և հենման հարթությունների հակազդումները, եթե $\angle ABC=\angle BCE=60^\circ$:

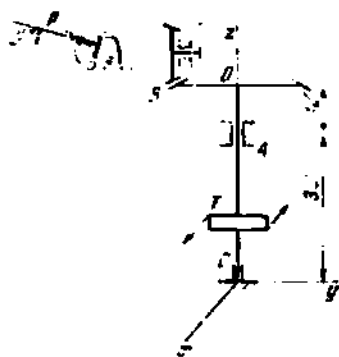


Բնագծեր

Պատ.՝ $T_A=1.15$ Ն, $T_B=2.3$ Ն, $R_A=2$ Ն, $R_B=8$ Ն:

8.31. T ջրատուրբինը պտտող է $1,2$ կՆ մ մոմենտ ունեցող ուժավորված հավասարակշռվում է OB կոնական առամենակի B առամենների վրա եղած ճնշումով և հենարանների հակազդումներով: Ընշումն առամենների վրա ուղղահայաց է $OB=0.6$ մ շառավղին և հորիզոնի հետ կապված է $\alpha=15^\circ=\arctg 0.268$ անկյուն:

Որոշել C կրկակապի և A առանցքակապի հակազդումները, եթե



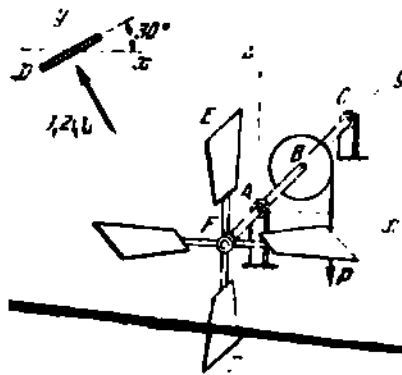
8.31 Ինքրին

աուրբինի կշիռը լիսեռի և անիվի հետ միասին հավասար է 12 կՆ-ի և ուղղված է OC առանցքի երկայնքով, իսկ հեռավորությունները $AC=3$ մ, $AO=1$ մ:

Պատ.՝ $X_A=2.667$ կՆ, $X_C=-0.667$ կՆ, $Y_A=-Y_C=0.107$ կՆ, $Z_C=12.54$ կՆ:

8.32. AC հորիզոնական առանցք ունեցող հողմաշարժիչն ունի համաչափ դասավորված չորս թևեր, որոնց հարթությունները AC

առանցքին ուղղահայաց ուղղածից հարթության հետ կապում են 30 -ի հաճախար անկյուններ: Առանցքից 2 մ հեռավորությամբ յուրաքանչյուր թևի վրա կիրառված է նրա հարթությանն ուղղահայաց քամու ուժերի համադրը, որը հաճախար է 1,2 կՆ-ի (xy հարթության վրա թևի պրոյեկցիան պատկերված է առանձին): Շարժիչի առանցքը A կետում հենվում է առանցքակալի վրա, C կետում՝ կրնկակալի վրա և հանգստի գիծակում է պահվում B սննդի առամենների վրա եղած P ուղղածից ճնշումով, որն առաջանում է նկարում չպատկերված առամենանվակի կողմից: B սննդի չառաձյուրը հաճախար է 1,2 մ ի, հեռավորություններ՝ $BC=0,5$ մ, $AB=1$ մ, $AC=0,5$ մ: Որոշել P ճնշումը և հենարանների հակազդումները:



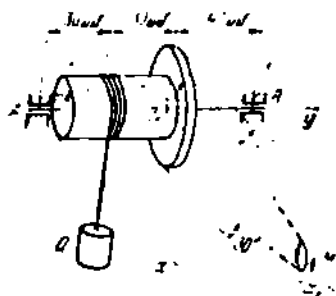
8.32 խնդիր

Պատ. $P=1$ կՆ, $Z_A=1,333$ կՆ, $Z_C=-0,416$ կՆ, $Z_B=2,667$ կՆ, $X_A=X_C=0$:

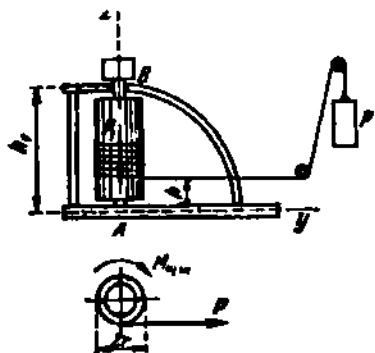
8.33. Q քիռը հաճախարաչափ բարձրացվում է M շարժիչով անդերը շղթայի միջոցով: Որոշել A և B հենարանների հակազդումները և լարումը լարվածում: Եթե շղթայի ճյուղերը հորիզոնի նկատմամբ թեքված են 30 անկյան տակ (Ox_1 առանցքը պրոյեկցիոն է AX առանցքին): Հալտել է, որ $r=10$ սմ, $R=20$ սմ, $Q=10$ կՆ, շղթայի տանող մասի լարումը հրկու անգամ մեծ է տարվող մասի լարումից, ալսինքն $T_1=2T_2$:

Պատ. $T_1=10$ կՆ, $T_2=5$ կՆ, $X_A=-5,2$ կՆ, $Z_A=6$ կՆ, $X_B=-7,8$ կՆ, $Z_B=1,5$ կՆ:

8.34. $P=3$ կՆ կշռով ցցահար գարանդր բարձրացնելու համար



8.33 խնդիր

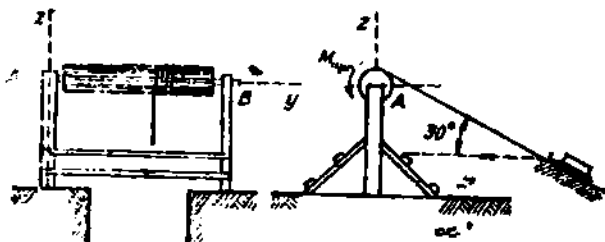


8.34 խնդիր

ծառայում է ուղղաձիգ ուղղանը, որի $r=20$ սմ շառավիղ տնեցող լիսեռը ստորին ծայրով հենվում է A կրնկակալի վրա, իսկ վերին ծայրով պահվում է B առանցքակալում: Լիսեռը պտտման մեջ է դրվում շարժիչով՝ W տնելի ցցահար վարսանդի, հավասարաչափ բարձրացնելու համար շարժիչի անհրաժեշտ պտտող մոմենտը, ինչպես նաև հակադդոմենտը A կրնկակալում և B առանցքակալում: Ըստ որում տված է՝ $h_3=1$ մ, $h=30$ սմ և ուղղանի պտտվող մասերի կշիռը՝ $P_1=1$ կն:

Պատ.՝ $M_{\pi_3}=0,6$ կն.մ, $X_A=0$, $Y_A=-2,1$ կն, $Z_A=1$ կն, $X_B=0$, $Y_B=-0,9$ կն:

8.35. Թեք խուլահորանից ապարի բարձրացման համար ծառայող ուղղանը կազմված է $0,25$ մ շառավիղ և $1,5$ մ երկարությամբ



8.35 խնդիր

տնեցող լիսեռից: Լիսեռը պտտման մեջ է դրվում շարժիչի օգնությամբ (նկարում չի ցույց տրվում): Որոշել հենարանների հակադդոմենտը և շարժիչի M_{π_3} պտտող մոմենտը, եթե լիսեռի կշիռը հավասար է $0,8$ կն, բևեռի կշիռը՝ 4 կն, շփման գործակիցը բևեռի և խուլահորանի միջև հավասար է $0,5$ -ի, հորիզոնի նկատմամբ խուլահորանի թեքությունն անկյունը հավասար է 30° -ի և լիսեռից ճոպանի անջատման տեղի հեռավորությունը առանցքակալից գտնվում է 50 սմ հեռավորություն վրա: Լիսեռի պտտումը բնդունել հավասարաչափ:

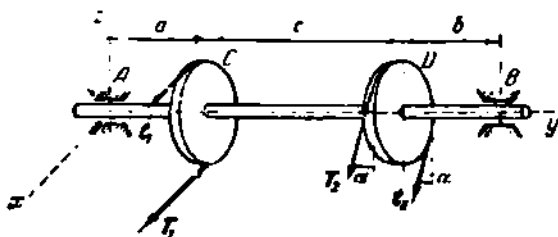
Պատ.՝ $M_{\pi_3}=0,93$ կն.մ, $X_A=-1,08$ կն, $Z_A=1,22$ կն, $X_B=-2,15$ կն, $Z_B=1,65$ կն:

8.36. Փոկալիքն փոխանցման C և D երկու փոկանիվներ կրող շարժահագորդիչի հորիզոնական լիսեռը կարող է պտտվել A և B առանցքակալներում: Փոկանիվների շառավիղները՝ $r_C=20$ սմ, $r_D=25$ սմ, փոկանիվների հեռավորությունները առանցքակալներից՝ $a=1=50$ սմ, փոկանիվների միջև եղած հեռավորությունը՝ $c=100$ սմ: C փոկանիվի վրա հապցված փոկի ճլուղների լարումները հորիզոնական են և տնելն T_1 ու T_2 մեծությունները, ընդ որում $T_3=2T_1=5$ կն, D

փոկանիվի վրա հազցված փոկի ճյուղերի լարումները ողղանիվի հետ կազմում են $\alpha=30^\circ$ անկյուն և ունեն T_1 ու T_2 մեծությունները, ընդ որում $T_2=2T_1$ ։ Հափասարակչության պայմաններում որոշել T_2 ու T_1 լարումները և փոկերի ձգումներից առաջացած հակազդումները առանցքակայներում։

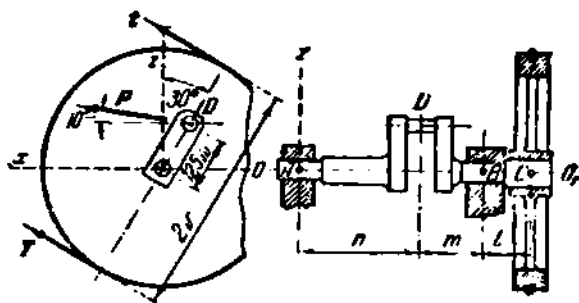
Պատ.՝ $T_2=4$ կն, $T_1=2$ կն, $X_A=-6.375$ կն, $Z_A=13$ կն, $X_B=-4.125$ կն, $Z_B=3.9$ կն։

Ք.37. Մեկաձև լիսեռի վղիկի (I) մեջտեղում աեղավորված շարժիչի շարժաթևի ճնշումը հափասար է $P=20$ կն, և հորիզոնի նկատմամբ



Ք.36 խնդրին

ողղիվ է գործադրվում։ Հետևյալ տակ, ընդ որում լիսեռի (I)(I), առանցքով և (I) վղիկով անցնող (I)(I), հարթությունում աեղավորված հետ կազմում է 30° անկյուն։ Թափանիվից լարումը փոխանցվում է գործարանի մի ճուղանով, որի ճյուղերը զուգահեռ են և հորիզոնի նկատմամբ թեքված են



Ք.37 խնդրին

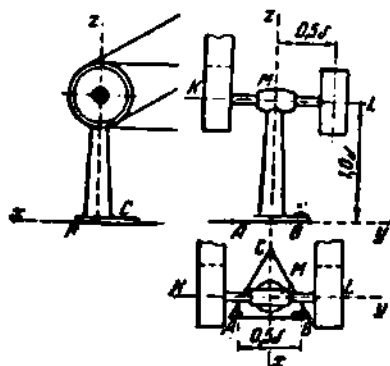
30° անկյան տակ։ P ուժի ազդեցությունը հափասարակչում է ճուղանի ճյուղերի T ու t լարումներով և A ու B առանցքակայների հակազդումներով։ Թափանիվի կշիռը 13 կն է, նրա աբամագիծը՝ $d=2$ մ, ճուղանի ճյուղերի լարումների գումարը $T+t=7.5$ կն, իսկ նկարում նշված հեռավորությունները հափասար են՝ $O(I)$, առանցքից

D կետին $r=125$ մմ. $l=250$ մմ, $m=300$ մմ. $n=450$ մմ. Սրտել A ու B առանցքակալների հակազդումները և t ու T լարումները:

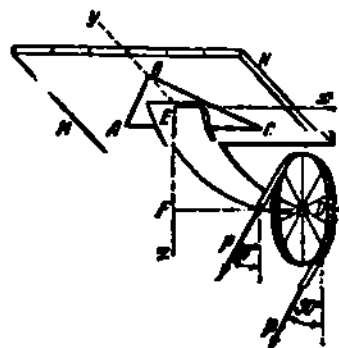
Պատ.՝ $X_A=-5.7$ կն, $Z_A=-4.47$ կն, $X_B=10.48$ կն, $Z_B=-10.25$ կն, $T=4.92$ կն, $t=2.58$ կն:

Ք.38. Մի փսեղից իրեն գոգահեռ մեկ այլ փսեղին պատումը փոխանցելու համար տեղակայված են երկու միատեսակ ածանցակ փոխանիվներ, որոնք սեպված են KI հորիզոնական առանցքի վրա: Ստանցքը կարող է պտտվել MN աշտարակի վրա ամրացված M առանցքակալում: Այդ աշտարակի եռանկյունաձև հիմքը A ու B երկու հեղույններով ձգված է ղեպի հատակ և ապառ հենվում է C կետով: A հեղույսը կլոր անցքով անցնում է հիմքի մեջ. իսկ B հեղույսը՝ երկարաձուռ անցքով. որն ունի AB գծի ուղղությամբ: Աշտարակի առանցքն անցնում է BC եռանկյան կենտրոնով:

Սրտել հակազդումները A , B և C կետերում. ի՞նչ KI առանցքի հեռավորությունը հասակից հավասար է l մի, փոխանիվների միջևա-



8.36 խնդիրն



8.39 խնդիրն

կետերի հեռավորությունները աշտարակի առանցքից հավասար են 0.5 մ-ի և փոկերի բոլոր չորս ճյուղերի լարումները ընդունվում են նույնը և հավասար 600 Ն-ի: Այդ փոկի ճյուղերը հորիզոնական են, իսկ ձախի ճյուղերը հորիզոնի նկատմամբ թեքված են 30° անկյան տակ: Ամբողջ սարքի կլորը հավասար է 3 կն-ի և կիրառված է աշտարակի առանցքի վրա գտնվող կետում. սոված են չափերը՝ $AB=BC=CA=50$ սմ:

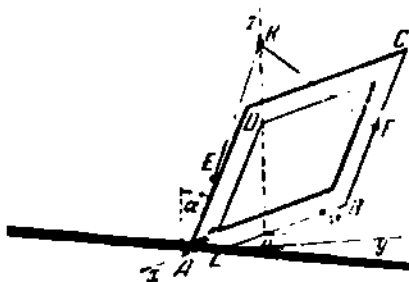
Պատ.՝ $X_A=960$ Ն, $Y_A=0$, $Z_A=-2.39$ կն, $X_B=1.28$ կն, $Z_B=-1.19$ կն, $Z_C=5.97$ կն:

Ք.39. D փոկանիվի կաթոցը առանցքակալներով ամրակցված է MN հարթ հորիզոնական առաստաղին A ու C կետերում և հենվում է

Նրան B կետով, HK կետերը զանվում են 30 սմ կողմ ունեցող ABC հավասարակողմ եռանկյան պազաթններում: $1)$ փոկանիվի կենտրոնի զիրքը որոշվում է ABC եռանկյան E կենտրոնից իջեցրած $EF=40$ սմ ուղղահայացով և AC կողմին զուգահեռ $[F]$ հորիզոնականով: Փոկանիվի հարթությունը ուղղահայաց է $[FD]$ ուղղին: Փոկի շտրաքանչյուր ճյուղի P լարումը հավասար է 1200 Ն-ի և ուղղաձիգի նկատմամբ թեքված է 30° անկյան տակ: Լինտեսելով մասերի կշիռը, որոշել հակազդումները A , B և C հենարաններում:

Պատ.՝ $Y_A=1.4$ կՆ, $Z_A=1.85$ կՆ, $Z_B=1.15$ կՆ, $Y_C=-2.6$ կՆ, $Z_C=-5.08$ կՆ:

8.40. $ABCD$ ուղղանկյունաձև շրջանակում եղած նկարը կախված է ուղղաձիգ պատից EKF քուղի միջոցով, որը զցված է K կետից:



8.40 խնդիր



8.41 խնդիր

վրա ախպես, որ AB եզրը հորիզոնական է. E , F կետերը AD և BC կողմերի միջնակետերն են, նկարը պատի նկատմամբ թեքված է $\alpha=\arctg \frac{3}{4}$ անկյան տակ և հենվում է պատի մեջ խփած L ու M

երկու մեխերի վրա, ընդ որում $AL=MB$: Նկարի չափերն են՝ $AB=60$ սմ, $AD=75$ սմ. նկարի կշիռը 200 Ն է և կիրառված է $ABCD$ ուղղանկյան կենտրոնում. քուղի երկարությունը 85 սմ է: Որոշել քուղի T լարումը և ճնշումները L ու M մեխերի վրա:

Պատ.՝ $T=85$ Ն, $Y_L=Y_M=-45$ Ն, $Z_L=Z_M=-60$ Ն:

8.41. Երկճոճանք կազմված է AA_1 համասեռ ձողից, որը կախված է B ու B_1 կետերում ամրացված և երկարությունը երկու անձգելի թելերից: Ձողի երկարությունը՝ $AA_1=BB_1=2l$. Իսկ կշիռը P է: Ձողը շրջված է ուղղաձիգ առանցքի շուրջ α անկյունով: Որոշել այն զուլգի M մոմենտը, որն անհրաժեշտ է կիրառել ձողին՝ նրան հավասարակշռության մեջ պահելու համար, ինչպես նաև թելերի T լարումը:

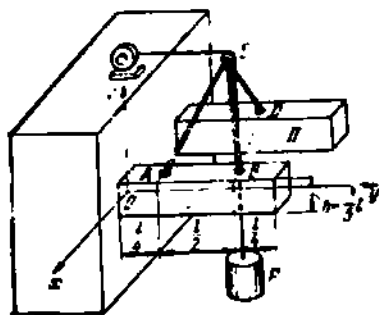
$$\text{Պատ.՝ } M = \frac{Pr^2 \sin^2 \alpha}{\sqrt{P^2 - 4r^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}}, \quad T = \frac{PR}{2 \sqrt{P^2 - 4r^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}}$$

Ց.42. Կանոնափոր բարդի տեսք ունեցող $ABDE$ եռոտանին հոգակապորեն ամրացված է երկու քարձակային հեծանների վրա: Եռոտանու E զազաթում ամրացված նախարակի վրայով ղցված է նույան, որը կարապիկի միջոցով համասարաչափ քարձրացնում է P կշռով մարմնին: Օնխարակից դեպի կարապիկ նույանը ձգվում է քարձակին զուգահեռ: Որոշել առաջին քարձակի ամրակցման հակազդումները՝ անսեփական չնրա և եռոտանու կշիռները: Եռոտանու քարձրությունը համասար է $l/2$ -ի:

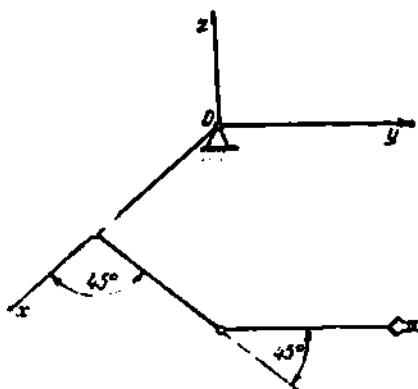
$$\text{Պատ.՝ } X_0 = -\frac{\sqrt{3}}{9}P, \quad Y_0 = P, \quad Z_0 = \frac{2}{3}P, \quad M_x = -\frac{9}{15}Pl,$$

$$M_y = -\frac{\sqrt{3}}{90}Pl, \quad M_z = \frac{1}{36}Pl$$

Ց.43. Ռոբոտ-մանիպուլյատորի քառօղակ մեխանիզմը դասավորված է Oxy հորիզոնական հարթության մեջ: Բոլոր սղուծակները երկարությունները նույնն են և հավասար են l -ի: յուրաքանչյուր օղակի կոնցլի-մը M է: Ճեղքածվածության օբյեկտի զանգվածը $2m$ է:



Ց.42 խնդիրն



Ց.43 խնդիրն

Գտնել ծանրության ուժերի մոմենտները կոորդինատային առանցքների նկատմամբ: Օղակներն ընդունել համասեռ ձողեր:

$$\text{Պատ.՝ } M_x = -4,98 \text{ mg}l, \quad M_y = 6,98 \text{ mg}l, \quad M_z = 0$$

§ 9. ԾԱՆՐԱԹՅԱՆ ԿԼԵՄԵՆՏ

9.1. Որոշել AFB) մի ձողային եզրագծի C ծանրության կենտրոնի դիրքը, որը կազմված է $FD=R$ շառավիղ ունեցող շրջանագծի քառորդ մասի ADB աղեղից և AB լարը որպես տրամագիծ ունեցող AFB կիսաշրջանագծի աղեղից: Ձողերի զծային խտությունները նույնն են:

Պատ.՝ $CF=R(\sqrt{2}-1)+\frac{2R}{\pi}(3-2\sqrt{2})=0,524 R$

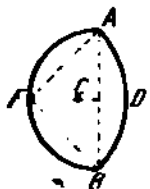
9.2. Որոշել այն մակերեսի C ծանրության կենտրոնի դիրքը, որը սահմանափակված է R շառավիղ ունեցող AOB կիսաշրջանագծով և հավասար երկարության AD և DB երկու հատվածներով, ընդ որում $OD=3R$:

Պատ.՝ $OC=\frac{3\pi+16}{3\pi+12} R=1,19 R$

9.3. Գտնել $AO=30$ սմ շառավիղ ունեցող ADB շրջանային սեգմենտի մակերեսի C ծանրության կենտրոնը, եթե անկյուն $AOB=$

Պատ.՝ $OC=27,7$ սմ

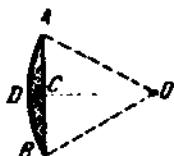
9.4. Որոշել շրջանային ունցք ունեցող համարձակ սկավառակի ծանրության կենտրոնի դիրքը, ենթադրելով սկավառակի շառավիղը — հավասար է r_1 -ի, անցքի շառավիղը հավասար է r_2 -ի և այդ անցքի կենտրոնը սկավառակի կենտրոնից $r_1/2$ հեռավորության վրա գտնվող:



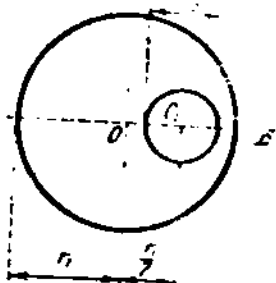
9.1 խնդրին



9.2 խնդրին



9.3 խնդրին



9.4 խնդրին

Պատ.՝ $x_C=-\frac{r_1 r_2^2}{2(r_1^2-r_2^2)}$

9.5. Որոշել նկարում ցույց տրված քառորդ օղակի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները:

Պատ.՝ $x_C=y_C=1,38$ սմ:

9.6. Գտնել նկարում պատկերված պատկերի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները:

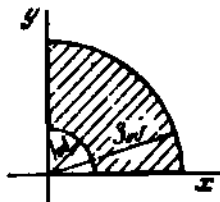
Պատ.՝ $x_C = 0,61$ մ:

9.7. Գտնել նկարում ցույց տրված ամբարտակի լայնական կտրվածքի ծանրության կենտրոնը, ընդունելով, որ բետոնի տեսակարար կշիռը հազասար է 24 կՆ/մ³, իսկ հողապինդինը՝ 18 կՆ/մ³:

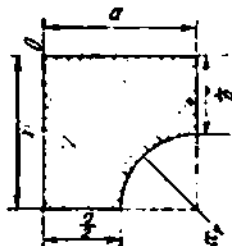
Պատ.՝ $x_C = 8,19$ մ:

$y_C = 1,9$ մ:

9.8. Գտնել ալն անհազասարակող անկյունակի լայնական կտրվածքի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները, որի զարակներն ունեն $OA = a$, $OB = b$ լայնություն և $AC = OB = d$ հաստություն:



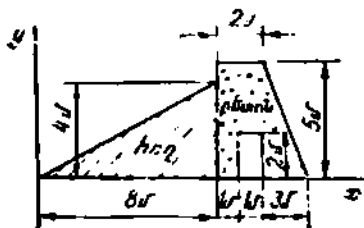
9.5 խնդրին



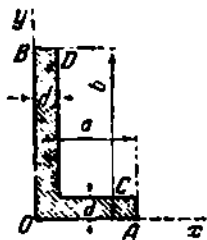
9.6 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{a^2 + bd}{2(a+b-d)}, \quad y = \frac{b^2 + ad - d^2}{2(b+a-d)}$$

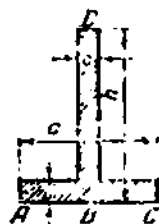
9.9. Գտնել ABCD տափրակին կտրվածքի ծանրության կենտրոնի հեռավորությունը նրա AC կողմից, եթե տափրի բարձրությունը՝



9.7 խնդրին



9.8 խնդրին



9.9 խնդրին

$BD = h$, զարակի լայնությունը՝ $AC = a$, զարակի հաստությունը հազասար է d -ի և պատի հաստությունը հազասար է b -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{ad^2 + bh^2 - bd^2}{2(ad + bh - bd)}$$

9.10. Գտնել երկատվր կտրվածքի ծանրության կենտրոնը, որի չափերը նշված են նկարում:

Պատ.՝ $x_C = 9$ սմ:

9.11 Գտնել նկարում պատկերված համասեռ թիթեղի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները, իմանալով, որ $AB=2$ սմ, $BC=10$ սմ, $AD=3$ սմ, $BC=10$ սմ, $EF=4$ սմ, $ED=2$ սմ:

Պատ.՝ $x=5\frac{10}{13}$ սմ, $y=1\frac{10}{13}$ սմ:

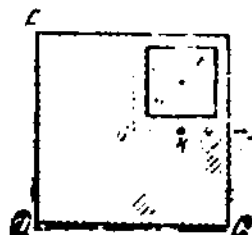
9.12. $AB=2$ մ կողմ ունեցող $AB(CD)$ համասեռ քառակուսի տարաձևում կտրված-հանված, $EF(CD)$ քառակուսի անցք, որի կող-



9.10 խնդրին



9.11 խնդրին



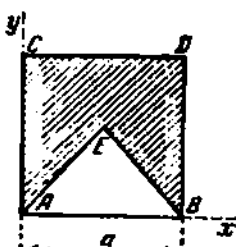
9.12 խնդրին

մերը համապատասխանաբար դուրսհան են $ABCD$ -ի կողմերին և յուրաքանչյուրը հավասար է 0.7 մ-ի: Որոշել տարրական մնացած մասի ծանրության կենտրոնի x և y կոորդինատները, իմանալով, որ $OK=0.5$ մ, որտեղ O -ն և K -ը քառակուսիների կենտրոններն են, OK -ն և K -ը համապատասխանաբար դուրսհան են քառակուսիների կողմերին:

Պատ.՝ $x=y=-0.07$ մ:



9.13 խնդրին



9.14 խնդրին

9.13 $ABCD$ համասեռ ուղղանկյուն O զազաթույ տանել DE ուղիղն աջնայն, որպեսզի այդ ուղիղով հատված ABE անցանը E զազաթից կտրելիս O -ի հավասար AD կողմը լինի հորիզոնական:

Պատ.՝ $BE=0.366$ մ:

9.14. Տված է $ABDC$ քառակուսին, որի կողմը հավասար է a -ի: Նրա ներսում գտնել այնպիսի E կետ, որպեսզի նա լինի ալն մակերեսի ծանրության կենտրոնը, որի կոտակցի, էթի քառակուսուց կտրենք-հանենք AE հավասարաթուն եռանկյունին:

Պատ.՝ $x_E=\frac{a}{2}$, $y_E=0.634$ մ:

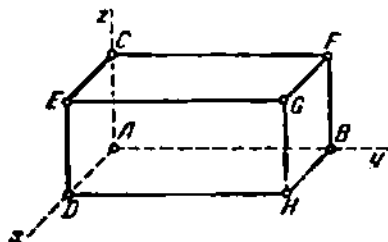
9.15. Չորս մարդ տանում են համասեռ եռանկյուն թիթեղը՝ երկուսը վերցրել են հրկու գազաթներից, մյուսները՝ երրորդ գազաթին կից կողմերից, երրորդ գազաթից ինչ հեռավորության վրա պետք է տեղավորվեն նրանք, որպեսզի չորսից ավելի մեկը պահի թիթեղի լրիվ կշռի քառորդ մասը:

Պատ.՝ Համապատասխան կողմի երկարության $1/3$ -ին հավասար հեռավորության վրա:

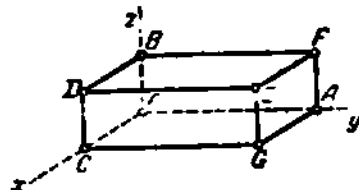
9.16. Որոշել ալն ուղղանկյուն զուգահեռանիստի գազաթներում տեղավորված բեռների համակարգի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները, որի կողմերը համապատասխանաբար հավասար են՝ $AB=20$ սմ, $AC=10$ սմ, $AI=5$ սմ, A, B, C, D, E, F, G, H գազաթներում հղած բեռների կշիռները համապատասխանաբար հավասար են 1 Ն, 2 Ն, 3 Ն, 4 Ն, 5 Ն, 3 Ն, 4 Ն, 3 Ն:

Պատ.՝ $x=3.2$ սմ, $y=9.6$ սմ, $z=6$ սմ:

9.17. Որոշել ալն ուղղանկյուն զուգահեռանիստի եզրագծի ծան-



9.16 խեղդին



9.17 խեղդին

րության կենտրոնի կոորդինատները, որի կողմերը համասեռ չորսուներ են հետևյալ երկարությամբ՝ $OA=0.8$ մ, $OB=0.4$ մ, $OC=0.6$ մ. Չորսուների կշիռները համապատասխանաբար հավասար են՝ OA -ին 250 Ն է, OB -ին, OC -ին և CD -ին՝ 75 -ական Ն, CG -ին՝ 200 Ն, AF -ինը՝ 125 Ն, AG -ին և GF -ին՝ 50 -ական Ն, BD -ին, BF -ին, DE -ին և EF -ինը՝ 25 -ական Ն:

Պատ.՝ $x=0.263$ մ, $y=0.4$ մ, $z=0.105$ մ:

9.18. Գտնել միևնույն կշռով ու երկարությամբ ձողերից կազմված աթոռաձև մարմնի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները: Ձողի երկարությունը հավասար է 44 սմ-ի:

Պատ.՝ $x=-22$ սմ, $y=16$ սմ, $z=0$:

9.19. Գտնել լոթ ձողից կազմված հարթ ֆերմի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները, եթե 1 մ-ի կշիռը բոլոր ձողերի համար նույնն է: Ձողերի երկարությունները նշված են նկարում:

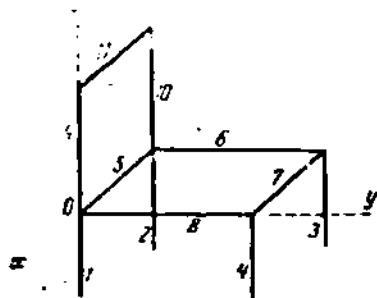
Պատ.՝ $x=1.47$ մ, $y=0.94$ մ:

9.20. Իտնել քառակուսի կտրվածքով բռնակից և ողղանկյուն զոդահեռանիստից կազմված փայտե մուրճի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները:

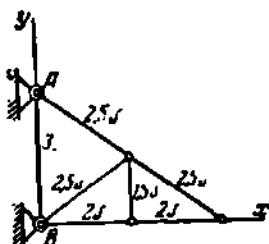
Տված է $a=10$ սմ, $b=8$ սմ, $c=18$ սմ, $d=40$ սմ, $l=3$ մ:

Պատ.՝ $x=0$, $y=8.8$ սմ, $z=0$:

9.21. Թեթև հաժանափի կմախքը կշռում է 18000 կՆ, կմախքի

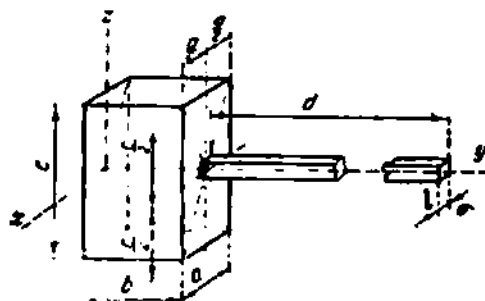


9.18 խնդիրն



9.19 խնդիրն

ժանրոթյան կենտրոնը գտնվում է ողնագիստից ողղաձիգով դեպի վեր $y_1=6$ մ բարենթադրյալ վրա: Զրոյում արձակելուց հետո կմախքի ներսում տեղակայված են



9.20 խնդիրն

զլխավոր մեքենաները և կաթսաները: Գլխավոր մեքենաները կշռում են 4500 կՆ, և նրանց ծանրության կենտրոնի օրդինատը՝ $y_2=3$ մ: Կաթսաների կշիռը հավասար է 5000 կՆ, և նրանց ծանրության կենտրոնի օրդինատը՝ $y_3=4.6$ մ: Որոշել կմախքի, մեքենաների և կաթսաների

ընդհանուր ծանրության կենտրոնի y_C օրդինատը:

Պատ.՝ $y_C=5.28$ մ:

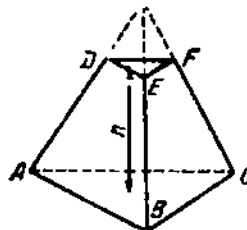
9.22. 45000 կՆ չրատարողությամբ նավի վրա 300 կՆ կշռով բեռը ցրուկային մեկուսամասից 60 մ հեռավորությամբ տեղափոխված է նավախելի մասը: Ինչքանով տեղափոխվեց նավի և բեռի ընդհանուր ծանրության կենտրոնը:

Պատ.՝ 0.4 մ-ով:

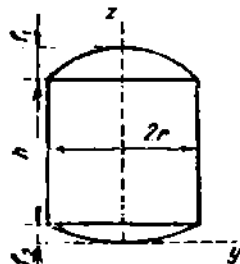
9.23. Հիմքին զուգահեռ հատված համասեռ քառանիստի համար տված են՝ մակերես $ABC=a$, մակերես $DEF=b$, նրանց միջև հեռավորությունը h է: Գտնել տվյալ հատած քառանիստի ծանրության կենտրոնի Z հեռավորությունը ABC հիմքից:

$$\text{Պատ.՝ } z = \frac{h}{4} \frac{a + 2\sqrt{ab} + 3b}{a + \sqrt{ab} + b},$$

9.24. Ստորիցիա խառնաձոր ականի կմախքն ունի ուռուցիկ զնգալին հասակներով գլանի տեսք: Դիմալիքն զրոտ շառավիղը՝ $r=0.4$ մ, նրա բարձրությունը՝ $h=2r$, իսկ զնգալին սիլիկոնի տեսքի բարձրությունները համապատասխանաբար հասկառար են՝ $r_1=0.5$ ռ, $r_2=0.2$ ռ: Գտնել ականի կմախքի մակերևութի ծանրության կենտրոնը:



9.23 խնդրին



9.24 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } x_C=y_C=0, \quad z_C=1,267r=0.507 \text{ մ:}$$

9.25. Գտնել շյանի ալն h սահմանալին բարձրությունը, որի զնպքում նույն խտություն և միենուլն ռ շառավիղ ունեցող գլանից ու կի. ազնդից կազմված մարմինը հալասարակշռության դիլլում կորցնում է կալանությունը, երբ նա կիսազնդի մակերևութով հենվում է ողորկ չորիզոնական հարթության վրա:

Լկմքող: մարմնի ծանրության կենտրոնը պետք է համընկնի կիսազնդի կենտրոնի հետ: Համասեռ կիսազնդի ծանրության կենտրոնի հեռավորությունը նրա հիմքից հալասար է $\frac{3}{8}r$:

$$\text{Պատ.՝ } h = \frac{r}{\sqrt{2}},$$

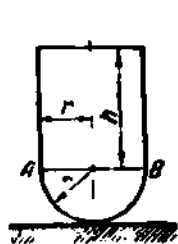
9.26. Գտնել կոնի ալն h սահմանալին բարձրությունը, որի զնպքում նույն խտություն և ռ շառավիղ ունեցող կոնից ու կիսազնդից կազմված մարմինը նախ որք խնդրի պալմաններում հալասարակշռության դիրքում կորցնում է կալանությունը:

$$\text{Պատ.՝ } h=r\sqrt{3}$$

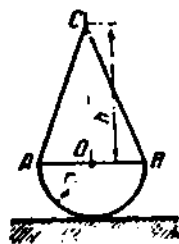
9.27. Բարակ համասեռ թիթեղը ծոլած է երկու հռանկյունների

և քառակուսու տեսքով, ինչպես ցույց է տրված նկարում. OAB առավաստիարարուն եռանկյունը գտնվում է xy հարթության վրա, OCE ուղղանկյուն եռանկյունը՝ yz հարթության վրա (ուղիղ անկյան գագաթը E կետն է), $OBKE$ քառակուսին՝ հորիզոնական հարթության վրա: Որոշել ծավաթ թիթեղի ծանրության կենտրոնի կոորդինատները:

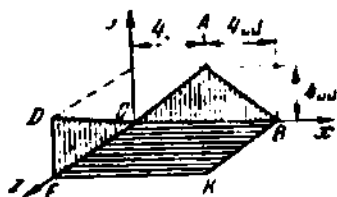
Պատ.՝ $x_C = 3.33$ սմ, $y_C = 0.444$ սմ, $z_C = 3.55$ սմ:



9.25 խնդրին



9.26 խնդրին



9.27 խնդրին

ԴԼԹԵ III

ՆՏՏԻ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱ

§ 10. Կետի հետագիծը և շարժման հավասարումները

10.1. Ըստ կետի շարժման տվյալ հավասարման կամայական ընտրած հետագծի վրա հավասար ժամանակամիջոցներից հետո կառուցել կետի վեց դիրքերը, որոշել հետագծով S հեռավորությունը հաշվման սկզբից մինչև կետի վերջնական դիրքը և նրա առջած օճանապարհը նշած ժամանակամիջոցում (S -ը և օ-ն՝ սանտիմետրերով, Ե-ն՝ վայրկյաններով):

1) $S=5-4t+t^2$, $0 \leq t \leq 5$,

Պատ.՝ $S=10$ սմ, $t=13$ սմ:

2) $S=1+2t-t^2$, $0 \leq t \leq 2,5$,

Պատ.՝ $S=-0,25$ սմ, $t=3,25$ սմ:

3) $S=4\sin t$, $\frac{\pi}{20} \leq t \leq \frac{3\pi}{10}$,

Պատ.՝ $S=0$, $t=20$ սմ:

10.2. Ըստ կետի շարժման տրված հավասարումների գտնել նրա հետագծի հավասարումը կոորդինատային տեսքով և նկարի վրա նշել շարժման ուղղությունը:

1) $x=3t-5$, $y=4-2t$,

Պատ.՝ $2x+3y-2=0$ կիսաաղիղը՝ սկիզբը $x=-5$, $y=4$ կետում:

2) $x=2t$, $y=8t^2$,

Պատ.՝ $y=2x^2$ պարաբոլի աջ ճյուղը՝ $x=0$, $y=0$ սկզբնական կետով:

3) $x=5\sin 10t$, $y=3\cos 10t$,

Պատ.՝ $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{9} = 1$ էլիպսը՝ $x=0$, $y=3$ սկզբնական կետով:

$$4) x=2-3\cos 5t, \quad y=4\sin 5t-1,$$

$$\text{Պատ.՝ } \frac{(x-2)^2}{9} + \frac{(y+1)^2}{16} = 1 \text{ էլիպսը՝ } x=-1, \quad y=-1 \text{ սկզբը}$$

նախան կետով:

$$5) x=\operatorname{ch} t = \frac{1}{2}(e^t + e^{-t}), \quad y=\operatorname{sh} t = \frac{1}{2}(e^t - e^{-t}),$$

Պատ.՝ $x^2 - y^2 = 1$ հիպերբոլի աջ ճյուղի վերին մասը՝ $x=1$, $y=0$ սկզբնական կետով:

10.3. Կառուցել կետի հետադիժը, որի շառավիղ-վեկտորը փոփոխվում է համաձայն հետևյալ օրենքի ($\vec{r}_0$ -ն և $\vec{e}$ -ն տրված հաստատուն վեկտորներ են, $\vec{i}$ -ն և $\vec{j}$ -ն՝ կոորդինատային օրտերք)։

$$1) \vec{r} = \vec{r}_0 + t \cdot \vec{e},$$

Պատ.՝ Կիսաուղիղ, որն անցնում է $M_0(\vec{r}_0)$ սկզբնական կետով՝ e վեկտորին զուգահեռ:

$$2) \vec{r} = \vec{r}_0 + \cos t \cdot \vec{e},$$

Պատ.՝ $M(\vec{r}_0)$ կետով անցնող և $\vec{e}$ վեկտորին զուգահեռ ուղիղ գծի M_0M_1 համալսժը: Սկզբնական կետը $M_0(\vec{r}_0 + \vec{e})$ -ն է: Երկրորդ եզրային կետը $M_1(\vec{r}_0 - \vec{e})$ -ն է: Երբ $t \rightarrow \infty$ շառավիղ-վեկտորի նշանի փոփոխումը անցնում է հետագծի յուրաքանչյուր կետով:

$$3) \vec{r} = a \cos \frac{\pi}{1+t^2} \vec{i} + b \sin \frac{\pi}{1+t^2} \vec{j}$$

Պատ.՝ $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ էլիպսի վերին մասի հատվածը: Կետը՝ շարժումն սկսում է էլիպսի ձախ զագաթից, մոնոտոն մոտենալով նրա աջ զագաթին:

10.4. Ըստ կետի շարժման տրված հավասարումների գտնել նրա հետագծի հավասարումը, ինչպես նաև ցույց տալ կետի շարժման օրենքը հետագծով՝ հեռավորությունը հաշվելով կետի սկզբնական դիրքից:

$$1) x=3t^2, \quad y=4t^2,$$

$$\text{Պատ.՝ } 4x-3y=0 \text{ կիսաուղիղը, } s=5t^2,$$

$$2) x=3\sin t, \quad y=3\cos t,$$

$$\text{Պատ.՝ } x^2+y^2=9 \text{ շրջանագիծը, } s=3t,$$

$$3) x = a \cos^2 t, \quad y = a \sin^2 t,$$

Պատ.՝ $x + y - a = 0$ ուղղի հատված, բնդ որում $0 \leq x < a, y = a - x$ $2 \sin^2 t$,

$$4) a = 5 \cos 5t^2, \quad y = 5 \sin 5t^2,$$

Պատ.՝ $x^2 + y^2 = 25$ շրջանագիծը, $s = 25t^2$,

10.5. Կամրջալին ամբարձիչը արհեստանոցի երկայնքով շարժվում է համաձայն $x = 1$ հաճախարման. ամբարձիչի վրայով լայնահան ուղղությամբ գլորվում է սալակը համաձայն $y = 1.5$ (հաճախարման (x -ը և y -ը՝ մետրերով, t -ն՝ վայրկյաններով)։ Շղթան կարճանում է $v = 0.5$ մ վ արագությամբ։ Որոշել բեռի ծանրության կենտրոնի հետագիծը։ Սկզբնական դիրքում բեռի ծանրության կենտրոնը գտնվել է Oxy հորիզոնական հարթության մեջ։ Օշ առանցքը ուղղահայ ուղղված է զեպի վեր։

Պատ.՝ Հետագիծը ուղիղ է՝ $y = 1.5 x, z = 0.5 x$,

10.6. Լիսսաժուի պատկերը գծող կետի շարժումը տրվում է $x = 3 \sin t, y = 2 \cos 2t$ հաճախարմաներով (t -ն՝ վայրկյաններով)։ Կետն էլ հետագծի հաճախարմամբ, գծել այն և ցույց տալ կետի շարժման ուղղությունը ժամանակի տարբեր պահերին։ Նշել նաև շարժումն սկսելուց հետո ժամանակի այն ամենամաս t_1 պահը, երբ հետագիծը հատում է Ox առանցքը։

Պատ.՝ $4x^2 + 9y^2 = 18$ պարաբոլի այն մասը, որի երկայնքով $x \leq 3, |y| \leq 2, t_1 = \frac{\pi}{4}$ Գ:

10.7. Կոորդինատային առանցքների համապատասխան բնորոշության զեպքում էլիկտրոնի շարժման հաճախարմաները հաստատուն մագնիսական դաշտում որոշվում են $x = a \sin kt, y = a \cos kt, z = vt$ հաճախարմուններով, որտեղ a -ն, k -ն և v -ն ինչ-որ հաստատուններ են՝ կախված մագնիսական դաշտի լարվածությունից, էլիկտրոնի զանգվածից, իրացից և արագությունից։ Որոշել էլիկտրոնի հետագիծը և նրա շարժման օրենքը այդ հետագծով։

Պատ.՝ էլիկտրոնը շարժվում է պտտական շարժումով։ Սկզբնական կետն է $x = 0, y = a, z = 0$, պտտականի քայլը՝ $h = \frac{2\pi}{k} v$ ։ Պտտականի Գծով էլիկտրոնի շարժման օրենքն է $s = \sqrt{a^2 k^2 + v^2} t$,

10.8. Կետի ներդաշնակ տատանումները որոշվում են $x = a \sin(kt + \varepsilon)$ որինքով, որտեղ $a > 0$ տատանումների լայնությունն է, $k > 0$ տատանումների շրջանային հաճախությունն է, ε -ը $(-\pi \leq \varepsilon \leq \pi)$ սկզբնական փուլը։

Որոշել տատանումների x_0 կետերը, լայնությունը, շրջանային հաճախությունը, T պարբերությունը, տատանումների (հաճախությունը) հերթերով և սկզբնական փուլը ըստ շարժման հետևյալ հավասարումների (X -ը սանտիմետրերով, t -ն՝ վայրկյաններով):

Շարժման հավասարումները	Պատասխան					
	x_0	սմ	k	ռադ/վ	T , վ	f , Հց
1. $x = -7 \cos 12t$	0	7	12	$\pi/6$	6 π	$\pi/2$
2. $x = 4 \sin(\pi t/20) - 3 \cos(\pi t/20)$	0	5	$\pi/20$	40	0.025	$-\pi \operatorname{ctg}(3/4)$
3. $x = 2 - 4 \sin 140t$	2	4	140	$\pi/70$	70 π	π
4. $x = 6 \sin^2 18t$	3	3	36	$\pi/18$	18 π	$-\pi/2$
5. $x = 1 - 4 \cos^2(\pi/60)t$	-1	2	$\pi/30$	60	1/60	$\pi/2$

10.9. Լեռնագետն ճոպանի վրա բարձրացված քեռը տատանվում է համաձայն $x = a \sin\left(kt + \frac{3\pi}{2}\right)$ հավասարման, որտեղ a -ն սանտիմետրերով է, k -ն՝ ռադ/վ է: Որոշել քեռի տատանումների լայնությունը և շրջանային հաճախությունը, եթե տատանումների պարբերությունը հավասար է 0,4 վ և սկզբնական պահին $x_0 = -4$ սմ: Կատարել նաև հեռավորությունների կորը:

Պատ.՝ $a = 4$ սմ, $k = 5\pi$ ռադ/վ:

10.10. Որոշել այն կետի հետագիծը, որը միաժամանակ շարժվում է հավասար հաճախությամբ, բայց տարբեր լայնությունով ու փուլով երկու ներդաշնակ տատանումներ, եթե տատանումները տեղի են ունենում երկու փոխուղղահայաց առանցքներով՝ $x = a \sin(kt + \alpha)$, $y = b \sin(kt + \beta)$:

Պատ.՝ էլիպս՝ $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos(\alpha - \beta) = \sin^2(\alpha - \beta)$:

10.11. Կտնելի կետի շարժման հետագծի հավասարումը, որն ստացվում է տարբեր հաճախությամբ երկու փոխուղղահայաց տատանումների գումարման դեպքում:

1) $x = a \sin 2\omega t$, $y = b \sin \omega t$;

2) $x = a \cos 2\omega t$, $y = a \cos \omega t$:

Պատ.՝ 1) $x^2 + 4y^2 = 4y^2(a^2 - b^2)$;

2) $2y^2 - ax - a^2 = 0$, բնդ որում $|x| \leq a$, $|y| \leq a$:

10.12. ՕՆ շուռագիկը պտտվում է $\omega=10$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Երկարությունն $OA=AB=60$ սմ: Գտնել շարժախժեի միջնակետի շարժման հաճախարումները և հետադիմը, ինչպես նաև B սողնակի շարժման հաճախարումը, եթե սկզբնական պահին սողնակը գտնվել է աջ ելքային դիրքում: Կոորդինատային առանցքները ցույց են տված նկարում:

Պատ.՝ 1) $x_A=120 \cos 10t$, $y_A=40 \sin 10t$

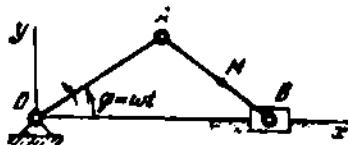
2) M կետի հետադիմը էլիպս է՝

$$\frac{x^2}{120^2} + \frac{y^2}{40^2} = 1.$$

3) B սողնակի շարժման հաճախարումն է

$$x=160 \cos 10t$$

10.13. Որոշել ավտոմեքենայի $R=1$ մ շառավղ ունեցող անիվի շրջանակի կետի շարժման հաճախարումները և հետադիմը, եթե ավտոմեքենան շարժվում է ողղագիծ ճանապարհով 20 մ/վ հաստատուն արագությամբ: ԼՆ-դռնել, որ անիվը պտտվում է առանց սահելի: Որպես կոորդինատների սկզբնակետ վերցնել կետի սկզբնական դիրքը ճանապարհի վրա, որն ընդունված է որպես OX առանցք:



10.12 խնդիր

Պատ.՝ Ցիկլոիդ՝ $x=20t - \sin 20t$, $y=1 - \cos 20t$

10.14. Տված են արկի շարժման հաճախարումները՝

$$x=v_0 \cos \alpha \cdot t, \quad y=v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

որտեղ v_0 -ն արկի սկզբնական արագությունն է, α -ն՝ $\vec{v}_0$ -ի և x հորիզոնական առանցքի միջև եղած անկյունը, g -ն՝ ծանրության ուժի արագացումը: Որոշել արկի շարժման հետադիմը, նրա թռիչքի H բարձրությունը, L հեռավորությունը և T ժամանակը:

Պատ.՝ Հետադիմը պարաբոլ է՝ $y=1gx \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2$; $H = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$, $L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$, $T = 2 \frac{v_0}{g} \sin \alpha$.

10.15. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել, թե ինչպիսի՞ x նեղաման անկյան դեպքում թռիչքի L հեռավորությունը կլինի առավելա-

գումը: Իսկ θ թիշքի համապատասխան բարձրությունն ու ժամանակը:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha=45^\circ, \quad l_{\text{max}}=\frac{v_0^2}{g}, \quad H=\frac{v_0^2}{4g}, \quad T=\sqrt{2}\frac{v_0}{g},$$

10.16. 10.14. Խնդրի պայմաններում որոշել նետման ալն a անկյունը, որի դեպքում արկն ընկնում է x և y կոորդինատներ ունեցող A կետում:

$$\text{Պատ.՝ } \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0^2 \pm \sqrt{v_0^4 - 2v_0^2 g y - g^2 x^2}}{g x},$$

10.17. Որոշել անվտանգության պարաբոլը (այդ պարաբոլից դուրս գտնվող բոլոր կետերը սվյալ v_0 սկզբնական արագության և ցանկացած a նետման անկյան դեպքում չեն կարող հասնել լինել արկի կողմից):

$$\text{Պատ.՝ } y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2v_0^2} x^2,$$

10.18. Կետը շարժվում է պտտական շարժումով՝

$$x = a \cos kt, \quad y = a \sin kt, \quad z = vt,$$

Որոշել կետի շարժման համասարումները զրանային կոորդինատներով:

$$\text{Պատ.՝ } r=a, \quad \varphi=kt, \quad z=vt,$$

10.19. Տված են կետի շարժման համասարումները՝

$$x = 2a \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y = a \sin kt,$$

որտեղ a -ն և k -ն դրական հաստատուններ են: Որոշել հետագծի և կետի շարժման որոշ ճիշդ այդ հետագծով՝ հեռավորությունը հաշվելով կետի սկզբնական դիրքից:

$$\text{Պատ.՝ } \text{հեռավորություն} (x-a)^2 + y^2 = a^2, \quad s = a kt,$$

10.20. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել կետի շարժման համասարումները բևեռային կոորդինատներով:

$$\text{Պատ.՝ } r = 2a \cos \frac{kt}{2}, \quad \varphi = \frac{kt}{2},$$

10.21. Հստ գծկարտյան կոորդինատներով կետի շարժման արված

$$x = R \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y = \frac{R}{2} \sin kt, \quad z = R \sin \frac{kt}{2}$$

համասարամասնի կտեսիլ նրա հետագիծը և շարժման համասարամասն-
 րը սֆերիկ կոորդինատներով:

Պատ.՝ $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ սֆերային և $\left(x - \frac{R}{4}\right)^2 + y^2 = \frac{R^2}{4}$ գլանի

հատման գիծը, Շարժման համասարամասնը սֆերիկ կոորդինատներով՝

$$r=R, \quad \varphi=kt/2, \quad t=\frac{kt}{2},$$

10.22. Կետը միութամանակ մասնակցում է երկու փոխադաշա-
 լաց մարտկ տատանումների, որոնց համասարամասնին ունեն

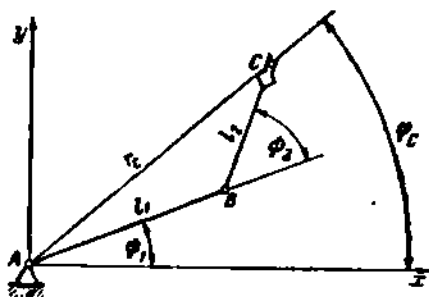
$$x=Ae^{-ht}\cos(kt+\varepsilon), \quad y=Ae^{-ht}\sin(kt+\varepsilon)$$

տեսքը, որտեղ $A>0$, $h>0$, $k>0$ և ε -ը որոշ հաստատուններ են,
 Որոշել շարժման համասարամասնը քննության կոորդինատներով և
 գտնել կետի հետագիծը:

Պատ.՝ $r=Ae^{-ht}$, $\varphi=kt+\varepsilon$, հետագիծը լոգարիթմական պարա-
 բոլի է՝ $r=Ae^{-\frac{h}{b}(\varphi-\varepsilon)}$,

10.23. Ձեռնածուխ հարթ մեխանիզմը բեռը մի գիրքից տեղա-
 փոխում է մյուսը մի հետագիծով, որը որոշվում է հանկի կենտրոնի
 $r_1=r_1(t)$, $\varphi_1=\varphi_1(t)$ քննության

կոորդինատներով: Գտնել՝ 1) ω_1 և ψ_1 անկյունների փոփոխման
 օրենքները, որոնք աշխատա-
 դրում են տրված ծրագրի կատա-
 րումն ապահովող համապատաս-
 խան շարժարանների կողմից,
 2) այդ անկյունների փոփոխման
 օրենքները, եթե բոլոր տեղա-
 փոխվում է y առանցքին զուգա-
 հեռ և նրանց a հեռավորության
 վրա գտնվող ուղիղով ըստ $v=$
 $=v(t)$ օրենքի, որտեղ S -ը l մասնակի սկզած ֆունկցիա է:



10.23 խորհրդ

Պատ.՝ 1) $\psi_1=\varphi_1(t) \mp \arccos \frac{r_1^2(t)+l_1^2-l_2^2}{2l_1r_1(t)}$,

$$\psi_2=\pm \arccos \frac{r_1^2(t)-l_1^2-l_2^2}{2l_1l_2};$$

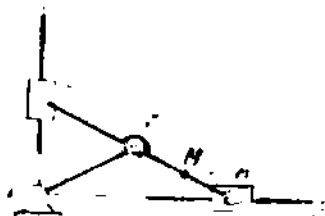
$$z, \quad \varphi_1 = \arctg \frac{s(t)}{a} - \arccos \frac{a^2 + s^2(t) + l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2},$$

$$\varphi_2 = - \arccos \frac{a^2 + s^2(t) - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2},$$

§ 11. Կետի արագությունը

11.1. Կետը կատարում է ներգաճնակ տատանումներ $x=a \sin kt$ սրինքով: Որոշել տատանումների a լայնությունը և k շրջանային հաճախությունը, եթե $x=x_1$ զեպքում արագությունը՝ $v=v_1$, իսկ $x=x_2$ զեպքում արագությունը՝ $v=v_2$:

$$\text{Պատ.՝ } a = \sqrt{\frac{v_1^2 x_2^2 - v_2^2 x_1^2}{v_1^2 - v_2^2}}, \quad k = \sqrt{\frac{v_1^2 - v_2^2}{x_2^2 - x_1^2}},$$



11.2 խնդիր

11.2. Էլիպսոցրաֆի քանոնի երկարությունը՝ $AB=40$ սմ, շուռտվիկի երկարությունը՝ $OC=20$ սմ, $AC=CB$, շուռտվիկը օձակյունային արագությամբ հաճախարարում պտտվում է ω ասանդրի շուրջը Գտնել A ծալից $AM=10$ սմ հեռավորության վրա գտնվող քանոնի M կետի հետագծի և արագության հոդոցրաֆի հաճախարումները:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{x^2}{(40)^2} + \frac{y^2}{100} = 1;$$

$$\frac{x_1}{900\omega^2} + \frac{y_1}{100\omega^2} = 1;$$

11.3. Կետը զծում է Լիսսաժուի պատկերը համաձայն

$$x=2 \cos t, \quad y=4 \cos 2t$$

հաճախարումների (x -ը, y -ը՝ ասանդիմետրերով, t -ն՝ վայրկյաններով): Որոշել կետի արագության մեծությունը և ուղղությունը, երբ նա գտնվում է Oy առանցքի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } 1) v=2 \text{ սմ/վ, } \cos(v, x)=-1, \quad 2) v=2 \text{ սմ/վ, } \cos(v, x)=1;$$

11.4. Օձ շուռտվիկը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Գտնել շուռտվիկ-սողնակային մեխանիզմի շարժաթևի

միջնակետի արագությունը և λ սողնակի արագությունը ժամանակից կախված, եթե $(\lambda) \lambda = \lambda_0 = a$ (տես 10 12 խնդրի նկարը):

$$\text{Պատ.՝ } 1) \lambda_0 = \frac{a}{2} \text{ օ } \pm \sqrt{8 \sin^2 \omega t + 1}; \quad 2) v_0 = 2a \sin \omega t$$

11.5. Կետի շարժումը տրված է

$$x = v_0 t \cos \alpha_0, \quad y = v_0 t \sin \alpha_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

Հալաասարումներով. բնդ որում $(\lambda) x$ առանցքը հորիզոնական է. Oy առանցքը ողողածիղով ողողված է ղեպի վեր, v_0 -ն, g -ն և $\alpha_0 < \pi/2$ հաստատուն մեծություններ են: Փանել՝ 1) կետի հետագիծը, 2) նրա ամենաբարձր դիրքի կոորդինատները, 3) արագության պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա այն պահին, երբ կետը զրանրվում է $(\lambda) x$ առանցքի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \text{ Կարարել՝ } y = x \tan \alpha_0 - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} x^2;$$

$$2) x = \frac{v_0^2}{2g} \sin 2\alpha_0, \quad y = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha_0;$$

$$3) v_x = v_0 \cos \alpha_0, \quad v_y = \pm v_0 \sin \alpha_0:$$

Ընդ որում վերին նշանը համապատասխանում է ժամանակի սկզբնական պահին, իսկ ներքևին՝

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha_0}{g}$$

պահին:

11.6. Կետի շարժումը տրված է այն նույն հալաասարումներով, ինչ որ նախորդ խնդրում, բնդ որում $v_0 = 20$ մ/վ, $\alpha_0 = 60^\circ$, $g = 9.81$ մ/վ²: Փանել, թե (==) պահին ինչպիսի v_1 արագությամբ պետք է կոորդինատների սկզբնականից դուրս գա երկրորդ կետը, որպեսզի, հալաասարաչափ շարժվելով $(\lambda) x$ առանցքով, այն հանդիպի երկրորդ կետին, և որոշել միևնույն անդիպման կետը եղած x_1 հեռավորությունը:

$$\text{Պատ.՝ } v_1 = 10 \text{ մ/վ, } x_1 = 35.3 \text{ մ:}$$

11.7. Որոշել գառիվալը ալի երեք կետերի h_1 , h_2 և h_3 բարձրությունները ջրի մակերևույթից, եթե հայտնի է, որ այդ կետերից 50, 75 և 100 մ/վ հորիզոնական արագություններով միաժամանակ արձակված երեք գնդակներ միաժամանակ էլ բնկան ջրի մեջ, բնդ որում առաջին գնդակի անկման կետի հեռավորությունը ալից հալա-

սար է 100 մ-ի, նկատի առնել միայն ծանրության ուժի արագացումը՝ $g=9.81$ մ/վ²: Որոշել նաև զնդակների թողչի T տեղությունը և նրանց v_1 , v_2 , v_3 արագությունները անկման պահին:

Պատ.՝ $v_1=53.71$ մ/վ, $v_2=77.52$ մ/վ, $v_3=101.95$ մ/վ, $h_1=h_2=h_3=19.62$ մ, $T=2$ վ:

11.8. Հրանոթից, որի առանցքը հորիզոնի հետ կազմում է 30° -ի անկյուն, արձակված է 500 մ/վ արագությամբ արկը: Ընթացելով, որ արկն ունի միայն ծանրության ուժի $g=9.81$ մ/վ² արագացում, գտնել արկի արագության հոդոգրաֆը և հոդոգրաֆը զծող կետի արագությունը:

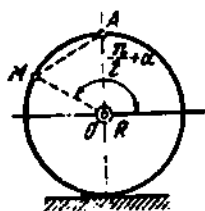
Պատ.՝ Հոդոգրաֆը կոորդինատների սկզբնակետից 432 մ հեռավորության վրա գտնվող ուղղաձիգ ուղիղ է; $v_1=9.81$ մ/վ:

11.9. Որոշել էլեկտրաքարչի $R=1$ մ շառավիղ ունեցող անիվի այն կետի շարժման հավասարումները և հետադիժը, որը առանցքից գտնվում է $R=0, 5$ մ հեռավորության վրա, եթե անիվն առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական ուղղաձիգ ճանապարհամասով, անիվի առանցքի արագությունը՝ $v=1$ մ/վ: ՕՃ առանցքը համընկնում է OB -ի հետ, OY առանցքը՝ կետի սկզբնական ջածրապտյուն դիրքում նրա շառավղի հետ: Որոշել նաև այդ կետի արագությունը ժամանակի այն պահերին, երբ անիվի այն տրամագիծը, որի վրա գտնվում է նա, զրավում է հորիզոնական և ուղղաձիգ դիրքեր:

Պատ.՝ Կարճացված ցիկլոիդ՝ $x=10t-0.5\sin 10t$, $y=1-0.5\cos 10t$: Արագությունը՝ 1) 11 մ/վ, 18 մ/վ, 2) 5 մ/վ, 15 մ/վ:

11.10. Էլեկտրաքարչի արագությունն է $v_0=72$ կմ/ժ, նրա անիվի շառավիղն է $R=1$ մ, անիվն առանց սահքի գլորվում է ուղղաձիգ ուղիղով:

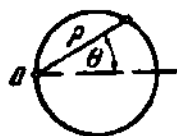
1) Որոշել անիվի շրջանակի վրա գտնվող M կետի v արագության մեծությունն ու ուղղությունը այն պահին, երբ M կետի շառավիղը $\vec{v}_0$ արագության ուղղության հետ կազմում է $\pi/2+\alpha$ անկյուն:



2) Կառուցել M կետի արագության հոդոգրաֆը և որոշել հոդոգրաֆը զծող կետի v_1 արագությունը:

Պատ.՝ 1) Արագությունը՝ $v=40\cos\frac{\pi}{2}$ մ/վ

և ուղղված է MA ուղղով, 2) Շրջանագիծ՝ $\rho=2v_0\cos\alpha$, որտեղ $\alpha=\pi/2$, շառավիղ $t=t_0$ (առաջին պահից), $v_1=v_0^2/R=400$ մ/վ²:



11.10 խնդիր

11.11. Որոշել վազոնի $R=0, 5$ մ շառավիղ

ունեցող անիվի ալն λ կետի շարժման հավասարումները և հետադի-
 ժր. որը առանցքից զտնվում է $a=0,6$ մ հեռավորության վրա և
 սկզբնական պահին ռելսից ելն է $0,1$ մ ներքև, եթե վազողը շարժ-
 վում է ուղղադիրժ եանապարհով $v=10$ մ/վ արագությամբ: Իտնեյ
 նուև ժամանակի ալն պահերը, երբ ալը կետը կանցնի իր ստորին և
 վերին դիրքերը, և ժամանակի ալը պահերին նրա արագության պրո-
 լեկցիաները (x), (y) առանցքների վրա: (x) առանցքը համընկնում է
 ռելսի հետ, Oy առանցքն անցնում է կետի սկզբնական ստորին դիրքով:
 Պատ.՝ Երկրաքված ցիկլոիդ՝

$$x=10t-0.6 \sin 20 t; \quad y=0.5-0.6 \cos 20 t.$$

$t=\frac{\pi k}{10}$ վ դեպքում կետի ստորին դիրքն է, $v_x=-2$ մ/վ, $v_y=0$; $t=$
 $=\frac{\pi}{20} \cdot (1+2k)$ դեպքում կետի վերին դիրքն է, $v_x=22$ մ/վ, $v_y=0$.
 որտեղ $k=0, 1, 2, 3 \dots$

11.12. Կետը միաժամանակ մասնակցում է երկու փոխուղղահա-
 լաց մարդդ տատանումների համաձայն

$$x=Ae^{-ht} \cos(kt+\varepsilon), \quad y=Ae^{-ht} \sin(kt+\varepsilon)$$

հավասարումների: Որոշել կետի արագության պրոլեկցիաները դե-
 կարտյան և բևեռային կոորդինատային առանցքների վրա և զտնել
 կետի արագության մեծությունը:

Պատ.՝ 1) $v_x = -Ae^{-ht} [h \cos(kt+\varepsilon) + k \sin(kt+\varepsilon)],$

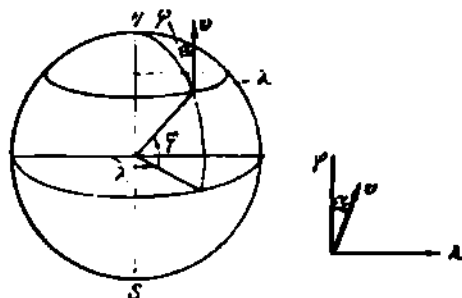
$$v_y = -Ae^{-ht} [h \sin(kt+\varepsilon) - k \cos(kt+\varepsilon)];$$

2) $v_r = Ahe^{-ht}, \quad v_\varphi = Ake^{-ht};$

3) $v = A \sqrt{h^2 + k^2} e^{-ht} = \sqrt{h^2 + k^2} r,$

11.13. Ինչպիսի՞ կոր գծի աշխարհագրական միջօրեականի նկատ-
 մամբ և հաստատուն ընթացքի
 անկյան տակ զնացող նավը:
 Նավն ընդունել երկրագնդի մա-
 կերեսի թուղ շարժվող կետ:

Պատ.՝ $\operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) =$
 $= \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right) e^{(\lambda - \lambda_0) \operatorname{ctg} \varphi_0},$ որ-
 տեղ φ -ն նավի ընթացիկ դիրքի



11.13 խնդրին

լայնությունն է. իսկ t -ն՝ երկայնությունը (այդ կերպ կոչվում է լորսոդրոմ):

Ցուցում: Օգտվել r , φ և φ սֆերիկ կոորդինատներից:

11.14. M կետի շարժման համասարտմաները կոորդինատների գլխաին համակարգում տանել

$$r=a, \quad \varphi=kt, \quad z=vt$$

տեսքը (տես 10.8 ինդիքը): Դտանել M կետի արագություն պրոյեկցիաները այդ համակարգի առանցքների վրա, արագության հոդոգրաֆը գծող M_1 կետի շարժման համասարտմաները և նրա արագություն պրոյեկցիաները:

Պատ.՝ 1) $v_r=0$, $v_\varphi=ak$, $v_z=v$,

$$2) r_1=ak, \quad \varphi_1=\frac{\pi}{2}+kt, \quad z_1=vt,$$

$$3) v_{r_1}=0, \quad v_{\varphi_1}=ak^2, \quad v_{z_1}=0,$$

11.15. M կետը շարժվում է շրջանագծով համաձայն

$$r=2a \cos \frac{kt}{2}, \quad \varphi=\frac{kt}{2}$$

համասարտմաների (r -ը, φ -ն քեևոտյին կոորդինատներն են): Դտանել M կետի արագության պրոյեկցիաները կոորդինատների քեևոտյին համակարգի առանցքների վրա, արագության հոդոգրաֆը գծող M_1 կետի շարժման համասարտմաները և նրա արագության պրոյեկցիաները:

$$\text{Պատ.՝ } 1) v_r=-ak \sin \frac{kt}{2}; \quad v_\varphi=ak \cos \frac{kt}{2};$$

$$2) r_1=2ak, \quad \varphi_1=\frac{\pi}{2}+kt;$$

$$3) v_{r_1}=0, \quad v_{\varphi_1}=ak^2,$$

11.16. Կեանը շարժվում է սֆերայի և գլանի հատման գծով համաձայն

$$r=R, \quad \varphi=\frac{kt}{2}, \quad \theta=\frac{kt}{2}$$

համասարտմաների (r -ը, φ -ն, θ -ն սֆերիկ կոորդինատներն են, տես 10.21 ինդիքը): Դտանել կետի արագության մեծությունը և պրոյեկցիաները սֆերիկ կոորդինատային առանցքների վրա:

$$\text{Պատ.՝ } v_r=0, \quad v_\varphi=\frac{Rk}{2} \cos \frac{kt}{2}, \quad v_\theta=\frac{Rk}{2},$$

$$v = \frac{Rk}{2} \sqrt{1 + \cos^2 \frac{k l}{2}}$$

11.17. Գտնել (r , φ) բևեռային կոորդինատներով ալն կորի հաստատումը, որը ղնում է անշարժ կետի նկատմամբ a հաստատուն պնկնդի անկյուն (արագության ուղղության և ղեպի կետը պնացող ուղղության միջև եղած անկյունը) կազմող նալը, և թե տված է՝ a -ն և r . ($=r_0$ նալն ընդունել հարթության վրա շարժվող կետ և որպես բևեռ վերցնել ալղ հարթության կամայական անշարժ կետը՝ ձևապոտել $\alpha=0$, $\pi/2$ և π մասնավոր ղեպերը)

Պատ.՝ Լոգարիթմական պարուրաղիծ՝ $r=r_0 e^{-\varphi \cot \alpha}$, $\alpha=\pi/2$ ղեպըում շրջանաղիծ՝ $r=r_0$, $\alpha=0$ կամ $\alpha=\pi$ ղեպըում ուղիղ:

§ 12. Կետի արագացումը

12.1. Գնացըը շարժվում է 72 կմ/ժ արագությամբ. արպեյակելիս նա ստանում է 0.4 մ/զ²-ան հսվասար գանղաղում: Գտնել, թե ղընացըի կալարան ժամանկուղ որքան ժամանակ տոաղ և նրանիղ ինչպիսի հեռավորության վրա պետղ է սկսել արղեյակումը:

Պատ.՝ 50 վ, 500 մ:

12.2. Յցահար մուրնը, հարվածելով ցղին, ալնուհետև նրա հետ միասին 0.02 վ-ի ընթացըում շարժվում է մինչև կանղ աունելը: Ընղ որում ցղիղ խրվում է ղետնի մեղ 5 սմ-ով: Որողել ցղի շարժման սկղբնական արագությունը՝ շարժումն ընդունելով հսվասարաղափ ղանղաղող:

Պատ.՝ 6 մ/վ:

12.3. Ջրի կաթիլները ղուրա են հոսում ուղղածիղ փողիկի անցղիղ մեկը մլուսիղ 0.1 վ հետև և ընկնում են 9.81 մ/զ² արագաղումով: Որողել աոաղին և երկրորղ կաթիլների միջև եղած հեռավորությունը՝ աոաղին կաթիլի արտահոսելու պահիղ 1 վ հետև:

Պատ.՝ 0.932 մ:

12.4. Ընղունելով ինղնաթիոթի վալրէղղի արագությունը 400 կմ/ժ, որողել նրա գանղաղումը ($l=120$) մ-ի վրա վալրէղղի ղեպըում, ընղունելով, որ գանղաղումը հաստատուն է:

Պատ.՝ $w=5.15$ մ/զ²:

12.5. Յցահար մուրնն ընկնում է 2.5 մ բարձրությունիղ, իսկ ալղ նուլն բարձրության վրա ալն բարձրացնելու համար պահանղվում է երեղ անղամ սվելի ժամանակ, քան անկման վրա: Քանի՞ հարված է կատարում նա մեկ րոպեում, և թե ընղունենը, որ ցցահար մուրնի աղատ անկումը կատարվում է 9.81 մ/զ² արագացումով:

Պատ.՝ 21 հարված:

12.6. Սողնակի շարժում է ուղղագիծ ուղղորդով $w_1 = -\pi^2 \sin \frac{\pi}{2} (t - t_0)$ արագացումով: Իսկ սողնակի շարժման հաճախությունը, եթե նրա սկզբնական արագությունը $v_0 = 2\pi$ մ/վ, իսկ սկզբնական դիրքը համընկնում է սողնակի միջին դիրքի հետ, որն ընդամենը է որպես կոորդինատների սկզբնական կետից հեռավորությունների, արագությունների և արագացումների կորեքը:

$$\text{Պատ.՝ } x = 4 \sin \frac{\pi t}{2} \text{ մ,}$$

12.7. Գնացքը, տեղնալով 54 կմ, արագություն, սռաջին 30 վ-ում անցավ 6000 մ: Գնացքի շարժումն ընդունելով հավասարաչափ փոփոխական, որոշել նրա արագությունը և արագացումը 30-րդ վայրկյանի վերջում, եթե գնացքի շարժումը շարժումը տեղի է ունենում $R=1$ կմ շառավղով կորություն վրա:

$$\text{Պատ.՝ } v = 25 \text{ մ/վ, } w = 0,703 \text{ մ/վ}^2,$$

12.8. Կայարանի մեկնելիս գնացքի արագությունը աճում է հավասարաչափ և մեկնումից 3 րոպե հետո հասնում է 72 կմ/ժ մեծության, ճանապարհն ընկած է 800 մ շառավղով կորացման վրա: Որոշել գնացքի շոշափող, նորմալ և լրիվ արագացումները կայարանից նրա մեկնելու պահից 2 րոպե հետո:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{1}{9} \text{ մ/վ}^2, \quad w_n = \frac{2}{9} \text{ մ/վ}^2, \quad w = 0.25 \text{ մ/վ}^2,$$

12.9. Գնացքը շարժվում է հավասարաչափ $R=800$ մ շառավղի ունեցող շրջանագծի աղեղով և անցնում է $s=800$ մ ճանապարհ, ունենալով $v_0=51$ կմ/ժ սկզբնական և $v=18$ կմ/ժ վերջնական արագություններ: Որոշել գնացքի լրիվ արագացումը աղեղի սկզբում և վերջում, ինչպես նաև այդ աղեղով շարժման ժամանակը:

$$\text{Պատ.՝ } w_0 = 0.308 \text{ մ/վ}^2, \quad w = 0,129 \text{ մ/վ}^2, \quad T = 60 \text{ վ,}$$

12.10. Տրամվայի ճանապարհի կլորացումը բաղկացած է $\rho_1 = 00$ մ և $\rho_2 = 40$ մ շառավղի ունեցող երկու աղեղներից: Կենտրոնական անկյունները՝ $\alpha_1 = \alpha_2 = 50^\circ$: Կառուցել այդ կլորացումով $v=36$ կմ/ժ արագությամբ ընթացող վագոնի նորմալ արագացման գրաֆիկը:

12.11. Կեռը շարժվում է $R=20$ սմ շառավղի ունեցող շրջանագծի աղեղով: Հետագծով նրա շարժման օրենքն է $S=20 \sin \pi(t-t_0)$ վայրկյաններով, S -ը՝ սանտիմետրերով): Գտնել կեռի արագության մեծությունը և ուղղությունը, շոշափող, նորմալ և լրիվ արագացում-

ներք $1=5$ վ պահին: Կառուցել նաև արագության, շոշափող և նորմալ արագացումների գրաֆիկները:

Պատ.՝ Արագությունը մեծությունը հավասար է 20π սմ/վ և ողղված է S աղեղի հաշվման շրական ուղղության հակադիր կողմը, $w_1=0$, $w=20 \pi$ սմ/վ²:

12.12. Կետի ուղղադիր շարժումը կատարվում է $S=\frac{g}{a} (a1 +$

$1 e^{-at})$ որևէքով, որտեղ a -ն և g -ն հաստատուն մեծություններ են: Փանել կետի սկզբնական արագությունը, ինչպես նաև սրճել նրա արագացումը որպես արագության ֆունկցիա:

Պատ.՝ $v_0=0$, $w=g-a v$:

12.13. Կետի շարժումը տրված է

$$x=10 \cos 2\pi \frac{t}{5}, \quad y=10 \sin 2\pi \frac{t}{5}$$



հավասարումներով (x-ը, y-ը՝ սանտիմետրերով, t-ն՝ վայրկյաններով): Փանել կետի

12.10 խնդրին

հետագիծը, արագության մեծությունը և ուղղությունը, ինչպես նաև արագացման մեծությունը և ուղղությունը:

Պատ.՝ 10 սմ շառավղով շրջանագիծ: արագությունը՝ $v=4\pi$ սմ/վ և ողղված է շոշափողով (1) x առանցքից (2) y առանցքին 90° -ի շրջմամբ անցման կողմը: արագացումը՝ $w=1,6 \pi^2$ սմ/վ² և ուղղված է ղեպի կենտրոն:

12.14. Ինչպե՞ս շոտովիկի մատի շարժման հավասարումները գործարկման բնթացքում ունեն $x=75 \cos 4t^2$, $y=75 \sin 4t^2$ տեսքը (x-ը, y-ը՝ սանտիմետրերով, t-ն՝ վայրկյաններով): Փանել մատի արագությունը, շոշափող և նորմալ արագացումները:

Պատ.՝ $v=600$ սմ/վ, $w_1=600$ սմ/վ², $w_2=4800 t^2$ սմ/վ²:

12.15. Կետի շարժումը տրված է

$$x=a(e^{kt}+e^{-kt}), \quad y=a(e^{kt}-e^{-kt})$$

հավասարումներով, որտեղ a -ն և k -ն տրված հաստատուն մեծություններ են:

Փանել հետագծի հավասարումը, կետի արագությունը և արագացումը որպես $t=|\vec{x}^2+\vec{y}^2|$ շառավղի-վեկտորի ֆունկցիաներ:

Պատ.՝ Հիպերբոլ՝ $x^2-y^2=4a^2$, $v=kt$, $w=k^2 t$:

12.16. Փանել ալն կետի հետագծի կորության շառավղիը $x=y=0$ զենիթում, որը գծում է Լիսսոտու պատկերը համաձայն

$$x = -a \sin 2\omega t, \quad y = -a \sin \omega t$$

Հավասարումների:

Պատ.՝ $\rho = \infty$

12.17. Գտնել առանց սահքի (X) հորիզոնական առանցքով զր-
ւորվող անիվի կետի արագացման մեծությունը և ուղղությունը, ինչպես



12.17 խ բին



12.18 խնդրին

Նաև հետազոտի կորույթյան շառավիղը, եթե կետը գծում է ցիկլոիդ
համաձայն

$$x = 2a(1 - \sin 2\theta), \quad y = 1 - \cos 2\theta$$

Հավասարումների (1-ն՝ վայրկյաններով, X-ը, y-ը՝ մետրերով): Որոշել
նաև Գ կորույթյան շառավիղի արժեքը $t=0$ գնացքում:

Պատ.՝ Սրագացումը՝ $\omega = 4$ մ/վ² և ուղղված է MC-ով դեպի
զրգրվող շրջանի C կենտրոնը; $\epsilon = 2MA$, $\rho_0 = 0$:

12.18. Գտնել շառավիղի-սողնակավոր մեխանիզմի շարժաթևի
M կետի հետադիմն. եթե $\tau = 15^\circ$ ամ, $MF = \frac{1}{3}l$, $\varphi = 45^\circ$ (1-ն՝ վայրկ-
յաններով): ինչպես նաև որոշել կետի արագությունը, արագացումը և
հետազոտի կորույթյան շառավիղը այն պահին, երբ $\varphi = 0^\circ$:

Պատ.՝ Էլիպս՝ $\frac{x^2}{100^2} + \frac{y^2}{20^2} = 1$, $v = 8$ մ/վ, $\omega = 1600$ ռ/վ, $\rho = 4$ մ:

$\omega = 1600$ ռ/վ, $\rho = 4$ մ:

12.19. 10 մ շառավիղ ունեցող մետաղալարի շրջանագծի վրա
հաղպված է N սղակը. նրա միջով անցնում է (A) ձողը, սրբ հավա-
սարալարի պատվում է այլ նույն շրջանագծի վրա գտնվող (B) կետի
շուրջը ձողի անկյունային արագությունը այնպիսին է, որ նա ուղիղ
անկյունով շրջվում է 5 վ-ում: Որոշել ձողակի v արագությունը և w
արագացումը:

Պատ.՝ $v = 2\pi$ մ/վ, $\omega = 0,4\pi^2$ մ/վ²:

12.20. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել M ձողակի արա-
ցությունը և արագացումը որպես φ անկյուն ֆունկցիաներ, եթե (A) ձողի
անկյունային արագացումը հավասար է $k \cos \varphi$ ($k = \text{const}$): $t = 0$

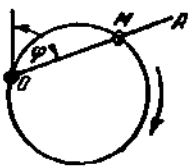
սկզբնական պահին φ անկյունը և սղակի արագությունը հավասար են եղել զրոյի. շրջանագծի շառավիղը r է. $0 < \varphi < \pi$:

$$\text{Պատ.՝ } v = 2r\sqrt{2k \sin \varphi}, \\ w = 2kr\sqrt{1 + 15 \sin^2 \varphi}.$$

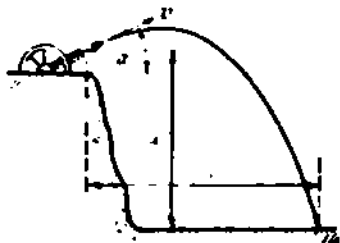
12.21. Որկի շարժումը արգած է

$$x = v_0 t \cos \alpha_0, \quad y = v_0 t \sin \alpha_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

հավասարամեծությ. որտեղ v_0 -ն և α -ն հաստատուն մեծություններ են.



12.19 և 12.20 խնդիրներին



12.23 խնդրին

Գտնել հետագծի կտրաթվան շառավիղը $r=0$ պահին և գծաձևի վրա ընկնելու պահին:

$$\text{Պատ.՝ } \rho = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha_0},$$

12.22. Որկի շարժում է ուղղանկյուն հարթության մեջ համաձայն $x=30$ մ, $y=100t-5t^2$ հավասարումների (1-ն՝ պայրկյուններով, x -ը՝ y -ը՝ մետրերով):

Գտնել 1) արագությունը և արագացումը սկզբնական պահին, 2) կրակման բարձրությունը և հեռավորությունը, 3) հետագծի կտրաթվան շառավիղը սկզբնական և ամենաբարձր կետում:

Պատ.՝ $v_0=500$ մ/վ, $w_0=10$ մ/վ², $h=8$ մ, $s=24$ կմ, $\rho_1=41.67$ կմ, $\rho_2=9$ կմ:

12.23. Որով մակարդակից $h=30$ մ բարձրության վրա գտնվող առափնյա հրանոթից հորիզոնի նկատմամբ $\alpha=45^\circ$ անկյան տակ $v_0=100$ մ/վ սկզբնական արագությամբ կատարված է կրակոց: Որոշել թե հրանոթից ի՞նչ հեռավորության վրա արկը կդիպչի ծովի մակարդակի վրա գտնվող նշանակետին: Օդի դիմադրությունն անտեսել:

Պատ.՝ 102 կմ:

12.24. Գտնել ալն կետի շոշափող և նորմալ արագացումները, որի շարժումն արտահայտվում է

$$x=at, \quad y=bt-\frac{gt^2}{2}$$

հավասարումներով:

Պատ.՝ $w_1=-\frac{g(a-gt)}{v}, \quad w_2=\frac{gt}{v},$ որտեղ v -ն կետի արագու-

թյունն է:

12.25. Կետը շարժվում է պտտառեկային զծով համաձայն $x=2\cos 4t, y=2\sin 4t, z=2t$ հավասարումների, ընդ որում որպես հրկարություն միավոր վերցված է մետր: Որոշել հետագծի և կորություն շառավիղը:

Պատ.՝ $\rho=2\frac{1}{8}$ մ:

12.26. Կետի շարժումը տրված է բեկուային կոորդինատներով, որտեղ $r=ae^k$ և $\varphi=kt$ հավասարումների, որտեղ a -ն և k -ն տրված հաստատուն մեծություններն են: Գտնել կետի հետագծի հավասարումը, արագությունը, արագացումը և հետագծի կորության շառավիղը որպես նրա r շառավիղ-վեկտորի ֆունկցիաներ:

Պատ.՝ $r=ae^v$ լոգարիթմական պարաբոլ է, $v=kt\sqrt{2}, \quad w=2k^2r, \quad \rho=r\sqrt{2},$

12.27. Կետի շարժումը տրված է

$$x=2t, \quad y=t^2$$

հավասարումներով (t -ն՝ վայրկյաններով, x -ը և y -ը՝ սանտիմետրերով): Որոշել կետի արագություն և արագացման մեծությունները, երբ $t=1$ վ պահին:

Պատ.՝ $v=2\sqrt{2}$ սմ/վ, $w=2$ սմ/վ², $(\bar{v}, \hat{x})=45^\circ, \quad (\bar{w}, \hat{x})=90^\circ,$

12.28. Կառուցել կետի շարժման հետագիծը, արագության հոդագրաֆը և որոշել հետագծի կորության շառավիղը սկզբնական պահին, եթե կետը շարժվում է համաձայն

$$x=4t, \quad y=t^2$$

հավասարումների (t -ն՝ վայրկյաններով, x -ը և y -ը՝ սանտիմետրերով):

Պատ.՝ Հետագծի հավասարումը $y=\frac{x^2}{64}$ խորանարդ պարաբոլն

է, արագութիւն հոլորոգի v , առանցքին զուգահեռ ուղիղ է: $\rho_0 = \infty$ (հետագծի սկզբնական կետը շրջման կետ է):

12.29. Ո՛/2 երկարութիւն ունեցող (1) C շուռտփիկը ա հաստատուն անկյունային արագութեամբ պտտւում է (1), առանցքի շուրջը: C կետում շուռտփիկի հետ հոդակապորեն միացված է AB քանոնը, որն ամբողջ ժամանակ անցնում է պտտման (1), առանցքից Ո՛/2 հեռավորութիւն վրա գտնվող O նոնկող կցորդիչի միջոցով:

(1) կետն ընդունելով որպէս բևեռ, գտնել բևեռային կոորդինատներով քանոնի այն M կետի շարժման հալասարումները, նրա հետադիծը, արագութիւնը և արագացումը, որը C հոդակապից գտնվում է a հեռավորութիւն վրա (սկզբնական պահին անկյուն $\varphi = \angle COO_1 = 0$):

$$\text{Պատ.՝ } 1) \quad r = a \left(1 + \cos \frac{\omega t}{2} \right), \quad \varphi = \frac{\omega t}{2};$$

$$2) \quad r = a(1 + \cos \varphi) \text{ կարդիոիդը};$$

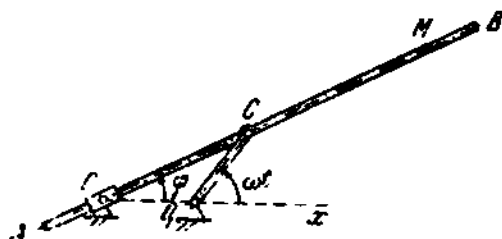
$$3) \quad v = a\omega \cos \frac{\omega t}{4};$$

$$4) \quad a = \frac{a\omega^2}{4} \sqrt{5 + 4 \cos \frac{\omega t}{2}};$$

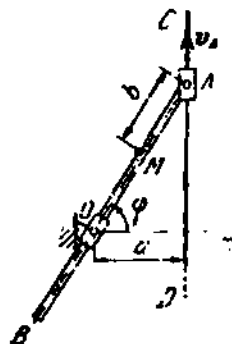
12.30. 12.29 խնդրի պայմաններում որոշել կարդիոիդի կորութիւն չափերը $r = 2a$, $\varphi = \pi$ դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } \rho_0 = \frac{4}{3}a;$$

12.31. Ա՛3 ձողի A ծայրը C՛) ազդագիծ ուղղորդով տեղափոխվում է v_A հաստատուն արագութեամբ: AB ձողը ամբողջ ժամանակ անցնում է (1) նոնկող կցորդիչի միջոցով, որը CD ազդորդից գտնվում է a հեռավորութիւն վրա: O կետն ընդունելով որպէս բևեռ, r , φ բևեռային կոորդինատներով գտնել քանոնի վրա A սողնակից b հեռավորութիւն վրա



12.29 խնդրի



12.31 խնդրի

գտնվող Ա կետի արագությունը և արագացումը:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{v_A}{n} \sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + r^2 \cos^2 \varphi}, \quad w = \frac{v_A^2 b}{a^2} \cos^2 \varphi \sqrt{1 + 3 \sin^2 \varphi}.$$

$$\text{որտեղ } r = \sqrt{a^2 + v_A^2 t^2} - b, \quad \varphi = \arctg \frac{v_A t}{a},$$

12.32. M կետը շարժվում է պտտականագծով, նրա շարժման հավասարումները գլանային կոորդինատային համակարգում ունեն

$$r = a, \quad \varphi = kt, \quad z = vt$$

տեսքը:

Գտնել կետի արագացման պրոյեկցիաները գլանային կոորդինատային համակարգի առանցքների վրա, արագացման շափուկ և նորմալ բաղադրիչները և պտտականագծի կորոթիվան շառագիղը:

$$\text{Պատ.՝ } 1) w_r = -ak^2, \quad w_\varphi = 0, \quad w_z = 0;$$

$$2) w_n = 0, \quad w_n = ak^2;$$

$$3) r = \frac{a^2 k^2 + v^2}{ak^2},$$

12.33. M կետը շարժվում է $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ սֆերայի և $(x - \frac{R}{2})^2 + y^2 = \frac{R^2}{4}$ գլանի հատման զծով: Կետի շարժման հավասարումները սֆերիկ կոորդինատներով ունեն հետևյալ տեսքը (տես 10.21 խնդիրը)՝

$$r = R, \quad \varphi = \frac{kt}{2}, \quad \theta = \frac{kt}{2},$$

Գտնել կետի արագացման պրոյեկցիաները և մեծությունը սֆերիկ կոորդինատներով:

$$\text{Պատ.՝ } w_r = -\frac{Rk^2}{4}(1 + \cos^2 \theta), \quad w_\varphi = -\frac{Rk^2}{2} \sin \theta,$$

$$w_\theta = \frac{Rk^2}{4} \sin \theta \cos \theta, \quad w = \frac{Rk^2}{4} \sqrt{4 + \sin^2 \theta}.$$

12.34. Նավը շարժվում է աշխարհագրական միջորենականի նկատմամբ σ հաստատուն ընթացքի անկյան առկ, զծելով այս զեպքում լոքսոդրոմ (տես 11.13 խնդիրը): Լնդունելով, որ նավի v արագության մեծությունը չի փոփոխվում, որոշել նավի արագացման պրոյեկցիաները r , φ և θ սֆերիկ կոորդինատային առանցքների վրա

(r -ն երկայնաթիւնն է. φ -ն՝ նախարկման տեղի լայնությունը). արագացման մեծությունը և շրջադարձի կորույթի շառավիղը:

$$\text{Պատ.՝ } w_r = -\frac{v^2}{R}, \quad w_\varphi = \sin \alpha \cos \alpha \lg \varphi,$$

$$w_\alpha = -\frac{v^2}{R} \sin^2 \alpha \lg \varphi, \quad w = \frac{v^2}{R} \sqrt{4 - \sin^2 \alpha \lg^2 \varphi}.$$

$$r = \frac{R}{1 + \sin^2 \alpha \lg^2 \varphi},$$

$$\text{որտեղ } R\text{-ը երկրագնդի շառավիղն է, } \varphi = \varphi_0 + \frac{v \cos \alpha}{R} t$$

12.35. Կետի գեկարտյան կոորդինատներն արտահայտել $r = CM$ փև φ տորոնդայ կոորդինատներով և որոշել Լամերի զործակիցները:

$$\text{Պատ.՝ } 1) x = (a + r \cos \varphi) \cos \psi,$$

$$y = (a + r \cos \varphi) \sin \psi, \quad z = r \sin \varphi;$$

$$2) H_r = 1, \quad H_\psi = a + r \cos \varphi, \quad H_\varphi = r;$$

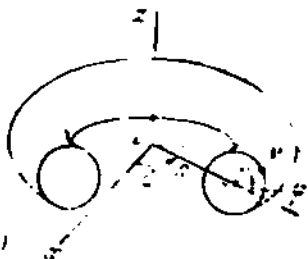
12.36. Կետի շարժումը տրված է r , ψ և φ տորոնդայ կոորդինատային համակարգում: Մտնել կետի արագության և արագացման պրոյեկցիաները հաշվանքի այդ համակարգի առանցքների վրա:

$$\text{Պատ.՝ } 1) v_r = \dot{r}, \quad v_\psi = (a + r \cos \varphi) \dot{\psi},$$

$$v_\varphi = r \dot{\varphi};$$

$$2) w_r = \ddot{r} - (a + r \cos \varphi) \cos \varphi \dot{\varphi}^2 -$$

$$- r \dot{\varphi}^2,$$



12.35—12.37 Խնդիրներին

$$w_\psi = (a + r \cos \varphi) \ddot{\psi} + 2 \cos \varphi \dot{\psi} \dot{\varphi} - 2r \sin \varphi \dot{\varphi}^2,$$

$$w_\varphi = r \ddot{\varphi} + 2\dot{r} \dot{\varphi} + (a + r \cos \varphi) \sin \varphi \dot{\varphi}^2,$$

12.37. Կետը շարժվում է տորի վրա փաթաթված պտտատակաղեծով ըստ հետևյալ օրենքի՝

$$r = R = \text{const}, \quad \psi = \omega t, \quad \varphi = kt;$$

Որոշել կետի արագության և արագացման պրոյեկցիաները տորոնդայ կոորդինատային համակարգում ($\omega = \text{const}$, $k = \text{const}$):

$$\text{Պատ.՝ } v_r=0, \quad v_\varphi=(a+R \cos \varphi) \omega, \quad v_s=Rk,$$

$$w_r=-[(a+R \cos \varphi) \cos \varphi \omega^2+Rk^2], \quad w_\varphi=-2R\omega k \sin \varphi,$$

$$w_s=\omega^2(a+R \cos \varphi) \sin \varphi$$

12.38. Ռոբոտ-մանիպուլյատորի մեխանիզմը կազմված է պայտման 1 սարքից, ուղղաձիգ տեղափոխման 2 սլուներից և 3 ճանկն ունեցող ու առաջ քաշող թևից: Դանել ճանկի կենտրոնի արագությունը և արագացումը տրված $\varphi(t)$ -ի, $z(t)$ -ի, $r(t)$ -ի դեպքում:

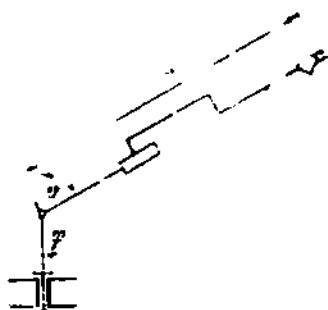
$$\text{Պատ.՝ } v=\sqrt{\dot{r}^2+r^2\dot{\varphi}^2+\dot{z}^2},$$

$$w=|(\ddot{r}-r\dot{\varphi}^2)+(\ddot{r}\dot{\varphi}+2\dot{r}\dot{\varphi})^2+\ddot{z}^2|,$$

12.39. Ռոբոտ-մանիպուլյատորի թևը լրող ուղղաձիգ սլուներ կարող է շրջվել φ անկյունով: Թևը ճանկի հետ շրջվում է $\dot{\theta}$ անկյամբ և



12. 38 խնդրին



12.39 խնդրին



12. 40 խնդրին

առաջ է շարժվում r հեռավորությամբ: Դանել ճանկի կենտրոնի արագությունը և արագացումը:

$$\text{Պատ.՝ } v=|\sqrt{\dot{r}^2+r^2\dot{\theta}^2}+r^2\sin^2\theta\dot{\varphi}^2|,$$

$$w=|(\ddot{r}-r\dot{\theta}^2-r\dot{\varphi}^2\sin^2\theta)^2+(\ddot{r}\dot{\theta}+2\dot{r}\dot{\theta}-r\dot{\varphi}^2\sin\theta\cos\theta)^2+$$

$$+(r\ddot{\theta}\sin\theta+2\dot{r}\dot{\varphi}\sin\theta+2r\dot{\varphi}\dot{\theta}\cos\theta)^2|^{1/2},$$

12.40. Ռոբոտ-մանիպուլյատորի մեխանիզմը կազմված է ուղղաձիգ առանցք ունեցող պտտման սարքից (շրջման անկյունը φ է) և ուղղաձիգ հարթության մեջ գտնվող երկու օղակներից (օղակների շրջման անկյունները θ_1 և θ_2 են): Դանել ճանկի կենտրոնի արագությունը բոլոր տեղափոխելիս:

$$\text{Պատ.՝ } v=|l_1^2\dot{\theta}_1^2+l_2^2(\dot{\theta}_1+\dot{\theta}_2)^2+2l_1l_2\dot{\theta}_1(\dot{\theta}_1+\dot{\theta}_2)\cos\theta_2+$$

$$+(l_2\sin\theta_1+l_2\sin(\theta_1+\theta_2))^2\dot{\varphi}^2|^{1/2},$$

ԳԻՆԴ ՄԱՐՄՆԻ ՊԱՐՁԱԳՈՒՅՆ ԸՄԱԺՈՒՄՆԵՐԸ

§ 18. Պինդ մարմնի պտույտն անշարժ առանցքի շուրջը

13.1. Որոշել անկյունային արագությունը՝ 1) ժամացույցի վալրկյանասլաքի, 2) ժամացույցի բալեասլաքի, 3) ժամացույցի ժամասլաքի, 4) նրկրի պտտմանը իր առանցքի շուրջ, ընդունելով, որ նրկրի մեկ պտույտ կատարում է 24 ժամում, 5) 1500 պա'րոպ կատարող էսվալի շոկետորքինի:

Պատ.՝ 1) $\omega = \frac{\pi}{30}$ ռադ/վ = 0,1017 ռադ/վ:

2) $\omega = \frac{\pi}{1800}$ ռադ/վ = 0,001745 ռադ/վ:

3) $\omega = \frac{\pi}{21600}$ ռադ/վ = 0,0001455 ռադ/վ:

4) $\omega = \frac{\pi}{43200}$ ռադ/վ = 0,0000727 ռադ/վ:

5) $\omega = 1571$ ռադ/վ:

13.2. Գրել շոկետորքինի սկզբնական պտտման հաճախումը շարժման մեջ բացթողնելիս, եթե հայտնի է, որ շրջման անկյունը համեմատական է ժամանակի խորանարդին և $\omega = 3$ վ ղեպում սկզբնական անկյունային արագությունը հավասար է $\omega = 27$ ռադ/վ:

Պատ.՝ $\varphi = \pi t^3$ ռադ:

13.3. AB աղղածիկ առանցքի շուրջը պտտվող կենտրոնախույս կարգավորիչի ճոճանակը կատարում է 120 պա'րոպ: Սկզբնական պահին շրջման անկյունը հավասար է եղել $\frac{\pi}{6}$ ռադ: Գտնել ճոճանակի շրջման անկյունը և անկյունային անդափոխությունը $t = 1,2$ վ ժամանակում:

Պատ.՝ $\varphi = \frac{13}{6}\pi$ ռադ, $\Delta\omega = 2\pi$ ռադ:

13.4. Հանգստի վիճակից սկսելով պտտվել հաճախաբաշակ արագացող, առաջին 2 բալետմ մարմինը կատարում է 3600 պտույտ: Որոշել անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\varepsilon = \pi$ ռադ/վ²:

13.5. Լիսեոր հանգստի գիճակից սկսում է պտտվել հափասարա-
չափ արագացող. առաջին 5 վ ում նա կատարում է 12.5 պտույտ:
Ինչպիսիք է նրա անկյունային արագությունը այդ 5 վ-ի վերջում:

Պատ.՝ $\omega = 10 \pi$ ռադ/վ:

13.6. Թափանքի վրա հանգստի գիճակից սկսում է պտտվել հափա-
սարաչափ արագացող. շարժման սկզբից 10 բուպ հետո նա ունի
4π ռադ/վ-ին հափասար անկյունային արագություն: Քանի՞ պտույտ
կատարեց անիվն այդ 10 բուպում:

Պատ.՝ 600 պտույտ:

13.7. Լինշարժ առանցք ունեցող անիվն ստացավ 2π ռադ/վ
սկզբնական անկյունային արագություն. կատարելով 10 պտույտ,
առանցքակալներում եզած շրման հետևանքով այն կոնյ առավ: Որո-
շե՞ն անիվի և անկյունային արագացումը, այն բնդունելով հաստատուն:

Պատ.՝ $\varepsilon = 1,1 \pi$ ռադ/վ. պտտվելը դանդաղող է:

13.8. 40π ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվող ինքնա-
թիփ պատտակը շարժիչի անցատման պահից մինչև կանգառնելը
կատարեց 50 պտույտ: Որքա՞ն մամանակ անցավ շարժիչի անջառ-
ման պահից մինչև կանգ առնելը, և թե պտտտակի պտտվելը համարենք
հափասարաչափ դանդաղող:

Պատ.՝ 8 վ:

13.9. Մարմինը կատարում է տատանումներ անշարժ առանցքի
շուրջը. ընդ որում շրջման անկյունը արտահայտվում է՝

$$\varphi = 20^\circ \sin \psi$$

հափասարմով. որտեղ ψ անկյունն արտահայտված է անկյունային
աատեճաններով $\dot{\psi} = (21)^\circ$ աոնչությամբ. ընդ որում 1-ն նշանակում է
վայրկյաններ: Որոշել մարմնի անկյունային արագությունը $t = 0$ պա-
հին, այն ամենամոտ 1₁ և 1₂ պահերը, երբ փոխվում է պտտման ուղ-
ղությունը, և տատանման T պարբերությունը:

Պատ.՝ $\omega = \frac{1}{810} \pi^2$ ռադ/վ, $t_1 = 45$ վ, $t_2 = 135$ վ, $T = 180$ վ:

13.10. Ժամացույցի կարգավորիչ լծակը կատարում է $T = 1/2$ վ
պարբերությամբ ոլորապտույտ ներդաշնակ տատանումներ: Կարգա-
վորիչ լծակի շրջանակի կետի ամենամեծ չեղման անկյունը հափասա-
րակչոտության դիրքից $\alpha = \pi/2$ ռադ: Պահել հաշվեկշռի անկյունային
արագությունը և անկյունային արագացումը 2 վ հետո այն պահից,
երբ կարգավորիչն անցնում է հափասարակչոտության դիրքը:

Պատ.՝ $\omega = 2\pi^2$ ռադ/վ, $\varepsilon = 0$:

13.11. Ճոճանակը տատանվում է ուղղածիղ հարթության մեջ ()

անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը: Սկզբնական պահին դուրս գալով հավասարակշռության դիրքից, նա հասնում է $\alpha = \pi/16$ օղակա մեծնամեծ շեղմանը 2/3 մ հեռու:

1) Դրել ճոճանակի տատանման օրենքը, ընդունելով, որ նա կատարում է ներդաշնակ տատանումներ:

2) Ո՞ր դիրքում ճոճանակը կունենա ամենամեծ անկյունային արագություն և ինչի՞ է հավասար այն:

Պատ.՝ 1) $\varphi = \frac{\pi}{16} \sin \frac{3}{4} \pi t$ օղակ:

2) Ուղղաձիգ դիրքում, $\omega_{\max} = \frac{3}{64} \pi$ օղակ վ:

13.12. Որոշել լենինդրադոմ երկրադնդի մակերևութի վրա գտնվող կետի γ արագությունը և ω արագացումը, նկատի ունենալով միայն երկրադնդի պտույտն իր առանցքի շուրջը. լենինդրոդի լայնությունը 60° է, երկրադնդի չափագիդը՝ 6370 կմ:

Պատ.՝ $v = 232$ մ վ,
 $\omega = 0.0169$ մ վ²:

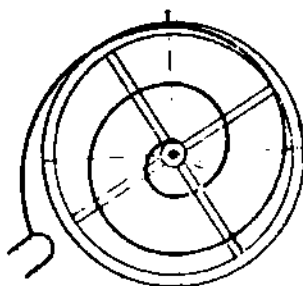
13.13. 0,5 մ շառավիղ ունեցող թափանցիկ հավասարաչափ պտտվում է իր առանցքի շուրջը նրա շրջանակի վրա գտնվող կետերի արագությունը հավասար է 2 մ/վ: Քանի՞ պտույտ է կատարում անիվը մեկ րոպեում:

Պատ.՝ $n = 36,2$ պտ. րոպե:

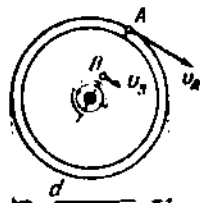
13.14. Փականիվի շրջանակի վրա գտնվող A կետը շարժվում է 50 սմ/վ արագությամբ, իսկ A կետի հետ միենուն շառավիղի վրա գտնվող մի ինչ-որ B կետ շարժվում է 10 մ/վ արագությամբ. հեռավորություն $AB = 20$ սմ: Որոշել փականիվի անկյունային արագությունը և տրամագիծը:

Պատ.՝ $\omega = 2$ օղակ վ, $d = 50$ սմ:

13.15. $R = 2$ մ շառավիղ ունեցող թափանցիկ պտտվում է հավասարաչափ արագացող հանգստի վիճակից $t = 10$ մ հետո շրջանակի վրա գտնվող կետերը մեռք են ընկնում $v = 100$ մ/վ զծալին արագու-



13.10 խնդիրն



13.14 խնդիրն

թյուն: Գտնել ածխի շրջանակի կետերի արագությունը. նորմալ և շոշափող արագացումները $\Gamma=15$ մ/վ² պահի համար:

Պատ.՝ $v=150$ մ/վ, $w_n=11250$ մ/վ², $w_t=10$ մ/վ²:

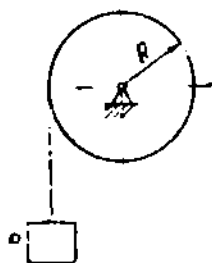
13.16. Գտնել այն v հորիզոնական արագությունը, որն անհրաժեշտ է հաղորդել հասարակածում գտնվող մարմնին, որպեսզի այն, հատուկ ուղղորդներով հրկրապնդի շուրջը հասարակածով համասարաչափ շարժվելիս ունենա ազատ անկման արագացում: Որոշել նաև այն T ժամանակը, որն անցնելուց հետո մարմինը կվերադառնա սկզբնական դիրքին: Երկրապնդի շառավիղը՝ $R=637 \cdot 10^3$ մ, իսկ ծանրությունից ածի արագացումը հասարակածում՝ $g=978$ մ/վ²:

Պատ.՝ $v=7.9$ կմ/վ, $T=1.4$ ր:

13.17. Թափանիվի շրջանակի կետի լրիվ արագացման թեքությունն անկյունը շառավղի նկատմամբ հավասար է 60° : Նրա շոշափող արագացումը տվյալ պահին՝ $w_t=10$, 3 մ/վ²: Գտնել պտտման ասանցքից $r=0.5$ մ հեռավորության վրա գտնվող կետի նորմալ արագացումը: Թափանիվի շառավիղը՝ $R=1$ մ:

Պատ.՝ $w_n=5$ մ/վ²:

13.18. $R=10$ մ շառավղով լիսեռը պտտման մեջ է դրվում նրանից թելով կախված P կշռաքարի միջոցով: Կշռաքարի շարժումն արտահայտվում է $x=10t$ (t հավասարումով, սրտեղ x -ը լիսեռի մա-



13.18 խնդիր

կերևութից թելի անջատման տեղից կշռաքարի հեռավորությունն է՝ արտահայտված սանտիմետրերով. t -ն ժամանակն է վայրկյաններով: Որոշել լիսեռի օ անկյունային արագությունը և ε անկյունային արագացումը, ինչպես նաև լիսեռի մակերևութի վրա գտնվող կետի w լրիվ արագացումը t պահին:

Պատ.՝ $\omega=2$ և ռադ/վ, $\varepsilon=20$ ռադ/վ², $w=200\sqrt{1+400}$ մ/վ²:

13.19. Լուծել նախորդ խնդիրը ընդհանուր տեսքով, անիվի շրջանակի կետերի արագացումն արտահայտելով կշռաքարի անցած x հեռավորության, անիվի R շառավղի և կշռաքարի $X=w_0=\text{const}$ արագացման միջոցով:

Պատ.՝ $w=w_0\sqrt{1+4\frac{x^2}{R^2}}$,

13.20. Գալվանաչափի 3 մ երկարությամբ սլաքը տատանվում է անշարժ առանցքի շուրջը $\varphi=\varphi_0 \sin kt$ սրննքով: Որոշել սլաքի ծայրի արագացումը նրա միջին և եզրային դիրքերում, ինչպես նաև

ժամանակի այն պահերը, որոնց զեպքում անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը դառնում են զրո, եթե տատանումների պարբերությունը հավասար է $0,4$ վ. իսկ անկյունային լայնությունը՝ $\varphi_0 = \pi/30$:

Պատ.՝ 1) Սլաքի միջին զիջքում $w = 8,1$ սմ φ^2 ,

2) Սլաքի եզրային զիջքերում $w = 77,5$ սմ φ^2 ,

3) $m = 0$, երբ $t = (0,1 + 0,2 n)\varphi$ ($n = 0, 1, 2, \dots$),

4) $z = 0$, երբ $t = 0,2 n \varphi$ ($n = 0, 1, 2, \dots$):

§ 14. Պինդ մարմնի պարզագույն շարժումների փոխակերպումը

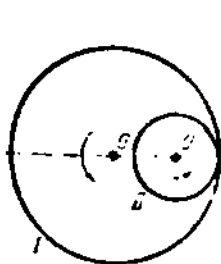
14.1. $I_1 = 360$ մմ տրամագծով 1 ատամնանիվի անկյունային արագությունը հավասար է $10\pi/3$ ռադ/վ: Ինչի՝ պետք է հավասար լինի 1 անիվի հետ ներքին կառչման մեջ գտնվող II ատամնանիվի տրամագիծը, որի անկյունային արագությունը երեք անգամ մեծ է 1 անիվի անկյունային արագությունից:

Պատ.՝ $I_2 = 120$ մմ:

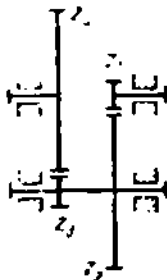
14.2. Արագության նվազարկիչը, որը ծառայում է պատումը դանդաղեցնելու և 1 լիսեռի պտույնը II լիսեռին հաղորդելու համար, բաղկացած է համապատասխան ատամների թվով չորս ատամնանիվաներից՝ $z_1 = 10$, $z_2 = 60$, $z_3 = 12$, $z_4 = 70$: Որոշել մեխանիզմի փոխանցման հարաբերությունը:

Պատ.՝ $i_{111} = \frac{\omega_1}{\omega_{11}} = 35$:

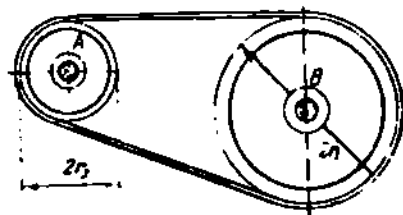
14.3. A փոկանիվն ռեհցող հաստոցը հանգստի վիճակից շարժման մեջ է դրվում էլեկտրաշարժիչի B փոկանիվից եկող անվերջ փոկի միջոցով. փոկանիվների շառավիղներն են՝ $r_1 = 75$ սմ, $r_2 = 30$ սմ. էլեկտրաշարժիչը շարժման մեջ գցելուց հետո նրա անկյունային արագացումը հավասար է $0,4 \pi$ ռադ/վ²: Անտեսելով փոկի սահքը



14.1 խնդրին



14.2 խնդրին



14.3 խնդրին

փոկաների վերջերի որոշել որչափ մամանակ հետ հաստացի անկյունային արագությունը համասար էլինի (1) և ուղի վ-ի:

Պատ.՝ 1) վ:

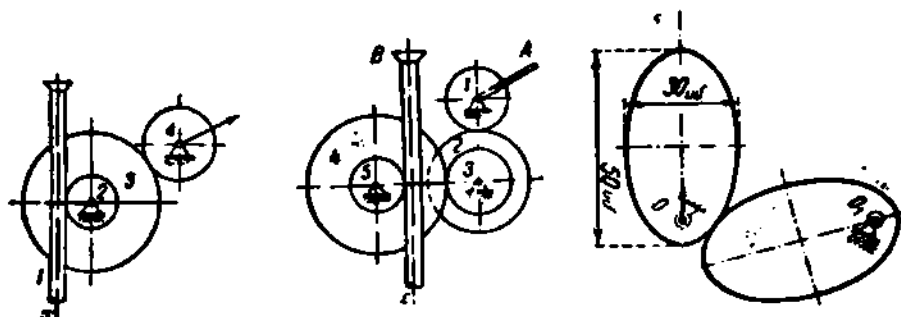
14.4. Սլաքաձուր ինդիկատորի մեխանիզմում 1 շափող բուլբի ձողից շարժումը փոխանցվում է 2 ատամնանվաղին. որի առանցքի վրա ամրացված է սլաք կրող 4 ատամնանվաղի հետ կառչած 3 ատամնանիվը: Որոշել սլաքի անկյունային արագությունը, եթե բուլբի շարժումը տրված է $x = a \sin kt$ հավասարումով և ատամնանիվների շառավիղները համապատասխանաբար հավասար են r_1 , r_3 և r_4 :

Պատ.՝ $\omega_4 = \frac{r_3}{r_4 r_1} a k \cos kt$

14.5. Ամրաբծիկի մեխանիզմում λ բռնակը պտտելիս սկսում են պտտվել 1, 2, 3, 4 և 5 ատամնանվաղները, որոնք շարժման մեջ են դնում ամրաբծիկի B ատամնաձուր ձողին. Որոշել վերջինի արագությունը, եթե λ բռնակը պտտվում է ռոտացիայի հավասար անկյունային արագությամբ: Ատամնանվաղների ատամների շափվելն են՝ $z_1=6$, $z_2=24$, $z_3=8$, $z_4=2$. հինգերորդ ատամնանիվի շառավիղը՝ $r_5=4$ սմ:

Պատ.՝ $v_B=7,8$ սմ/վ:

14.6. Պարբերաբար փոփոխվող անկյունային արագություններ



14.4 խնդրին

14.5 խնդրին

14.6 խնդրին

ստանալու համար կառված են երկու միասնակի էլիպսիկ ատամնանիվներ, որոնցից մեկը $\omega = 3\pi$ րոտացիայի անկյունային արագությամբ համասարաչափ պտտվում է (1) առանցքի շուրջը, իսկ մյուսը առաջինի կողմից պտտական շարժման մեջ է դրվում (2) առանցքի շուրջը: (1) և (2) առանցքները զուգահեռ են և անցնում են էլիպսների ֆոկուսներով: (1) հեռավորությունը հավասար է 50 սմ, էլիպսների կիս-

առանցքներն են 25 սմ և 15 սմ: Որոշել (γ)₂ անիվի ամենափոքր և ամենամեծ անկյունային արագությունները:

Պատ.՝ $\omega_{\min} = \pi$ ռադ/վ, $\omega_{\max} = 81\pi$ ռադ/վ:

14.7. Արտածել 8 և 6 կիսաառանցքներ, առնչող զույգ էլիպսիկ առամանանիվների պտտման փոխանցման որոնքը: 1 անիվի անկյունային արագությունը՝ $\omega_1 = \text{const}$, Առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ (γ)₂ = 2a, φ -ն պտտման առանցքները միացնող ուղղով և 1 էլիպսիկ անիվի մեծ առանցքով կազմված անկյունն է: Առանցքներն անցնում են էլիպսների ֆոկուսներով:

Պատ.՝ $\omega_2 = \frac{a^2 - c^2}{a^2 + 2ac \cos \varphi + c^2} \omega_1$, որտեղ c-ն էլիպսների զծային

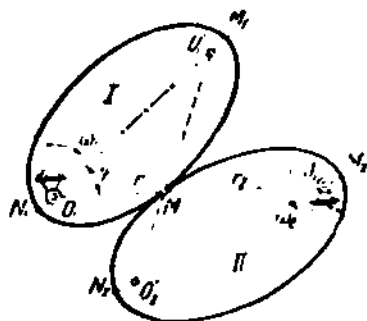
էքսցենտրիսիտետն է՝ $c = \sqrt{a^2 - b^2}$:

14.8. Դանել O_2 ձգած անիվի ամենամեծ և ամենափոքր անկյունային արագությունները, եթե նա կառչած է (γ)₁ անիվին, որի անկյունային արագությունը հավասար է 8π ռադ/վ: Անիվների պտտման առանցքները գտնվում են ձվաբղջների կենարդներում: Առանցքների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է 50 սմ: Ձվաբղջների կիսաառանցքները հավասար են 40 սմ և 10 սմ:

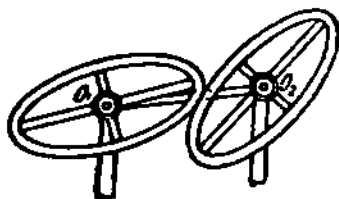
Պատ.՝ $\omega_{\min} = 2\pi$ ռադ/վ:

$\omega_{\max} = 52\pi$ ռադ/վ:

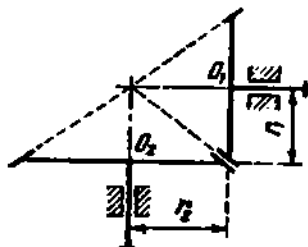
14.9. Որոշել, թե որքան ժամանակ հետո $r_1 = 10$ սմ շառավղով O_1 կոնական աստամանիվը կունենա 144 π ռադ/վ-ին հավասար անկյունային արագություն, եթե ախ հանգստի վիճակից շարժման մեջ է գրվում $r_2 = 15$ սմ շառավղով



14.7 խորհել



14.8 խորհել



14.9 խորհել

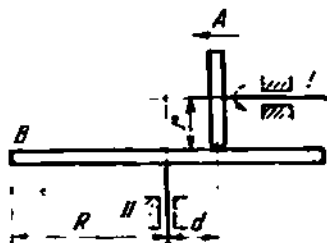
O_2 նույնպիսի անիվով, որը պտտվում է հավասարաչափ արագացող 40 ռադ/վ² անկյունային արագացումով:

Պատ.՝ $t = 24$ վ:

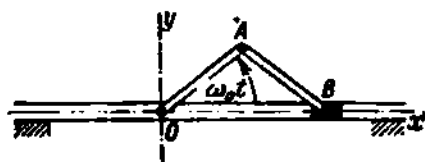
14.10. Շփումային փոխանցման 1 տանող լիսեռը պտտվում է $\omega = 20\pi$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ և ընթացքում տեղաշարժվում է (ուղղությունը նշված է սլաքով) աջակես, որ ը հեռավորությունը փոփոխվում է $d = (10 - 0.5t)$ սմ սրենքով (1-ն վաղըկան էրով):

Որոշել. 1) Ու լիսեռի անկյունային արագացումը որպես d հեռավորության ֆունկցիա.

2) B անիվի շրջանակի վրա դրսևող կետի արագացումը այն



14.10 խնդիր



14.11 խնդիր

պահին, երբ $d = r$. տված են շփման անիվների շառավիղները՝ $r = 5$ սմ, $R = 15$ սմ:

Պատ.՝ $\varepsilon = \frac{50\pi}{d^2}$ ռադ/վ², 2) $\omega = 30\pi \sqrt{40000\pi^2 + 1}$ սմ/վ².

14.11. Կտնծւ ՕԱВ շուտովիկ-սողնակային մեխանիզմի В սողնակի շարժման սրենքը, արագությունը և արագացումը, եթե շարժաթևի և շուտովիկի երկարությունները միևնույնն են՝ $AB = OA = r$. Իսկ ՕА շուտովիկի պտտվելը () լիսեռի շուրջ հավասարաչափ է՝ $\omega = \omega_0$, X առանցքն ուղղված է սողնակի ուղղորդով: Հեռավորությունների հաջման սկիզբը () շուտովիկի կենտրոնում է:

Պատ.՝ $x = 2r \cos \omega_0 t$, $v_x = -2r \omega_0 \sin \omega_0 t$, $w_x = -\omega_0^2 x$:

14.12. Որոշել շուտովիկ-սողնակային մեխանիզմի В սողնակի շարժման սրենքը, արագությունը և արագացումը, եթե ՕА շուտովիկը պտտվում է ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Շուտովիկի երկարությունը՝ $OA = r$, շարժաթևի երկարությունը՝ $AB = l$:

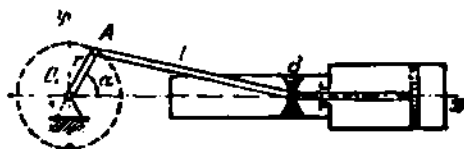
O_x առանցքն ուղղված է սողնակի ուղղորդով: Հաշվանքի սկիզբը շուտովիկի Օ կենտրոնում է: $r/l \ll 1$ հարաբերությունը պետք է ընդունել չափազանց փոքր ($\lambda \ll 1$); $\omega = \omega_0$:

$$\text{Պատ.՝ } x = r \left(\cos \omega_0 t + \frac{\lambda}{4} \cos 2\omega_0 t \right) + l - \frac{\lambda}{4} r,$$

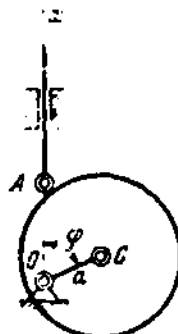
$$v_x = -r\omega_0 \left(\sin \omega_0 t + \frac{\lambda}{2} \sin 2\omega_0 t \right),$$

$$w_x = -r\omega_0^2 \left(\cos \omega_0 t + \lambda \cos 2\omega_0 t \right),$$

14.12. Գտնել ձողի շարժման օրենքը, եթե արտաինարոնակի



14.12 խնդրին



14.13 խնդրին

արամագիծը՝ $d = 2r$, իսկ պտտման O առանցքը սկզբառակի C կենտրոնից գտնվում է $OC = a$ հեռավորության վրա։ O -ի առանցքն ուղղված է ձողով, հաշվանքի ուղիղը պտտման առանցքի վրա է, $g/r = \lambda$ ։

$$\text{Պատ.՝ } x = a \cos \varphi + \varepsilon \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi},$$

14.14. Գրել ոչ-կենտրոնավոր շառավիղ-սողնակային մեխանիզմի միտքի շարժման հավասարումը։ Պտտման առանցքից մինչև քանոնի ուղղորդը եղած հեռավորությունը

ն է. շառավիղի երկարությունը՝ r , շարժանի երկարությունը՝ l (x առանցքն ուղղված է սողնակի ուղղորդով, հեռավորությունների հաշվման սկիզբը սողնակի աջ եզրային դիրքում է $l/r = \lambda$, $h/r = k$, $\varphi = \omega_0 t$ ։



14.14 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } x = r \left[\frac{(\lambda + 1)^2 - k^2 - 1}{\lambda^2 - (\sin \varphi + k)^2 - \cos \varphi} \right],$$

14.15. Հավասարաչափ պտտվելով O առանցքի շուրջ, բռնեցքը ստեղծում է AB ձողի հավասարաչափ հեռադարձ-համընթաց շարժումը։ Բռնեցքի մեկ լրիվ պտույտի ժամանակը 8 վ է, ձողի շարժման հավասարումները այդ ժամանակամիջոցում ունեն

$$x = \begin{cases} 30 + 5t, & 0 \leq t \leq 4, \\ 70 - 5t, & 4 \leq t \leq 8 \end{cases}$$

տեսքը (X -ը՝ սանտիմետրերով, t -ն՝ վայրկյաններով) Որոշել բոունցքի եզրագծի հավասարումները և կառուցել ձողի շարժման պրաֆիկը:

Պատ.՝

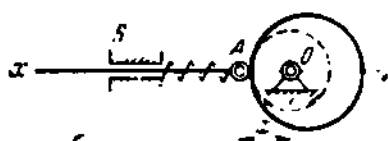
$$r = \begin{cases} 30 + \frac{20}{\pi} \varphi, & 0 \leq \varphi \leq \pi, \\ 70 - \frac{10}{\pi} \varphi, & \pi \leq \varphi \leq 2\pi, \end{cases}$$

14.16. Գտնել AB ձողի շարժման սրենքը և կառուցել հետագարձ-համընթաց շարժման պրաֆիկը, եթե տրված է բոունցքի եզրապատկերի հավասարումը՝

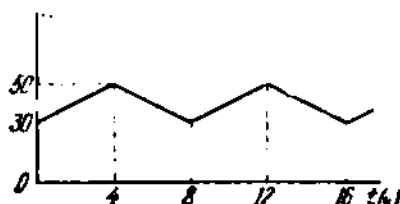
$$r = \left(20 + \frac{15}{\pi} \varphi \right) \text{ սմ, } 0 < \varphi < 2\pi.$$

Բոունցքը հավասարաչափ պտտվում է $\frac{2}{3}\pi$ ռադի-ի հավասար անկյունային արագությամբ:

Պատ.՝ $x = 20 + 10t$ բոունցքի մեկ պտույտի ժամանակ (3 վ), որից հետո շարժումը պարբերաբար կրկնվում է:

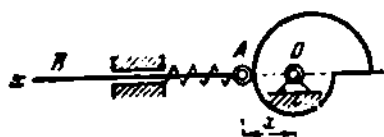


14.15 խնդրին

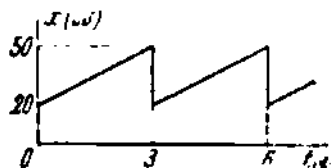


14.15 խնդրի պատասխանին

14.17. Գրել այն բոունցքի եզրագծի հավասարումը, որի համար ձողի հաշ20 սմ լրիվ ընթացքայիլը համապատասխաներ մեկ երրորդ պտույտին, ընդ որում ձողի տեղափոխություններն ալզ ժամանակում պետք է համեմատական լինեն պտտման անկյանը: Հաջորդ մեկ երրորդ պտույտի ընթացքում ձողը պետք է մնա անշարժ. և, վերջա-



14.16 խնդրին



14.16 խնդրի պատասխանին

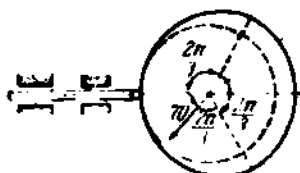
պես վերջին մեկ երրորդի ընթացքում նա պետք է կատարի հետադարձ շալլ այն նույն պայմանների դեպքում, ինչ որ առաջին մեկ երրորդում:

Չորի ծալրի ամենափոքր հեռավորությունը բռանցքի կենտրոնից համապար է 70 սմ:

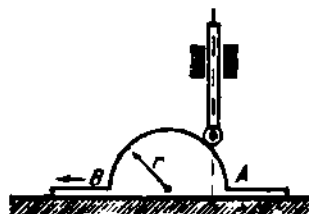
Պատ.՝ Լեռնին մեկ երրորդ պտույտին համապատասխանող բռանցքի եզրագիծը ներկայացնում է արբիմեդյան պարաբոլի:

$$r = \left(\frac{40}{\pi} \varphi + 70 \right) \text{ սմ:}$$

Պտույտի երկրորդ մեկ երրորդին համապատասխանում է $r = 90$ սմ շառավղով շրջանագիծ: Պտույտի վերջին մեկ երրորդի համար



14.17 խնդրին



14.18 խնդրին

բռանցքի եզրագիծը իրենից ներկայացնում է նույնպես արբիմեդյան պարաբոլի:

$$r = \left(90 - \frac{30}{\pi} \varphi \right) \text{ սմ:}$$

14.18. Գտնել, թե ինչ երկարություն է ինչուս մողր. որն իր ծալրով հենվում է $v = 5$ սմ/վ արագությամբ հետադարձ-համընթաց շարժվող բռանցքի ($r = 3$) սմ շառավղի ունեցող շրջանալին եզրագծի վրա: Չորի իջնելու մամանակամիջոցը՝ $t = 3$ վ: Սկզբնական պահին մողր գտնվում է ամենաբարձր դիրքում:

Պատ.՝ $h = 4.020$ սմ:

14.19. Գտնել համընթաց շարժվող շրջանալին բռանցքի արագացումը. եթե առանց սկզբնական արագության նրա համասարաչափ արագացող շարժման դեպքում մողր δ պ-ում իր ամենաբարձր դիրքից իջնում է $h = 4$ սմ-ով: Բռանցքի շրջանալին եզրագծի շառավղի՝ $r = 10$ սմ: (Տես 14.18 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $w = 1$ սմ/վ²:

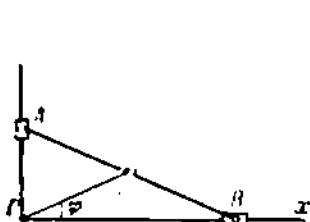
ՊԻՆՅ ՄԱՐՄՆԻ ՀԱՐԹ ԵՄԹԺՈՒՄԸ

§ 15. Հարթ պատկերի շարժման Ռափասարումները

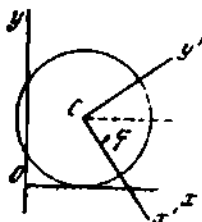
15.1. Հիպոպոդրաֆի քանոնը շարժման մեջ է գրվում O շուրտվիկով, որը ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է O առանցքի շուրջը: B սողնակն ընդունելով որպես բևեռ, գրել է հիպոպոդրաֆի քանոնի հարթ շարժման հավասարումները, եթե $OC=BC=AC=r$: Սկզբնական պահին AB քանոնը եղել է հորիզոնական դիրքում:

Պատ.՝ $x_B=2r \cos \omega_0 t$, $y_B=0$, $\varphi_B=\omega_0 t$:

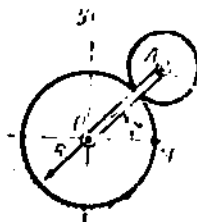
15.2. R շառավղով անիվը առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական ուղղով: Անիվի կենտրոնի արագությունը հաստատուն է և հավասար է v :



15.1 խնդիր



15.2 խնդիր



15.3 խնդիր

սար է V -ի: Որոշել անիվի շարժման հավասարումները, եթե սկզբնական պահին նրա հետ կոշտ կապված y' առանցքը եղել է ուղղահայաց, իսկ y առանցքը անիվի ժամանակ անցել է անիվի C կենտրոնով: Որպես բևեռ ընդունել C կետը:

Պատ.՝ $x_C=vt$, $y_C=R$, $\varphi=\frac{v}{R}t$:

15.3. r շառավղով առամանակալը, գլորվելով R շառավղի ունեցող անշարժ առամանակալի վրայով, շարժման մեջ է գրվում O շուրտվիկով, որը ω_0 անկյունային արագությամբ հավասարաչափ արագացող պտտվում է անշարժ առամանակալի O կենտրոնի շուրջը: Կազմել շարժական առամանակալի շարժման հավասարումները, բևեռ ընդունելով նրա A կենտրոնը, եթե $t=0$ դեպքում շուրտվիկի անկյուն

նային արագությունը՝ $\omega_0 = \omega$ և սկզբնական շրջման անկյունը՝ $\varphi_0 = 0$,

$$\text{Պատ.՝ } x_A = (R + r) \cos \frac{\omega_0 t^2}{2},$$

$$y_A = (R + r) \sin \frac{\omega_0 t^2}{2}, \quad \varphi_1 = \left(\frac{R}{r} + 1 \right) \frac{\omega_0 t^2}{2},$$

որտեղ φ_1 -ը շարժական ատամնանվալի շրջման անկյունն է:

15.4. R շառավիղ ունեցող անշարժ ատամնանվալի ներսում գլորվող r շառավիղով ատամնանվալը շարժման մեջ է գրվում OA շառավիղով, որը ω_0 անկյունային արագությամբ հավասարաչափ պտտվում է անշարժ ատամնանվալի O առանցքի շուրջը: $t=0$ դեպքում անկյուն $\varphi_0=0$: Կազմել շարժական ատամնանվալի շարժման հավասարումները՝ նրա A կենտրոնն ընդունելով որպես բևեռ:

$$\text{Պատ.՝ } x_A = (R - r) \cos \omega_0 t, \quad y_A = (R - r) \sin \omega_0 t,$$

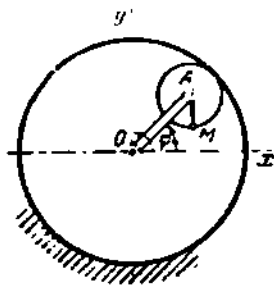
$$\varphi_2 = - \left(\frac{R}{r} - 1 \right) \omega_0 t,$$

որտեղ φ_2 -ը շարժական ատամնանվալի շրջման անկյունն է. միևնույն ժամանակ ցույց է տալիս, որ ատամնանվալը պտտվում է շուրջովի պտտմամբ՝ հակառակ կողմը:

15.5. Իտենել շարժաթևի շարժման հավասարումները. եթե շուրջովի պտտվում է հավասարաչափ, որպես բևեռ վերջնել շառավիղի մատի առանցքի վրա գտնվող A կետը. r-ը շառավիղի երկարությունն է. l-ը՝ շարժաթևի երկարությունը, ω_0 -ն՝ շառավիղի անկյունային արագությունը: $t=0$ դեպքում անկյուն $\alpha=0$:

$$\text{Պատ.՝ } x = r \cos \omega_0 t, \quad y = r \sin \omega_0 t,$$

$$\varphi = - \arcsin \left(\frac{r}{l} \sin \omega_0 t \right),$$

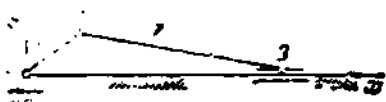


15.4 խնդրի

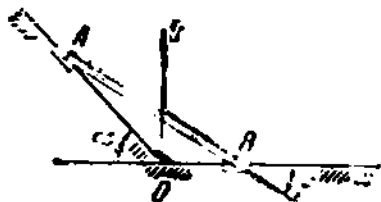
15.6. Ուղղաձիգ աղղորդներով սահող A և B կցորդիչները միասյամ են l երկարություն ունեցող AB ձողով: A կցորդիչը շարժվում է v_A հաստատուն արագությամբ: Գրել AB ձողի շարժման հավասարումները, ենթադրելով, որ A կցորդիչը սկսել է շարժվել O կետից: Որպես բևեռ ընդունել A կետը: $\angle BOA = \alpha$:

$$\text{Պատ.՝ } x_A = -v_A t \cos \alpha, \quad y_A = v_A t \sin \alpha, \quad \varphi = \arcsin \frac{v_A t}{l} \sin \alpha,$$

15.7. AB ձողի A ծայրը v հաստատուն արագությամբ սահում է ուղղահայաց ուղղությամբ, ընդ որում ձողը շարժվելիս հենվում է (1) բուլբի վրա: Ի՞նչի ձողի և նրա ծայրի շարժման հաճախությունները:



15.5 խնդրին

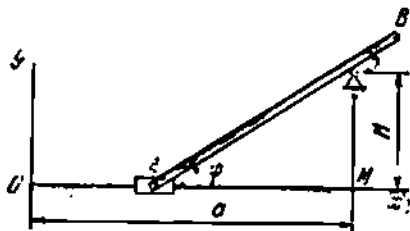


15.6 խնդրին

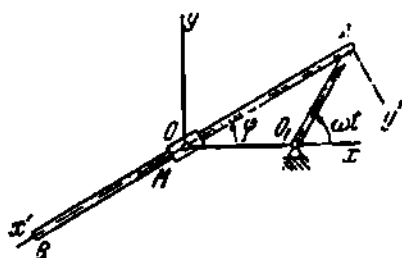
Ձողի երկարությունը հաճախար է l -ի, 1) բուլբի քարձրացումը ուղղահայաց ուղղությամբ հաճախար է H -ի: Շարժման սկզբում ձողի A ծայրը համընկել է անշարժ կոորդինատային համակարգի O սկզբնակետի հետ, $OA = a$: Որպես բևեռ ընդունել A կետը:

$$\text{Պատ.՝ } x_A = vt, \quad y_A = 0, \quad v = a \omega \operatorname{tg} \frac{H}{a - vt},$$

$$x_B = vt + l \frac{a - vt}{H^2 + (a - vt)^2}, \quad y_B = \frac{lH}{H^2 + (a - vt)^2},$$



15.7 խնդրին



15.8 խնդրին

15.8. a/2 երկարություն ունեցող (1) A շուրտփիկը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: A կետում շուրտփիկի հետ հողակապորեն միացված է AB ձողը, որն ամբողջ ժամանակ անցնում է ճոճվող (2) կոորդինացի, ընդ որում $OO_1 = a/2$: Գտնել AB ձողի շարժման հաճախությունները և ձողի վրա A հողակապից a հեռավորության վրա գտնվող M կետի հետագիծը (բևեռային և դեկարտյան կոորդինատներով): Որպես բևեռ ընդունել A կետը:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \quad x_A = \frac{a}{2}(1 + \cos \omega t), \quad y_A = \frac{a}{2} \sin \omega t, \quad \varphi = \frac{\omega t}{2},$$

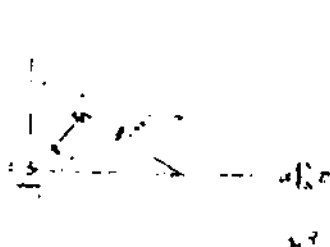
$$2) \text{ 'Կարդիոիդ' } \rho = a(\cos \varphi - 1),$$

$$x^2 + y^2 = a(x - \sqrt{x^2 + y^2}),$$

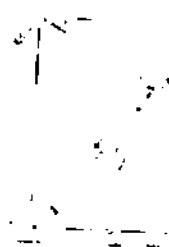
15.9. ՕՕ₁ մեծ օղակի վրա դրված ՕABO₁ հակադրությանագծի ՕA շուռտվիկը ա անկյունային արագությամբ հաճախարաչափ պտտւմ է: Որպես բեւե ընդունելով A կետը, կազմել AB օղակի շարժման հաճախարումները, եթե ՕA=Օ₁B=a և ՕՕ₁=AB=b(a<b). սկզբնական պահին ՕA շուռտվիկը ողղված է եղել ՕՕ₁-ով:

$$\text{Պատ.՝ } x_A = a \cos \omega t, \quad y_A = a \sin \omega t,$$

$$\varphi = 2 \arccos \frac{a \sin \omega t}{b - a \cos \omega t},$$



15.9 խնդիր



15.10 խնդիր

15.10. ՕՕ₁ փոքր օղակի վրա դրված ՕABO₁ հակադրությանագծի ՕA շուռտվիկը ա անկյունային արագությամբ հաճախարաչափ պտտւմ է: Որպես բեւե ընդունելով A կետը, կազմել AB օղակի շարժման հաճախարումները, եթե ՕA=Օ₁B=a և ՕՕ₁=AB=b(a>b) սկզբնական պահին ՕA շուռտվիկը ողղված է եղել ՕՕ₁-ով:

$$\text{Պատ.՝ } x_A = a \cos \omega t, \quad y_A = a \sin \omega t, \quad \varphi = 2 \arccos \frac{\cos \omega t - b/a}{\sin \omega t},$$

§ 16. Պինդ մարմնի կետերի արագությունները հարթ շարժման դեպքում: Արագությունների ակնթարթային կենտրոն

16.1. Առանցքն ուղղելով ուղղահայաց հարթ պատկերի ցանկացած կետի արագությանը, ապացուցել, որ այդ առանցքին պատկանող բոլոր կետերի արագությունների պրոյեկցիաները նրա վրա հաճախար են զրոյի:

16.2. Անիվը դնրվում է հորիզոնի հետ 30° անկյուն կազմող թեք հարթությամբ: Անիվի Օ կենտրոնը շարժվում է $x_0 = 10t^2$ սմ

օրենքով, որտեղ χ -ը թեք հարթությանը պողպանն է ուղղված: Անիվի O կենտրոնից կախված է $(\Delta=36$ սմ ձողը, որը $\varphi=\frac{\pi}{3} \sin \frac{\pi}{6}$ ուղ

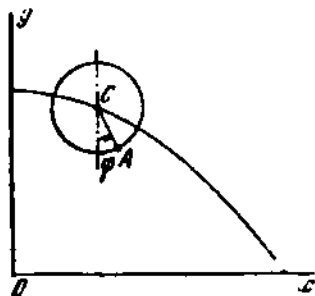
օրենքով ճոճվում է նկարի հարթությանն ուղղահայաց O հորիզոնական առանցքի շուրջը: Գտնել $A()$ ձողի A ծայրի արագությունը ω -ժանակի $t=1$ վ պահին:

Պատ.՝ արագությունը հավասար է $2,9$ սմ/վ ուղղված է հարթությանը զուգահեռ զեպի ներքև:

16.3. $r=20$ սմ շառավիղ ունեցող սկավառակը xy ուղղանիվ հարթության մեջ շարժվելիս նրա C կենտրոնը շարժվում է $xc=10$ մ, $y_c=(10-1,9t^2)$ մ հավասարումների համաձայն: Այդ զեպքում



16.2 խնդրին



16.3 խնդրին

սկավառակը պտտվում է իր հարթությանն ուղղահայաց C հորիզոնական առանցքի շուրջը $\omega=\frac{\pi}{2}$ ուղիվ հաստատուն անկյունային արագությամբ:

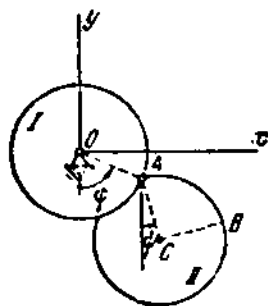
Ժամանակի $t=0$ պահին որոշել սկավառակի շրջանակի վրա գտնվող A կետի արագությունը: A կետի դիրքը սկավառակի վրա որոշվում է $\varphi=0$ անկյունով՝ հաշված ուղղանիվից ժամացույցի սլաքի ընթացքին հակառակ:

Պատ.՝ Արագությունը հորիզոնականով ուղղված է զեպի աջ և մեծությամբ հավասար է $10,31$ մ/վ:

16.4. Չափանիշով նախույդ խնդրի պայմանը, որոշել կետի արագությունը ω -ժամանակի $t=1$ վ պահին:

Պատ.՝ $v_{Ax}=10$ մ/վ, $v_{Ay}=-9,19$ մ/վ, $v_A=13,1$ մ/վ:

16.5. Յուրաքանչյուրը r շառավղով երկու միատեսակ սկավառակներ միացված են A զլանային հողակապով: I սկավառակը $\varphi=\varphi(t)$ օրենքով պտտվում է O առջարծ հորիզոնական առանցքի շուրջը: II սկավառակը պտտու-



16.5 խնդրին

գում է A հորիզոնական առանցքի շուրջը համաձայն $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ հաճախուման: Օ և A առանցքներն ուղղահայաց են նկարի հարթությունը: γ և $\dot{\varphi}$ անկյունները հաշվում են ուղղաձիգից ժամացույցի սլաքի ընթացքին հակառակ: Փտենել II սկզբառակի C կենտրոնի արագությունը:

Պատ.՝ $V_{Cx} = r(\dot{\varphi} \cos \varphi + \dot{\varphi} \cos \epsilon), \quad v_{Cy} = r(\dot{\varphi} \sin \varphi + \dot{\varphi} \sin \epsilon).$

$v_C = r \sqrt{\dot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^2 + 2\dot{\varphi}\dot{\varphi} \cos(\varphi - \epsilon)},$

16.6. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանը, գտնել II սկզբառակի B կետի արագությունը. եթե $\angle ACB = \frac{\pi}{2}$,

Պատ.՝ $v_{Bx} = r[\dot{\varphi} \cos \varphi + 2\dot{\varphi} \cos(45^\circ + \epsilon)],$

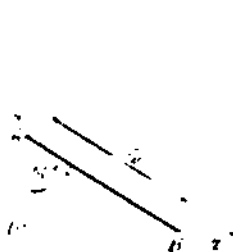
$v_{By} = r[\dot{\varphi} \sin \varphi + 2\dot{\varphi} \sin(45^\circ + \epsilon)],$

$v_B = r \sqrt{\dot{\varphi}^2 + 2\dot{\varphi}^2 + 2\dot{\varphi}\dot{\varphi} \cos[45^\circ - (\varphi - \epsilon)]},$

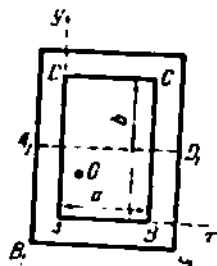
16.7. 1 մ երկարությամբ AB ձողը շարժվում է՝ ամրոցը ժամանակ իր ծալրերով հենվելով Օx և Oy երկու փոխուղղահայաց ուղիղների վրա: Փտենել արագությունների ակնթարթային կենտրոնի x և y կոորդինատները այն պահին, երբ անկյուն $\angle OAB = 60^\circ$:

Պատ.՝ $x = 0.866$ մ, $y = 0.5$ մ:

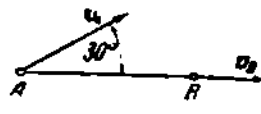
16.8. a և b կողմերով ուղղանկյան տեսք ունեցող ծալովի սեղանի տախտակը Օ բռնակի առանցքի շուրջը պտտելով ABC() զիրքից բերվում է A₁B₁C₁D₁ դիրքին և բացվելով առաջացնում է b և 2a կողմերով ուղղանկյուն: Փտենել Օ բռնակի առանցքի զիրքը



16.7 խնդրին



16.8 խնդրին



16.9 խնդրին

AB և AD կողմերի նկատմամբ:

Պատ.՝ $x_0 = \frac{a}{4}, \quad y_0 = \frac{b}{2} - \frac{a}{4},$

16.9. AB ողիղը շարժվում է նկարի հարթության մեջ, ժամանակի մի ինչ որ պահին A կետի $\vec{v}_A$ արագությունը AB ողիղի հետ կազմում է 30° անկյուն և հավասար է 150 սմ/վ: B կետի արագության ուղղությունը այդ պահին համընկնում է AB ողիղի ուղղության հետ: Որոշել B կետի v_B արագությունը:

Պատ.՝ $v_B = 156$ սմ/վ:

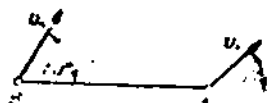
16.10. AB ողիղը շարժվում է նկարի հարթության մեջ, ընդ որում նրա A ծայրը ամրոցված ժամանակ պտտվում է CAI) կիսաշրջանագծի վրա, իսկ ողիղն ինքը ամրոցված ժամանակ անցնում է CI) արամագծի C անշարժ կետով: Որոշել C կետի հետ համընկնող և ողիղին պատկանող կետի v_C արագությունը այն պահին, երբ OA շառավիղն ուղղահայաց է CI)-ին, եթե հայտնի է, որ այդ պահին A կետի արագությունը 4 մ/վ է:

Պատ.՝ $v_C = 2.83$ մ/վ:

16.11. Ս, ծ մ երկարությամբ AB ձողը շարժվում է նկարի հարթության մեջ, $\vec{v}_A$ արագությունը ($v_A = 2$ մ/վ) ձողի հետ համընկնող x առանցքի հետ կազմում է 45° անկյուն: B կետի $\vec{v}_B$ արագությու-



16.10 խնդիր



16.11 խնդիր



16.12 խնդիր

նր x առանցքի հետ կազմում է 60° անկյուն: Գտնել B կետի արագության մեծությունը և ձողի անկյունային արագությունը:

Պատ.՝ $v_B = 2.82$ մ/վ $\omega = 2.06$ ռադ/վ:

16.12. Սրտցահաստոցը շարժման մեջ է դրվում $OA = 24$ սմ ոտանկով, որը տատանվում է O առանցքի շուրջը $\varphi = \frac{\pi}{6} \sin \frac{\pi}{2} t$

առաջ սրինքով (դ անկյունը հաշվվում է հորիզոնականից): K սրագագրը O_1 առանցքի շուրջը պտտվում է AB ձողի միջոցով: O և O_1 առանցքներն ուղղահայաց են նկարի հարթությանը: Գտնել $R = 2BO_1$ շառավիղ ունեցող K սրագագրի շրջանակի վրա գտնվող D կետի արա-

զախությունը $t=0$ զեպրում, եթե այդ պահին OA -ն և C , B -ն հորիզոնական դիրքի են:

Պատ.՝ $v_D=39.44$ սմ/վ:

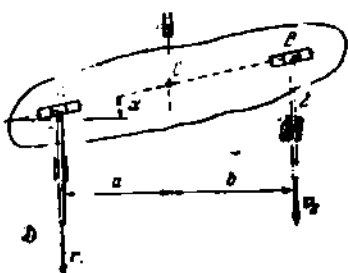
16.13. Նկարում պատկերված է միատեղող մեխանիզմը: Նրանում մտնում են ուղղաձիգ ուղղորդներով շարժվող 1 և 2 ձողերը: Ինչո՞ւ է ձողերը AB լծակի հետ միացված են նրա փորակներում սահող զլանալին հողակապերով: Զողերը շարժվում են v_1 և v_2 արագություններով: Ծալի տալ, որ AB լծակի C կենտրոնի հետ միացված և ուղղաձիգ ուղղորդներում սահող 3 ձողի արագությունը հաշվառար է

$$v = \frac{b}{a+b} v_1 + \frac{a}{a+b} v_2.$$

որտեղ a -ն և b -ն նկարում նշված չափեր են: Գտնել նաև AB լծակի անկյունային արագությունը:

Պատ.՝ $\omega = \frac{v_1 - v_2}{a+b} \cos^2 \alpha$, եթե $v_1 > v_2$:

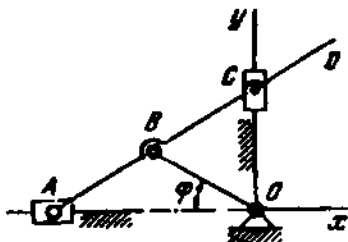
16.14. OB ձողը $v=2$ մ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է O առանցքի շուրջը և շարժման մեջ է դնում AD ձողին. որի A և C կետերը շարժվում են առանցքներով. A -ն՝ Ox հորիզոնականով, C -ն՝ Oy ուղղաձիգով: Որոշել ձողի D կետի արագությունը $\varphi=15$ ցեպրում և գտնել այդ կետի հետագծի հավասարումը, եթե $AB=BC=CD=12$ սմ:



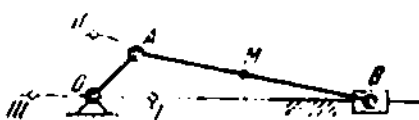
16.13 խնդիրն

Պատ.՝ $v_D=53.65$ սմ/վ. $\left(\frac{x}{12}\right)^2 + \left(\frac{y}{36}\right)^2 = 1,$

16.15. Ըռոտովիկային մեխանիզմում շոտովիկի երկարությունը՝ $OA=40$ սմ, շարժաթևի երկարությունը՝ $AB=2$ մ. շոտովիկը պտտու-



16.14 խնդիրն



16.15 խնդիրն

վում է հազասարաչափ 6 π ռադ/վ-ին հազասար անկյունային արագությունը: Գտնել շարժաթևի ω անկյունային արագությունը և նրա M միջնակետի արագությունը շառավիղի ալն շորս գիրքների ղեկավարում, որոնց համար $\angle OAB$ անկյունը համապատասխանաբար հազասար է $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$:

Պատ.՝ I. $\omega = -\frac{6}{5} \pi$ ռադ/վ, $v_M = 377$ սմ/վ:

II. $\omega = 0$, $v_M = 754$ սմ/վ: III. $\omega = \frac{6}{5} \pi$ ռադ/վ, $v_M = 377$ սմ/վ:

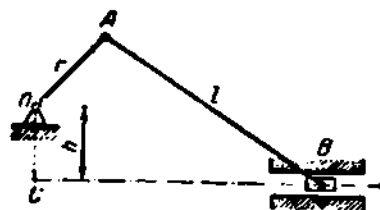
IV. $\omega = 0$, $v_M = 754$ սմ/վ:

ω -ի արտահայտության մեջ միևնույն նշանը ցույց է տալիս, որ շարժաթևը պտտվում է շառավիղի պտտման հակառակ կողմը:

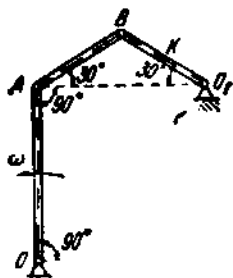
16.16. Գտնել ոչ-կենտրոնավոր շառավիղային մեխանիզմի B սողնակի արագությունը շառավիղի երկու հորիզոնական և երկու ուղղաձիգ գիրքների ղեկավարում, եթե շառավիղը պտտվում է O լիսեռի շուրջը $\omega = 1,5$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ և $OA = 40$ սմ, $AB = 200$ սմ, $OC = 20$ սմ:

Պատ.՝ $v_1 = v_3 = 6,03$ սմ/վ, $v_2 = v_4 = 60$ սմ/վ:

16.17. Որոշել $OABO_1$ քառոդակ մեխանիզմի K կետի արագությունը նկարում ցույց տված դիրքում, եթե 20 սմ երկարությամբ



16.16 խնդիր



16.17 խնդիր

OA օղակը տվյալ պահին ունի 2 ռադ/վ անկյունային արագություն: K կետը գտնվում է $B(O_1)$ ձողի մեջտեղում:

Պատ.՝ 20 սմ/վ:

16.18 Որոշել նկարում ցույց տրված դիրքում պոմպի շարժարկի մեխանիզմի E մխոցի արագությունը, եթե $OA = 20$ սմ, $O_1B = O_1D$: OA շառավիղը պտտվում է հազասարաչափ 2 ռադ/վ անկյունային արագությամբ:

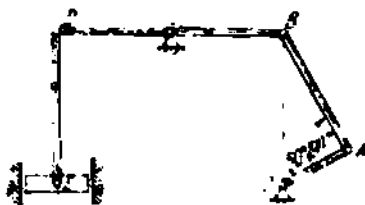
Պատ.՝ $46,2$ սմ/վ:

16.19. AB ձողի հետ A և B հոդակապերի միջոցով միացված O_1A և O_2B ձողերը կարող են պտտվել O_1 և O_2 անշարժ կետերի շուրջը՝ մնալով մեկ հարթության մեջ և կազմելով հոդակապային քառոցակ: Տված է՝ O_1A ձողի α երկարությունը և նրա ω անկյունային արագությունը: Կառուցվածք որոշել AB ձողի ալն M կետը, որի արագությունը ողջված է ուղղ ձողով, ինչպես նաև պտնել M կետի $\bar{v}$ արագության մեծությունը ալն պահին, երբ O_1AB անկյունն ունի սովալ α մեծությունը:

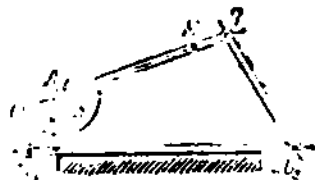
Պատ.՝ $v_M = g \omega \sin \alpha$

16.20. Հոդակապային քառոցակի O_1A ձողի անկյունային արագությունը հալասար է ω_1 -ի:

Արտահայտել O_2B ձողի ω_2 անկյունային արագությունը ω_1 -ով և



16.18 խնդրին



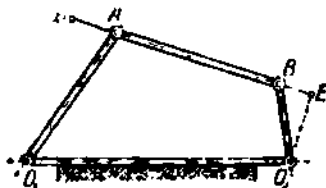
16.19 խնդրին

O_1A ու O_2B ձողերի պտտման առանցքներից մինչև AB շարժաթևը եղած O_1D ու O_2E կարճագույն հեռավորություններով:

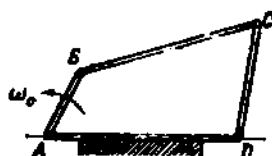
Պատ.՝ $\omega_2 = \omega_1 \frac{(O_1D)}{(O_2E)}$

16.21. ABCD հոդակապային քառոցակում AB տանող շոտովիկը պտտվում է $\omega_0 = 6\pi$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել CD շոտովիկի և BC ձողի ակնթարթային անկյունային արագությունները ալն պահին, երբ AB շոտովիկը և BC ձողը կազմում են մեկ ուղիղ, եթե $BC = 3AB$:

Պատ.՝ $\omega_{BC} = 2\omega_0$ ռադ/վ, $\omega_{CD} = 0$:



16.20 խնդրին



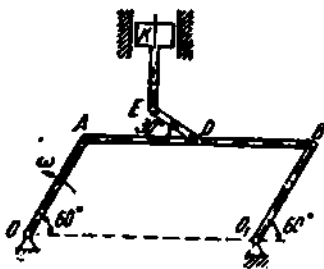
16.21 խնդրին

16.22. OABO, հոդակապային դուգահեռագծի AB ձողի D միջնակետին հոդակապորեն միացված է DE ձողը, որը K սողնակին դնում է հետադարձ-համընթաց շարժման մ.: շ: Որոշել K սողնակի արագությունը և DE ձողի անկյունային արագությունը նկարում ցույց տված դիրքում, եթե $OA=OB=2DE=20$ սմ, իսկ OA ողակի անկյունային արագությունը տվյալ պահին համասար է 1 ուղ. վ.

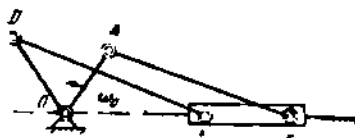
Պատ.՝ $v_K=40$ սմ/վ, $\omega_{DE}=3.46$ ուղ. վ.

16.23. Կրկնակի շոտտփիկ-շարժաթևային մեխանիզմի B և E սողնակները միացված են BE ձողով: OA տանող և OI) տարփող շոտտփիկները ճոճվում են նկարի հարթությանն ուղղահայաց O անշարժ րնդհանուր առանցքի շուրջը:

Որոշել OI) տարփող շոտտփիկի և DE շարժաթևի անխարժային անկյունային արագությունները ահն պահին, երբ $\omega_0=12$ ուղ. վ/անխարժային անկյունային արագություն



16.22 խնդրին



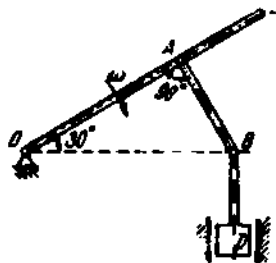
16.23 խնդրին

առնցող OA տանող շոտտփիկը ուղղահայաց է սողնակի ուղղորդին: Տված են չափերը: $OA=10$ սմ, $OI)=12$ սմ, $AB=2$ սմ, $EB=12$ սմ, $DE=12\sqrt{3}$ սմ:

Պատ.՝ $\omega_{AB}=10\sqrt{3}$ ուղ. վ, $\omega_{DE}=\frac{10}{3}\sqrt{3}$ ուղ. վ.

16.24. Հիդրավլիկ մամուլի D միուցիչ շարժման մեջ է դրվում OABD հոդա-լծակապոր մեխանիզմի միջոցով: Նկարում նշված դիրքում OL լծակն ունի $v=2$ ուղ. վ/անկյունային արագություն: Որոշել D միուցիչի արագությունը և AB սղակի անկյունային արագությունը, եթե $OA=15$ սմ:

Պատ.՝ $v_D=34.6$ սմ/վ, $\omega_{AB}=2$ ուղ. վ:



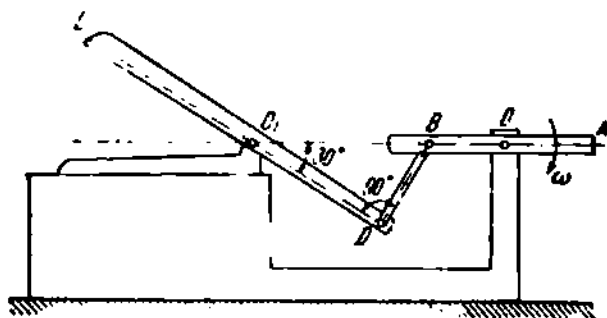
16.24 խնդրին

16.25. Մետաղահատ մկրատի 1. շարժական շեղորը շարժման մեջ է դրվում AOB) հոդա-լծակապոր մեխանիզմի միջոցով: Որոշել 1) հոդակապի արագությունը և

ՅՈ) օղակի անկյունային արագությունը, եթե նկարում ցույց տված դիրքում AB լծակի անկյունային արագությունը հավասար է 2 ռադ/վ, $OB=5$ սմ, $O_1D=10$ սմ:

Պատ.՝ $v_D=8,65$ սմ/վ, $\omega_{III}=0,17$ ռադ/վ:

16.26. Ճոճվող գլանով մեքենայի մեջ շուտավիկի երկարությունը՝ $OA=12$ սմ, իսկոճի առանցքի և գլանի դարձյակի առանցքի միջև

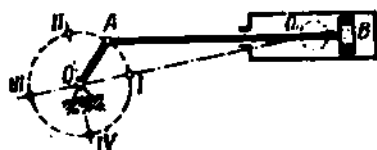


16.25 խնդրին

հեռավորությունը՝ $OO_1=60$ սմ, շարժաթևի երկարությունը՝ $AB=60$ սմ: Որոշել միտքի արագությունը նկարում շուտավիկի ցույց տված շոքս դիրքերի դեպքում, եթե նրա անկյունային արագությունը՝ $\omega=5$ ռադ/վ= const :

Պատ.՝ $v_I=15$ սմ/վ, $v_{III}=10$ սմ/վ, $v_{II}=v_{IV}=58,58$ սմ/վ:

16.27. Ճոճվող գլանով մեքենայի շուտավիկի երկարությունը՝ $OA=15$ սմ, նրա անկյունային արագությունը՝ $\omega=15$ ռադ/վ= const : Գտնել միտքի արագությունը և գլանի անկյունային արագությունը այն պահին, երբ շուտավիկը ուղղահայաց է շարժաթևին (տես 16.26 խնդրի նկարը):

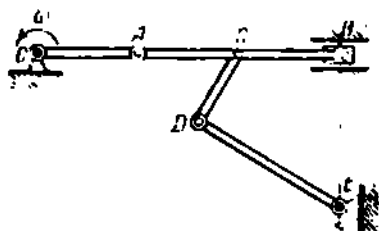


16.26 խնդրին

Պատ.՝ $v=225$ սմ/վ, $\omega=0$:

16.28. Շուտավիկային մեխանիզմի շարժաթևի C մեջտեղում հողակապորեն կապված է CI) ձողի հետ, իսկ վերջինս՝ DE ձողի հետ, որը կարող է պտտվել E առանցքի շուրջը:

Որոշել DE ձողի անկյունային արագությունը նկարում շուտավիկա-

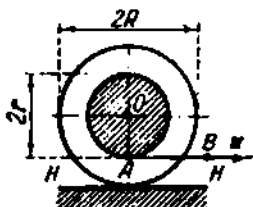


16.28 խնդրին

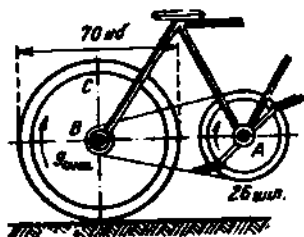
լին մեխանիզմի ցույց տված դիրքում. Լժի B և E կետերը դասավորված են միևնույն ուղղաձիգի վրա. OA շառավիղի անկյունային արագությունը՝ $\omega=8$ ռադ/վ, $OA=25$ սմ, $DE=100$ սմ, $\angle CDE=90^\circ$ և $\angle BED=30^\circ$,

Պատ.՝ $\omega_{DE}=0.5$ ռադ/վ

16.29. R շառավղով կոճը գլորվում է HH հորիզոնական հարթության վրայով առանց սահքի: Կոճի շառավղով զանալին միջին մասի վրա փաթաթված է թել, որի B ծայրը ալդ շարժման ղեկավարում



16.29 խնդիր

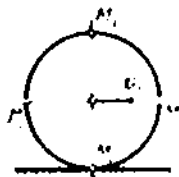


16.30 խնդիր

ունի հորիզոնական ուղղությամբ և արագություն: Որոշել կոճի առանցքի տեղափոխման v արագությունը:

Պատ.՝ $v=\omega \frac{R}{R-r}$

16.30. Հեծանվի մեջ շղթայական փոխանցումը բաղկացած է մի շղթայից, որն ընդլրկում է Յ6 ատամ ունեցող A ատամնանիվը և 9 ատամ ունեցող B ատամնանիվակր: B ատամնանիվակր անփոփոխ միացված է հետևի C տնիվին, որի տրամագիծը հավասար է 70 սմ: Որոշել հեծանվի արագությունը, երբ A անիվը վալրկյանում կատարում է մեկ պտույտ. իսկ C անիվն ալդ ղեկավարում առանց սահքի գլորվում է ուղղաղիծ ճանապարհով:



16.31 խնդիր

Պատ.՝ 22,87 կմ/ժ:

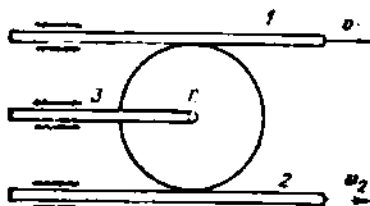
16.31. $R=0.5$ մ շառավղով անիվն առանց սահքի գլորվում է ճանապարհի ուղղաղիծ մասով: Նրա կենտրոնի արագությունը հաստատուն է և հավասար է $v_0=10$ մ/վ: Փառնել անիվի ուղղաձիգ և հորիզոնական տրամագծերի M_1 , M_2 և M_3 , M_4 ծայրերի արագությունները: Որոշել նրա անկյունային արագությունը:

Պատ.՝ $v_1=0$, $v_2=14,14$ մ/վ, $v_3=20$ մ/վ, $v_4=14,14$ մ/վ, $\omega=20$ ռադ/վ:

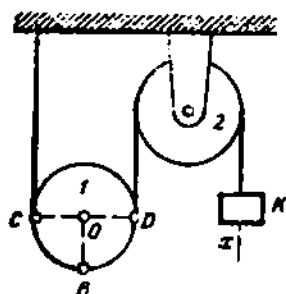
16.32. Եկարում պատկերված է միասեղող մեխանիզմ: 1 և 2 երկու զուգահեռ ձողերը շարժվում են միեւնոյն կողմը v_1 և v_2 հաստատուն արագություններով: Զոգների միջև սկզբված է նրանց վրայով առանց սահքի գլորվող 1 շառավիղ ունեցող սկավառակը: Ուղից տալ, որ սկավառակի C առանցքին միացված 3 միջին ձողի արագությունը համասար է 1 և 2 ձողերի արագությունների կիսագումարին: Գտնել նաև սկավառակի անկյունային արագությունը:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{v_1 - v_2}{2r}$$

16.33. 1 շարժական ճախարակը և 2 անշարժ ճախարակը միացված են անձղելի թելով: Այդ թելի ծալրին կապված K բևուր իջնում



16.32 խնդրին



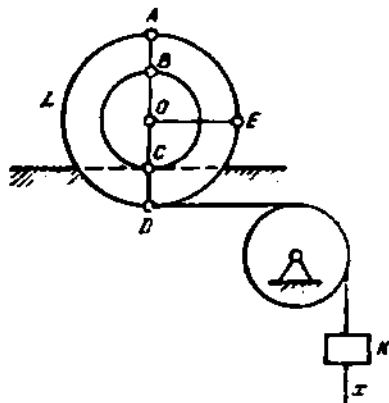
16.33 խնդրին

է ողղաձիգով ըստ $x=2t^2$ մ օրենքի: Որոշել շարժական ճախարակի շրջանակի վրա գտնվող C, D, B և E կետերի արագությունները $t=1$ վ պահին նկարում հույց աված դիրքում: Եթե 1 շարժական ճախարակի շառավիղը համասար է 0,2 մ, իսկ CD, BE, Դանել նաև 1 ճախարակի անկյունային արագությունը:

$$\text{Պատ.՝ } v_C=1, v_D=2 \text{ մ/վ,}$$

$$v_B=v_E=2\sqrt{2} \text{ մ/վ, } \omega=10 \text{ ռադ/վ}$$

16.34. Անձղելի թելի միջոցով 1 կոճի հետ կապված K բևուր ողղաձիգ ցած է իջնում ըստ $x=1t^2$ մ օրենքի: Այդ ղեկքում L կոճը առանց սահքի գլորվում է անշարժ հորիզոնական ռելսի վրայով: Որոշել կոճի C, A, B, D և E

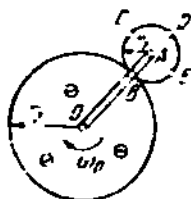


16.34 խնդրին

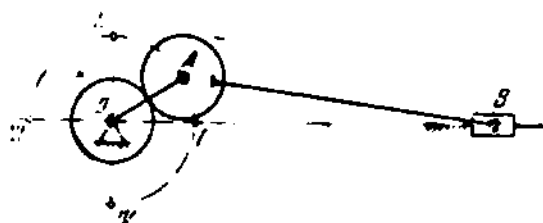
կետերի արագությունները $v=1$ մ/վ առանց նկատելի տարբերության. ինչպես նաև կոճի անկյունային արագությունը. եթե $AD \perp OE$, իսկ $OI = 2OC = 0.2$ մ:

Պատ.՝ $v_C = 0$, $v_A = 6$ մ/վ, $v_B = 4$ մ/վ, $v_C = 2$ մ/վ, $v_I = 4.46$ մ/վ, $\omega = 20$ ռադ/վ:

16.35. ՕՆ շոտովիկը $\omega_0 = 2.5$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվելով $r_2 = 15$ սմ շառավիղ ունեցող անշարժ անիվի (I) առանցքի շուրջը, շարժման մեջ է դնում նրա A ծայրին հաղցված $r_3 = 5$ սմ



16.35 խնդիր

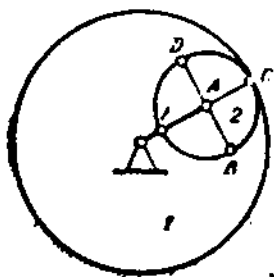


16.36 խնդիր

շառավիղով ատամնանվաճիկներ: Որոշել շարժական ատամնանվաճիկի A, B, C, D և E կետերի արագությունների մեծությունը և ուղղությունը, եթե $CE \perp BD$:

Պատ.՝ $v_A = 50$ սմ/վ, $v_B = 10$ սմ/վ, $v_D = 10$ սմ/վ, $v_C = v_E = 70.7$ սմ/վ

16.36. (I) առանցքի վրա հաղցված են իրար հետ չհապված 20 սմ տրամագծով K ատամնանիվը և 20 սմ երկարությամբ ՕՆ շոտովիկը: AB շարժաթևի հետ խույկը պտտվում է 20 սմ տրամագծով ատամնանիվի շարժաթևի երկարությամբ $AB = 1$ մ: K անիվի 2π ռադ/վ-ին հապաստի անկյունային արագությամբ հապաստաչափ պտտվում է և կառչելով I անիվի ատամներին, շարժման մեջ է դնում AB շարժաթևին և ՕՆ շոտովիկին: Որոշել ՕՆ շոտովիկի ω_1 անկյունային արագությունը նրա շուրջ գիրքերում՝ երկու հորիզոնական և երկու ուղղահայաց:



16.37 խնդիր

Պատ.՝ I. $\omega_1 = \frac{10}{11} \pi$ ռադ/վ, II. $\omega_2 =$

$= 7$ ռադ/վ, III. $\omega_3 = \frac{10}{9} \pi$ ռադ/վ:

1V. $\omega_3 = \pi$ ռադ/վ:

16.37. ՕՆ $AB = 20$ սմ շոտովիկը 2 ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվում է նկարի հարթությանն ուղղահայաց (I) անշարժ

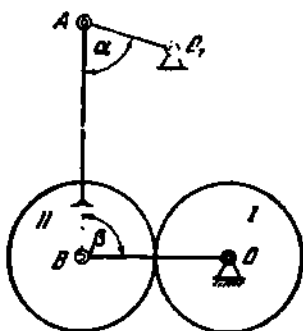
առանցքի շուրջը: Նրա A ծալրին հազցված է 10 սմ շառավղով 2 աստմանանկյան, որը ներքին կառչման մեջ է գտնվում O_1A շառավղի-
կի հետ համառանցք 1 անշարժ անիվի հետ: Որոշել 2 աստմանանկյանի
վրա գտնվող B, C, D և E կետերի արագությունները: Եթե $OB \perp OC$:

Պատ.՝ $v_C=0, v_B=v_D=40$ սմ/վ, $v_E=80$ սմ/վ:

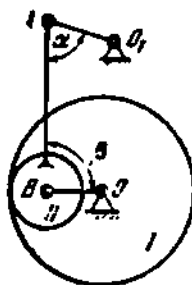
16.38. Ուստարի մեխանիզմը քաղկապած է O_1A լծակից, որը
ճոճվելով O_1 առանցքի վրա, AB շարժաթևի միջոցով շարժումը փո-
խանցում է O առանցքի վրա ադատ հազցված OB շառավղիկին: Այդ
նույն O առանցքի վրա նստած է 1 անիվը: AB շարժաթևը վերջա-
նում է նրա հետ պինդ միացված II անիվով: Որոշել OB շառավղիկի
և I անիվի անկյունային արագությունները ալն պահին, երբ $\alpha=60^\circ$,
 $\beta=90^\circ$: Եթե $r_1=r_2=30$ իմ, $O_1A=75$ սմ, $AB=150$ սմ և լծակի
անկյունային արագությունը՝ $\omega_1=6$ ռադ/վ:

Պատ.՝ $\omega_{OB}=3,75$ ռադ/վ, $\omega_1=6$ ռադ/վ:

16.39. Պլաննաար մեխանիզմը քաղկապած է AB շարժաթևին
շարժման մեջ գնող O_1A շառավղիկից: ՕՐ լծակից և $r_1=25$ սմ շա-



16.38 խնդրին



16.39 խնդրին

ռավղով անիվից: AB շարժաթևը վերջանում է նրա հետ խույ կերպով
միացված $r_2=10$ սմ շառավղիգ ունեցող II աստմանանկյանի: Որոշել
 O_1A շառավղիկի և I անիվի անկյունային արագությունները ալն պա-
հին, երբ $\alpha=45^\circ$, $\beta=90^\circ$, եթե $O_1A=30$ իմ, $AB=150$ սմ: OB
լծակի անկյունային արագությունը՝ $\omega=8$ ռադ/վ:

Պատ.՝ $\omega_{O_1A}=4$ ռադ/վ, $\omega_1=5,12$ ռադ/վ:

16.40. Ընճվող զլանով մեքենայի մեջ շառավղիկի երկարությու-
նը՝ $OA=r$: Իսկ հեռավորություն $OO_1=x$: Շառավղիկը պտտվում է ω_0
հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել AB շարժաթևի ω_1

անկյունային արագությունը՝ կախված շուտովիկի պտտման փ անկյունից: Որոշել ω_1 -ի ամենամեծ և ամենափոքր արժեքները, ինչպես նաև փ անկյան այն արժեքը, որի դեպքում $\omega_1=0$: (Տես 16.26 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $\omega_1 = \frac{\omega_0 r (2 \cos \varphi - 1)}{2^2 + r^2 - 2ar \cos \varphi}$, $\omega_{1 \max} = \frac{\omega_0 r}{a - r}$, երբ $\varphi = 0$,

$\omega_{1 \min} = -\frac{\omega_0 r}{a + r}$, երբ $\varphi = \pi$, $\omega_1 = 0$, երբ $\varphi = \arccos \frac{r}{a}$:

16.41. Գտնել կոորդինատային առանցքների վրա շուտովիկային մեխանիզմի ԱՅ շարժաթևի ցանկացած Մ կետի արագության պրոյեկցիաների համար մոտավոր արտահայտություն և անկյունային արագությանը՝ լիսենոի հաճախության պտտման դեպքում, ենթադրելով, որ շուտովիկի և երկարությունը փոքր է շարժաթևի և երկարության համեմատությամբ: Մ կետի դիրքը որոշվում է նրա $MB=l$ հեռավորությամբ:

Ծանոթ. $\mu, \nu, \dots$. խնդրի լուծման դեպքում ստացված բանաձևի մեջ մտնում է $\sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} \sin \varphi\right)^2}$, որտեղ $\varphi = \omega t$ -ն նշանակում է BOA անկյունը:

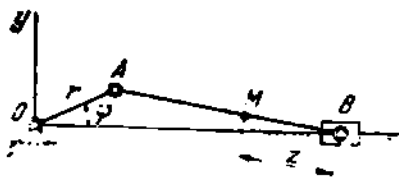
Այդ արտահայտություններ վերածում ենք շարժի և պտտման երբ միմյան տասելն ձրկու անգամները:

Պատ.՝ $V_x = -\omega \left[r \sin \varphi + \frac{(l-r)^2}{2l^2} \sin 2\varphi \right]$, $v_y = \frac{r}{l} \omega \cos \varphi$:

§ 17. Անշարժ և շարժական ցենտրոիդներ

17.1. Գտնել 16.7 խնդրում ցույց տված AB ձողի շարժման զեպյում ցենտրոիդները:

Պատ.՝ Շարժական ցենտրոիդը 0,5 մ շառավղով շրջանագիծ է՝ կենտրոնը AB-ի մեջտեղում, անշարժ ցենտրոիդը 1 մ շառավղով շրջանագիծ է՝ կենտրոնը () կետում:



16.41 խնդրին

17.2. Որոշել քաղմահախարակի այն A և B ճախարակների շարժական և անշարժ ցենտրոիդները, որոնց շառավղիները համապատասխանաբար հաճախար են

Γ_A և Γ_B , ենթադրելով, որ C պահանակը շարժվում է համընթաց:

Պատ.՝ Շարժական ցենտրոիդներն են A ճախարակներ՝ Γ_A շա-

ապագով շրջանագիծ, B ճախարակներ՝ $\frac{1}{3}$ -ը շառավղով շրջանագիծ; անշարժ ցենտրոիդներն են. շարժական ցենտրոիդներին՝ նրանց աջ կողմից տարած ուղղածից շոշափողները:

17.3. Երկրաչափորեն գտնել AB շարժաթևի անշարժ և շարժական ցենտրոիդները, որի երկարությունը հավասար է շառավղիկի երկարությանը՝ $AB=OA=r$:

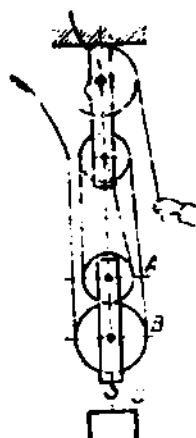
Պատ.՝ Անշարժ ցենտրոիդը O կետում կենտրոն ունեցող $2r$ շառավղով շրջանագիծ է, իսկ շարժականը՝ շառավղիկի մասի A կետում կենտրոն ունեցող r շառավղով շրջանագիծ է:

17.4. AB ձողը շարժվում է աջակես, որ նրա կետերից մեկը՝ A -ն պնդում է O կետում կենտրոն ունեցող r շառավղով շրջանագիծ, իսկ ձողն ինքը մշտապես անցնում է այդ նույն շրջանագծի վրա գտնվող N տրված կետով: Գտնել նրա ցենտրոիդները:

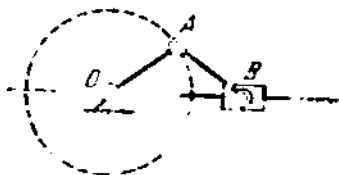
Պատ.՝ Անշարժ ցենտրոիդը O կետում կենտրոն ունեցող r շառավղով շրջանագիծ է: Շարժական ցենտրոիդը՝ A կետում կենտրոն ունեցող $2r$ շառավղով շրջանագիծ:

17.5. Գտնել AB մեծ օղակի վրա դրված հակադրադահնաղծի CD օղակի անշարժ և շարժական ցենտրոիդները, եթե $AB=CD=a$, $AD=BC=b$ և $a < b$:

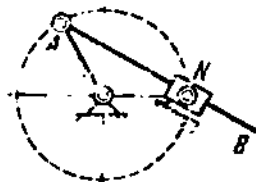
Պատ.՝ Անշարժ ցենտրոիդը A և B կետերում ֆոկուսներ ունեցող հիպերբոլ է, իսկ շարժական



17.2 խնդրին



17.3 խնդրին



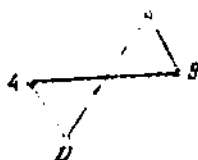
17.4 խնդրին

ցենտրոիդը՝ C և D կետերում ֆոկուսներ ունեցող նույնպիսի հիպերբոլ է հիպերբոլների իրական կիսառանցքները հավասար են $a/2$ -ի:

17.6. Գտնել AD փոքր օղակի վրա դրված հակադրադահնաղծի BC օղակի անշարժ և շարժական ցենտրոիդները, եթե $AB=CD=a$, $AD=CB=b$ և $a < b$:

Պատ.՝ Անշարժ ցենտրոիդը A և D կետերում ֆոկուսներ ունեցող

և $b = \frac{1}{2} \sqrt{b^2 - a^2}$ կիսառանցքներով էլիպս է: Նարժական ցենտրոիդը՝ նույնպիսի էլիպս, բայց ֆոկուսները B և C կետերում:



17.5 խնդիրն

17.7. Ուղիղ անկյան տակ F կետում խույ կերպով միացված AB և DE երկու ձողերը շարժվում են աջակես, որ AB ձողը միշտ անցնում է K անշարժ կետով, իսկ DE մյուս ձողը՝ N անշարժ կետով հեռավորություն $KN = 2a$ Գտնել այդ շարժման մեջ ցենտրոիդների հավասարումները: Կոորդինատների առանցքները նշված են նկարում:

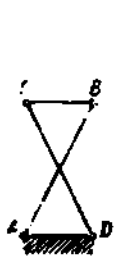
Պատ.՝ $x_C^2 + y_C^2 = a^2$, $x_C^2 + y_C^2 = 4a^2$

17.8. AB և DE երկու դուգահեռ ձողեր v_1 և v_2 հաստատուն արագություններով շարժվում են հակադիր կողմեր: Ձողերի միջև գտնվում է a շառավղով սկավառակը, որը ձողերի շարժման և շփման հետևանքով առանց սահքի զլորվում է նրանց վրայով:

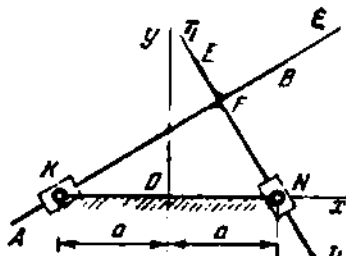
Գտնել՝ 1) սկավառակի ցենտրոիդների հավասարումները, ինչպես նաև որոշել 2) սկավառակի O՝ կենտրոնի v_0 արագությունը և 3) սկավառակի ω անկյունային արագությունը, կոորդինատների առանցքները նշված են նկարում:

Պատ.՝ 1) $y_C = a \frac{v_1 - v_2}{v_1 + v_2}$, $x_C^2 + y_C^2 = a^2 \left(\frac{v_1 - v_2}{v_1 + v_2} \right)^2$

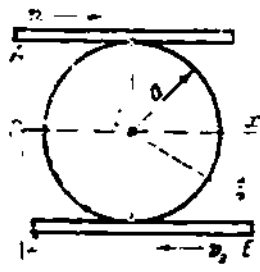
2) սկավառակի կենտրոնի արագությունը ուղղված է տրված



17.6 խնդիրն



17.7 խնդիրն



17.8 խնդիրն

արագություններից մեծի կողմը: v_0 -ի մեծությունը հավասար է տրված արագությունների մեծությունների կիսասարբերությունը:

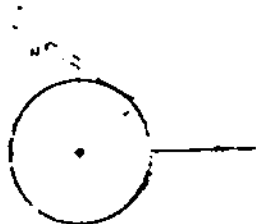
3) $\omega = \frac{v_1 + v_2}{2a}$

17.9. Գտնել AB ձողի անշարժ և շարժական ցենտրոիդների հավասարումները, եթե ալն, հենվելով B շառավիղ ունեցող շրջանագծի

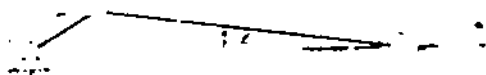
վրա. λ ծախքով սահում է ալի շրջանագծի կենտրոնով անցնող OX ուղղի երկայնքով կոորդինատների առանցքները նշված են նկարում:

Պատ.՝ $x_C^2 + y_C^2 - a^2 = 0, \quad x_C = a \cos \alpha$

17.10. Մտնել շուտովիկային մեխանիզմի AB շարժաթևի անշարժ և շարժական ցենտրոիդների մասագրո հավասարումները, են-



17.9 խնդրին



17.10 խնդրին

թաղելով, որ շարժաթևի $AB=l$ երկարությունը ալիքան մեծ է շուտովիկի $OA=r$ երկարության համեմատությամբ, որ $AB()=a$ անկյան համար կարելի է ընդունել $\sin \alpha = a$ և $\cos \alpha = 1$. կոորդինատների առանցքները նշված են նկարում:

Պատ.՝ $(x_C - l)^2 + y_C^2 = r^2, \quad l^2 + y_C^2 = r^2 + x_C^2$

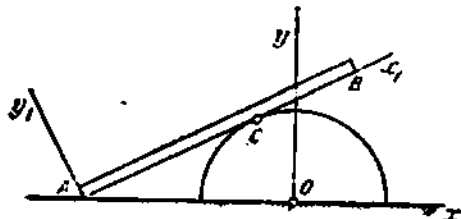
17.11. AB ձույր A կետով սահում է հորիզոնական ուղղի վրա և միջանկյալ C կետով շոշափում է r շառավիղ ունեցող շրջանին: Որոշել ձույր անշարժ և շարժական ցենտրոիդների հավասարումները:

Պատ.՝ Անշարժ ցենտրոիդը շրջանի կենտրոնում սկզբնական ունեցող xOy կոորդինատների համակարգում ունի

$$y_1^2 - x_1^2 - x_2^2 = 0$$

հավասարումը:

Շարժական ցենտրոիդը X_1, Y_1 կոորդինատների համակարգում $x_1^2 = r y_1$ պարաբոլ է:



17.11 խնդրին

§ 18. Պինդ մարմնի կետերի արագացումները հարթ շարժման դեպքում: Արագացումների ակնթարթային կենտրոն

18.1. Անիվը գլորվում է հորիզոնի հետ 30° անկյուն կազմող թևք հարթությամբ (տես 18.2 խնդրի նկարը): Անիվի O կենտրոնը շարժվում է $x_0 = 10$ սմ օրենքով, որտեղ x -ը թևք հարթությանը

վրայով, A ծայրով՝ Oy առանցքի վրայով. $AB=20$ սմ (տես 15.1 խնդրի նկարը):

Որոշել A կետի արագությունը և արագացումը այն պահին, երբ Ox առանցքի նկատմամբ քանոնի թեքության անկյունը հասնաւոր է 30° , իսկ B կետի արագություն և արագացման պրոյեկցիաները x առանցքի վրա համասար են՝ $v_{Bx}=-20$ սմ/վ, $w_{Bx}=-10$ սմ/վ²:

Պատ.՝ $v_A=34,64$ սմ/վ, $w_A=-142,6$ սմ/վ²:

18.7. Ուղղադիմ ծնիչների երկայնքով սահող A և B կցորդիչները միացված են L երկարություն ունեցող AB ձողով: A կցորդիչը շարժվում է xx հաստատուն արագությամբ (տես 15.6 խնդրի նկարը): Որոշել B կցորդիչի արագացումը և AB ձողի անկյունային արագացումը այն դիրքում, որի դեպքում AB ձողը Oy ուղղի հետ կազմում է որոշված φ անկյունը:

$$\text{Պատ.՝ } w_B = \frac{v_A^2 \sin^2 \alpha}{L \cos^3 \varphi}, \quad \varepsilon_{AB} = \frac{v_A^2 \sin^2 \alpha}{L^2 \cos^3 \varphi} \sin \varphi$$

18.8. Գտնել 16.41 խնդրի նկարում պատկերված շուտովիկ-սողնակային մեխանիզմի B սողնակի արագացումը և AB շարժաթևի արագացումների ակնթարթային K կենտրոնը OA շուտովիկի, որը $\omega_2=15$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է O լիսեռի շուրջը, երկու հորիզոնական և մի ուղղանկյուն ղեղերում: Շուտովիկի երկարությունը՝ $OA=40$ սմ, շարժաթևի երկարությունը՝ $AB=20$ սմ:

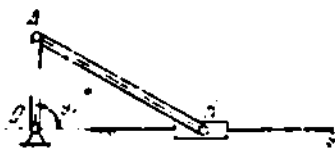
Պատ.՝ Արագացումների ակնթարթային K կենտրոնը $\varphi=0^\circ$ և $\varphi=180^\circ$ դեպքում ընկած է սողնակի ուղղորդի առանցքի վրա:

2) $\varphi=0^\circ$, $w_B=108$ մ/վ², $BK=12$ մ:

2) $\varphi=90^\circ$, $w_B=18,37$ մ/վ², $BK=40$ սմ, $AK=156$ սմ:

3) $\varphi=180^\circ$, $w_B=72$ մ/վ², $BK=8$ մ:

18.9. Շուտովիկ-սողնակային մեխանիզմի AB շարժաթևի երկարությունը երկու անգամ մեծ է OA շուտովիկի երկարությունից: Որոշել AB շարժաթևի այն կետի դիրքը, որի արագացումն ուղղված է շարժաթևի երկայնքով, և պահանջվող պահին շուտովիկը ուղղահայաց է սողնակի ուղղորդին. OA շուտովիկը պտտվում է համասարաչափ:



18.9 խնդրին

Պատ.՝ Շարժաթևի երկարության մեկ շորրորդ հեռավորության վրա՝ հաշված B սողնակից:

18.10. Ներառվել է մոմիչի 1) միացր շարժման մեջ է դրվում (OAB) հոդա-լ)ակապոր մեխանիզմի միջոցով. 16.24 նկարում նշված դիրքում O-ի թափն ունի $\omega=2$ ռադ/վ անկյունային արագություն և $\varepsilon=4$ ռադ/վ² անկյունային արագացում (O.A=15 սմ: Որոշել 1) միացի արագացումը և A-ի սլակի անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\omega=2.34$ սմ/վ², $\varepsilon_{AB}=5$ ռադ/վ²:

18.11. 20 սմ երկարությամբ OA շուտովիկը $\omega_0=10$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվում է հաստատաշուր և շարժման մեջ է դնում 100 սմ երկարությամբ AB շարժաթևին. B սողնակը շարժվում է ուղղահայացով Գծել շարժաթևի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը, ինչպես նաև B սողնակի արագացումը այն պահին, երբ շուտովիկն ու շարժաթևը փոխողդաակաց են և հորիզոնական առանցքի է են կապվում են $\alpha=45^\circ$ ու $\beta=45^\circ$ անկյուններ:

Պատ.՝ $\omega=2$ ռադ/վ, $\varepsilon=16$ ռադ/վ², $\omega_B=565.6$ սմ/վ²:

18.12. Որոշել ոչ-կենտրոնավոր շուտովիկային մեխանիզմի շարժաթևի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը, ինչպես նաև B սողնակի արագությունը և արագացումը OA շուտովիկի 1) աչ հորիզոնական և 2) վերին ուղղահայց դիրքերի դեպքում. եթե շուտովիկը 1) ծալի շուրջը պտտվում է ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ, ընդ որում սոված են՝ OA=r, AB=l, շուտովիկի 1) առանցքի հեռավորությունը սողնակի շարժման գծից՝ OC=h (տես 18.16 խնդրի նկարը):



18.12 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ 1) } \omega = \frac{r\omega_0}{l^2 - h^2}, \quad \varepsilon = \frac{hr^2\omega_0^2}{(l^2 - h^2)^{3/2}},$$

$$v_B = \frac{hr\omega_0}{\sqrt{l^2 - h^2}}, \quad \omega_B = r\omega^2 \left| 1 + \frac{rl'}{(l^2 - h^2)^{3/2}} \right|,$$

$$2) \omega=0, \quad \varepsilon = \frac{r\omega_0^2}{\sqrt{l^2 - (r+h)^2}}, \quad v_B=r\omega_0, \quad \omega_B = \frac{r(r+h)\omega_0^2}{l \sqrt{l^2 - (r+h)^2}},$$

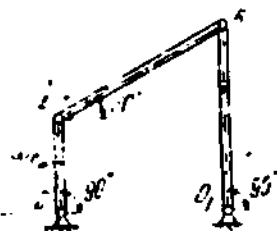
18.13. OABO₁ հոդակապային քառոդակի OA ձողը պտտվում է ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ Որոշել AB ձողի անկյունային արագությունը, անկյունային արագացումը, ինչպես նաև B հոդակապի արագացումը նկարում ցույց տված դիրքում. եթե AB=2OA=2a:

$$\text{Պատ.՝ } \omega=0, \quad \varepsilon = \frac{1}{6}\sqrt{3}\omega_0^2, \quad \omega_B = \frac{1}{3}\sqrt{3}\omega_0^2,$$

18.14. Մետաղահաստ մկրատի L շարժական շեղբը շարժման մեջ է գրվում $A(B)$ հոդա-լծակավոր մեխանիզմի միջոցով: 16.23 խնդրի նկարում նշված դիրքում AB լծակի անկյունային արագությունը հաշվասար է 2 ռադ/վ. նրա անկյունային արագացումը հաշվասար է 4 ռադ/վ², $OB=7$ սմ, $O_1I=10$ սմ: Որոշել I հոդակապի արագացումը և $B(I)$ ողակի անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $W_B=32.4$ սմ/վ²:

18.15. OAB շուտովիկ-սողնակային մեխանիզմի B սողնակը շարժվում է աղեղային ողողորդով: Որոշել B սողնակի շոշափող և



18.13 խնդրի



18.15 խնդրի

67.5°

նորմալ արագացումները նկարում ցույց տված դիրքում, եթե $OA=10$ սմ, $AB=20$ սմ: O_A շուտովիկը պտտվում է, տվյալ պահին տնենալով $\omega=1$ ռադ/վ անկյունային արագություն, $\varepsilon=0$ անկյունային արագացում:

Պատ.՝ $W_B=15$ սմ/վ², $W_{Bn}=0$:

18.16. Որոշել նախորդ խնդրում գիտարկված մեխանիզմի AB շարժաթևի անկյունային արագացումը, եթե նկարում նշված դիրքում O_A շուտովիկի անկյունային արագացումը հաշվասար է 2 ռադ/վ²:

Պատ.՝ 1 ռադ/վ²:

18.17. Սրուցահաստոցը շարժման մեջ է գրվում $O_A=24$ սմ ռանակով, որը տատանվում է O առանցքի շուրջը $\varphi=\frac{\pi}{6} \sin \frac{\pi}{2} t$ ռադ

օրենքով (φ անկյունը հաշվվում է հորիզոնականից): K սրաքարը AB ձողի միջոցով պտտվում է O_1 առանցքի շուրջը: O և O_1 առանցքների ուղղահայաց են նկարի հարթությանը (տես 18.12 խնդրի նկարը): $\cos 0$ պահին գտնել K սրաքարի B կետի արագացումը, եթե $O_1B=$

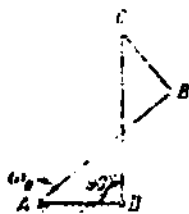
$\Rightarrow 12$ սմ: Այդ պահին O_A -ն և O_B -ն դասավորված են հորիզոնական, ընդ որում $\angle OAB=60^\circ$:

Պատ.՝ $w_B=42.9$ սմ/վ²:

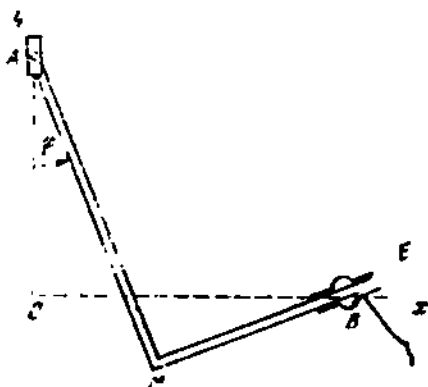
18.18. Հակադրադահնակի թաղկացած է 40 սմ միենություն երկարության AB և CD երկու շուռտվիկներից և նրանց հետ հոդակապուն միացված շՈ սմ երկարությամբ BC ձողից: A և D անշարժ առանցքների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է 20 սմ: AB շուռտվիկը պտտվում է ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել BC ձողի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը այն պահին, երբ $\angle ADC=90^\circ$:

Պատ.՝ $w_{BC}=\frac{8}{3}\omega_0$, պտտումը դանդաղող է. $\varepsilon_{BC}=-\frac{21}{9}\omega_0^2$:

18.19. O_1 դարձյակի վրա ընկած ճոճվող զլան ունեցող մեքենայի մեջ շուռտվիկի երկարությունը՝ $OA=12$ սմ, շարժաթևի երկարությունը՝



18.18 խնդիր



18.20 խնդիր

$AB=60$ սմ. լիսեռի առանցքի և զլանի դարձյակի առանցքի միջև եղած հեռավորությունը՝ $OC=60$ սմ: Որոշել B միուցի արագացումը և նրա հետագծի կորության շառավիղը զլանի երկու դիրքերի դեպքում՝ 1) երբ շուռտվիկը և շարժաթևը փոխադրահայաց են և 2) երբ շուռտվիկը զրավում է III դիրքը, շուռտվիկի անկյունային արագությունը՝ $\omega_0=\text{const}=5$ ռադ/վ (տես 18.20 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ 1) $w=6.12$ սմ/վ², $r=589$ սմ.

2) $w=258.3$ սմ/վ², $r=0.39$ սմ:

18.20. AME կոշտ ուղիղ անկյունը շարժվում է աջակես, որ A կետը ամրացված ժամանակ մնում է Oy անշարժ ուղղի վրա միջնորդ ME մյուս կողմը անցնում է պտտվող B հոդակապի միջով: Հեռավորություն $AM=OB=R$: A կետի v_A արագությունը հաստատուն է: Որոշել M կետի արագացումը որպես φ անկյան ֆունկցիա:

$$\text{Պատ.՝ } w_M = \frac{v_A^2 / \sqrt{2}}{\beta} (1 + \sin \varphi) \text{ , և արագացման վեկտորն ուղ-$$

ղղված է անկյան ներքև և MA կողմի հետ կապմամ է $\gamma = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$

անկյուն:

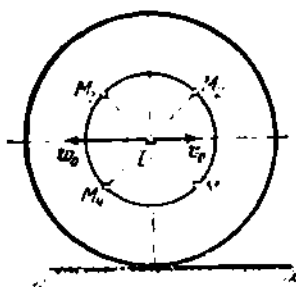
18.21. Ուղղադիմ առանց սահքի գլորվող անիվի կենտրոնը շարժվում է հավասարաչափ v արագությամբ: Որոշել անիվի շրջանակի վրա գտնվող ցանկացած կետի արագացումը, եթե նրա շառավիղը հավասար է r -ի:

Պատ.՝ Արագացումն ուղղված է զեպի անիվի կենտրոն և հավասար է v^2/r :

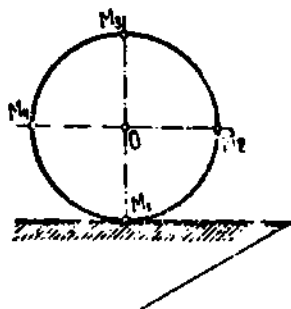
18.22. Տրամվայի վագոնը շարժվում է ճանապարհի ուղղադիմ հորիզոնական տեղամասով $w_0 = 2$ մ/վ² դանդաղեցմամբ, տվյալ պահին ունենալով $v_0 = 1$ մ/վ արագություն: Անիվները ռելսերով գլորվում են առանց սահքի: Գտնել ուղղաձիգի հետ 45° -ի անկյուններ կազմող ռոտորի երկու տրամագծերի ծայրերի արագացումները, եթե անիվի շառավիղը՝ $R = 0.5$ մ, իսկ ռոտորինը՝ $r = 0.25$ մ:

Պատ.՝ $w_1 = 2.449$ մ/վ², $w_2 = 3.414$ մ/վ², $w_3 = 2.449$ մ/վ², $w_4 = 0.586$ մ/վ²:

18.23. Անիվը գլորվում է առանց սահքի ուղղաձիգ հարթության մեջ թեք ուղղադիմ ճանապարհով: Գտնել անիվի ալն երկու փոխ-ուղղահայաց տրամագծերի ծայրերի արագացումը, ու ունցից մեկը



18.22 խնդիր



18.23 խնդիր

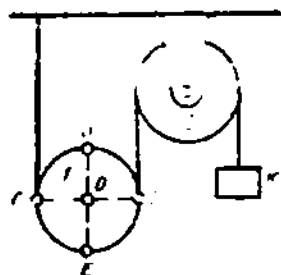
ղուղահեռ է ռելսին, եթե ժամանակի դիտարկվող պահին անիվի կենտրոնի արագությունը՝ $v_0 = 1$ մ/վ, անիվի կենտրոնի արագացումը՝ $w_0 = 3$ մ/վ², անիվի շառավիղը՝ $R = 0.5$ մ:

Պատ.՝ $w_1 = 2$ մ/վ², $w_2 = 3.16$ մ/վ², $w_3 = 6.32$ մ/վ², $w_4 = 5.83$ մ/վ²:

18.21. $R=0.5$ մ շառավղով անիվն առանց սահքի գլորվում է ուղղապիմ շեղի վրայով. տվյալ պահին անիվի 1) կենտրոնը ունի $v_0=0.5$ մ/վ արագություն և $\omega_0=0.5$ մ/վ շանդադնություն: Գտնել՝ 1) անիվի արագացումների ակնթարթային կենտրոնը, 2) անիվի ակն կետի ω_C արագացումը. որը համընկնում է արագությունների ակնթարթային C կենտրոնի հետ. ինչպես նաև 3) M կետի արագացումը և 4) նրա հետագծի կորություն շառավղից, եթե 1) $AM=MC=0.5 R$:

Պատ.՝ 1) $a=0.3536$ մ/վ², $\epsilon=-\frac{\pi}{4}$, 2) $\omega_C=0.5$ մ/վ, 3) $a_M=0.3536$ մ/վ², 4) $\rho=0.25$ մ:

18.25 1 շարժական ճախարակը և 2 անշարժ ճախարակը միացված են անձգելի թելով: Ուղ թելի ժայռին կապված K բեռը ուղղաձիգ իջնում է ներքև $x=2t^2$ մ որոնքով: Որոշել 1 շարժական ճախարակի շրջանակի վրա գտնվող C , B և D կետերի արագացումը 1-0.5 մ/վ պահին նկարում ցույց տված դիրքում. եթե $OB=CI$, իսկ 1 շարժական ճախարակի շառավղից հեռավորությունը է 0.2 մ:

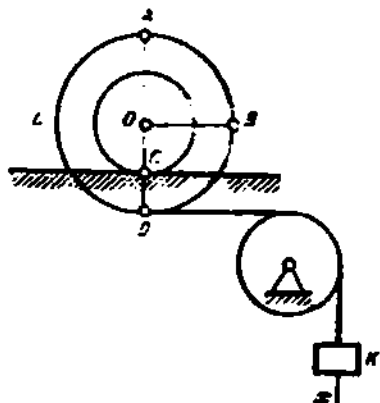


18.25 խնդիր

Պատ.՝ $\omega_C=5$ մ/վ², $\omega_B=7.29$ մ/վ²,

$\omega_D=6.4$ մ/վ²:

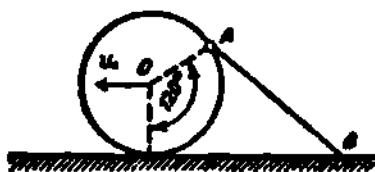
18.26. Անձգելի թելով L կոճի հետ կապված K բեռը $x=t^2$ մ որոնքով ուղղաձիգ իջնում է գեպի վար: Ուղղ ղեպքում 1. կոճը առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական անշարժ ուղիով: Որոշել կոճի շրջանակի վրա գտնվող A , B և 1) կետերի արագացումները, նրա անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը ժամանակի $t=0.5$ մ/վ պահին, նկարում ցույց տված դիրքում. $AD \perp OB$, $O(1) \rightarrow 2(O(2) \rightarrow 2$ մ:



18.26 խնդիր

Պատ.՝ $\omega_A=29.9$ մ/վ², $\omega_B=22.4$ մ/վ², $\omega_C=20.1$ մ/վ², $\omega=10$ ուղղ. վ, $\epsilon=2.1$ ուղղ. վ:

18.27. R շառավղով անիվը առանց սահքի գլորվում է հար-

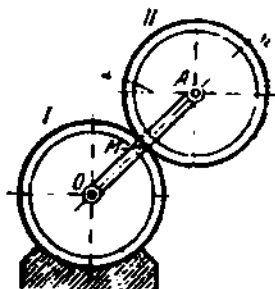


18.27 խնդիր

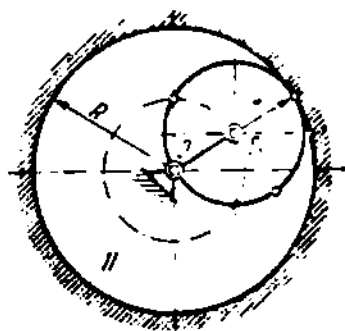
թության վրայով Անիվի Օ կենտրոնը շարժվում է λ_1 հաստատուն արագությամբ: Ա կենտում նրա հետ հոդակապորեն միացված է $l=3R$ երկարությամբ AB ձողը: Զողի մյուս ծայրը սահում է հարթության վրայով: Նկատում ցույց տված դիրքում որոշել AB ձողի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը, ինչպես նաև նրա B կետի զծային արագությունը և արագացումը:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_{AB} = \frac{v_0}{3R}, \quad \varepsilon_{AB} = -\frac{21}{25} \frac{v_0}{R^2}, \quad v_B = 2v_0, \quad \omega_B = -\frac{7}{9} \frac{v_0}{R},$$

18.28. $R=12$ սմ շառավղով աստամանակակր շարժման մեջ է գրվում նույն շառավղից ունեցող և անշարժ աստամանակակր (I) ասանցքի շուրջը պտտվող (II) շառավղիկի կողմից: Շառավղիկը պտտվում է $\omega_0=8$ ռադ/վ² անկյունային արագացումով՝ սովյալ պահին ունենալով $\omega=2$ ռադ/վ անկյունային արագություն: Որոշել՝ 1) շարժական աստամանակակրի այն կետի արագացումը, որը սովյալ պահին համընկ-



18.28 խնդիր



18.29 խնդիր

նում է արագությունների ակնթարթային կենտրոնի հետ, 2) արտագծորեն հակադիր N կետի արագացումը և 3) արագացումների ակնթարթային K կենտրոնի դիրքը:

Պատ.՝ 1) $\omega_K=96$ սմ/վ², 2) $\omega_N=480$ սմ/վ², 3) $MK=4,24$ սմ, $\angle AMK=45^\circ$:

18.29. Գտնել պատկերի արագացումների ակնթարթային կենտրոնի դիրքը և սովյալ պահին նրա հետ համընկնող կետի VC արագությունը, ինչպես նաև պատկերի այն կետի WC արագացումը, որի հետ սովյալ պահին համընկնում է արագությունների ակնթարթային կենտրոնը, եթե r շառավղով I աստամանակակր գտնվում է $R=12$ շառավղից ունեցող II անշարժ անիվի ներսում և ղլորվող աստամանակակր

շարժման մեջ գնող (1), շտապիկը ունի w_0 հաստատուն անկյունային արագություն:

Պատ.՝ Ռադացիոմների անխաթմային կենտրոնը համընկնում է անշարժ ատամնանվակի (1) կենտրոնի հետ $\backslash_K = 2r_0$, $w_C = 2r_0\omega$:

18.30. Կռնեկ $r_2 = 1$ մ շառավղի ունեցող անշարժ ատամնանվակի վրա դրսից գործող է $r_1 = 5$ մ շառավղի ունեցող ատամնանվակի երկու տրամագծերի B, C, D, E ծայրերի արադացիոմները: Շարժական ատամնանվակը շարժման մեջ է գրգռվում անշարժ ատամնանվակի O առանցքի շուրջը $w_0 = 3$ ս. գ. հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող (1) շտապիկի միջոցով: արամագծերից մեկը համընկնում է (1) գծի հետ: մյուսը նրան ուղղահայաց է (տես 18.30 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $w_0 = 54$ ս. գ., $w_C = w_D = 742$ ս. գ., $w_B = 900$ ս. գ.:

18.31. Ընդհանուր, որ ախ պահին, երբ անկյունային արագությունը $\omega = 0$, հարթ շարժում կատարող հատվածի ծայրակետերի արադացիոմների պրոյեկցիաները հատվածի ուղղությամբ վրա իրար հագասար են:

18.32. Ընդհանուր, որ ախ պահին, երբ անկյունային արադացիոմը $\omega = 0$, հարթ շարժում կատարող հատվածի ծայրակետերի արադացիոմների պրոյեկցիաները հատվածին ուղղահայաց ուղղությամբ վրա իրար հագասար են:

18.33. Հարթ շարժում կատարող 10 մ երկարությամբ AB ձողի ծայրերի արադացիոմները ձողի երկայնքով ուղղված են իրար դիմաց: Ընդ որում $w_A = 10$ ս. գ., $w_B = 20$ ս. գ.: Որոշել ձողի անկյունային արագությունը և անկյունային արադացիոմը:

Պատ.՝ $\omega = 1/3$ ս. գ., $\varepsilon = 0$:

18.34. Հարթ շարժում կատարող 12 մ երկարությամբ AB համասեռ ձողի ծայրերի արադացիոմները ուղղահայաց են AB-ին և ուղղված են միեկնառի կողմը: Ընդ որում $w_A = 24$ ս. գ., $w_B = 12$ ս. գ.: Որոշել ձողի անկյունային արագությունը, անկյունային արադացիոմը, ինչպես նաև նրա C ծանրության կենտրոնի արադացիոմը:

Պատ.՝ $\omega = 0$, $\varepsilon = 1$ ս. գ., C կետի արագությունը ուղղահայաց է AB-ին, ուղղված է A և B կետերի արադացիոմների կողմը և հագասար է 18 ս. գ.:

18.35. Ս. շ. մ երկարությամբ AB ձողը կատարում է հարթ-գո-դահեռական շարժում: Նրա A և B ծայրերի արադացիոմները ուղղահայաց են AB-ին, ուղղված են հակադիր կողմեր և մեծությամբ հա-
172

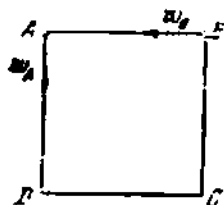
վասար են 2 մ/վ: Գտնել ձողի անկյունային արագությունը, անկյունային արագացումը և նրա C միջնակետի արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = 2$, $\varepsilon = 2$ ռադ/վ², $\omega_C = 0$:

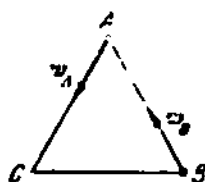
18.36. Հարթ շարժում կատարող ABC եռանկյան A և B գագաթների արագացումները վեկտորապես հավասար են՝ $\vec{w}_B = \vec{w}_A = \vec{a}$ ։ Որոշել եռանկյան անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը, ինչպես նաև C գագաթի արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = 0$, $\varepsilon = 0$, $w_C = 0$:

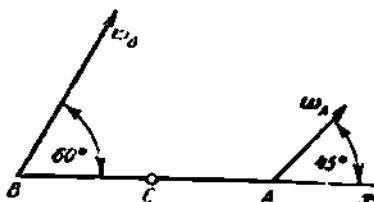
18.37. a) ամ կողմով ABCD քառակուսին նկարի հարթության մեջ կատարում է հարթ շարժում: Գտնել արագացումների ակնթաղթային կենտրոնի դիրքը և նրա C-ում D) գագաթների արագացումները, եթե հայտնի է որ տվյալ պահին A և B երկու գագաթների արագացում-



18.37 խնդիրն



18.38 խնդիրն



18.39 խնդիրն

ները մեկությամբ նույնն են և հավասար են 10 մ/վ²: A և B կետերի արագացումների ուղղությունները համընկնում են քառակուսու կողմերի հետ, ինչպես նշված է նկարում:

Պատ.՝ $w_C = w_D = 10$ մ/վ² և ուղղված են քառակուսու կողմերով: Արագացումների ակնթաղթային կենտրոնը գտնվում է քառակուսու անկյունագծերի հատման կետում:

18.38. Եթե ABC հավասարակողմ եռանկյունը շարժվում է նկարի հարթության մեջ, A և B գագաթների արագացումները ժամանակի տվյալ պահին հավասար են 10 մ/վ² և ուղղված են ռադիկալ կողմերով (տես նկարը): Որոշել եռանկյան C երրորդ գագաթի արագացումը:

Պատ.՝ w_C -ն ուղղված է C-ից դեպի B, $w_C = 16$ մ/վ²:

18.39. Ուշ մ երկարությամբ AB ձողը շարժվում է նկարի հարթության մեջ: A կետի $\vec{w}_A$ արագացումը ($w_A = 2$ մ/վ²) ձողի հետ համընկնող x առանցքի հետ կազմում է 45° անկյուն: B կետի $\vec{w}_B$ արագացումը ($w_B = 4.42$ մ/վ²) x առանցքի նկատմամբ գոտավորված է

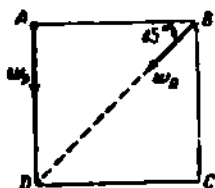
60° անկյան տակ: Գտնել ձողի անկյունային արագությունը, անկյունային արագացումը և նրա C միջնակետի արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = 2$ ռադ/վ, $\varepsilon = 12.05$ ռադ/վ², $w_c = 3.16$ մ/վ²:

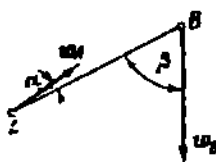
18.40. Ցածկ կողմով ABCD քառակուսին կառավարում է հարթ շարժում: Տվյալ պահին նրա A և B զազաթևերի արագացումները համապատասխանաբար մեծություններ հավասար են $w_A = 2$ մ/վ², $w_B = 4$ մ/վ² և ուղղված են ինչպես ցույց է տրված նկարում: Գտնել քառակուսու անկյունային անկյունային արագությունը և անկյունային անկյունային արագացումը, ինչպես նաև C կետի արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = 1/2$ ռադ/վ, $\varepsilon = 1$ ռադ/վ², w_C -ն ($w_C = 1$ մ/վ²) ուղղված է C-ից դեպի D:

18.41. Գտնել AB ձողի միջնակետի արագացման մեծությունը,



18.40 խնդիր



18.41 խնդիր

և β հայտնի են նրա ծայրերի արագացումների մեծությունները՝ $w_A = 10$ մ/վ², $w_B = 20$ մ/վ² և AB ուղղի հետ արագացումների կազմած անկյունները՝ $\alpha = 10^\circ$ և $\beta = 70^\circ$:

Պատ.՝ $w = \frac{1}{2} \sqrt{w_A^2 + w_B^2 - 2w_A w_B \cos(\beta - \alpha)} = 5.65$ մ/վ²:

ԳԼՈՒԽ VI

ԱՆՆԱԹ ԿԵՏ ՈՒՆԵՑՈՂ ՊԵՆԻ ՄԱՐՄԱԻ ՀԱՐԺՈՒՐԸ ՑԱՐԱՆԱԿԱՆ ԿՈՂՄՈՐՈՇՈՒՄ

§ 19. Մեկ անշարժ կետ ունեցող պինդ մարմնի շարժումը

19.1. Հոլի Z առանցքը O՝ ուղղահայաց շարժվող հավասարաչափ դժուար է 2ի բացվածքի անկյունով շրջանային կոն: Հոլի առանցքի պատման անկյունային արագությունը Z առանցքի շարժվող հավասար է ω_z -ի, իսկ հոլի սեփական պատման հաստատուն անկյունային արագությունը հավասար է $\bar{\omega}$ -ի: Որոշել հոլի $\bar{\omega}$ բացարձակ անկյունային արագության մեծությունը և ուղղությունը:

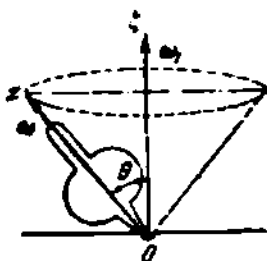
$$\text{Պատ.՝ } \Omega = \sqrt{\omega^2 + \omega_1^2 + 2\omega\omega_1 \cos \theta},$$

$$\cos(\Omega - \gamma) = \frac{\omega + \omega_1 \cos \theta}{\sqrt{\omega^2 + \omega_1^2 + 2\omega\omega_1 \cos \theta}}$$

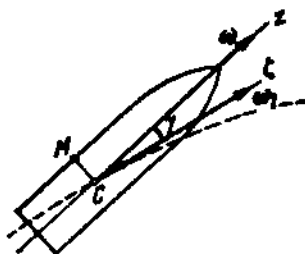
19.2. Հրետանային արկը շարժվելով միջուրում, պտտվում է z առանցքի շուրջը ω անկյունային արագությամբ: Միաժամանակ արկի z առանցքը ω_1 անկյունային արագությամբ պտտվում է ξ առանցքի շուրջը, որն ուղղված է արկի (C) ծանրության կենտրոնի հեռավորին առանց շոշափողով: Որոշել արկի պտտական շարժման դեպքում նրա M կետի արագությունը, եթե $CM = r$ և (M հատվածը ուղղահայաց է z առանցքին, z և ξ առանցքների միջև լիցած անկյունը հավասար է γ -ին:

$$\text{Պատ.՝ } v_M = (\omega + \omega_1 \cos \gamma) r$$

19.3. Կոնը, որի բարձրությունը $l = 1$ սմ և հիմքի շառավիղը՝ $r = 3$ սմ, առանց սահքի գլորվում է հարթության վրայով՝ (γ) կետում



19.1 խնդրին



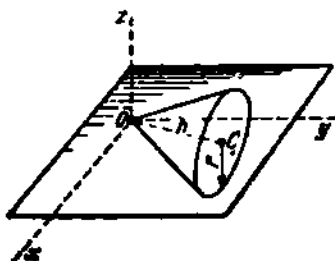
19.2 խնդրին

ունենալով անշարժ դադաթ: Որոշել կոնի անկյունային արագությունը, անկյունային արագության հոդագրաֆը զոնդ կետի կոորդինատները և կոնի անկյունային արագացումը, եթե կոնի հիմքի կենտրոնի արագությունը՝ $v_C = 48$ սմ/վ $= \text{const}$:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = 20 \text{ ուղ./վ}, x_1 = 20 \cos 15t,$$

$$y_1 = 20 \sin 15t, z_1 = 0, \epsilon = 300 \text{ ուղ./վ}^2$$

19.4. Ս անշարժ դադաթ ունեցող կոնը առանց սահքի գլորվում է հարթության վրայով: Կոնի բարձրությունը՝ $CO = 18$ սմ, իսկ զապաթին կից անկյունը՝ $\angle AOB = 90^\circ$: Կոնի հիմքի C կենտրոնը շարժվում է հավասարաչափ և նախնական ցիկլին է վերագառնում 1 վ հետո:

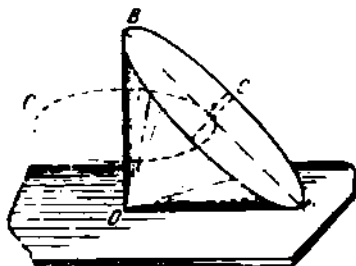


19.3 խնդրին

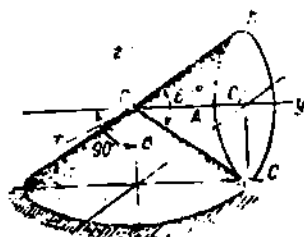
ՌԵՐԻԷ ԱԲ տրամադժի Ե ծայրի արագութիւնը, իրնի անկէտնալին արադադումը և Ա ու Ե կետերի արադադումը:

Պատ.՝ $v_B = 30 \pi | \frac{2}{3} \text{ սմ վ} = 160 \text{ սմ վ. } \bar{c} - r$ ($\approx 39.5 \text{ սադ վ}^2$) ուղ-
ղահալաց է ուղղված ՕԱ-ին և ՕԲ-ին. $\overline{w_A}$ -ն ($w_A = 1000 \text{ սմ վ}^2$) և Բ-ին
զուգահեռ է ուղղված. $\overline{w_B}$ -ն ($w_B = 1000 | \frac{2}{3} \text{ սմ վ}^2$) գտնվում է $\Delta O B$
հարթության մեջ և ղեկի ՕԲ-ն ուղղված է 45 անկյան տակ:

19.7. Ա կոնը մեկ բաղկում 120 անգամ շրջանցում է B անշարժ կոնին: Կոնի բարձրությունը՝ $OO_1=10$ սմ: Որոշել կոնի ք. փոխա-



19.4 ԽՆԴՐՔԼ



19.5 ኢንፖርት

զրական անկյունային արագությունը 2 առանցքի շուրջը, կոնի ω , հա-
րաբերական անկյունային արագությունը $(\omega)_1$ առանցքի շուրջը, կոնի
 ω , բացարձակ անկյունային արագությունը ϵ_A բացարձակ անկյունա-
յին արագացումը:

Պատ.՝ $\omega_1 = 4\pi$ ռադ/վ, $\omega_2 = 6,92$ ռադ/վ, $\omega_3 = 8\pi$ ռադ/վ
 ուղղված է OC առանցքով, $\varepsilon_1 = 27,68 \pi^2$ ռադ/վ² գոյացնել է
 ուղղված x առանցքին:

19.6. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանները, որոշել շար-
ժակնան կոնի C և D կետերի արագություններն ու արագացումները:

Պատ.՝ $v_C=0$, $\bar{v}_D=5$ ($v_D=80 \pi$ սմ/վ) դուրսն է ուղղված x առանցքին, $\bar{w}_C=5$ ($w_C=320 \pi^2$ սմ/վ²) ուղղահայաց է ուղղված Oyz հարթության մեջ, D կետի արագացման պրոյեկցիաներն են $w_{Dy}=-480 \pi^2$ սմ/վ², $w_{Dz}=-160\sqrt{3} \pi^2$ սմ/վ²,

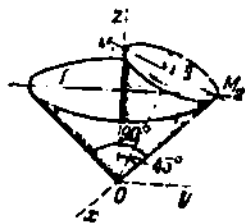
19.7. Գազաթին առճնթիւր $\alpha_2=45^\circ$ անկյուն ունեցող II կոնը առանց սահքի գլորվում է գազաթին առճնթիւր $\alpha_1=90^\circ$ անկյուն ունեցող I անշարժ կոնի ներսի կողմով: Շարժական կոնի քարձրութունը $OO_1=100$ մմ: Շարժական կոնի հիմքի O_1 կենտրոնը գծում է շրջանագիծ $0,5$ մ-ում: Որոշել II կոնի վրտահորական (շ առանցքի շաւրը), հարաբերական (OO_1 առանցքի շաւրը) և քաջարձակ անկյունային

արագությունները, ինչպես նաև նրա բացարձակ անկյունային արագությունը:

Պատ.՝ $\bar{\omega}_1$ -ն ($\omega=4\pi$ ռադ/վ) ուղղված է Z առանցքով: $\bar{\omega}_1$ -ը ($\omega=7.39 \pi$ ռադ/վ) ուղղված է O_1O առանցքով: $\bar{\omega}_2$ -ն ($\omega_2=4\pi$ ռադ/վ) ուղղված է OM_2 առանցքով: $\bar{\omega}_3$ -ն ($\omega_3=11.3\pi^2$ ռադ/վ²) ուղղված է X առանցքով:

19.8. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանները, որոշել շարժական կոնի O_1 , M_1 , M_2 կետերի արագությունները և արագացումները:

Պատ.՝ $\bar{v}_0$ -ն ($v_0=153.2 \pi$ սմ/վ) գոգահեռ է ուղղված OX բացասական առանցքին, $\bar{v}_1$ -ը ($v_1=306.4 \pi$ սմ/վ) գոգահեռ է ուղղված OX բացասական առանցքին, $v_2=0$, $\bar{w}_0$ -ն ($w_0=612.8 \pi^2$ սմ/վ²) ուղղված է $(O_1$ -ից OZ -ին տարած ուղղահայացով): M_1 կետի արագացման պրոյեկցիաները՝ $w_{1x}=-362 \pi^2$ սմ/վ², $w_{1z}=-865 \pi^2$ սմ/վ², $\bar{w}_1$ -ը ($w_2=1225 \pi$ սմ/վ²) գտնվում է OO_1M_2 հարթության մեջ և ուղղված է OM_2 -ին ուղղահայաց:



19.8 խնդրին

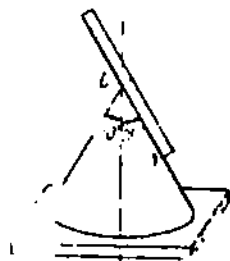
19.9. $R=41 \frac{3}{4}$ սմ շառավղով (A) սկավառակը, պտտվելով O անշարժ կետի շուրջը, թափալ տալով կլորացնում է զազաթիկն առնթիւ 60° -ի հալմասար անկյուն տնեցող անշարժ կոնին: Գտնել իր համաչափության առանցքի շուրջը սկավառակի պտտման անկյունային արագությունը, եթե նրա Λ կետի $\bar{w}_\Lambda$ արագացումը մեծությունը հաստատուն է և հավասար է 48 սմ/վ²:

Պատ.՝ $\omega=2$ ռադ/վ:

19.10. Մարմինը շարժվում է անշարժ կետի շուրջը: Մի ինչ-որ պահի նրա անկյունային արագությունը պատկերվում է մի վեկտորով, որի պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա հավասար են $1\frac{3}{4}$, $1\frac{5}{8}$, $1\frac{7}{8}$, Այդ պահին գտնել մարմնի ալն կետի $\bar{v}$ արագությունը, որը որոշվում է $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{20}$, $1\frac{1}{28}$ կոորդինատներով:

Պատ.՝ $v=0$:

19.11. Կոնական ատամնանիվը, որի առանցքը հասնում է հարթ հենարանային ատամնանիվի երկրաչափական առանցքի հետ վերջինիս



19.9 խնդրին

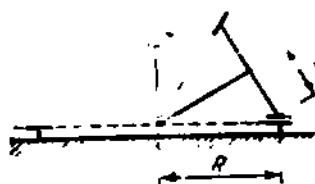
վենտրոնում. մեկ բուպեում չինդ անդամ շրջանցում և հենարանային առամանային: Որոշել տնիվի պտտման ω , անկյունային արագությունը իր առանցքի շուրջը և պտտման ω անկյունային արագությունը ակնթարթային առանցքի շուրջը. եթե հենարանային առամանների շառավիղը երկու անգամ մեծ է տնիվի շառավիղից՝ $R = 1$:

Պատ.՝ $\omega = 1,347$ ռադ/վ, $\omega = 0,917$ ռադ/վ:

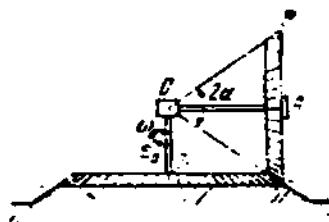
19.12. Մարմնի անկյունային արագությունը՝ $\omega = 7$ ռադ/վ, նրա ակնթարթային առանցքը ռեշարժ կոորդինատային առանցքների հետ տվյալ պահին կազմում է α և β և սուր անկյունները՝ γ և δ արագության մեծությունը և նրա v_1 , v_2 , v_3 պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա մարմնի այն կետի համար, որի կոորդինատները՝ արտահայտված մետրերով, տվյալ պահին հավասար են $0, 2, 0$, ինչպես նաև այդ կետի մ հեռավորությունը ակնթարթային առանցքից. եթե $\cos \alpha = 2/7$, $\cos \beta = 6/7$:

Պատ.՝ $v_1 = -12$ մ/վ, $v_2 = 0$, $v_3 = 4$ մ/վ, $v = 12,65$ մ/վ, $d = 1,82$ մ:

19.13. Գտնել ակնթարթային առանցքի հավասարումները և



19.11 խնդրին



19.14 խնդրին

մարմնի ω անկյունային արագության մեծությունը, եթե հայտնի է, որ $M_1(0, 0, 2)$ կետի արագության պրոյեկցիաները մարմնի հետ կապված կոորդինատային առանցքների վրա հավասար են $v_{x1} = 1$ մ/վ, $v_{y1} = 2$ մ/վ, $v_{z1} = 0$, իսկ $M_2(0, 1, 2)$ կետի արագության ուղղությունը որոշվում է կոորդինատային առանցքների հետ կազմած անկյունների կոսինուսներով՝ $-2/3, 2/3, -1/3$:

Պատ.՝ $x + 2y = 0$:

19.17. ՕԱ շառավիղի վրա ազատ, հաղցված կոնակոն առամանիվը անշարժ կոնակոն առամանավոր հիմքի վրա թափվելով հարկվում է: Որոշել թափվող անիվի ω անկյունային արագությունը և v անկյունային արագացումը, եթե O_1O առանցքի շուրջը պտտվող ՕԱ շառավիղի անկյունային արագության և անկյունային արագացման

մեծությունները (ներանց ուղղությունները նշված են նկարում) համապատասխանաբար համասար են α և β :

$$\eta_{\text{սառ.}} = \frac{\omega_0}{\sin \alpha} \bar{e}_1, \quad \bar{e}_1 = \frac{\varepsilon_1}{\sin \alpha} \bar{e}_1 + (\omega_0 \lg \alpha) \bar{e}_2, \quad \text{որտեղ } \bar{e}_1, \bar{e}_2 \text{ (1)}$$

կետից զեպի C կետն ուղղված միավոր վեկտոր է. իսկ $\bar{e}_2$ -ը (1) AC հարթությանն ուղղահայաց և զեպի ընթերցողն ուղղված միավոր վեկտոր է:

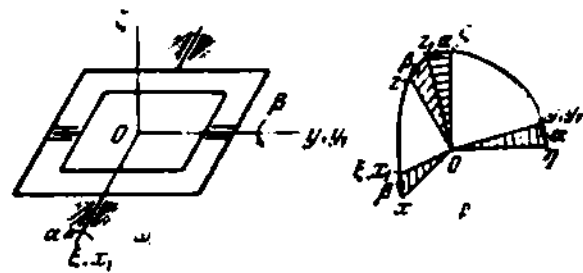
(1) 15. Նախորդ խնդրի պայմաններում որտեղ C և B կետերի արագացումները, եթե հիմքի շառավիղը համասար է R-ի:

$$\eta_{\text{սառ.}} \quad \omega_1 = \frac{R\omega^2}{\sin \alpha} \bar{e}_1, \quad \omega = 2(Rz_0 c_2 + \frac{R\omega_0}{\sin \alpha} (e_1 - 2c_2)), \quad \text{որտեղ } \bar{e}_2 \text{-ը և}$$

$\bar{e}_1$ ը նկարի հարթության մեջ գտնվող և համապատասխանաբար OC ու (1) ուղիղներին ուղղահայաց միավոր վեկտորներ են՝ երկու արտերն էլ ուղղված են զեպի վեր):

§ 20. Տարածական կողմնորոշում. Լլղերի կիճնմատիկական բաճաճները և նրանց ձևափոխությունը. աքսոիդներ

20.1. Ընճվող նափի վրա արձեստական հորիզոնական հարթակը ստեղծվում է կարդանլան կահոցի միջոցով: Սքտաքին սղակի Σ_1 պատճան առանցքը զուգահեռ է նափի երկայնական առանցքին. ար-



ՆՍ.1 Խնդրին

տաքին սղակի շրջման անկյունը նշանակվում է β -ով (կողային ճոճման անկյուն): Ներքին շրջանակի շրջման անկյունը նշանակվում է α -ով: Օղակների կողմնորոշման համար ներմուծում են կոորդինատային երեք համակարգ. Σ_1 համակարգը կապված է նափի հետ (ն առանցքը ուղղված է զեպի աշ կողը, ղ առանցքը՝ զեպի նափի քիթը, Σ_2 առանցքը՝ տախտակամածին ուղղահայաց): X_1, Y_1, Z_1 համակարգը կապված է արտաքին սղակի հետ (Y_1 առանցքը համընկնում է ղ առանցքի հետ):

XYZ համակարգը կապված է հերթին օղակի հետ (X առանցքը համընկնում է X_1 -ի հետ): Անկյունների հաշվման դրական ուղղությունները երևում են նկարներից. $\alpha = \beta = 0$ դիպքում հաշվանքի բոլոր համակարգերը համընկնում են: Որոշել կախոցի ներքին օղակի կողմնորոշումները (համապատասխան ուղղույթ կոսինոսները) նաև նկատմամբ:

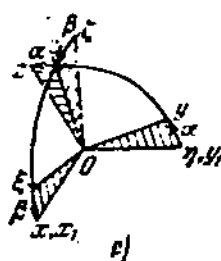
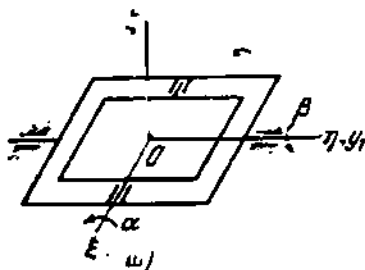
Պատ.

	ξ	η	ζ
x	$\cos \gamma$	0	$-\sin \beta$
y	$\sin \alpha \sin \gamma$	$\cos \alpha$	$\sin \alpha \cos \beta$
z	$\cos \alpha \sin \gamma$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha \cos \beta$

20.2. Նախորդ խնդրում նկարագրված կարգանքան կախոցի տեղակայման երկրորդ եղանակում արտաքին օղակի պտտման առանցքը զուգահեռ է նաևի լայնական առանցքին: Այդ եղանակի կախման զեպքում նաևի հետ կապված է առանցքը համընկնում է արտաքին օղակի պտտման X_1 առանցքի հետ, իսկ ներքին օղակի պտտման Y առանցքը համընկնում է արտաքին օղակի հետ կոշտ կապված Y_1 առանցքի հետ: Արտաքին օղակի շրջման անկյունը հիմա նշանակվում է γ (երկայնակի ճոճման անկյուն), իսկ ներքին օղակի շրջման անկյունը՝ β -ով: Որոշել կախոցի ներքին օղակի կողմնորոշումը նաևի նկատմամբ:

Պատ.

	ξ	η	ζ
x	$\cos \beta$	$\sin \alpha \sin \gamma$	$-\cos \alpha \sin \gamma$
y	0	$\cos \alpha$	$\sin \alpha$
z	$\sin \beta$	$-\sin \alpha \cos \gamma$	$\cos \alpha \cos \gamma$



20.2 խնդրին

20.3. Մեկ O անշարժ կետ տնեցող պինդ մարմնի զիրքը որոշվում է էլլիբրի երեք անկյուններով՝ պրեցեսիայի ψ անկյունով, նուսացյալի θ անկյունով և սեփական պտտման φ անկյունով (տես նկարը): Որոշել հաշվանքի (XYZ) շարժական համակարգի ուղղորդ կոսինուսները:

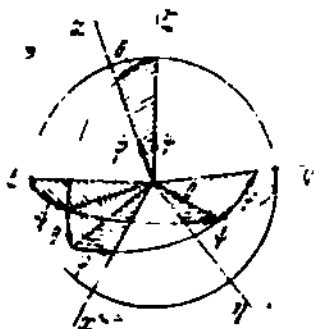
Պատ.՝

	ξ	η	ζ
x	$\cos \psi \cos \theta \cos \varphi - \sin \psi \sin \varphi$	$\sin \psi \cos \theta \cos \varphi + \cos \psi \sin \varphi$	$-\sin \theta \cos \psi$
y	$-\cos \psi \cos \theta \sin \varphi - \sin \psi \cos \varphi$	$\sin \psi \cos \theta \sin \varphi + \cos \psi \sin \varphi$	$\sin \theta \sin \psi$
z	$\cos \psi \sin \theta$	$\sin \psi \sin \theta$	$\cos \theta$

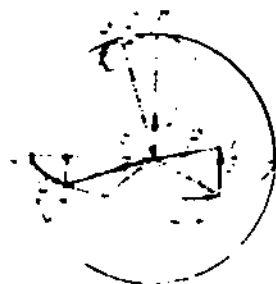
20.4. Իմանալով էլլիբրի անկյունների փոփոխման արագությունները, որոշել մարմնի անկյունային արագությունը և նրա պրոյեկցիաները հաշվանքի $O\eta\zeta$ անշարժ և (XYZ) շարժական համակարգերի առանցքների վրա:

Պատ.՝ $\omega = \sqrt{\dot{\psi}^2 + \dot{\theta}^2 + \dot{\varphi}^2 + 2\dot{\psi}\dot{\varphi}\cos\theta}$, $\omega_x = \dot{\varphi}\sin\theta\cos\psi - \dot{\theta}\sin\psi$, $\omega_y = \dot{\varphi}\sin\theta\sin\psi + \dot{\theta}\cos\psi$, $\omega_z = \dot{\varphi}\cos\theta + \dot{\psi}$, $\omega_x = -\dot{\psi}\sin\theta\cos\varphi + \dot{\theta}\sin\varphi$, $\omega_y = \dot{\psi}\sin\theta\sin\varphi + \dot{\theta}\cos\varphi$, $\omega_z = \dot{\psi}\cos\theta + \dot{\varphi}$.

20.5. Ինքնաթիռի պտտական շարժումը որոշելու համար նրա հետ կապում են $CXYZ$ օրիոգոնալ կոորդինատային համակարգ, ընդ որում X առանցքն ուղղվում է ինքնաթիռի լառանցքով պոչից դեպի ազալուի խցիկը, Y առանցքը զասավորվում է ինքնաթիռի համաշա-



20.3 և 20.4 խցիկների



20.5 և 20.6 խցիկների

փության հարթության մեջ, իսկ Z առանցքը՝ թևի բացվածքով օդա-
չուի համար զեպի աջ (C -ն ինքնաթիռի ժանրոթյան կենտրոնն է)՝
Ինքնաթիռի անկյունային տեղափոխությունները Cx -ի, առանցքների,
նկատմամբ (է հորիզոնական առանցքը ուղղված է ինքնաթիռի ըն-
թացքով, Y առանցքը՝ ուղղածից զեպի վեր, իսկ Z հորիզոնական
առանցքը՝ ուղղահայաց է և X առանցքներին), որոշվում են, ինչպես
ցույց է տված նկարում. երեք ինքնաթիռային անկյուններով թափառ-
ման փ անկյունով, տանգանթի θ անկյունով և կողաթևքման φ անկյու-
նով:

Որոշել ինքնաթիռի կողմնորոշումը ($Cxyz$ հաշվանքի համա-
կարգի) Cx -ի, եռանիստի նկատմամբ:

Պատ.՝

	ξ	η	ζ
x	$c \sin \theta \cos \varphi$	$\sin \theta$	$-\sin \varphi \cos \theta$
y	$\sin \varphi \sin \theta + \cos \varphi \sin \theta \cos \varphi$	$\cos \theta \cos \varphi$	$\cos \varphi \sin \varphi + \sin \varphi \sin \theta \cos \varphi$
z	$\sin \theta \cos \varphi - \cos \varphi \sin \theta \sin \varphi$	$-\cos \theta \sin \varphi$	$\xi \cos \varphi \cos \varphi - \sin \varphi \sin \theta \sin \varphi$

20.6. Իմանալով ինքնաթիռային անկյունների փոփոխման ար-
դյունքները, որոշել ինքնաթիռի անկյունային արագության պրոյեկ-
ցիաները $Cxyz$ և Cx -ի կոորդինատային համակարգերի առանցքների
վրա (տես նախորդ խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $\omega_x = \dot{\varphi} \sin \theta + \dot{\varphi}$, $\omega_y = \dot{\theta} \cos \theta \cos \varphi + \dot{\theta} \sin \varphi$, $\omega_z =$
 $-\dot{\varphi} \cos \theta \sin \varphi + \dot{\theta} \cos \varphi$, $\omega_x = \dot{\varphi} \cos \varphi \cos \theta + \dot{\theta} \sin \varphi$, $\omega_y =$
 $\dot{\varphi} \sin \theta + \dot{\varphi}$, $\omega_z = -\dot{\varphi} \sin \varphi \cos \theta + \dot{\theta} \cos \varphi$:

20.7. Նավի ճանաչումները և նրա կախումությունը ուղղության
առումով ուսումնասիրելու համար ներմտծում են երեք նավային
անկյուններ. φ ՝ գիֆթինտ, θ ՝ կողաթևքում և φ ՝ թափառման անկյուն,
հաշվանքի $Cxyz$ համակարգը կոշտ կապված է նավի հետ, C -ն նավի
ժանրոթյան կենտրոնն է, X առանցքը ուղղված է նավախելից զեպի
քիթը, Y առանցքը զեպի ձախ նավակողը, Z առանցքը՝ ուղղահայաց
տախտակամածին. Cx -ի կոորդինատային համակարգը կողմնորոշվում
է նավի ուղղության նկատմամբ՝ Z առանցքը ուղղածից է, է հորիզո-
նական առանցքը ուղղված է ընթացքով, Y հորիզոնական առանցքը՝
ընթացքից զեպի ձախ (նկարում պատկերված են Ա. Ն. Կոխլովի կող-
մից ներմտծված առանցքներ համակարգերը):

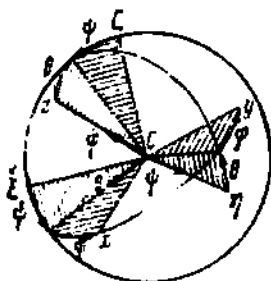
Որոշել նազի Լորդնորտումը (Cxyz կոորդինատային առանցք-ներին) $C\hat{x}z$ հոանիստի նկատմամբ:
Պատ.՝

	$\hat{x}$	$\hat{y}$	$\hat{z}$
x	$\cos \psi \cos \varphi + \sin \psi \sin \theta \sin \varphi$	$\cos \theta \sin \varphi$	$-\sin \psi \cos \varphi + \cos \psi \sin \theta \sin \varphi$
y	$-\cos \psi \sin \varphi + \sin \psi \sin \theta \cos \varphi$	$\cos \psi \cos \varphi$	$\sin \psi \sin \varphi + \cos \psi \sin \theta \cos \varphi$
z	$\sin \psi \cos \theta$	$-\sin \theta$	$\cos \psi \cos \theta$

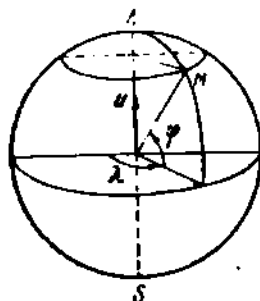
20.8. Լմանալով նախորդին անկյունների փոփոխման արագությունները, որոշել նազի անկյունային արագության պրոյեկցիաները հաշվանքի Cxyz և $C\hat{x}z$ համակարգերի առանցքների վրա (տես նախորդ խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $\omega_x = \dot{\varphi} \cos \theta \sin \varphi + \dot{\psi} \cos \psi$, $\omega_y = \dot{\varphi} \cos \psi + \dot{\psi} \sin \psi \cos \theta$,
 $\omega_z = \dot{\varphi} \cos \theta \cos \varphi - \dot{\psi} \sin \psi$, $\omega_x = \dot{\varphi} - \dot{\psi} \sin \theta$,
 $\omega_z = -\dot{\psi} \sin \theta + \dot{\varphi}$, $\omega_z = -\dot{\psi} \sin \psi + \dot{\varphi} \cos \psi \cos \theta$.

20.9. Մ կետը (նազի, ինքնաթիռի ժանրության կենտրոնը)



20.7 և 20.8 խնդրներին



20.9 խնդրին

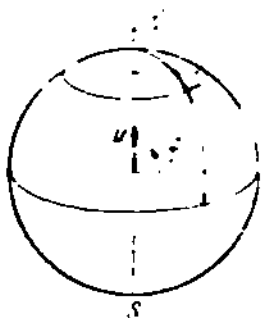
շարժվում է որպես R^*) շառավղագի պահեց ընդունված Երկրի մակերևույթի երկայնքով: Կետի արագության արեկյան բաղադրիչը հավասար է v_E -ի, իսկ հյուսիսայինը՝ v_N : Որոշել M կետի ընթացիկ դիրքի փ լայնության և λ երկայնության փոփոխման արագությունը:

Պատ.՝ $\dot{\varphi} = \frac{v_N}{R}$, $\dot{\lambda} = \frac{v_E}{R \cos \varphi}$, դրանիս v_E -ի և v_N -ի դիպքում

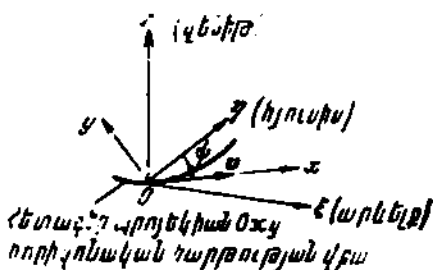
*) Այսինքն և հետագայում Երկրի սեղմածուլթյունը անհետում ենք:

Գ բաղադրիչը ուղղված է արևմուտք, իսկ λ բաղադրիչը՝ Երկրի պտտման SN առանցքով Հարավային բևեռից դեպի Հյուսիսայինը:

20.10. Երկրի մակերևույթի մոտերքում մարմինների (ինքնաթիռների, հրթիռների, նավերի և նրանց վրա զրկված սարքերի շարժման ռառամնասիրելու համար ներմուծում են Հարժական կոորդինատային հոանիստը՝ Դարբուի հոանիստը: Դարբուի ՕէՆ հոանիստի աշխարհագրական կոգմնորոշման դեպքում է հորիզոնական առանցքը ուղղվում է դեպի արևելք, γ հորիզոնական առանցքը՝ դեպի Հյուսիս, z առանցքը՝ ուղղաձիգ դեպի վեր: Որոշել ՕէՆ հոանիստի անկյունային արագության պրոյեկցիաները է, γ , z առանցքների վրա, եթե



20.10 Երկրի



20.11 Երկրի

Երկրի նկատմամբ նրա սկզբնականի արագության պրոյեկցիաները հավասար են՝ $V_x = V_E$, $V_y = V_N$, $V_z = 0$, Երկրի պտտման անկյունային արագությունը հավասար է Ω , Երկրի շառավիղը R է:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_x = -\varphi = -\frac{V_N}{R},$$

$$\omega_y = (U + \lambda) \cos \varphi = \left(U + \frac{V_E}{R \cos \varphi} \right) \cos \varphi,$$

$$\omega_z = (U + \lambda) \sin \varphi = \left(U + \frac{V_E}{R \cos \varphi} \right) \sin \varphi,$$

20.11. Դարբուի $Oxyz$ հոանիստը Երկրի մակերևույթի վրա կոգմնորոշված է ոչ թե աշխարհագրականորեն, ինչպես դա արվից նախորդ խնդրում, այլ ըստ Երկրի նկատմամբ հոանիստի հիմքի հետագծի՝ x առանցքը ուղղվում է հորիզոնական Երկրի նկատմամբ հոանիստի O դադարի (ինքնաթիռի, նավի ժանրության կենտրոնը) V արագությամբ, y առանցքն ուղղվում է x առանցքից հորիզոնական դեպի ձախ, իսկ z առանցքը՝ ուղղաձիգ դեպի վեր: Որոշել $Oxyz$

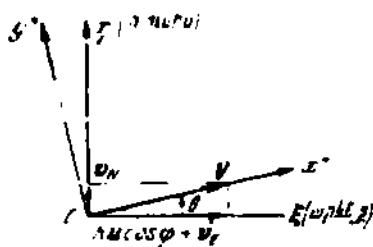
եռանխուստի անկյունային արագության պրոյեկցիաները, եթե O կետի արագությունը հազաւար է λ -ի, իսկ նրա ուղղությունը որոշվում է ψ անկյունով (հլուսիսի ուղղության եւ O կետի հարարեւրական արագության միջեւ եղած անկյունը):

Պատ.՝ $\omega_x = U \cos \varphi \cos \psi$; $\omega_y = U \cos \varphi \sin \psi + \frac{V}{R}$;

$\omega_z = (U + \lambda) \sin \varphi + \dot{\psi} = U \sin \varphi + \frac{V}{R}$

Այստեղ R -ը, U -ն, φ եւ λ -ն ունեն 20.9 եւ 20.10 խնդիրներում ներմտծված արժեքները, իսկ ψ -ն հետապօծի երկրարաշխական կորոթյան շառափոցն է ($\psi > 0$). երբ $\dot{\psi} < 0$, եւ $\psi < 0$, երբ $\dot{\psi} > 0$):

20.12. Դարբուի $Ox^0y^0z^0$ եռանխուստի երկրի մակերևութի վրա կողմնորոշված է հետեւյալ կերպ. x^0 առանցքը ուղղվում է O կետի (ենթադրվում է, որ այն շարժվում է Երկրի մակերևութով) $\vec{V}$ բացարձակ արագությամբ. y^0 հորիզոնական առանցքը x առանցքից ուղղված է ձախ, z^0 առանցքը ուղղաձիգ է: Որոշել $Ox^0y^0z^0$ եռանխուստի անկյունային արագության պրոյեկցիաները, եթե Երկրի նկատմամբ O կետի արագության բաղադրիչները v_E եւ v_N են:



20.12 խնդրին

Պատ.՝ $\omega_x = 0$, $\omega_y = \frac{V}{R}$, $\omega_z = (U + \lambda) \sin \varphi + \dot{\psi}$, որտեղ R -ը,

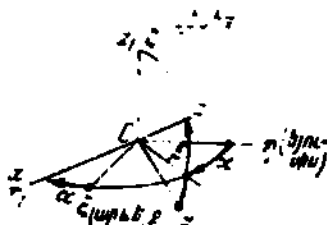
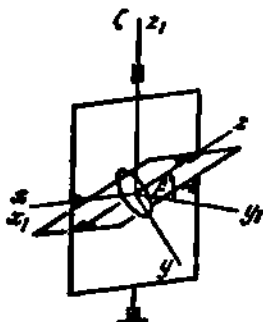
U -ն, φ -ն եւ λ -ն ունեն 20.29 եւ 20.9 եւ 20.10 խնդիրներում ներմտծված արժեքները,

$$V = \sqrt{(v_E + RU \cos \varphi)^2 + v_N^2} \quad \text{եւ} \quad \lg \psi = \frac{v_N}{v_E + RU \cos \varphi}$$

20.13. Ուղղության հոլակը տեղակայված է կարդանյալն կախուցում: x, y, z , կոորդինատային համակարգը կապված է արտաքին շրջանակի հետ (նրա պտտման առանցքը ուղղաձիգ է), xyz համակարգը ամրացված է ներսի շրջանակի հետ (նրա պտտման առանցքը հորիզոնական է): Ներսի շրջանակի z առանցքը միաժամանակ հանդիսանում է հոլակի սեփական պտտման առանցք:

Որոշել. 1) հոլակի պտտման z առանցքի կողմնորոշումը աշխարհագրականորեն կողմնորոշված է էդհ. առանցքների նկատմամբ (տես 20.10 խնդիրը), եթե արտաքին շրջանակի (y_z առանցքի)

շրջամը հաշվում է միջսրեականի հարթությունից (չ. հարթությունը) ժամացույցի սլաքի ընթացքով և որոշվում է 3 անկյունով. իսկ 2 առանցքի բարձրացումը հորիզոնականից որոշվում է 5 անկյունով



20.13 խնդրի

2) xyz հռանխառի պատման անկյունային արագության պրոյեկցիաները xyz առանցքների վրա, ենթադրելով, որ հոլակի կախման O կետը նրկրի նկատմամբ անշարժ է:

Պատ.՝

1)

	ϵ	ω	$\dot{\alpha}$
x	$\sin \alpha \cos \beta$	$\cos \alpha \cos \beta$	$\sin \beta$

$$\omega_x = \dot{\beta} - U \cos \varphi \sin \alpha,$$

$$\omega_y = \dot{\alpha} \cos \beta + U(\cos \varphi \cos \alpha \sin \beta - \sin \varphi \cos \beta),$$

$$\omega_z = \dot{\alpha} \sin \beta + U(\cos \varphi \cos \alpha \cos \beta + \sin \varphi \sin \beta).$$

որտեղ U -ն նրկրի պատման անկյունային արագությունն է, φ -ն՝ տեղի լայնությունը:

20.14. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել xyz հռանխառի պատման անկյունային արագության պրոյեկցիաները, եթե կախման կետի արագության հլուսիսային և արեկյլան բաղադրիչները համապատասխանաբար հաճախար են v_N և v_E :

Պատ.՝ $\omega_x = \dot{\beta} - \left(U + \frac{v_E}{R \cos \varphi} \right) \cos \varphi \sin \alpha - \frac{v_N}{R} \cos \alpha,$

$$\omega_y = \dot{\alpha} \cos \beta + \left(U + \frac{v_E}{R \cos \varphi} \right) (\cos \varphi \cos \alpha \sin \beta - \sin \varphi \cos \beta) - \frac{v_N}{R} \sin \alpha \sin \beta,$$

$$\omega = z \sin \beta + \left(1 + \frac{v_1}{R \cos \varphi}\right) (\cos \varphi - \cos \alpha \cos \beta + \sin \varphi \sin \beta).$$

որտեղ R -ը էրկրի շառավիղն է:

20.15. Մարմնի շարժումն անշարժ կետի շուրջը տրված է էլլիբի անկյուններով՝ $\varphi = 41^\circ$, $\psi = \frac{\pi}{2} - 21^\circ$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$: Որոշել անկյունային արագության հոդոցրաֆի գծող կետի կոորդինատները, մարմնի անկյունային արագությանը և անկյունային արագացումը X, Y, Z անշարժ առանցքների նկատմամբ:

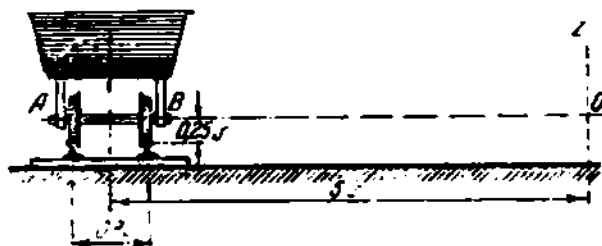
Պատ.՝ $x = \omega_x = 21 \sqrt{3} \cos 21^\circ$, $y = \omega_y = -21 \sqrt{3} \sin 21^\circ$,

$z = \omega_z = 0$, $\omega = 21 \sqrt{3}$ ռադ/վ, $\varepsilon = 41 \sqrt{3}$ ռադ/վ²:

20.16. Գտնել հորիզոնական ճանապարհով շարժվող վագոնի անիվի շարժական և անշարժ աքսիդները, եթե ճանապարհի կորության միջին շառավիղը հավասար է 5 մ, վագոնի անիվի շառավիղը 0,25 մ է, երկաթուղագծի լայնությունը 0,50 մ է:

Ծանոթություն: Անիվը վագոնի նեո միասին պտտվում է ճանապարհի կորագծան կենտրոնով անցնում O : ուղղամիջ առանցքի շուրջը և վագոնի նկատմամբ AB առանցքի շուրջը, այսինքն պտտվում է O անշարժ կետի շուրջը:

Պատ.՝ Անշարժ աքսիդը մի կոն է, որի առանցքը համընկնում է O առանցքի նեո, գագաթին առնթևեր $\alpha = 2 \arctg 21,6 = 174^\circ 42'$ անկյունով, ճարձական աքսիդը AB առանցքով և գագաթին առնթևեր $\beta = 2 \arctg 0,0463 = 5^\circ 18'$ անկյունով կոն է:



20.16 խորիկ

20.17. Մարմնի շարժումն անշարժ կետի շուրջը տրված է էլլիբի անկյունների միջոցով հետևյալ հավասարումներով՝ $\varphi = \pi t$, $\psi = \pi(2 - \sin t)$, $\theta = \pi/3$: Որոշել մարմնի անկյունային արագության և անկյունային արագացման պրոյեկցիաները անշարժ առանցքների վրա, եթե a -ն և π -ը հաստատուն մեծություններ են: Նշել նաև a պարա-

մետրի ալն արժեքը, որի գնալքում մարմնի անշարժ աքսոդոր կլինի
 Oxy հարթությունը:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_x = \frac{n_1 \sqrt{3}}{2} \cos \alpha n t, \quad \omega_y = \frac{n_1 \sqrt{3}}{2} \sin \alpha n t, \quad \omega_z = n \left(a + \frac{1}{2} \right), \\
 \varepsilon_x = -\frac{a n^2 \sqrt{3}}{2} \sin \alpha n t, \quad \varepsilon_y = \frac{a n^2 \sqrt{3}}{2} \cos \alpha n t, \quad \varepsilon_z = 0, \quad a = -\frac{1}{2}.$$

20.18. Մարմնի դիրքը որոշող էլլիբի անկյունները փոփոխվում են $\varphi_0 = \varphi_0 + n_1 t$, $\theta = \theta_0$, $\varphi = \varphi_0 + n_2 t$ օրենքով (կանոնավոր պրեցեսիա), որտեղ φ_0 -ն, θ_0 -ն, φ_0 -ն անկյունների սկզբնական արժեքներն են, իսկ n_1 և n_2 -ը համապատասխան անկյունային արագություններին համապատասխան թվեր են: Որոշել մարմնի ω անկյունային արագությունը, անշարժ և շարժական աքսոդորները:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + 2n_1 n_2 \cos \theta_0}, \text{ անշարժ աքսոդոր ՝ առանցքով } \\
 \text{և բացվածքի } 2 \arcsin \frac{n_2 \sin \theta_0}{\omega} \text{ անկյունով } \xi^2 + \eta^2 - \frac{n_2^2 \sin^2 \theta_0}{(n_2 \cos \theta_0 + n_1)^2} z^2 = 0 \\
 \text{շրջանային կոն է: շարժական աքսոդոր 2 առանցքով և բացվածքի } \\
 2 \arcsin \frac{n_1 \sin \theta_0}{\omega} \text{ անկյունով } x^2 + y^2 - \frac{n_1^2 \sin^2 \theta_0}{(n_1 \cos \theta_0 + n_2)^2} z^2 = 0 \text{ շրջանային } \\
 \text{կոն է:}$$

ԳԼՈՒԿ VII

ՎԵՏԻ ԲԱՐՆ ԸԱՐԺՈՒՄԸ

§ 21. Կետի շարժումների հավասարումները

21.1. Որոշել կետի ուղղապիժ շարժման հավասարումը, որը զու-
 մարվում է երկու ներգալնակ առատանումներից՝

$$x_1 = 2 \cos (n t + \pi, 2), \quad x_2 = 3 \cos (n t + \pi):$$

$$\text{Պատ.՝ } x = \sqrt{13} \cos (n t + \alpha), \text{ որտեղ } \alpha = \arccos \frac{2}{3} = 33^\circ 40':$$

21.2. Գրանցող սարքի թմբկազանը պատվում է հավասարա-
 չափ ω_0 արագությամբ: Թմբկազանի շառավիղը r է: Ինքնազդիչը
 միացված է ուղղանիզող ըստ

$$y = a \sin \omega_1 t$$

որենքի շարժվող մանրամասի հետ, իսկ այն կորի հապասարումը, որը պրանցում է պրիսմայրը թղթե ժապավենի վրա:

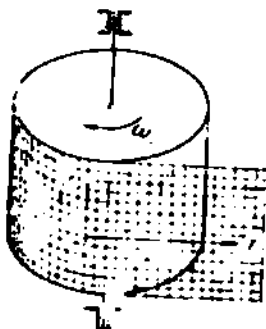
$$\text{Պատ.՝ } y = a \sin \frac{\omega_1 x}{\omega_2 l}$$

21.3. Շրջան ամբարձիչը ω_1 հաստատուն անկյունային արագությամբ $O_1 O_2$ առանցքի շուրջը պտտվելիս A բևուր քարձրացվում է զնայի վեր B թմբկապլանի վրա փաթաթված ճոպանի միջոցով: Եւ շառավղով B թմբկապլանը պտտվում է ω_2 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել բևուր քաղարձակ հետագիծը, եթե ամբարձիչի թմբքը հապասար է մի:

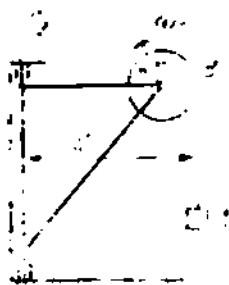
Պատ.՝ Պտտականագիծ, որի հապասարումն է

$$x = d \cos \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{Z}{r}, \quad y = d \sin \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{Z}{r},$$

x առանցքը անցնում է $O_1 O_2$ առանցքով և բևուր շեղյունական գիրքով: Z առանցքը ամբարձիչի պտտման առանցքով ուղղված է զնայի վեր:

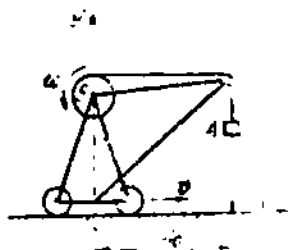


21.2 խնդրին



21.3 խնդրին

21.4. Բևուր քարձրացման և ամբարձիչի տեղափոխման մեխանիզմների աշխատանքները համատեղելու ժամանակ A բևուր տեղափոխվում է հորիզոնական և ուղղանկյուն աղբյուրներից: $r = 0,5$ մ շառավղով B թմբկապլանը, որի վրա փաթաթվում է A բևին պահող ճոպանը, գործարկման մեջ մտնելիս պտտվում է $\omega = 2\pi$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Ի՞նչ քարձիչը տեղափոխվում է հորիզոնական ուղղությամբ $v = 0,5$ մ/վ հաստատուն արագությամբ: Որոշել բևուր քաղարձակ



21.4 խնդրին

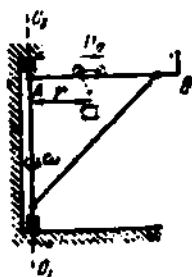
հետագիծը. Լիկ նրա սկզբնական կոորդինատներն են $x_0=1$ մ, $y_0=3$ մ:

Պատ.՝ $y = \frac{y-x}{\sqrt{2}} + y_0 = 6.28 \sqrt{2} \approx 8.8$

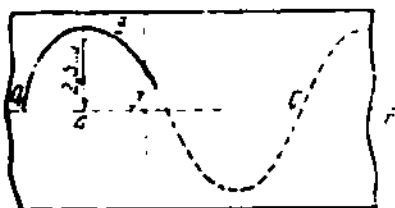
21.5. Շրջան ամբարձիչի AB սլաքը պտտվում է (O_1O_2) առանցքի շուրջը՝ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Հորիզոնական սլաքով A-ից դեպի B O_2 հաստատուն արագությամբ շարժվում է սալակը: Որոշել սալակի բացարձակ հետագիծը, եթե սկզբնական պահին սալակը գտնվել է (O_1O_2) առանցքի վրա:

Պատ.՝ Հետագիծը $r = \frac{v_0}{\omega}$ արքիմեդյան պարաբոլ է. որտեղ r -ը սալակի հեռավորությունն է պտտման առանցքից, v_0 -ն՝ ամբարձիչի պտտման անկյունը (O_1O_2) առանցքի շուրջը:

21.6 Տատանողական շարժումների գրանցելու համար ծառայող զործիքի ժապավենը 2 մ վ արագությամբ շարժվում է OX ուղղությամբ: OY առանցքի երկայնքով տատանվող մարմինը ժապավենի վրա պնդվում է մի սինուսոիդ, որի ամենամեծ օրդինատը՝ $AB=2.5$ սմ:



21.5 խնդիրն



21.6 խնդիրն

Իսկ $O_2C=8$ սմ: Գտնել մարմնի տատանողական շարժման հաճախությունը, եթե աղբյուրով, որ սինուսոիդի O կենտր համապատասխանում է մարմնի դիրքին $t=0$ պահին:

Պատ.՝ $y = 2.5 \sin(50\pi t)$ սմ

21.7. Ցրամվալը $v=5$ մ/վ արագությամբ հաճախաբաշափ շարժվում է ուղղագիծ հորիզոնական տեղամասով, բնդ որում թափը զուպանների վրա կատարում է $g=10,8$ մ լայնություն և $T=0,5$ վ պարբերությամբ ներգաշնակ տատանումներ: Գտնել թափքի ծանրության կենտրոնի հետագծի հաճախությունը, եթե նրա միջին հեռավորությունը հանապարհի պատաստից $h=1.5$ մ է: $t=0$ պահին ծանրու-

թյան կենտրոնը գտնվում է միջին զիջքում և տատանման արագությանը ուղղված է դեպի վեր: (X առանցքը պաստառով հորիզոնական ուղղի շարժման կողմը, (Y առանցքը՝ 1=1) պահին ժանրաթյան կենտրոնի զիջքով ուղղածից դեպի վեր:

$$\text{Պատ.՝ } v=1,5+0,0018 \sin 0,8 \pi x$$

21.8. Որոշել հազասար հանախաթյամք, բալց տարրեր լայնությունների և փուլերով միաժամանակ երկու փոխուղղահալաց ներդաշնակ տատանումների կատարող կրկնակի ճոճանակի ծալրի բարդ շարժման հետագծի հազասարումները, եթե նշված տատանումների հազասարումներն ունեն $x=a \sin (\omega t+\alpha)$, $y=b \sin (\omega t+\beta)$ տեսքը:

$$\text{Պատ.՝ էլիպս՝}$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos(\alpha - \beta) = \sin^2(\alpha - \beta)$$

21.9. Կրկնակի ճոճանակի ծալրը գծում է էլիպսավոր պատկերը, որը ստացվում է երկու փոխուղղահալաց՝ $x=a \sin 2\omega t$, $y=a \sin \omega t$ ներդաշնակ տատանումները պոմարելու: Գտնել հետագծի հազասարումը:

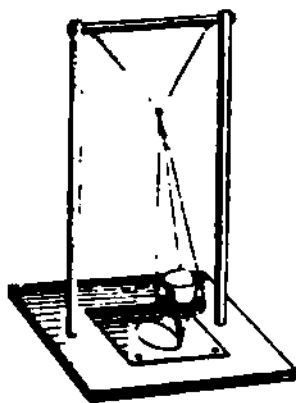
$$\text{Պատ.՝ } a^2 x^2 = 4y^2(a^2 - y^2)$$

21.10. Էրկաթուղային գնացքը շարժվում է հազասարաշափ 36 կմ/ժ արագությամբ, վերջին վագոնից կախված ազդանշանային լապտերի պոկում է բարձակից: Որոշել լապտերի բացարձակ շարժման հետագիծը և 1) ճանապարհի S երկարությունը, որը կանցնի գնացքը լապտերի վալը ընկնելու քնթացքում, եթե լապտերը գտնվում է Երկրաշնչից 4,905 մ բարձրության վրա: Կոորդինատների առանցքները տանել լապտերի սկզբնական զիջքով, (X առանցքը՝ հորիզոնական դեպի գնացքի շարժման կողմը, (Y առանցքը՝ ուղղածից դեպի ներքև):

Պատ.՝ Ուղղածից առանցքով $y=0,019 x^2$ պարաբոլ, $S=10$ մ (X-ը, Y-ը՝ մետրերով, 1-ն՝ վայրկյաններով):

21.11. M կտրիչը կատարում է լայնական հետագաձև-համընթաց շարժում $x=a \sin \omega t$ սրենքի համաձայն: Գտնել M կտրիչի ծալրի հետագծի հազասարումը սկալառակի նկատմամբ, որը առնկաճանային արագությամբ հազասարաշափ պտտվում է կտրիչի բացարձակ հետագիծը հասող (1) առանցքի շուրջը:

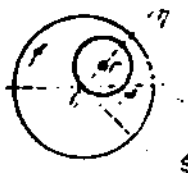
Պատ.՝ $\xi^2 + (y - a(2)^2 = a^2/4$ շրջանագիծ՝ $a/2$ շառավղով և C կենտրոնով (տես նկարը):



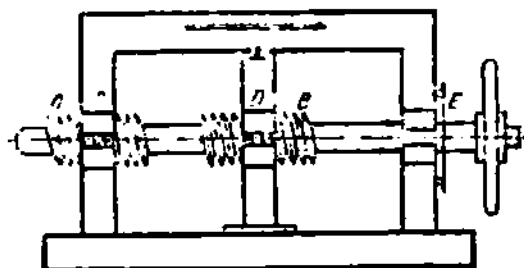
21.8 խնդիր

21.12. Որոշ չափիչ և մասանիչ գործիքներում ցուցիչի տեղափոխման համար սղտագործվում է դիֆերենցիալ պտուտակ, որը կազմված է Λ մասում h_1 մմ քայլով պարտրակ, իսկ B մասում $h_2 < h_1$ քայլով պարտրակ տնեցող AB առանցքից: Λ մասը պտտվում է C առնչարժ պնդեղակում, իսկ B մասը ընկնում է 1) տարրի կողմից, որը դրկված է պտտական շարժումից և միացված է առնչարժ ցուցանակի երկայնքով սահաղ ցուցիչի հետ:

1) Որոշել ցուցիչի տեղափոխությունը, երբ առանցքի թափանցակը շրջվում է 1 ռ պտուտով (համապատասխան սանդղակը նշանակված է E , սկզբառուկի վրա), եթե $n=200$, $h_1=0,5$ մմ և $h_2=1,4$ մմ: Երկու պարտրակներն էլ աշ են կամ երկուսն էլ ձախ են:



21.11 Խնդրի 1



21.12 Խնդրի 2

2) Ինչպե՞ս կփոփոխվի գործիքի ցուցմունքը եթե Λ մասում արվի ձախ պարտրակ, իսկ B մասում՝ աշ:

$$\text{Պատ.՝ } 1) s = \frac{1}{n} (h_1 - h_2) = 0,0005 \text{ մմ};$$

$$2) s = \frac{1}{n} (h_1 + h_2) = 0,0045 \text{ մմ};$$

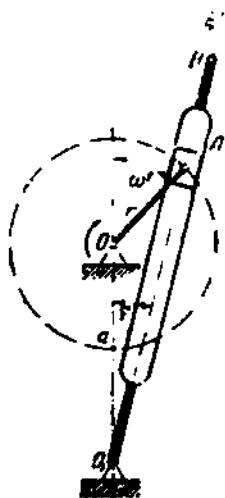
21.13. Ռանդիչ հաստոցի արագացնող մեխանիզմը բաղկացած է O և O_1 երկու զուգահեռ լիսեռներից, OA շուռտվիկից և O_1B սահողից: OA շուռտվիկի A սլլըր հողակապորեն միացված է O_1B սահողի մեկ եղած բացվածքի երկայնքով սահող սողնակի հետ: Իտնել սահողի բացվածքում սողնակի հարաքերական շարժման հավասարումը և իր իսկ սահողի պտտման հավասարումը, եթե r երկարությունը OA շուռտվիկի պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ, լիսեռների առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ $OO_1=a$:

$$\text{Պատ.՝ } \xi = \frac{1}{2} a^2 + r^2 + 2ar \cos \omega t, \quad \text{tg} \varphi = \frac{r \sin \omega t}{a + r \cos \omega t},$$

21.11. Նկարում սխեմատիկորեն ցույց տրված ռոտատիվ շարժիչի մեջ պատկերացումն ամրակցված զլանները նրա հետ միասին պտտվում են O լիսենտի անշարժ առանցքի շուրջը, իսկ միացնելի շարժաթևները պտտվում են (A) անշարժ շոտովիկի Δ մասի շուրջը: Ցույց տալով 1) միացնելի B կետերի թաքարձակ շարժման հետագիծը և 2) նրանց հարաբերական շարժման մոտավոր հաճախությունը զլանների նկատմամբ, եթե վերջիններս պտտվում են օ առանցքի նկատմամբ: Տված է՝ $(A) = r$ և $AB = l$; $(\omega) = \omega$ և Oy առանցքները սկզբնական ռենին լիսենտի կենտրոնում: Ընդունել, որ $l \gg r$ -ը փոքր է:

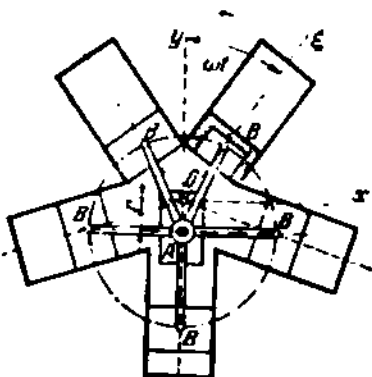
Պատ.՝ 1) Շրջանագիծ՝ $x^2 + (y+r)^2 = l^2$,

$$2) \dot{z} = l \left(1 - \frac{r}{l} \cos \omega t - \frac{r^2}{2l^2} \sin^2 \omega t \right),$$



21.13 խնդիր

21.15. Բացատրվող անշարժորեն կախված ուղղաթիուր ցած է զցում թեղը և այդ նույն պահին սկսում է շարժվել հորիզոնա-



21.14 խնդիր

կան մակերևույթի նկատմամբ 2 անկյան տակ ուղղված v_0 արագությամբ: Գտնել շարժման հաճախությունները և թեղի հետագիծը ուղղաթիուր նկատմամբ (հարաբերական կոորդինատային համակարգի առանցքները ուղղված են ռորիզոնական ուղղաթիուր ժանրովի կենտրոնից թեղի ուղղությամբ և ուղղահիղ զեպի ներքև):

Պատ.՝ $x_1 = v_0 t \cos \alpha$, $y_1 = \frac{gl^2}{2} + v_0 t \sin \alpha$: Հետագիծը պարաբոլ է՝

$$y_1 = -x_1 \tan \alpha + \frac{gx_1^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha},$$

§ 22. Կետի արագությունների գումարումը

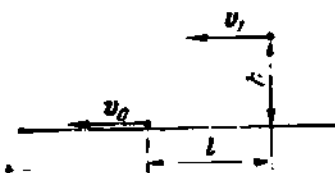
22.1. Նավը շարժվում է ուղղաձիգ v_0 արագությամբ: Մոզի մակերևույթից h բարձրության վրա v_1 արագությամբ ալն նույն ուղղությամբ թռչում է ինքնաթիռը: Որոշել հորիզոնական հաշվված ալն l հեռավորությունը, որի վրա հարկավոր է նետել պատվադրոշ, որպեսզի ալն ընկնի նավի վրա: Սկիզբից ղիմադրությունը պատվադրոշի շարժմանը ահետևել:

$$\text{Պատ.՝ } l = (v_1 - v_0) \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

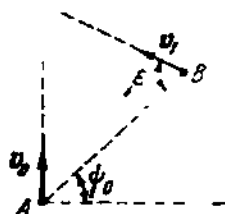
22.2. Հուժեղ նախորդ ինդիբր, եթե ինքնաթիռը շարժվում է ալն նույն արագությամբ շարժվող նավին հետդիպակաց:

$$\text{Պատ.՝ } l = (v_1 + v_0) \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

22.3. Անցնելով A կետը, նավը շարժվում է մեծությամբ v_0 արագությամբ AB ուղղի նկատմամբ ինչպիսի՝ β անկյան տակ B կետից պետք է սկսի շարժվել նավակը, որ-



22.1 խնդիրն



22.3 խնդիրն

պեսզի հանդիպի նավին, եթե նավակի արագությունը մեծությամբ v_1 արագությամբ հաստատուն է և հավասար է v_1 -ի: AB ուղիղը նավի ընթացքին ուղղահայաց ուղղության հետ կազմում է ψ_0 անկյուն:

$$\text{Պատ.՝ } \sin \beta = \frac{v_0}{v_1} \cos \psi_0$$

22.4. Նախորդ խնդրում որոշել ալն T ժամանակը, որի լրանալուց հետո նավակը հանդիպում է նավին, եթե նրանց միջև սկզբնական հեռավորությունը հավասար է $AB=l$:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } T &= \frac{l}{v_0 \sin \psi_0 + \sqrt{v_1^2 - v_0^2 \cos^2 \psi_0}} = \frac{l}{v_0} \frac{\sin \beta}{\cos(\psi_0 - \beta)} = \\ &= \frac{l}{v_1} \frac{\cos \psi_0}{\cos(\psi_0 - \beta)}, \end{aligned}$$

22.5. Մետաղալարն շրջանապիծը իր հաբթությունն մեջ պատվում է Օ տեսարմ հողակապի նկատմամբ և հաստատուն անկյունային արագությամբ: Ինչպե՞ս էշարժվի այդ շրջանապծի հատման Ս կետը նույն R շառավիղ ունեցող և նույնպես Օ հողակապով անցնող անշարժ շրջանապծի հետ:

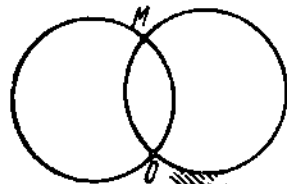
Պատ.՝ Հատման կետը շրջանապծերից լուրջաքանչյուրին շրջանցում է ավելի հաճախ հաստատուն արագությամբ:

22.6. Նազն ընթանում է Հարավ-Արևելք ուղղությամբ 3 հանգույց արագությամբ, այդ դեպքում կալմի վրա գտնվող հողմացույցը ցույց է տալիս արևելյան քամի: Նազը փոքրացնում է ընթացքը մինչև 3/2 հանգույց, հողմացույցը ցույց է տալիս հյուսիս արևելյան քամի: Որոշել՝ 1) քամու ուղղությունը և 2) քամու արագությունը:

Մանրամասն. Ընթացքի անփոփոխությունը ցույց է տալիս, թե ուր է գնում նազը, քամու անփոփոխը՝ որտեղից է փչում այն:

Պատ.՝ 1) Հյուսիսից, 2) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ հանգույց:

22.7. Քամու դեպքում նազի սեփական արագությունը որոշելու համար գետնի վրա նշում են 1 հալսների երկարությունը մի ուղիղ գիծ, որի ծայրերը վերևից պետք է լայվ երևան: Նշված ուղղի ուղղությունը պետք է համընկնի քամու ուղղության հետ: Այդ ուղղի երկայնքով ինքնաթիռը 1,4 մամանակամիջոցում նախ թռավ քամու ուղղությամբ, իսկ այնուհետև՝ 1,4 մամանակամիջոցում, քամու հակառակ ուղղությամբ: Որոշել ինքնաթիռի սեփական և արագությունը և քամու V արագությունը:



22.5 խնդրին

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } v &= \frac{l}{2} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) \text{ մ/վ, } V = \\ &= \frac{l}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \text{ մ/վ:} \end{aligned}$$

22.8. Քամու դեպքում ինքնաթիռի սեփական և արագությունը որոշելու համար գետնի վրա նշում են BC=1, CA=1, AB=1,2 մ կողմեր ունեցող ABC եռանկյուն վարժատարածքը: Վարժատարածքի լուրջաքանչյուր կողմի համար որոշում են թռիչքի մամանակը՝ 1, 2, 3 վ: Որոշել ինքնաթիռի սեփական և արագությունը, ենթադրելով որ նա մեծությունը անփոփոխ է, և քամու V արագությունը: Խնդիրը լուծել գրաֆիկորեն:

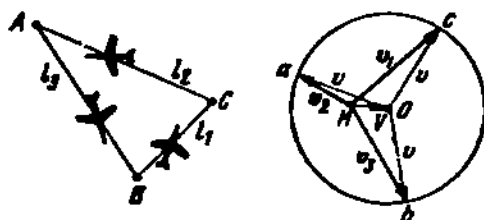
Պարզարանում, ինքնաթիռի անփական արագությունը կոչվում է նրա արագությունը ուղի նկատմամբ:

Պատ.՝ Կամայական M կետից տեղադրել էրեք վեկտոր. որոնք համապատասխանաբար հավասար են l_1, l_2, l_3 և գտնվում են վարժատարածքի BC, CA և AB կողմերին: Ինքնաթիռի v արագության մեծությունը կորոշվի այդ վեկտորների ծայրահեղությունից: Նույն շրջանագծի շառավղով: Քամու արագությունը որոշվում է $V(t)$ վեկտորով:

22.9). Հորիզոնական խնուզով 72 կմ/ժ արագությամբ շարժվող ափտմենքենայի ուղեորը խցիկի կողմնային ապակու միջով անձրևի կաթիլների հետադմբեր տեսնում է ուղղաձիգի նկատմամբ: Վ) անկյան տակ թեքված: Որոշել ուղղաձիգ տեղացող անձրևի կաթիլների անկման բացարձակ արագությունը՝ անտեսելով շփումը կաթիլների և ապակու միջև:

Պատ.՝ $v = \frac{v_c}{\tan 40^\circ} = 22.8$ մ/վ:

22.10). Գետի ափերը դադարեցնում են. մակույկը դուրս եկավ A կետից և վերցնելով ափերին ուղղահայաց շարժընթաց, մեկնում է: Վ) բուսի հետո հասավ գլխացի ափին: Հետ որո՞ւմ նա հայտնվեց գետի նույն-



22.8 խնդրին

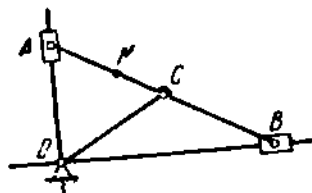
Քով A կետից 120 մ ներքև գտնվող C կետում: Շարժվելով նախկին հարաբերական արագությամբ, նավալը որպեսզի A կետից լնկնի ափերին ուղղահայաց AB ուղղի վրա գտնվող B կետը. պետք է ուղղաթիւն վերցնի AB ուղղի նկատմամբ որոշ անկյան տակ և հոսանքին հակառակ. այդ դեպքում մակույկը հասնում է գլխացի ափին 12,6 բուս հետո: Որոշել գետի l լայնությունը, մակույկի u հարաբերական արագությունը ջրի նկատմամբ և գետի հոսանքի v արագությունը:

Պատ.՝ $l = 200$ մ, $u = 20$ մ/բուս, $v = 12$ մ/բուս:

22.11. Նախքան լողում է զեպի հարավ 36, 2 կմ ժ արագությամբ: Երկրորդ նավը բնթանում է հարավ-արևելք 30 կմ ժ արագությամբ: Գտնել երկրորդ նավի արագության մեծությունը և ուղղությունը: Օրը որոշվում է առաջին նավի տախտակամածի վրա պտնվող զիտուրյի կողմից:

Պատ.՝ v_2 -ը ($v_1=36$ կմ.ժ) ուղղված է հյուսիս-արևելք:

22.12 Էլիպսոգրաֆի AB քանոնը շարժման մեջ է դրվում () առանցքի շուրջը ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող OC ձողի կողմից: Իրանից բացի, ամբողջ մեխանիզմը ուղղորդների հետ միասին ω_0 -ի հաճախար հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է նկարի հարթությանը ազդահայաց և () կետով անցնող առանցքի շուրջը: Գտնել քանոնի կամայական M կետի բացարձակ արագությունը $AM=l$ հեռավորության ֆունկցիա այն ենթադրությամբ, որ () C ձողի պտտումը և ամբողջ մեխանիզմի պատումը տեղի է ունենում հակադիր ուղղություներով:



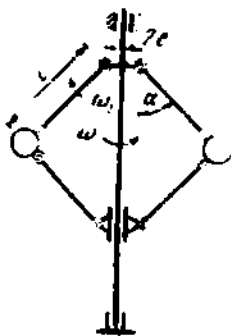
22.12 խնդրի

Պատ.՝ $v_M = (AB - 2l)\omega_0$

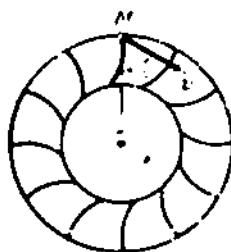
22.13. Լուծել նախորդ խնդիրը այն դեպքի համար, երբ երկու պտտումներն էլ բնթանում են մի ուղղությամբ:

Պատ.՝ v_M -ը կախված չէ M կետի դիրքից և հավասար է AB ω_0 :

22.14. Ուղղանկյուն առանցքի շուրջը $\omega = 10$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվող Ուստաի Լենարդնախույս կարգավորիչի զնդերը բևեռվածության փոփոխման շնորհիվ հեռանում են ալդ առանցքից, ալլալ դիրքում իրենց ձողերի համար ունենալով $\omega_1 =$



22.14 խնդրի



22.15 խնդրի

$= 1.2$ ռադ/վ անկյունային արագություն: Գտնել կարգավորիչի զնդերի բացարձակ արագությունը դիտարկվող պահին: Եթե ձողերի երկարությունը՝ $l=0.5$ մ, նրանց կախման առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ $2l=$

$= 0.1$ մ, կարգավորիչի առանցքի հետ ձողերի կազմած անկյունները՝ $\alpha_1=\alpha_2=\alpha=30^\circ$:

Պատ.՝ $v=3.06$ մ/վ:

22.15. Հիդրավլիկ խողովակում ջուրը ուղղորդ սարքից թափվում է պտտվող աշխատանքային անիվի վրա, որի թիակները, հարվածող ջրի մուտքից խուսափելու համար, դրված են ալիպես, որ $\bar{V}$, հարաբերական արագությունը շոշափի թիակներին: Կտնել անիվի արտաքին շրջանակի վրա գտնվող ջրի կաթիլի հարաբերական արագությունը (մոտք գործելու պահին), եթե մտնելու պահին նրա քաջարձակ արագությունը՝ $v=15$ մ/վ, բացարձակ արագությունն է շոշափի միջև եղած անկյունը՝ $\alpha=60^\circ$, մոտքի շառավիղը $R=2$ մ է, անիվի անկյունային արագությունը հավասար է π ռադ/վ:

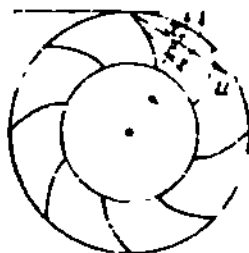
Պատ.՝ $v_r=10,06$ մ/վ, $(v_r, R)=41^\circ 50'$:

22.16. Ջրի մասնիկները մտնում են խողովակի II արագություն II արագության և մոտքի կետում ուստորին տուրած շոշափողի միջև եղած անկյունը հավասար է α : Ռոտորի արտաքին արամագիծը I) է, նրա պտույտների թիվը մեկ րոպեում n է:

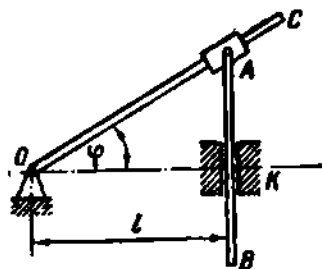
Որոշել ոտորի թիակի և ջրի մոտք գործելու կետում շոշափողի միջև կազմված ալն անկյունը, որի ղեպքում ջուրը կմտնի առանց հարվածի (ալդ ղեպքում մասնիկների հարաբերական արագությունը պետք է ուղղված լինի թիակների երկայնքով):

Պատ.՝ $\operatorname{tg} \beta = \frac{60n \sin \alpha}{60n \cos \alpha - \pi n}$,

22.17. Սահեցային մեխանիզմում OC շոռավիկը նկարի հարթությանը ուղղահայաց () առանցքի շուրջը ճնճվելիս A սողնակը, տե-



22.16 խնդրին



22.17 խնդրին

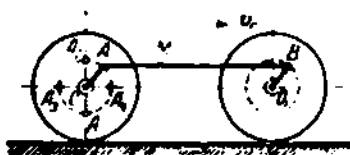
ղաշարժվելով OC շոռավիկի երկայնքով, շարժման մեջ է դնում K ուղղանկյ ուղղորդներում շարժվող AB ձողին: Հեռավորություն OK = — է: Որոշել A սողնակի արագությունը OC շոռավիկի նկատմամբ՝

Ֆունկցիա ω անկյունային արագությունից և շուտավիկի շրջման φ անկյունից:

$$\text{Պատ.՝ } v_c = \frac{l \omega \sin \varphi}{\cos \varphi}$$

22.18. Գտնել (O) և (O_1) առանցքների (OA) և (O_1B) շուտավիկները միացնող AB զուգակցիչի մի ուրե՛կ M կետի բացարձակ արագությունը, եթե անիվների շառավիղները հավասար են՝ $R=1$ մ, շուտավիկների շառավիղները՝ $(OA)=(O_1B)=0.5$ մ, կառքի արագությունը $v_0=20$ մ/վ է: M կետի արագությունը որոշել այն շոքս պահերի համար, երբ (OA) և (O_1B) շուտավիկները կամ ող-
ղաձիգ են, կամ հորիզոնական: Անիվները
զլորվում են սեկսերոյ առանց սահքի:

Պատ.՝ $v_1=10$ մ/վ, $v_2=30$ մ/վ,
 $v_3=12.36$ մ/վ:



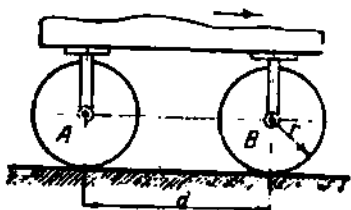
22.18 խնդրին

22.19. Ուղղադիրձ սեկսոյ $\bar{v}$ արա-
գությամբ շարժվող վազոնի A և B
անիվները զլորվում են նրա վրայով
առ-
նց սահքի: Անիվների շառավիղները
հավասար են r -ի և առանցքների միջև եղած հեռավորությունը d է: Որոշել A անիվի կենտրոնի արագությունը B անիվի հետ անսկզբին կապված կոորդինատային համակարգի նկատմամբ:

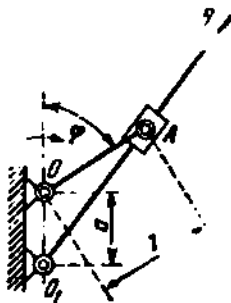
Պատ.՝ Արագությունը հավասար է vd -ի, ուղղահայաց է AB -ին և ուղղված է դեպի ներքև:

22.20. Մեխանիզմը բաղկացած է O և O_1 երկու զուգահեռ շի-
սեռներից, OA շառավիղից և O_1B սահողից: OA շառավիղի A ծայրը
սահում է O_1B սահողում եղած թաղվածքի երկւ-
յնքով, շիսեռների առանցքների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է a -ի, OA
շառավիղի երկարությունը հավասար է l -ի, ընդ որում $l > a$: O շիսե-
ռը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ, Գտնել.

1) (O_1) շիսեռի ω_1 անկյանային ար-
ագությունը և A կետի հարաբերական



22.19 խնդրին



22.20 խնդրին

արագությունը O_1B սահողի նկատմամբ, դրանք արահայտելով $O_1A \approx S$ փոփոխական մեծություն միջոցով, 2) այդ մեծությունների ամենամեծ և ամենափոքր արժեքները, 3) շուտովիկի այն դիրքերը, որոնց դեպքում $\omega_1 = \omega$:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \omega_1 = \frac{\omega}{2} \left(1 + \frac{l^2 - a^2}{s^2} \right),$$

$$v_r = \frac{\omega}{2s} \sqrt{(l+s+a)(l+s-a)(a+l-s)(a+l-s)};$$

$$2) \omega_{1\max} = \omega \frac{l}{l-a}, \quad \omega_{1\min} = \omega \frac{l}{l+a}, \quad v_{r\max} = 2\omega, \quad v_{r\min} = 0;$$

$$3) \omega_1 = \omega, \text{ երբ } O_1B \perp O_1O;$$

22.21. Ռանդոգ հաստոցի մեխանիզմի ճոճվող սահողի A քարը շարժման մեջ է դրվում առամանավոր փոխանցմամբ, որը բաղկացած է D ժանանկակից և A քարի առանցքը մասի տեսքով իր վրա կրող E ժանանկից: Ժանանկիների շառավիղները՝ $R=0.1$ մ, $R_1=0.35$ մ, $O_1A=0.3$ մ, E ժանանկի O_1 առանցքի և սահողի ճոճման B կենտրոնի միջև եղած հեռավորությունը՝ $O_1B=0.7$ մ: Որոշել սահողի անկյունային արագությունը այն պահերի, երբ O_1A հատվածը կամ ուղղահայաց է (ամենավերևի և ամենաձեռքերի դիրքերը), կամ ուղղահայաց է AB սահողին (ձախ և աջ դիրքերը), եթե ժանանկակը ունի $\omega=7$ ռադ/վ անկյունային արագություն: O_1 և B կետերը գտնվում են միևնույն ուղղահայացի վրա:



22.21 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = 0.6 \text{ ռադ/վ, } \omega_{II} = \omega_{III} = 0, \quad \omega_{III} = 1.5 \text{ ռադ/վ:}$$

22.22. Որոշել շուտովիկ-սահողային մեխանիզմի պատվող սահողի անկյունային արագությունը շուտովիկի չորս դիրքերի դեպքում՝ երբև ուղղահայաց և երբև հորիզոնական, եթե $a=60$ սմ, $l=80$ սմ և շուտովիկի անկյունային արագությունը հավասար է π ռադ/վ (տես 22.20 խնդրի նկարը):

$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = \frac{4}{7} \pi \text{ ռադ/վ, } \omega_{II} = \omega_{IV} = 0.64 \pi$$

$$\text{ռադ/վ, } \omega_{III} = 4\pi \text{ ռադ/վ:}$$

22.23. Որոշել ոտատուիվ շարժիչի միտցի բացարձակ արագությունը AB շարժաթևի երկու ուղղահայաց և երկու հորիզոնական դիրքերի դեպքում, եթե շուտովիկի երկարությունը՝ $O_1A = \varepsilon = 0.24$ մ, պատենաուսի հետ միասին զլանի անկյունային արագությունը հավասար է 40π ռադ/վ (տես 21.14 խնդրի նկարը):

$$\text{Պատ.՝ } v_I = 20.11 \text{ մ/վ, } v_{III} = 40.21 \text{ մ/վ, } v_{II} = v_{IV} = 33.51 \text{ մ/վ:}$$

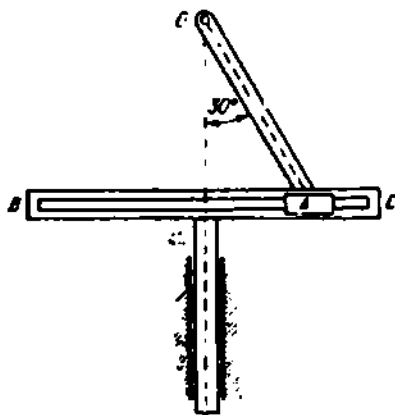
22.21. Այլ կետի արագության արեւելյան. հլուսիսային և ուղղա-
ձիգ բաղադրիչները երկրի նկատմամբ համապատասխանաբար հալա-
սար են v_x , v_y , v_z Տվյալ պահին կետի բարձրությունը երկրի մա-
կերեսից հազասար է h -ի, տեղի լայնությունը φ է. երկրի
շառավիղը R է. նրա անկյունային արագությունը՝ ω : Որոշել կետի
բացարձակ արագության բաղադրիչները:

Պատ.՝ $v_x = v_1 + (R+h)\omega \cos \varphi$, $v_y = v_2$, $v_z = v_3$ (X առանցքն ուղղ-
ված է դեպի արեւելք, Y առանցքը՝ դեպի հլուսիս, Z առանցքը՝
ուղղահայե դեպի վեր):

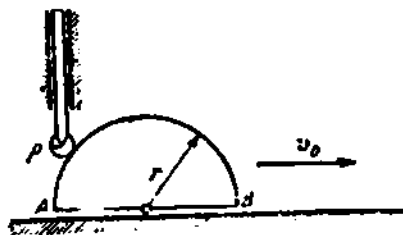
22.25. Համընթաց շարժվող BC սահող ունեղոց շոտովիկ սա-
հային մեխանիզմում $l=1,2$ մ երկարությամբ (A) շառավիղը
(դաստիարակված է սահողի հետեւում) պտտվում է Յ ուղղի հազասար
հաստատուն անկյունային արագությամբ: Սահողի բացվածքում սահող
ցարի հետ հոդակապորեն միացված A ծալրով նա BC սահողին հա-
ղորդում է հետագարձ-համընթաց շարժում: Որոշել սահողի արագու-
թյունը այն պահին, երբ շոտովիկը սահողի առանցքի հետ կազմում
է 30° անկյուն:

Պատ.՝ $v=0,942$ մ/վ:

22.26. Ձողը սահում է ուղղահայե ուղղորդներում՝ անվիկի սղնու-
թյամբ ստորին ծալրով հենվելով և շառավիղ ունեղոց կիսապլանի
մակերեսովի վրա կիսապլանի հո-
րիզոնականով շարժվում է դեպի
աջ v_0 հաստատուն արագությամբ:
Անվիկի շառավիղը r է: Որոշել



22.25 խնդրի



22.26 խնդրի

ձողի արագությունը, եթե սկզբնական պահին նա դառնվել է ամենա-
բարձր դիրքում:

Պատ.՝
$$v = \frac{v_0^2 l}{l(r+\rho)^2 - v_0^2 l^2}$$

22.27. Ցատասային հաստոցի վրա հղկվում է $d=80$ մմ արա-

ժաղով գլանի Ռանկեր կատարում է $n=3$ պտույտ, 1, ալյնական նետ-
 րույ
 ման արագությունը՝ $v=0.2$ մ/վ: Որոշել կարելի է V արագությունը
 մշակվող գլանի նկատմամբ:

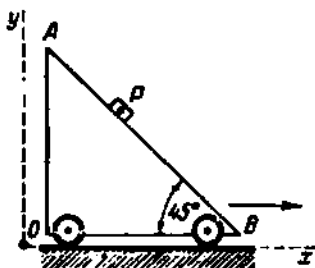
Պատ.՝ $v_1=125.7$ մ/վ. $1g z=628$. որտեղ z -ն V_1 -ի և սոնակի
 միջև կապմամբ անկյունն է:

§ 8. Կետի արագացումների գումարումը

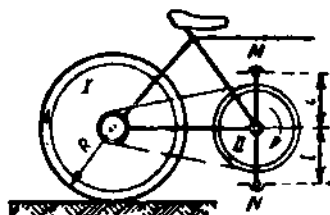
23.1. Հորիզոնի հետ 45° անկյուն կազմող AB թեք հարթությունը
 շարժվում է ուղղադիրձ (X առանցքին զուգահեռ 0.1 մ/վ² հաստա-
 տուն արագացումով: Ուղի հարթության վրայով (0.1 մ/վ² հաստա-
 տուն հարաբերական արագացումով իջնում է P մարմինը՝ հարթու-
 թյան և մարմնի սկզբնական արագությունների հախառար են գրել:
 մարմնի սկզբնական դիրքը որոշվում է $x=0$, $y=h$ կոորդինատներով:
 Որոշել մարմնի բացարձակ շարժման հետադիժը, արագությունը և
 արագացումը:

Պատ.՝ $y = h - \frac{x}{2}$, $v=0.1\sqrt{5}$ մ/վ, $w=0.1\sqrt{5}$ մ/վ²:

23.2. Հեծանվորդը հորիզոնական ուղղադիրձ ճանապարհի մի
 որոշ մասում շարժվում է $S=0.1$ մ² օրենքով (S -ը՝ մետրերով):



23.1 խնդիրն



23.2 խնդիրն

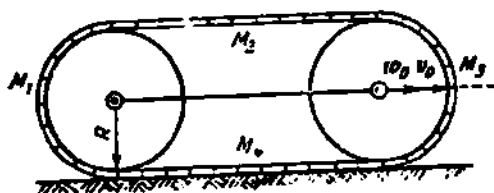
1-ն՝ վաղիկյաններով): Տրված է՝ $R=0.35$ մ, $i=0.18$ մ, $z_1=18$ ատամ,
 $z_2=48$ ատամ: Որոշել հեծանվալին ուտակների M և N առանցքների
 բացարձակ արագացումները (ենթադրելով, որ անիվները զուրկված
 են առանց սահքի) ($t=10$ վ պահին, եթե ալի պահին MN շտապիկը
 զասավորված է ուղղաձիգ):

Պատ.՝ $v_1=0.860$ մ/վ², $w_N=0.841$ մ/վ²:

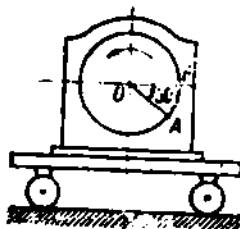
23.3. Որոշել α և ω_1 առանցքների շուտափոխները միացնող AB զուգակցիչի որևէ M կետի բացարձակ արագացումը, եթե կառքը ճանապարհի ողղագիծ տեղամասով շարժվում է հավասարաչափ $v_0=10$ մ/վ արագությամբ: Անիվների շառավիղները՝ 1 մ, շուտափոխների շառավիղները՝ $r=0,75$ մ (տես 22.18 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $\omega=75$ մ/վ²:

23.4. Գտնել ճանապարհի ողղագիծ տեղամասով $\bar{v}_0$ արագությամբ և $\bar{\omega}_0$ արագացումով առանց սահքի շարժվող տրակտորի թրթուրի M_1 , M_2 , M_3 , M_4 կետերի արագությունները և արագացում-



23.4 խնդրի



23.5 խնդրի

ները. տրակտորի անիվների շառավիղները հավասար են R-ի. թրթուրի սահքը անիվների շրջանակներով անտեսել:

Պատ.՝ $v_1=v_3=v_0/2$, $v_2=2v_0$, $v_4=0$,

$$\omega_1=\sqrt{\omega_0^2+\left(\omega_0+\frac{v_0}{R}\right)^2}, \quad \omega_2=2\omega_0,$$

$$\omega_3=\sqrt{\omega_0^2+\left(\omega_0-\frac{v_0}{R}\right)^2}, \quad \omega_4=0,$$

23.5. Հորիզոնականով դեպի աջ $N=0,492$ մ/վ² արագացմամբ շարժվող սալյակի վրա տեղակայված է էլեկտրական շարժիչ. որի ուստորը շարժման մեջ ընկնելիս պտտվում է $\varphi=1^\circ$ հավասարման համաձայն. ընդ որում փ անկյունը չափվում է ռադիաններով: Ռոտորի շառավիղը հավասար է 0,2 մ: Որոշել ռոտորի շրջանակի վրա գտնվող A կետի բացարձակ արագացումը լուծվ պահին, եթե այդ պահին A կետը գտնվում է նկարում ցույց տված դիրքում:

Պատ.՝ $\bar{\omega}_A$ -ն ($\omega_A=0,746$ մ/վ²) ուղղանիզով ուղղված է դեպի վեր:

23.6. Նախորդ խնդրում որոշել ռոտորի հավասարաչափ պտտման

ալն անկյունային արագությունը որի ղեկքում A կետը, պտտվելով B ղիբրում, ունի զրոյի հաստատար բացարձակ արագացում:

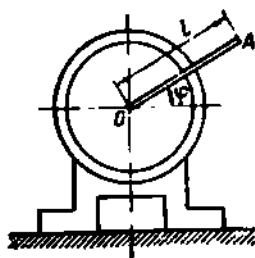
Պատ.՝ $\omega = 1,57$ ռադ/վ:

23.7. $\varphi = \omega t$ ($\omega = \text{const}$) որևէ ժամանակից պտտվող էլեկտրաշարժիչի լիսեռին աղիղ անկյան տակ ամրացված է լեռնարտվածք OA ձողը ալղ ղեկքում առանց ամրադման տեղակալված էլեկտրաշարժիչը հիմքի վրա կատարում է հորիզոնական ներդաշնակ առատանումներ $x = a \sin \omega t$ սրենքով: Որոշել A կետի բացարձակ արագացումը ժամանակի $t = \pi/2$ 0 վ պահին:

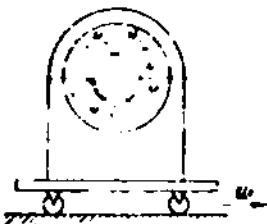
Պատ.՝ $W_A = a\omega^2 \sqrt{a^2 + l^2}$:

23.8. Սալլակը, որի վրա տեղակայված է շարժիչ, հորիզոնականով շարժվում է ղեկի աղ $W = 0,4$ մ/վ² հաստատուն արագացմամբ: Շարժիչը պտտվում է $\varphi = \frac{1}{2} t^2$ սրենքով Որոշել $t = 1$ վ պահին ոտտորի ալն M_1 , M_2 , M_3 , M_4 յուրա կետերի բացարձակ արագացումները, որոնք ոտտորի առանցքից գտնվում են $l = 0,2$ մ հեռավորության վրա և ալղ պահին գրավում են նկարում նշված ղիբքերը:

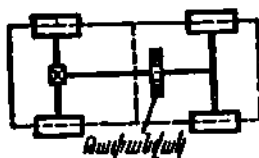
Պատ.՝ $W_1 = 0,4\sqrt{2}$ մ/վ², $W_2 = 0$, $W_3 = 0,4\sqrt{2}$ մ/վ², $W_4 = 0,8$ մ/վ²:



23.7 խնդիրն



23.8 խնդիրն



23.9 խնդիրն

23.9. Ավտոմեքենան ճանապարհի ուղղապիծ մասում շարժվում է $W_0 = 2$ մ/վ² արագացումով: Որկանական լիսեռի վրա հագցված է $R = 0,25$ մ շառավղով պտտվող թափանցակ, որը տվյալ պահին ունի $\omega = 4$ ռադ/վ անկյունային արագություն և $\varepsilon = 3$ ռադ/վ² անկյունային արագացում: Գտնել ալղ պահին թափանցակի կետերի բացարձակ արագացումը:

Պատ.՝ $W = 4,58$ մ/վ²:

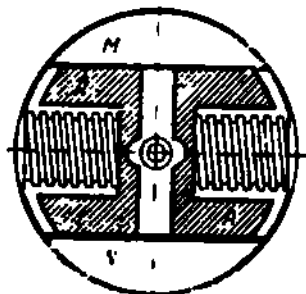
23.10. Լնքնաթիռը շարժվում է ուղղապիծ $W_0 = \text{const} = 4$ մ/վ² արագացումով: $d = 1,8$ մ տրամագիծ ունեցող պտտաակը 60 π ռադ/վ-ի

համաժամար անկյունային արագությունը պատվում է համաժամարաչափի
 'իտենյ պտտության ժայռի շարժման համաժամարումները, արագությունը
 և արագությունը կրկրի նկատմամբ անշարժ կոորդինատային համա-
 կարգում, ընդ որում այդ համակարգի Օx առանցքը համընկնում է
 պտտության առանցքի հետ: Ինքնաթիռի սկզբնական արագությունը՝
 $v_0=0$:

Պատ.՝ $x=2t^2$ մ, $y=0,9 \cos \pi t$ մ, $t=0,9 \sin 60 \pi t$ մ;

$v=\sqrt{16t^2+29,6\pi^2}$ մ/վ, $w=31915$ մ/վ²:

23.11. Ուղղանկյ առանցքի շուրջը $\omega=6\pi$ ռադ/վ հաստատուն
 անկյունային արագությամբ պտտվող կարգավորիչի մեջ զսպանակի
 ծայրերին ամրացված Δ ծանր կշռաքարերը MN փորվածքի երկայն-
 քով կատարում են ներդաշնակ տատանումներ ալնպես, որ նրանց
 ծանրության կենտրոնների հեռավորու-
 թյունները պտտման առանցքից փոփո-
 վում են $x=(0,1+0,1)\sin 8\pi t$ մ որենցով:
 Սրա հետ կշռաքարի ծանրության կենտրոնի
 արագացումը այն պահին, ելք կոորդինա-
 լան արագացումը հասնում է առավելու-
 զայն արժեքի, և ցույց տա, կորիոլիսյան
 արագացման արժեքը կշռաքարի եզրային
 դիրքերի զեպծում:



23.11 խնդիր

Պատ.՝ $w_1=6\pi^2$ մ/վ², $w_2=0$:

23.12. Ջրի շիթը հոսում է ՕԱ հո-
 րիզոնական խողովակով, որը ω ռադ/վ-ի համաժամար անկյունային
 արագությամբ համաժամարաչափ պտտվում է ուղղանկյ առանցքի շուր-
 ջը: Սրա հետ կորիոլիսյան արագացումը շիթի այն կետում, որտեղ
 $v_1(v_1=2\sqrt{11}$ մ/վ) հարաբերական արագությամբ ուղղված է ՕԱ-ով:
 Ս-ի համար ընդունել $\pi=2,7$ մոտավոր արժեքը:

Պատ.՝ $w_2=24$ մ/վ²:

23.13. $R=1$ մ շառավղով կլոր խողովակը մասնացույցի սլաքի
 ընթացքով $\omega=1$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ
 պտտվում է () հորիզոնական առանցքի շուրջը: խողովակի մեջ նրա
 Δ կետի մոտ տատանվում է Δ զնդիկը, ընդ որում ալնպես, որ
 անկյուն $\varphi=\sin \pi t$: Սրա հետ զնդիկի բացարձակ արագացումները՝ v_1
 շոշափուրը և w_0 նորմալը $t=2/3$ վ պահին:

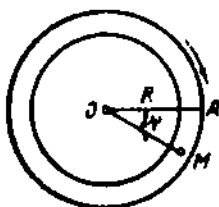
Պատ.՝ $w=-4,93$ մ/վ², $w_0=13,84$ մ/վ²:

23.14. Սկզբնական պտտվում է իր հարթությունն ուղղահայաց
 առանցքի շուրջը մասնացույցի սլաքի ուղղությամբ համաժամարաչափ

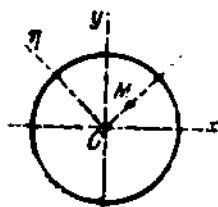
արագացող է ուղղված անկյունային արագացումով. $\omega = 0$ պահին նրա անկյունային արագությունը հավասար է զրոյի: Սկզբնական տրամագծերից մեկով M կետը առանցվում է ալիպես, որ նրա կոորդինատը՝ $\xi = \sin \pi t$ մ, ընդ որում t -ն մետրերով է: Որոշել $\omega = 1$ ՝ φ պահին M կետի քաղաքական արագացման պրոյեկցիաները սկզբնականի հետ կապված ξ և η առանցքների վրա:

Պատ.՝ $w_x = 10,95$ մ/վ², $w_y = -4,37$ մ/վ²:

23.13. Կետը հավասարաչափ $\bar{v}_1$ հարաքերական արագությամբ շարժվում է մի սկզբնական լարով, որը և հաստատուն անկյունային



23.13 խնդիր

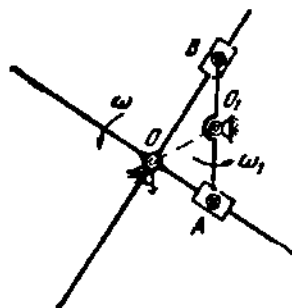


23.14 խնդիր

արագությամբ պտտվում է սկզբնական հարթությանն ուղղահայաց իր իսկ O առանցքի շուրջը: Որոշել կետի քաղաքական արագությունը և քաղաքական արագացումը ալի պահին, երբ նա գտնվում է առանցքից h կարճագույն հեռավորության վրա՝ ալի ենթադրությամբ, որ կետի հարաքերական շարժումը տեղի է ունենում սկզբնական պտտման կողմը:

Պատ.՝ $v = v_1 + h\omega$, $w = \omega^2 h + 2\omega v_1$:

23.16. Մի լիսեռից իրեն շուրջաձուլ մյուս լիսեռին պտտումը փոխանցելու համար օգտագործվում է կցորդիչ, որը հանդիսանում է OO_1 ամրացված շոռափիկով, գերածված է լիսեռական կարկին: AB շոռափիկը ω_1 անկյունային արագությամբ պտտվում է O_1 առանցքի



23.16 խնդիր

շուրջը և պտտման մեջ է դնում խաչկապին O առանցքի շուրջը երկրորդ լիսեռի հետ միասին: Որոշել խաչկապի պտտման անկյունային արագությունը, ինչպես նաև սողնակի A կետի փոխադրական և հարաքերական (խաչկապի նկատմամբ) արագությունները և արագացումները (փոխադրական, հարաքերական և կորիոլիսյան) $\omega_1 = \text{const}$ դեպքում, եթե $OO_1 = AO_1 = O_1B = a$:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } w &= \frac{\omega_1}{2}, \quad v_c = 8\omega_1 \sin \frac{\omega_1}{2} t, \quad v_r = 8\omega_1 \cos \frac{\omega_1}{2} t, \quad w_c = w_r = \\ &= -\frac{\omega_1^2}{2} \sin \frac{\omega_1}{2} t, \quad w_r = \omega_1^2 \cos \frac{\omega_1}{2} t. \end{aligned}$$

23.17. Հեծանվորդը շարժվում է հորիզոնական ճենահարթակով, որը պտտվում է ուղղաձիգ առանցքի շուրջը $\omega = 12$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ. հեծանվորդի հեռավորությունը մինչև հենահարթակի պտտման առանցքը մնում է հաստատուն և հավասար $r=4$ մ. Հեծանվորդի հարաբերական արագությունը՝ $v_r = 4$ մ/վ ուղղված է հենահարթակի համապատասխան կետի փոխադրական արագության հակադիր կողմը: Որոշել հեծանվորդի բացարձակ արագացումը: Գտնել նաև, թե ինչպիսի հարաբերական արագությամբ նա պետք է շարժվի, որպեսզի նրա բացարձակ արագացումը հավասարվի գրուի:

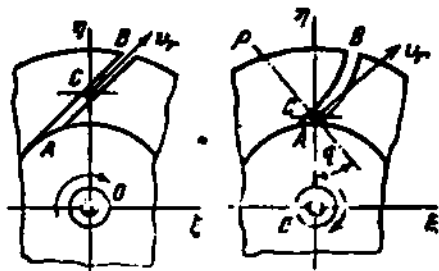
Պատ.՝ 1) $\bar{\omega}$ -ն ($\omega=1$ մ/վ) շառավղով ուղղված է գծային սկզբնական կենտրոնը, 2) $v_r=2$ մ/վ

23.18. Ուղղաչիժ մղանքներով ճեշակը օ անկյունային արագությամբ հավասարաչափ պտտվում է նկարի հարթությանը ուղղահայաց () առանցքի շուրջը: Սղը հոսում է մղանքներիով $\bar{v}_r$ հաստատուն հարաբերական արագությամբ: Գտնել AB մղանքների C կետում գտնվող սղի մասնակի բացարձակ արագության և բացարձակ արագացման պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա հետևյալ ավելների դեպքում. AB մղանքները OC շառավղի նկատմամբ թեքված է 45° անկյան տակ, $OC=0.5$ մ, $\omega=4\pi$ ռադ/վ, $v_r=2$ մ/վ

Պատ.՝ $v_c=7.7$ մ/վ,
 $v_r=1.114$ մ/վ, $w_c=35.54$ մ/վ²,
 $w_r=-114.5$ մ/վ²:

23.19. Լուծել նախորդ խնդիրը կորագիծ մղանքի դեպքի համար, եթե C կետում մղանքի կորության շառավղից հավասար է ρ -ի, իսկ AB կորի C կետում տարած նորմալի և OC շառավղի միջև կազմված անկյունը հավասար է φ -ի: CO շառավղից հավասար է r -ի:

Պատ.՝ $v_c=v_r \cos \varphi + r\omega$, $v_r=v_r \sin \varphi$,
 $w_c=\left(2v_r\omega - \frac{v_r^2}{\rho}\right) \sin \varphi$, $w_r=-\left|r\omega^2 + \left(2v_r\omega - \frac{v_r^2}{\rho}\right) \cos \varphi\right|$.



23.18 խնդիրն

23.19 խնդիրն

23.20. Այս առնչյունը լայնքառանդիշ հաստոցի ճոճվող սահնցի և անկյունային արագացումը որպես ժամանակի և ունեցիա, եթե t երկարությունը շուտովիկը պատվում է հավասարաչափ և անկյունային արագությունը, շուտովիկի և սահնցի պատման սուսնցքների միջև հղած հեռավորությունը՝ $a > r$ (Տես 21.13 խնդրի նկարը)։

$$a_{\text{ան.}} = \frac{(r^2 + a^2) \omega^2 \sin \omega t}{(a^2 + r^2 + 2ar \cos \omega t)^{3/2}}$$

23.21. Ա քարը կատարում է փոխադրական շարժում և անկյունային արագությունը և է անկյունային արագացմամբ սահնցի հարթությանը ուղղահայաց O , առանցքի շուրջը պտտվող սահնցի հետ միասին, և հարաբերական ուղղափոխ շարժում N , արագությունը և ω , արագացումով սահնցի բացվածքի երկայնքով։ Որոշել քարի բացարձակ արագացման պրոյեկցիաները սահնցի հետ կապված շարժական կոորդինատային առանցքների վրա՝ դրանք արտահայտելով $(1) A=S$ փոփոխական հեռավորության միջոցով։ (Տես 22.20 խնդրի նկարը)։

Պատ.՝ $\omega = \omega_1 - \omega_2$, $\omega_1 = S\dot{\varphi} + 2V_1/a$, ընդ որում ξ և η , առանցքները համապատասխանաբար ուղղված են բացվածքի երկայնքով և նրան ուղղահայաց։

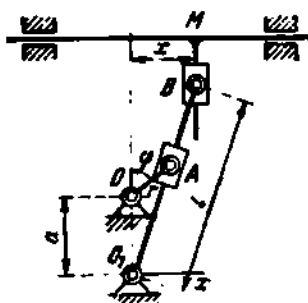
23.22. Որոշել ունեցիշ հաստոցի շուտովիկ-սահնցային մեխանիզմի պտտվող սահնցի անկյունային արագացումը շուտովիկի երկու ուղղանիշ և երկու հորիզոնական դիրքերում, եթե շուտովիկի երկարությունը՝ $l=0,4$ մ, շուտովիկի և սահնցի առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ $g=0,3$ մ, շուտովիկի հավասարաչափ պտտման անկյունային արագությունը՝ $\omega=3$ ռադ/վ։ (Տես 22.20 խնդրի նկարը)։

Պատ.՝ $\varphi=0$ և $\varphi=180^\circ$, $\varepsilon=0$, $\varphi=90^\circ$, $\varepsilon=1,21$ ռադ/վ², $\varphi=270^\circ$, $\varepsilon=1,21$ ռադ/վ² (պտտումը դանդաղող է)։

23.23. Գտնել նախորդ խնդրում սահնցի քարի հարաբերական շարժման արագացումը նրա բացվածքի երկայնքով շուտովիկի նշված շուրս դիրքերի դեպքում։

Պատ.՝ $\varphi=0$, $\omega_c=1,543$ մ/վ²; $\varphi=90^\circ$ և $\varphi=270^\circ$, $\omega_c=1,037$ մ/վ²; $\varphi=180^\circ$, $\omega_c=-1,037$ մ/վ²։

23.24. Գտնել O_1B ճոճվող սահնց ունեցող շուտովիկ-սահնցային մեխանիզմի կողմից շարժման մեջ գրվող ունեցիշ հաստոցի M նիցուկի շարժման հավասարումը, արագությունը և արագացումը։ Սխեման



23.24 խնդրի

ցալց է տրված նկարում. Ուանդր M նկյուկի հետ միացված է B սողնակի միջոցով, որը նկյուկի նկատմամբ սահում է նրա շարժման առանցքին ուղղահայաց ուղղությամբ: Տված է $(O_1)B=l$, $(O_1)A=r$, $O_1O=a$, $r < a$, $(1) \setminus$ շուտովիկը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ, շուտովիկի շրջման անկյունը հաշվվում է ուղղածից առանցքից:

$$\text{Պատ.՝ } x = l \frac{r \sin \omega t}{\sqrt{a^2 + r^2 + 2ar \cos \omega t}}, \quad v = l \omega \frac{(a + r \cos \omega t)(a \cos \omega t + r)}{(a^2 + r^2 + 2ar \cos \omega t)},$$

$$W = r l \omega^2 \frac{a(r^2 - a^2)(a + r \cos \omega t) - r^2(a \cos \omega t + r)^2 \sin \omega t}{(a^2 + r^2 + 2ar \cos \omega t)^{3/2}} \sin \omega t$$

Մանրություն: Կոորդինատը հաշվվում է O կետով անցնող ուղղածից:

23.25. Գտնել ճոճվող սահողով ունեցիչ հաստոցի կորիչի արագացումը շուտովիկի երկու ուղղածից և երկու հորիզոնական դիրքերի դեպքում, եթե շուտովիկի երկարությունը՝ $r=0,1$ մ, շուտովիկի և սահողի պտտման կենտրոնների միջև եղած հեռավորությունը՝ $a=0,3$ մ, սահողի երկարությունը՝ $l=0,6$ մ, շուտովիկի պտտման անկյունային արագությունը՝ $\omega=1$ ռադ/վ= const (Տես շՅ.24 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $\varphi=0$ և $\varphi=180^\circ$ դեպքում $w_x=0$,

$\varphi=90^\circ$ և $\varphi=270^\circ$ դեպքում $w_x=\mp 2,21$ մ/վ²:

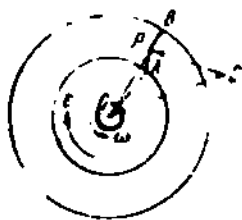
23.26. մամացույցի սլաքի հակառակ ուղղությամբ դանդաղող 3 ռադ/վ-ու հավասար անկյունային արագացումով պտտվող խողովակի AB թիակն ունի $0,2$ մ կորության շառավիղ և C կետը կորության կենտրոն, ընդ որում $(C=0,1\sqrt{10}$ մ, Խողովակի (O) առանցքից $(O)P=0,2$ մ հեռավորության վրա գտնվող ջրի P մասնիկը շարժվում է թիակի վրայով դրսի կողմից և թիակի նկատմամբ ունի $0,25$ մ/վ արագությամբ և $0,5$ մ/վ² շոշափող արագացում: Որոշել P մասնիկի բացարձակ արագացումը այն պահին, երբ խողովակի անկյունային արագությունը հավասար է 1 ռադ/վ:

Պատ.՝ $w_x=0,52$ մ/վ²:

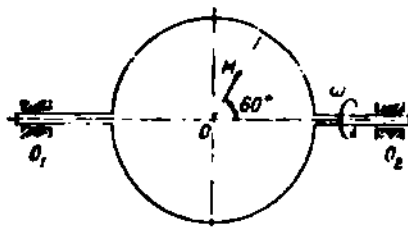
23.27. $\omega=2t$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ O_1O_2 առանցքի շուրջը պտտվող սկավառակի շառավղով նրա կենտրոնից դեպի ջր-շանակը $OM=4t^2$ սմ օրենքով շարժվում է M կետը: OM շառավղից O_1O_2 առանցքի հետ կազմում է 60° անկյուն: Որոշել M կետի բացարձակ արագացման մեծությունը $t=1$ վ պահին:

Պատ.՝ $w_M=35,56$ սմ/վ²:

23.28. $ABCD$ ուղղանկյունը պտտվում է CD կողմի շուրջը



23.26 խնդրին



23.27 խնդրին



23.28 խնդրին

$\omega = \frac{\pi}{2}$ ուղղված const AB կողմի երկայնքով շարժվում է M կետը

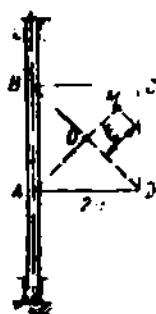
$\xi = \omega \sin \frac{\pi}{2} t$ մ որոնքով: Տված են չափերը՝ $OA = CB = a$ մ: Որոշել կետի բացարձակ մեծությունը ժամանակի $t=1$ մ պահին:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_3 = \frac{8\pi^2}{4} \sqrt{2} \text{ մ/վ}^2$$

23.29. 2a մ կողմով ABCD քառակուսին պտտվում է AB կողմի շուրջը $\omega = \sqrt{2}$ ուղղված հաստատուն անկյունային արագությամբ: AC անկյունագծի երկայնքով ըստ $\xi = a \cos \frac{\pi}{2} t$ մ որոնքի ներդաշնակ տատանում է կատարում M կետը: Որոշել կետի բացարձակ արագացման մեծությունը $t=1$ մ և $t=2$ մ պահերում:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = a\pi^2 \sqrt{5} \text{ մ/վ}^2, \quad \omega_2 = 0.44 a\pi^2 \text{ մ/վ}^2$$

23.30. OA ձողը 10 ուղղված անկյունային դանդաղեցմամբ պտտվում է O կետով անցնող L առանցքի շուրջը: Ձողի երկայնքով



23.29 խնդրին

(1) կետից սահում է M տափօղակը: Որոշել տափօղակի բացարձակ արագացումը այն պահին. երբ այն դառնում է O կետից 0,5 մ հեռավորության վրա և ձողի երկայնքով շարժվելու դեպքում համապատասխանաբար անի 1.2 մ/վ և 0.9 մ/վ² արագություն և արագացում, եթե այդ պահին ձողի անկյունային արագությունը հավասար է 5 ուղղված:

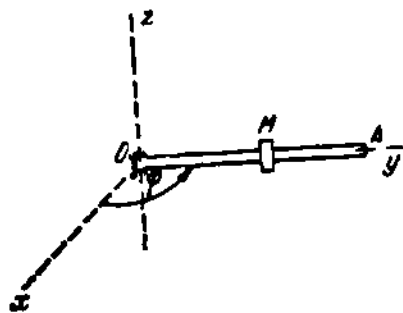
Պատ.՝ $\omega_1 = 15.33 \text{ մ/վ}^2$ և $M(O)$ ուղղության հետ կապվում է 23° անկյուն:

23.31. M տափօղակը շարժվում է OA հորիզոնական ձողով, այնպես որ $OM = 0.5 \text{ մ}$ և l ձող

նախն ժամանակ ձողը պտտվում է O կետով անցնող ուղղահիք առանցքի շուրջը $\varphi = l^2 + 1$ օրենքով: Որոշել տափօղակի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման շառավղային և տրանսվերսալ բաղադրիչները $l=2$ և պահին:

Պատ.՝ $v_1 = 0,02$ սմ/վ, $v_2 = 0,1$ սմ/վ, $w_1 = -0,49$ սմ/վ², $w_2 = 0,04$ սմ/վ²:

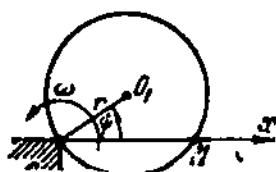
Ձև.32. 1 շառավղով շրջանը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է նրա շրջանագծի վրա գտնվող O անշարժ կետի շուրջը: Պտտվելիս շրջանը հատում է O կետով անցնող անշարժ հորիզոնական ուղիղը՝ X առանցքը: Գտնել X առանցքի հետ շրջանի հատման M կետի արագությունը և արագացումը շրջանի նկատմամբ և X առանցքի նկատմամբ շարժումների համար: Որոշելի մեծություններն արտահայտել OM -ի հեռավորության միջոցով:



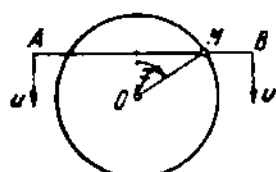
22.30 և 22.31 խնդիրներին

Պատ.՝ OM ուղղի նկատմամբ M կետը շարժվում է $\omega \sqrt{4R^2 - x^2}$ արագությամբ և $\omega^2 x$ արագացմամբ: Շրջանի նկատմամբ կետը շարժվում է $2\omega R$ հաստատուն արագությամբ և $4\omega^2 R$ արագացումով շրջանի պտտման հեղանակ կողմը:

Ձև.33. AB հորիզոնական ուղիղը π հաստատուն արագությամբ



22.32 խնդրին



22.33 խնդրին

տեղափոխվում է ուղղահիքով ինքն իրեն զուգահեռ և ալք գնալքում հարում է X շառավղի ունեցող անշարժ շրջանը: Գտնել շրջանագծի հետ ուղղի հատման M կետի արագությունը և արագացումը շրջանի նկատմամբ և AB ուղղի նկատմամբ ալք կետի շարժումների համար՝ ֆունկցիա փ անկյունից (տես նկարը):

Պատ.՝ 1) Շրջանագծով շարժման գնալքում M կետն ունի

$\frac{u}{\sin \varphi}$ արագություն և $\frac{u^2 \cos \varphi}{r \sin^3 \varphi}$ շոշափող արագացում, $-\frac{u^2}{r \sin^3 \varphi}$ նորմալ արագացում:

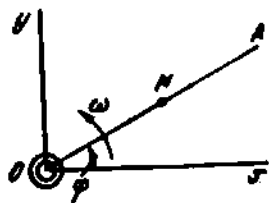
2) ԱՅ ազդի նկատմամբ Մ կետը շարժվում է $\frac{u \cos \varphi}{\sin \varphi}$ արագությամբ և $-\frac{u^2}{r \sin^3 \varphi}$ արագացմամբ:

23.33. ՕԱ կիսաաղիյր նկարի հարթության մեջ ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է () անշարժ կետի շուրջը: ՕԱ-ի երկայնքով անկափոփվում է Մ կետը: Ունի պահին, երբ կիսաաղիյր համընկավ x առանցքի հետ, Մ կետը գտնվում էր կոորդինատների սկզբնակետում: Որոշել Մ կետի շարժմամբ ՕԱ կիսաաղիյր նկատմամբ, եթե հայտնի է, որ Մ կետի v քաջարձակ արագությունը մեծությունը հաստատուն է: Որոշել նաև Մ կետի քաջարձակ հեռազիծը և քաջարձակ արագացումը:

Պատ.՝ Մ կետը ՕԱ-ով շարժվում է $v_r = v \cos \omega t$ արագությամբ: Մ կետի քաջարձակ հեռազիծը չըջանալի՞ծ է, քննադատելով կոորդինատների ու նրա հագեցվածություն է $r = \frac{v}{\omega} \sin \varphi$, ղեկարարյան կոորդինատներով

$x^2 + \left(y - \frac{v}{2\omega}\right)^2 = \left(\frac{v}{2\omega}\right)^2$, Մ կետի քաջարձակ արագացումը՝ $W_s = -2\omega v$:

23.35. կետը v հաստատուն արագությամբ շարժվում է մի



սկզբնականի շառավղով, որը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է սկզբնականի հարթությանն ուղղահայաց և նրա կենտրոնով անընդ առանցքի շուրջը: Որոշել կետի քաջարձակ արագացումը այն պահին, երբ նա գտնվում է սկզբնականի կենտրոնից r հեռավորության վրա:

23.36 խնդրին

Պատ.՝ $W_s = \omega \sqrt{r^2 \omega^2 + 4v^2}$:

23.36. Բ գնդիկը 1.2 մ վ արագությամբ շարժվում է սկզբնականի Մ լարի Ա կետից ղեկավար B. սկզբնական պտտվում է իր հարթությանն ուղղահայաց և կենտրոնով անընդ առանցքի շուրջը: Գտնել գնդիկի քաջարձակ արագացումը, երբ նա գտնվում է սկզբնականի կենտրոնից կարճագույն հեռավորության վրա, որը հավասար է 30 սմ-ի: Ոլջ պահին սկզբնականի անկյունային արագությունը հագեցված է 3 ուղղ. գ, անկյունային զանդաղեցումը՝ 8 ուղղ. գ²:

Պատ.՝ $W_s = 10,18$ մ գ²:

23.37. Նախորդ խնդիրը լուծելիս այն ենթադրություններ, որ սկա-
վառակը պտտվում է յարին գույս հետ տրամագծի շուրջը:

Պատ.՝ $w_3 = 3,612 \text{ մ/վ}^2$:

23.38. Լուծել 23.36 խնդիրը այն պայմանով, որ սկավառակի
պտտման առանցք հանդիսանում է յարին ուղղահայաց տրամագծի:

Պատ.՝ $w_3 = 7,2 \text{ մ/վ}^2$:

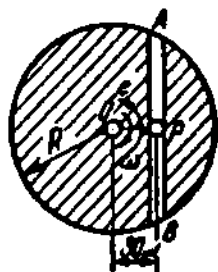
23.39. Հասարակածում գտնվող Նավը գնում է հյուսիս-արևելք
ուղղությամբ: Նավի շարժման արագությունը համասար է 20 հան-
գույց: Գտնել Նավի բացարձակ արագությունը և կորիոլիսյան առա-
ջացմը՝ հաշվի առնելով երկրի պտտվելը: Ընդունելով երկրի շառա-
վիդը՝ հավասար $R = 6378 \cdot 10^3 \text{ մ}$ (շարժման անվանումը ցույց է
տալիս, թե ուր է գնում Նավը): հանգույցը = 1 ժողվելի միջև -
= 1552 մ/ժ = 0,5144 մ/վ:

Պատ.՝ $v_3 = 470,4 \text{ մ/վ}$, $w_3 = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ մ/վ}^2$:

23.40. Նախորդ խնդրի պայմաններում
գտնել Նավի բացարձակ արագացումը՝ նրա արա-
գությունը ընդունելով հաստատուն:

Պատ.՝ $w_3 = 347,766 \cdot 10^{-4} \text{ մ/վ}^2$:

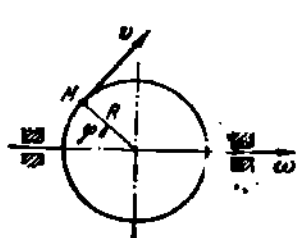
23.41. Իր տրամագծի շուրջը օ հաստա-
տուն անկյունային արագությամբ պտտվող և R
շառավիղ ունեցող սկավառակի շրջանակով շարժ-
վում է M կետը, որի V արագությունը մեծու-
թյամբ հաստատուն է: Գտնել M կետի բացար-
ձակ արագացումը որպես կետի շառավիղ-վեկ-
տորի և սկավառակի պտտման ասանքի կազմած փ անկյան ֆունկ-
ցիա:



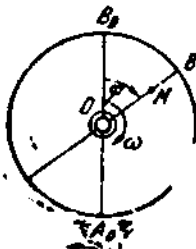
23.36 խնդիր

Պատ.՝ $w_3 = \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + \omega^4 R^2 \sin^2 \varphi + 2\omega^2 v^2 (1 + \cos^2 \varphi)}$:

23.42. R շառավիղով սկավառակը օ հաստատուն անկյունային
արագությամբ պտտվում է իր կենտրոնով անցնող և սկավառակի
հարթությանը ուղղահայաց առանցքի շուրջը: Սկավառակի տրամա-



23.41 խնդիր



23.42 խնդիր

գծերից մեկով M կետը
շարժվում է ալիպես, որ
նրա հետապնդությունը սկա-
վառակի կենտրոնից փոխ-
վում է $OM = R \sin \omega t$ օրին-
յով: Գտնել M կետի բա-
ցարձակ հետագիծը, բա-
ցարձակ արագությունը և
բացարձակ արագացումը:

Պատ.՝ Եթե M կետի սկզբնական ղիբքը ընդունենք որպես կոորդինատների սկզբնական, իսկ y առանցքը ուղղենք այն տրամագծի սկզբնական ղիբքով, որով շարժվում է M կետը, ապա հետագծի հասարմար կի՛նի

$$\left(x - \frac{R}{2}\right)^2 + y^2 = \frac{R^2}{4}$$

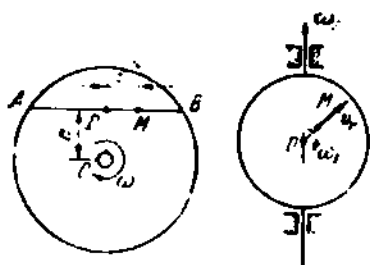
(կես շառավղով շրջանագիծ՝ կենտրոնը շառավղի մեջտեղում): Բացարձակ արագությունը՝ $v_2 = \omega R$, Բացարձակ արագացումը՝ $w_2 = 2\omega^2 R$:

23.43. Սկավառակը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է իր կենտրոնով անցնող և սկավառակի հարթությանն ուղղահայաց առանցքի շուրջը: AB յարով նրա 1) կենտրոնից չարժվում է M կետը և հաստատուն հարաբերական արագությամբ: Հարջ սկավառակի կենտրոնից գտնվում է C հեռավորության վրա: Դտնել M կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացումը որպես $DM = x$ հեռավորության ֆունկցիա:

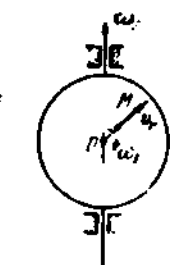
Պատ.՝ $v_2 = \sqrt{\omega^2 x^2 + (u + \omega x)^2}$.

$w_2 = \omega \sqrt{\omega^2 x^2 + (2u + \omega x)^2}$:

23.44. Սկավառակի շարժական շառավղի վրայով կենտրոնից դեպի շրջանակը V , հաստատուն արագությամբ շարժվում է M կետը:



23.43 խնդիր



23.44 խնդիր

Շարժական շառավղից շրջվում է սկավառակի հարթության մեջ ω_1 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Սկավառակի հարթությունը պտտվում է իր տրամագծի շուրջը ω_2 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Դտնել M կետի բացարձակ արագությունը, ընդունելով, որ $u = OM$ պահին M կետը գտնվել է սկավառակի կենտրոնում, իսկ շարժական շառավղիցը ուղղված է նրա սկավառակի պտտման առանցքով:

Պատ.՝ $v_2 = v_1 \sqrt{1 + \omega_1^2 (\omega_2^2 + \omega_1^2 \sin^2 \omega_1)}$:

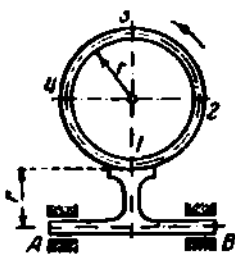
23.45. Կետը շարժվում է 4 մ տրամագիծ ունեցող սկավառակի ղողի շրջանագծով 2 մ վ արագությամբ: Սկավառակը պտտվում է հակառակ ուղղությամբ՝ տվյալ պահին ունենալով 2 ուղղված անկյունային արագություն և 4 ուղղված անկյունային արագացում: Որոշել կետի անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\bar{w}_2$ -ն ($w_2=8,24$ մ/վ²) ուղղված է շառավղի նկատմամբ 76 անկյան տակ:

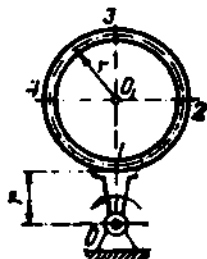
23.46. Ոկավառակը պտտվում է իր հարթությանն ուղղահայաց ու կենտրոնով անցնող առանցքի շուրջը $\varphi=\frac{2}{3}\pi$ օրենքով: Ոկավառակի շառավղի երկայնքով բոտ $S-4\pi-10\pi+8$ (սմ) օրենքի սկսում է շարժվել մի կետ: S հեռավորությունը շափվում է սկավառակի կենտրոնից: Որոշել կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացումը ժամանակի $t=1$ վ պահին:

Պատ.՝ $v_2=4,47$ մ/վ, $w_2=0$:

23.47. Ե շառավղով սնամեղ օղակը կոշտ միացված է AB լիսեռի հետ, ընդ որում ալնպես, որ լիսեռի առանցքը դասավորված է օղակի առանցքի հարթության մեջ: Սղակը լցված է հեղուկով, ուր նրա մեջ շարժվում է սլաքի ողողությունը և հաստատուն հարաբերական արագությամբ AB լիսեռը պտտվում է ժամացույցի սլաքի շարժման ողողությամբ, եթե նախնք պտտման առանցքով A -ից դեպի B : Լիսեռի և անկյունային արագությունը հաստատուն է: Որոշել 1, 2, 3 և 4 կետերում դասավորված հեղուկի ժամանակների բացարձակ արագացումների մեծությունները:



23.47 խնդիր



23.48 խնդիր

Պատ.՝ $w_1=r\omega^2 - \frac{u^2}{r}$, $w_2=3r\omega^2 + \frac{u^2}{r}$, $w_3=w_4=2r\omega^2 + \frac{u^2}{r}$,

23.48. Ըստ նախորդ խնդրի՝ պայմանների, փոփոխված միայն ալն իմաստով, որ օղակի առանցքի հարթությունը ալմ ողղահայաց է AB լիսեռի առանցքին, որոշել նույն մեծությունները հետևյալ երկու դեպքերում:

1) փոխադրական և հարաբերական շարժումները նույն ողողության են:

2) շարժման բաղադրիչները ողողությամբ հակադիր են:

Պատ.՝ 1) $w_1=r\omega^2 - \frac{u^2}{r} - 2u\omega$, $w_2=3r\omega^2 + \frac{u^2}{r} + 2u\omega$;

$$w_3=w_4=\sqrt{\left(\frac{u^2}{r} + 2u\omega + \omega^2 r\right)^2 + 4\omega^2 r^2};$$

$$2) \quad w_1 = r\omega^2 - \frac{v^2}{r} + 2v\omega, \quad w_2 = 3r\omega^2 + \frac{v^2}{r} - 2v\omega,$$

$$w_2 = w_3 = \sqrt{\left(r\omega + \frac{v^2}{r} - 2v\omega\right)^2 + 4v^2\omega^2}.$$

23.49. Ս կետը հալասարաշափ շարժվում է ՕԱ առանցք ունեցող շրջանային կոնի ծնիշով զազաթից ղեպի հիմքը v , հարաբերական արագությամբ. անկյուն $M(\text{O})A = \alpha$, $t=0$ պահին հեռավորություն $(\text{O})M_0 = a$:

Կոնը ա անկյունային արագությամբ հալասարաշափ պտտվում է իր առանցքի շուրջը: Գտնել Ս կետի բացարձակ արագացումը:

Պատ.՝ Արագացումը գտնվում է պտտման առանցքին ուղղահայաց հարթության մեջ և իրենից ներկայացնում է

$$w_{\text{en}} = \omega(a + v, t) \sin \alpha \text{ և } w_c = 2v, \omega \sin \alpha$$

էջերով հռանկյան ներքնածիզը:

23.50. Եռաձող խնդրում որոշել M կետի բացարձակ արագացման մեծությունը $t=1$ վ պահին այն ղեպքում, երբ նա շարժվում է կոնի ծնիշով նրա զազաթից ղեպի հիմքը ուղղված W , հաստատուն հարաբերական արագությամբ, հետևյալ տվյալների ղեպքում. $\alpha=30^\circ$,

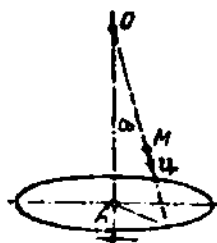
$$a=15 \text{ մ}, \quad w_1=10 \text{ մ/վ}^2,$$

$\omega=1$ ռադ/վ. $t=0$ պահին կետի v , հարաբերական արագությունը հավասար է զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } w=14,14 \text{ մ/վ}^2$$

23.51. Ընդունելով

23.49 խնդրում, որ կոնը իր առանցքի շուրջը



23.49 խնդրին



23.52 խնդրին

պտտվում է հալասարաշափ արագացող ε անկյունային արագացումով, որոշել M կետի W բացարձակ արագացման մեծությունը $t=2$ վ պահին հետևյալ տվյալների ղեպքում. $\alpha=30^\circ$, $a=1,2$ մ, $v_1=0,3$ մ/վ, $\varepsilon=0,5$ ռադ/վ², $t=0$ պահին ω անկյունային արագությունը հավասար է զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } w=0,64 \text{ մ/վ}^2.$$

23.52. 500 մ լայնությամբ գետը հոսում է հարավից ղեպի հյուսիս $1,5$ մ/վ արագությամբ: Որոշել հյուսիսային լայնության 60° -ի վրա գտնվող ջրի մասնիկների W_C կորիոլիսյան արագացումը: Անտհետև որոշել, թե որ ափի մոտ ջուրը բարձր է և որքանով:

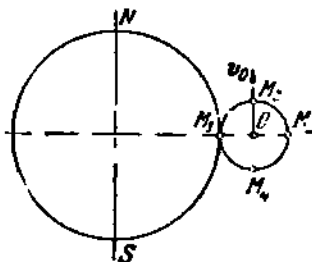
և թե հալանի է, որ ջրի մակերևույթը պետք է ողիվահալաց լինի այն վեկտորի ուղղությամբ, որը կաղմվում է ծանրության ուժի և արագացումով և կորիոլիսի արագացմանը հավասար ու հակադիր վեկտորով:

Պատ.՝ Կորիոլիսյան $\vec{w}_c (w_c = 1.89 \cdot 10^{-4} \text{ մ/վ}^2)$ արագացումը ուղղված է դեպի արևմուտք: Այս ափի մոտ ջուրը բարձր է 0,0096 մ-ով:

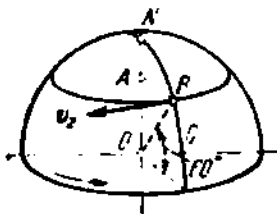
Ձ.53. Հարավային երկաթուղիների պլանավոր գիծը դեպի հյուսիս Մեյխուպոլից զննում է ուղիղ միջօրեականով: Ջերմաքարշը $v = 90$ կմ/ժ արագությամբ շարժվում է դեպի հյուսիս. տեղի լայնությունը՝ $\varphi = 47^\circ$: Գտնել ջերմաքարշի կորիոլիսյան արագացումը:

Պատ.՝ $w_c = 2.66 \cdot 10^{-3} \text{ մ/վ}^2$:

Ձ.54. Հյուսիսային լայնության դուգահեռականով զցված երկաթուղով հյուսիսից դեպի հարավ $v_1 = 20$ մ/վ արագությամբ շարժվում



Ձ.55 խնդրին



Ձ.56 խնդրին

է ջերմաքարշը: Գտնել ջերմաքարշի w_c կորիոլիսյան արագացումը:

Պատ.՝ $w_c = 2.91 \cdot 10^{-3} \text{ մ/վ}^2$:

Ձ.55. Որոշել միջօրեականով շարժվող էլեկտրաքարշի անիվի M_1 , M_2 , M_3 , M_4 կետերի կորիոլիսյան արագացումները հասարակածը հատելու պահին. էլեկտրաքարշի անիվի կենտրոնի արագությունը՝ $v_0 = 40$ մ/վ:

Պատ.՝ M_1 և M_3 կետերի համար $w_c = 0$:

M_2 և M_4 կետերի համար $w_c = 7.81 \cdot 10^{-3} \text{ մ/վ}^2$:

Ձ.56. Նեա գետը հոսում է հյուսիսային լայնության 60° -ի գուգահեռականով արևելքից արևմուտք $v_1 = 1.11$ մ/վ արագությամբ: Որոշել համապատասխան միջօրեականի BC շոշափողի վրա ջրի մասնիկների արագացումների այն բաղադրիչների պրոյեկցիաների գումարը, որոնք կախված են հոսանքի արագությունից: Երկրադնդի շառավիղը՝ $R = 64 \cdot 10^5$ մ:

Պատ.՝ $w_{ac} = 1.395 \cdot 10^{-4} \text{ մ/վ}^2$:

23.57. Նեա գետը հոսում է հյուսիսային լայնության 60° -ի պողահողանոց արեւելից արեւմուտք $v_r=1.11$ մ վ արագությամբ: Գտնել ջրի մասնիկի թափարձակ արագացման բաղադրիչները:

Պատ.՝ $w_r=1.692 \cdot 10^{-2}$ մ/վ², $w_t=3.86 \cdot 10^{-7}$ մ/վ², $w_n=1.616 \cdot 10^{-1}$ մ/վ²:

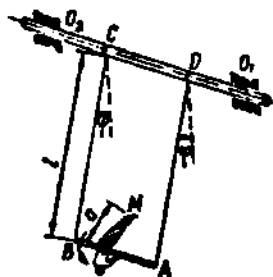
23.58. Գտնել Ուատտի կենտրոնախույս կարգավորիչի զնդերի թափարձակ արագացումը, եթե նա պտտվում է իր ուղղաձիգ առանցքի շուրջը, տվյալ պահին տնենալով $\omega=2$ ռադ/վ անկյունային արագություն, $\varepsilon=1$ ռադ/վ² անկյունային արագացման զեպքում: Գնդերի իրարից հեռացման անկյունային արագությունն է $\omega_1=2$ ռադ/վ, $\varepsilon_1=1.4$ ռադ/վ² անկյունային արագացման զեպքում: Գնդերի բռնակների երկարությունը՝ $l=0.5$ մ, նրանց կախման առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ $2c=0.1$ մ, տվյալ պահին կարգավորիչի թափարձակ անկյունը՝ $2\alpha=90^\circ$, Գնդերի չափերն անտեսել՝ նրանց բնդունելով որպես կետեր: (Տես 22.14 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $w=2.937$ մ/վ²:

23.59. Գտնել Ուատտի կենտրոնախույս կարգավորիչի զնդերի թափարձակ արագացումը, եթե մեքենայի բռնվածությունը փոփոխելուց հետո կարգավորիչը սկսեց պտտվել $\omega=2$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ, ընդ որում գնդերը տվյալ պահին շարունակում են իջնել $v_r=1$ մ վ արագությամբ և $w_r=0.1$ մ/վ² շոշափող արագացումով: Կարգավորիչի թափարձակ անկյունը՝ $2\alpha=6^\circ$, Գնդերի բռնակների երկարությունը՝ $l=0.5$ մ, նրանց կախման առանցքների միջև եղած $2c$ հեռավորությունը կարելի է անտեսել: Գնդերն ընդունել որպես կետեր: (Տես 22.14 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $w=6.71$ մ/վ²:

23.60. ABCD օղակն սեղանը կատարում է ճոճումներ (O_1O_2) հորիզոնական առանցքի շուրջը $\varphi=\varphi_0 \sin \omega t$ սրենքով: AB մարզածողի վրա վարժություն կատարող մարզիկը պտտվում է նրա շուրջը $\omega=\text{const}$ հարաբերական անկյունային արագությամբ, տված է՝ $BC=AD=l$: Որոշել AB մարզածողից a հեռավորության վրա գտնվող մարզիկի ներքանի M կետի թափարձակ արագացումը $t=\pi/\omega$ պահին: Սկզբնական պահին մարզիկը դասավորված է եղել ուղղաձիգ՝ զրևով գեպի վեր, ABCD սեղանը գրավել է սառրին ուղղաձիգ դիրքը:



23.60 խնդրի

Պատ.՝ $w_M=\omega^2[\varphi_0^2(l-a)-a(2\varphi_0+\dots)]$

+1)) ողղված է ուղղաձիգ զեպի վեր, եթե քառակուսի փակագծերում շտնվող արտահայտությունը գրական է:

23.61. Կետը շարժվում է սկավառակի շառավղով համաձայն $r = ac^{kt}$ սրենքի, որտեղ a -ն, k -ն հաստատուն մեծություններ են: Սկավառակը պտտվում է իր հարթությանն ողղահայաց և կենտրոնով անցնող առանցքի շուրջը համաձայն $\varphi = k^1$ օրենքի: Որոշել կետի բացարձակ արագությունը, բացարձակ արագացումը, շոշափող և նորմալ արագացումները:

$$\text{Պատ.՝ } v = ake^{kt} \sqrt{2}, \quad w = 2ak^2 e^{kt}, \quad w = ak^2 e^{kt} / \sqrt{2}.$$

$$w_n = ak^2 e^{kt} / \sqrt{2}.$$

23.62. Մ կետը շարժվում է երկրապնդի մակերևույթով. շարժման ուղղությունը k է (զեպի հյուսիս եղած ուղղության և երկրագնդի նկատմամբ կետի $\bar{v}$ արագության միջև կադժված անկյունը), տեղի լայնությունը ավելի պահին հավասար է φ -ի: Որոշել կետի կորիոլիսյան արագացման w_{cz} արեկյան, w_{cy} հյուսիսային և w_{cx} ողղաձիգ բաղադրիչները:

Պատ.՝ $w_{cz} = -2v \omega \cos k \sin \varphi$, $w_{cy} = 2v \omega \sin k \sin \varphi$, $w_{cx} = -2v \omega \sin k \cos \varphi$. որտեղ ω -ն երկրագնդի պտտման անկյունային արագությունն է:

23.63. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել Մ կետի կորիոլիսյան արագացման հորիզոնական բաղադրիչի մեծությունը և ուղղությունը:

Պատ.՝ $w_{ch} = 2v \omega \sin \varphi$. հորիզոնական բաղադրիչը ուղղահայաց է երկրագնդի նկատմամբ Մ կետի $\bar{v}$ արագությանը և հյուսիսային կիսագնդում ողղված է նրանից զեպի ձախ, իսկ հարավային կիսագնդում՝ նրանից զեպի աջ:

23.64. Մ կետի բարձրությունը երկրագնդի մակերևույթից հավասար է h -ի, տեղի լայնությունը φ է: Որոշել երկրագնդի պտտմամբ (R -ը նրա շառավղին է, ω -ն՝ անկյունային արագությունը) պայմանադրված կետի փոխադրական արագացման w_{cx} արեկյան, w_{cy} հյուսիսային և w_{cz} ողղաձիգ բաղադրիչները:

$$\text{Պատ.՝ } w_{cx} = \omega^2 R \sin \varphi, \quad w_{cy} = (R+h) \omega^2 \sin \varphi \cos \varphi.$$

$$w_{cz} = -(R+h) \omega^2 \cos^2 \varphi.$$

23.65. Երկրագնդի նկատմամբ Մ կետի արագության արեկյան, հյուսիսային և ուղղաձիգ պրոյեկցիաները համապատասխանաբար հավասար են v_E , v_N և v_h , Որոշել կետի հարաբերական արագացման պրոյեկցիաները x , y , z կոորդինատային առանցքների վրա (x

առանցքն ուղղված է զեպի արևելք, և առանցքը՝ զեպի հյուսիս, 2
առանցքը՝ ուղղաձիգով, և թեև տվյալ պահին նրա թափվածությունը երկ-
րագնդի մակերևույթից հաճախար է հ.ի. իսկ տեղի լայնությունը φ
է (R-ը և h-ն երկրագնդի շառավիղն ու անկյունային արագությունն են)

$$\text{Պատ.՝ } w_{rx} = v_1 - \frac{v_1 v_N}{R+h} \lg \varphi + \frac{v_1 v_h}{R+h},$$

$$w_{ry} = v_N + \frac{v_1^2}{R+h} \lg \varphi + \frac{v_N v_h}{R+h}, \quad w_{rz} = v_h - \frac{v_1^2 + v_N^2}{R+h},$$

23.66. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել երկրագնդի մո-
տերքում շարժվող M կետի բացարձակ արագացման թաղանթիչները:

$$\text{Պատ.՝ } w_x = v_1 - \frac{v_1 v_N}{R+h} \lg \varphi + \frac{v_1 v_h}{R+h} - 2(v_N \sin \varphi - v_h \cos \varphi) \omega;$$

$$w_y = v_N + \frac{v_1^2}{R+h} \lg \varphi + \frac{v_N v_h}{R+h} + (R+h) \omega^2 \sin \varphi \cos \varphi + 2v_N \omega \sin \varphi;$$

$$w_z = v_h - \frac{v_1^2 + v_N^2}{R+h} - (R+h) \omega^2 \cos^2 \varphi - 2v_N \omega \cos \varphi;$$

23.67. Շարժահագորդ մարմնի շուտովիկ-սահողային մեխանիզ-
մը բաղկացած է հետադարձ-համընթաց շարժում կատարող ուղղաձիգ
սահողից: Սահողը շարժման մեջ է գրվում ($\lambda = r = 0,4$ մ շուտովիկի
հետ միացված A քարով. շուտովիկը պտտվում է 4π ռադ/վ-ի հաճա-
խար անկյունային արագությամբ: $t = 0$ պահին սահողը գրավում է
ստորին դիրքը: Գտնել սահողի արագացումը:

$$\text{Պատ.՝ } w = 63,2 \text{ ըստ } t \text{ մ/վ}^2,$$

23.68. ՕՊ՝ $r = 0,5$ մ շուտովիկը, որը շարժման մեջ է գնում
հետադարձ-համընթաց շարժում կատարող ուղղաձիգ սահողին, այն
պահին, երբ $\angle X(\lambda) = 60^\circ$, ունի տեղի ուղղված անկյունային արագու-
թյուն $\epsilon = \pm 1$ ռադ/վ² անկյունային արագացում: Նշված պահին
գտնել սահողի արագացումը հետևյալ երկու զեպքերում՝ 1) երբ $\epsilon > 0$
և 2) երբ $\epsilon < 0$:

$$\text{Պատ.՝ } w_1 = 0,683 \text{ մ/վ}^2, \quad w_2 = 0,183 \text{ մ/վ}^2,$$

23.69. Համընթաց շարժվող բառնցքը տնի իր AB տրամագծի
ուղղությամբ v_0 հաստատուն արագությամբ սահող կիսաակապառակի
առաջ: Որոշել բառնցքի վրա հենված, նրա AB տրամագծին ուղղա-
հալաց և բռնիչի փոքրվում ազատ սահող ձողի շարժման արագա-
ցումը: Անվակի շառավիղը հաճախար է ի-ի: Սկզբնական պահին ձողը
գտնվում է վերին դիրքում:

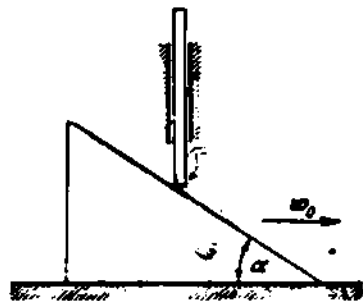
$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{v_0^2(r+\rho)^2}{[(r+\rho)^2 - v_0^2 t^2]^3},$$

23.70 խառատալին հաստոցի վրա հղկվում է 80 մմ արամազ մոպ գլանը: Սոնակը կատարում է 30 պտույտ: Երկաշնական մատուցման արագությունը հաստատուն է և հաճախար 0,2 մմ/վ: Որոշել հատիչի արագությունը, արագացումը մշակվող գլանի նկատմամբ:

Պատ.՝ $v_r = 125,7$ մմ/վ, $w_c = 789,5$ մմ/վ², $w_r = w_c = 394,8$ մմ/վ²:

23.71. Ձողը սահում է ուղղաձիգ ուղղորդներում ստորին ծայրով հենվելով եռանկյան պրիզմայի հարթ լևք մակերևույթի վրա: Պրիզման իորիզոնականով շարժվում է ղեպի աջ W_0 հաստատուն արագացումով: Գտնել ձողի արագացումը:

Պատ.՝ $W = W_0 \lg \alpha$:



23.71 խնդրին

Գ Լ Ո Ւ Ն VIII

ԳԻՆԻ ՄԱՐՄՆԻ ԲԱՐՆ ՇԱՐԺՈՒՄԸ

§ 24. Մարմնի շարժումների գումարումը

ա) Մարմնի հարթ շարժումների գումարումը:

24.1 III շոտովիկը միացնում է I և II երկու առամանների մեծերի O_1 և O_2 առանցքները, ընդ որում կառչումը կարող է լինել կամ արտաքին, կամ ներքին, ինչպես ցույց է տրված նկարում: I անիվը մնում է անշարժ, իսկ II շոտովիկը ω_2 անկյունային արագությամբ պտտվում է O_2 առանցքի շուրջը: Իմանալով անիվների r_1 և r_2 շառավիղները, II անիվի համար հաշվել նրա ω_3 բացարձակ անկյունային արագությունը և ω_{23} հարաբերական անկյունային արագությունը շոտովիկի նկատմամբ:

Պատ.՝ Լկտաքին կառչում $\omega_2 = \omega_3 \frac{r_1 + r_2}{r_2}$, $\omega_{23} = \omega_2 \frac{r_1}{r_2}$, ներքին

կառչում՝ $\omega_3 = -\omega_2 \frac{r_2 - r_1}{r_2}$, $\omega_{23} = -\omega_2 \frac{r_1}{r_2}$, Միևուս նշանը ցույց է տալիս,

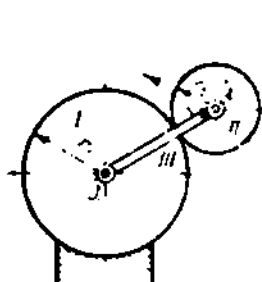
որ համապատասխան մարմինները պտտվում են հակառակ կողմեր:

24.2. Գտնել I շառավիղով II առամանի վրի հարաբերական և բացարձակ անկյունային արագությունները, եթե նա զլորվում է նույն

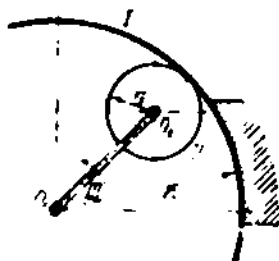
շառափիղ ունեցող I անշարժ ատամնանիվի վրայով և շարժման մեջ է գրգռում անշարժ անիվի () առանցքի շուրջը Ե անկյունային արագության պատվոց III շառափիկի կողմից, () A շառափիկի շարժումն ընդունելու որպես փոխադրական:

Պատ.՝ $\omega_{23} = \omega_1, \omega_2 = 2\omega_1$

24.3. Սրահարին արագ պտտման մեջ գնող կառուցված սարքից



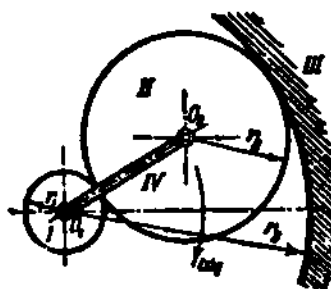
24.1 խնդրին



24.2 խնդրին

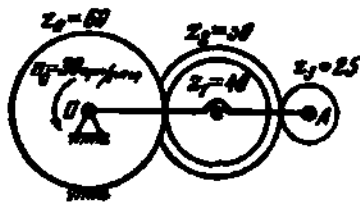
է հեռակալ կերպ. IV ձողը հատուկ բռնակի միջոցով պտտման մեջ է գրգռում () առանցքի շուրջը Ե անկյունային արագության, ձողի () ծայրին գտնվում է մատ, որի վրա ազատ հաղցված է I₂ շառափիկ II անիվը, Բռնակը պտտելիս մատը II անիվին ստիպում է առանց սահքի գլորվել I₂ շառափիղ ունեցող III արտաքին անշարժ անիվի վրայով: Ինչ ղեկավարմ. շիման շնորհիվ, II անիվը ղլորում է առանց սահքի I₁ շառափիղ ունեցող I անիվին, որը ազատ հաղցված է (), առանցքի վրա և անփոփոխ կապված է շրջասրտցի հետ: Ըստ արտաքին անշարժ պահունակի I₁ արված շառափիկի գտնել ախպիսի I₁ արժեք, որպեսզի լինի $\omega_1/\omega_2 = 1/2$, ախինքն շրջասրտցը պտտվի 12 անգամ ավելի արագ, քան նրան շարժման մեջ գնող բռնակը:

Պատ.՝ $r_1 = \frac{1}{11} r_2$



24.3 խնդրին

24.4. Գտնել $z_3=25$ ատամների թվով ատամնանվակի պտտւտների

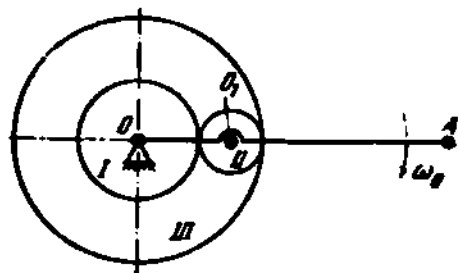


24.4 խնդրին

թիվը մեկ բուլբուլում, եթե ՕԱ շոտովիկը անշարժ առամանակակի ($z_0=60$ առամանների թվով) Օ առանցքի շուրջը պտտվում է ($r_0=3$) պտրոպին համապատասխանող անկյունային արագության միավոր է $z_2=40$, $z_3=50$ առամանների թվերով կրկնակի առամանակակի առանցքը:

$$\text{Պատ.՝ } n_3 = -n_0 \left(1 - \frac{r_0 z_2}{z_3 z_0} \right) = -60 \text{ պտրոպ (միևուս նշանի կապակցությամբ տես 24.1 խնդրի պատասխանը):}$$

24.5. Ձիակալսիչ շարժարձերներում սշտադորժվող էպիցիկլիկ մեխանիզմի մեջ ՕԱ տարիչը և r_1 շառավղով I անիվը ազատ հաղցված են Օ լիսենի վրա: II անիվի (r_2) առանցքը ամրացված է տարիչի վրա, իսկ r_3 շառավղով III անիվը կարող է ազատ պտտվել Օ առանցքի շուրջը: Որոշել I անիվի ω_1 անկյունային արագությունը, եթե ՕԱ տարիչին հաղորդված է ω_0 անկյունային արագություն, իսկ III անիվին մյուս շարժիչից (նույնպես ձիակալսիչ) հաղորդված է հակադիր ուղղությամբ ω_3 անկյունային արագություն:



24.5 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = \omega_0 \left(1 + \frac{r_3}{r_1} \right) +$$

$$+ \frac{r_3}{r_1} \omega_3$$

24.6. Արագությունների նվազիչը բաղկացած է երեք առամանակակիներից: Առաջին անիվը (առամանների թիվը $z_1=20$) հաղցված է $n_1=45$ կ պտրոպ կատարող տանող անիվի վրա: Երկրորդը ($z_2=15$) ազատ հաղցված է տարվող II անիվի հետ կոշտ կապված առանցքի վրա, երրորդ անիվը ($z_3=10$) ներքին կառավարման անշարժ է: Փանել տարվող լիսենի և փախչող անիվի պտույտների թիվը մեկ բուլբուլում:

$$\text{Պատ.՝ } n_{II}=1000 \text{ պտրոպ, } n_3=-1800 \text{ պտրոպ:}$$

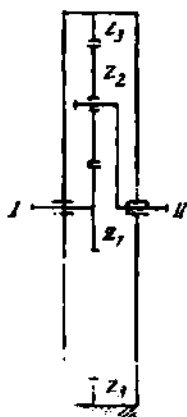
24.7. Նվազիչի I տանող լիսենի կատարում է $n_1=200$ պտրոպ: Փանել տարվող II անիվի պտույտների թիվը մեկ բուլբուլում, եթե ներքին կառավարման անշարժ առամանակակի ունեն $z_1=180$ առաման, իրար հեռավորացված փախչող առամանակակիները ունեն $z_2=60$ և $z_3=40$ առաման, տարվող լիսենի վրա ամրացված առամանակակի ունի $z_4=80$ առաման:

$$\text{Պատ.՝ } n_{II}=3000 \text{ պտրոպ:}$$

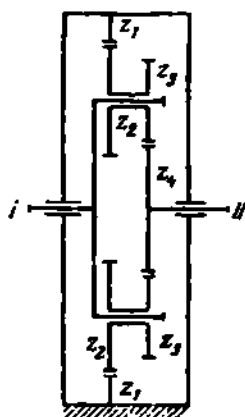
21.8. Արագությունների նվազիչը թափաղակ է $r_1=4()$ սմ շա-
ռագվող առամանավակից, իրար հետ զուգակցված $r_2=2()$ սմ և $r_3=$
30 սմ շառագիղներով երկու փախչող առամանավակներից ու տար-
վող լիսեռի վրա նստած $r_4=90$ սմ շառագիղի տնեցող ներքին կառչ-
մամբ առամանավակից, ծանոց լիսեռը և փախչող առամանավակների
առանցքները երոգ շուրտվիր կատարում են $n_1=1800$ պտ.րոպ. Գըտ-
նել տարվող լիսեռի պտույտների թիվը մեկ րոպեում:

Պատ.՝ $n_{II}=300$ պտ.րոպ.:

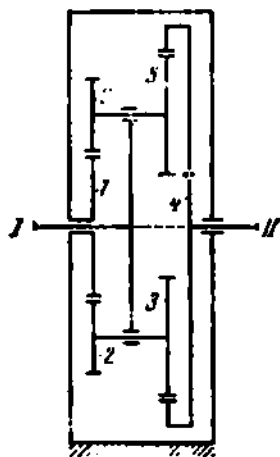
22.9. Պլանետար փոխանցումով արագությունների նվազիչը



21.6 խնդրին

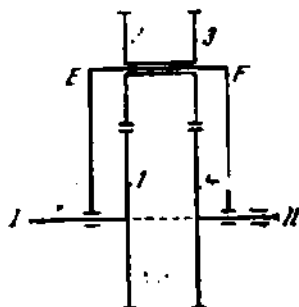


24.7 խնդրին



24.8 խնդրին

ժաղկադած է I լիսեռի հետ կոշտ կապված I անշալ.ժ. արևային անի-
վից, II անկյունային արագություններ I և II առանցքների շուրջը ողոր-
պատվող շրջանակից, վերջինիս հետ միասին պտտվող I-ի առանցքի



24.9 խնդրին

վրա ողորպատ հաղորդված և իրար հետ կոշտ
կապված 2 և 3 երկու առամանավակներից
և II լիսեռի հետ կոշտ կապված 4 տարվող
առամանավակից: Որոշել II լիսեռի անկ-
յունային արագության հարաբերությունը
շրջանակի անկյունային արագությանը, եթե
առամանավակներն ունեն առամանների հե-
տևիալ թվերը. $z_1=49$, $z_2=50$, $z_3=51$,
 $z_4=52$.

Պատ.՝ $\frac{\omega_{II}}{\Omega} = \frac{1}{2500}$,

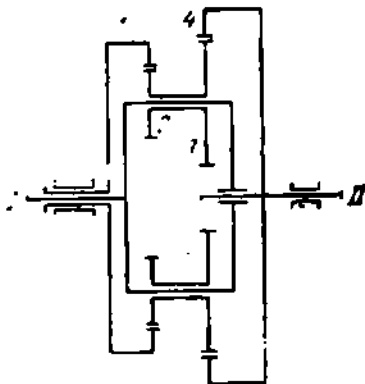
21.10. Բրոշել դիֆերենցիալ փոխանցումով նվազիչի տարվող լիսեռի
 111 անկյունային արագությունը, եթե իրար հետ զուգակցված փո-
 խանցման աստմանանվաններն իր վրա կրող շուռտվիկով տանող լիսե-
 ոը պատվում է $\omega_1=120$ ուղ վ անկյունային արագությունը: 1 անիվը
 պատվում է $\omega_1=160$ ուղ վ անկյունային արագությամբ և ունի $z_1=$
 $=80$ առում. փախչող անիվներն ունեն $z_2=20$, $z_3=40$ առումների
 թվեր. իսկ տարվող լիսեռի վրա նստած անիվն ունի $z_4=60$ առում:
 1 անիվը և տանող լիսեռը պատվում են միեւնոյն ուղղությամբ:

Պատ.՝ $\omega_1=28$ ուղ վ:

21.11. Դիֆերենցիալ փոխանցումով արագությունների նվազիչը



21.10 խնդրն

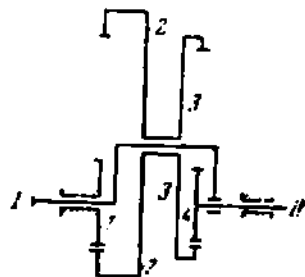


21.11 խնդրն

բաղկացած է չորս աստմանանիվներից. որոնցից առաջինը՝ ներքին
 կառչումով, կատարում է 160 պտ րոպ և ունի $z_1=70$ առում. երկրոր-
 դը և երրորդը զուգակցված են իրար հետ և նստած են մի առանցքի
 վրա. որը պտտվում է 1 տանող լիսեռի առանցքի շուրջը՝ վերջինիս
 հետ միասին, կատարելով $n_1=12.30$ պտ/րոպ. աստմանների թվերը՝
 $z_2=20$, $z_3=30$. Չորրորդը ներքին կառչմամբ է, ունի $z_4=80$ առում և
 սնվում է տարվող լիսեռի վրա: Իտանկ
 տարվող լիսեռի պտտումների թիվը մեկ
 րոպիում, եթե 1 լիսեռը և 1 անիվը
 պտտվում են հակադիր ուղղությու-
 նով:

Պատ.՝ $n_1=585$ պտ/րոպ:

21.12. Արագությունների նվազիչը
 ունի 1 անշարժ աստմանանվանը ներքին
 կառչումով իրար հետ զուգակցված 2 և
 3 շարժական աստմանանվանները և տար-



21.12 խնդրն

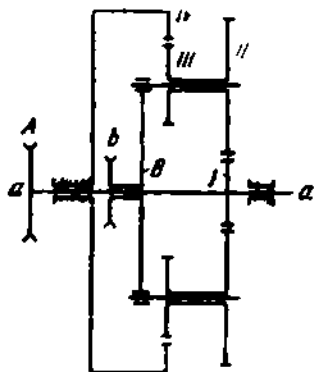
վող լիսեռի վրա սեպված 4 առամանակներ: Դրանից առաջվող լիսեռի պատյունների թիվը մեկ բույնում, եթե առամանների թվերը հավասար են $z_1=30$, $z_2=8$, $z_3=70$, $z_4=20$ առանց լիսեռի պատյուն է $n_1=$

120): պտ բող-ին համապատասխանող անկյունային արագությունը: Պատ.՝ $n_{11}=-375$ պտ բող:

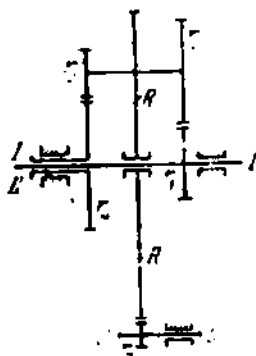
24.13: Ենթադրյալ կառուցվածքի հանդույցի մեջ $A-B$ լիսեռի վրա կշռ հաղցված է A շղթայական ճախարակը, ալդ նույն լիսեռի վրա ազատ հաղցված է բարձրացնող շղթա և բեռ ունեցող b ստնակալը, որը խուլ միացված է B քոնակի հետ: Բոնակի լուրացանչուր մասի վրա ազատ հաղցված են իրար հետ զուգակցված II և III երկու առամանակները, II առամանակները կառուցված են $A-B$ լիսեռի վրա սեպված I առամանակի հետ, III առամանակները կառուցված են IV անշարժ առամանակի հետ: Բող-ին $A-B$ լիսեռի և b ստնակալի պատման անկյունային արագությունների հարաբերությունը, եթե I , II , III և IV անիվների առամանների թվերը համապատասխանաբար հավասար են՝ $z_1=12$, $z_2=28$, $z_3=14$, $z_4=54$:

Պատ.՝ $\omega_4/\omega_b=10$:

24.14: Գլանային գիժերենցիալում R շառավղով առամանի վրա



24.13 խնդրին



24.14 խնդրին

ազատ հաղցված է $I-I$ լիսեռին և իր վրա է կրում իրար հետ զուգակցված z_1 և z_2 շառավղի դնելով առամանակներին: R անիվը շարժման մեջ է դրվում I_0 շառավղի ունեցող առամանակով: z_1 և z_2 շառավղի դնելով առամանակները կառուցված են համապատասխանաբար $I-I$ և II լիսեռների վրա սեպված z_3 և z_4 շառավղի ունեցող առամանակների հետ, ընդ որում II լիսեռը կատարված է ստնակալի ձևով: Դրանից II լիսեռի անկյունային արագությունը, եթե հայտնի

էր $[-]$ և $()-()$ լիսեռների պատման n_1 և n_0 անկյունային արագութիւնները, ընդ որում այդ լիսեռները պատկում են նույն կողմը:

$$\text{Պատ.՝ } \Pi_2 \left(n_1 + n_0 \frac{r_0}{R} \right) \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4} = n_0 \frac{r_0}{R},$$

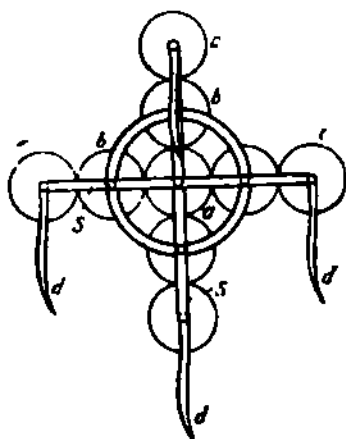
24.15. Կարտոֆիլահան պլանհար շարժաքերում իր առանցքի հետ միասին հափառարաշափ ուղղաձիծ համընթաց շարժում կատարող 8 կենտրոնական ատամնանվակը միջակա D ատամնանվակների միջոցով միացված է C շարժական ատամնանվակների հետ, որոնց առնակալներին ամրացված են d թևերը, h և c ատամնանվակների առանցքները հաղցված են s տարիչի վրա, որը ω_0 անկյունային արագութիւնով պտտվում է B կենտրոնական ատամնանվակի առանցքի շուրջը:

Որոշել ատամնանվակների քաջարձակ անկյունային արագութիւնը, ինչպես նաև թևերի շարժման բնույթը, եթե թուրք ատամնանվակների շառավիղները հավասար են:

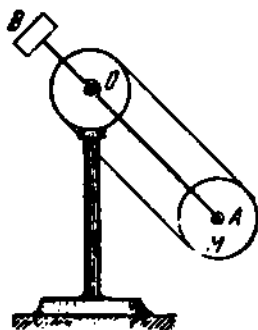
Պատ.՝ $\omega = ()$ թևերը C ատամնանվակների կենտրոնների հետ միասին կատարում են համընթաց ցիկլոիդային շարժում:

24.16. (A) շուռավիկը B հակակշոր հետ $\omega_0 = \text{const}$ անկյունային արագութիւնով պտտվում է անշարժ ատամնանվակի (C) առանցքի շուրջը և A ժայրին կրում է նույն շափն առնեցող և շղթայի հետ միացված մյուս ատամնանվակի առանցքը: Որոշել շարժական ատամնանվակի անկյունային արագութիւնը և անկյունային արագացումը, ինչպես նաև նրա կամայական M կետի արագութիւնը և արագացումը, եթե շուռավիկի երկարութիւնը՝ $(A) = l$:

Պատ.՝ $\omega = 0$, $\varepsilon = ()$ ատամնանվակը կենտրոնի հետ միասին կատարում է շրջանային համընթաց շարժում. $v_M = v_A = l\omega$;
 $W_M = W_A = \omega l^2$:

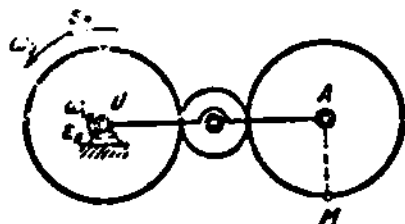


24.15 խեղրին



24.16 խեղրին

24.17. Լպիցիկիկ փոխանցման մեջ R շառավղով տանող առամանիվը ω_0 անկյունային արագությամբ և ε_0 անկյունային արագացմամբ պտտվում է ժամացույցի սլաքի հակառակ ուղղությամբ։ ՅՐ երկարությամբ շուռվիկը մամա-



24.17 խնդրին

գույցի սլաքի ուղղությամբ պարտվում է նրա առանցքի շուրջը նույն անկյունային արագությամբ և նույն անկյունային արագացմամբ։ Կրտնել R շառավղի ունեցող տալվող անիվի այն տրամագծի ծայրում գտնվող M կետի արալսթյունը և արագացումը, որը տվյալ պահին ուղղահայաց է շուռվիկին։

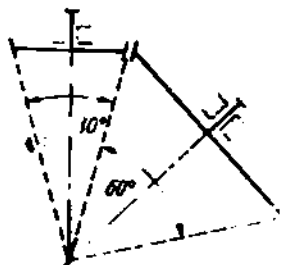
Պատ.՝ $v = R\omega_0\sqrt{10}$, $a = R\sqrt{10(\varepsilon_0^2 + \omega_0^4) - 12\omega_0^2\omega_0}$

բ) Մարմնի տարածական շարժումների դոմարումը

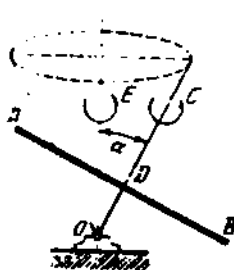
24.18. Տված են երկու կոնական առամանիվներ որոնց առանցքները անշարժ են, իսկ համապատասխան անկյունները հավասար են α և β ։ Առաջին անիվը պտտվում է անկյունային արագությամբ Ω ։ Որոշել երկրորդ անիվի անկյունային արագությունը և նրան հաշվել այն դեպքում, երբ $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, $\omega_1 = 10$ պարրոպ։

Պատ.՝ $\omega_2 = \omega_1 \frac{\sin(\alpha/2)}{\sin(\beta/2)} = 5.16$ պարրոպ։

24.19. Կարտեզի իրենից ներկալացնում է AB կոր հարթակ, որը պտտվում է նրա D կենտրոնով անցնող OC առանցքի շուրջը՝ կատարելով θ պարրոպ, իսկ OC առանցքը պտտվում է նույն ուղղությամբ OE ուղղաձիգի շուրջը և կատարում է 10 պարրոպ։ Առանցք-



24.18 խնդրին

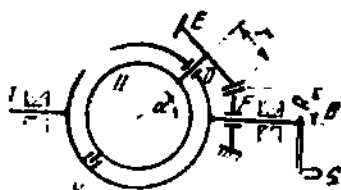


24.19 խնդրին

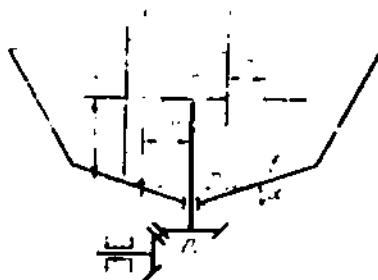
ներքի միջև եղած անկյունը՝ $\alpha=20^\circ$, AB հորթակի տրամագիծը հա-
վասար է 10 մ, O₁) հեռավորությունը հավասար է 2 մ: Որոշել B
կետի v արագությունը այն պահին, երբ նա դրավում է ամենատու-
րին դիրքը:

Պատ.՝ $v=8.17$ մ/վ:

24.20. Գնդային շարդիչը բաղկացած է CI) առանցքի վրա նըս-
տած II սնամեջ գլանից (որի մեջ գտնվում են զնդեր և ջուրղման
ենթակա նյութ. առանցքի վրա սեպված է լ շառավղով E առամենուի-
վը: CI) առանցքը նստում է I շրջանակում եղած առանցքակալներում,
որը առանցքի հետ միասին կաղ-
մում է մի ամբողջություն և շարժ-



24.20 խնդիր



24.21 խնդիր

ման մեջ է դրվում (i բռնակի միջոցով) E անիվը կառչում է R շա-
ռավղի ունեցող F անշարժ անիվի հետ: Որոշել զնդային շարդիչի
բացարձակ անկյունային արագությունը, եթե բռնակը պտտվում է ω_0
անկյունային արագությամբ. AB և CI) առանցքների միջև եղած
անկյունը հավասար է α -ի: Որոշել նաև զնդային շարդիչի բացարձակ
անկյունային արագացումը, եթե բռնակի անկյունային արագությունը՝
 $\omega_0=\text{const}$:

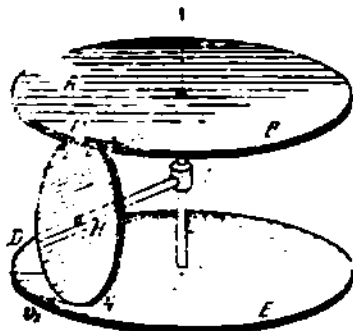
Պատ.՝ $\omega_A = \frac{\omega_0}{r} \sqrt{r^2 + R^2 + 2rR \cos \alpha}$, $a = \omega_0^2 \frac{R}{r} \sin \alpha$

24.21. Հանքաքարը ողկելու համար օգտագործվում են պող-
պատյա շրջանակ ունեցող թուչե անիվների տեսքով վազկաններ,
որոնք զնդվում են կոնաձև թասի հիմքով: Վազկանները պտտվում
են AOB հորիզոնական առանցքի շուրջը, որն իր հերթին պտտվում է
իր հետ մեկ ամբողջություն կազմող (O₂) ուղղածիզ առանցքի շուր-
ջը: Կոնեկ վազկանի շրջանակի D և E կետերի բացարձակ արագու-
թյունները, ընդունելով, որ վազկանի պտտման անկյան արագությունը
անցնում է թասի հատակի հետ վազկանի շրջանակի շոշափման
գծի C միջնափետով: Ուղղածիզ առանցքի շուրջը պտտման արագու-

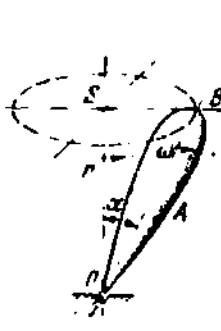
թյունը՝ $\omega_0 = 1$ ռադ/վազկանի լայնությունը՝ $h = 0.5$ մ, վազկանի միջին շառավիղը՝ $R = 1$ մ, պտտման միջին շառավիղը՝ $r = 0.6$ մ, $tg \gamma = 1/2$:

Պատ.՝ $v_H = v_F = 1.28$ մ/վ:

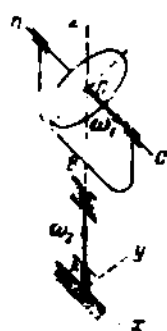
24.22. Իիֆերենցիալ փոխանցումը բաղկացած է AB և DE երկու սկավառակներից, որոնց կենտրոնները գտնվում են նրանց ընդհանուր պտտման առանցքի վրա. այդ սկավառակները սեղմում են MN անիվին, որի III առանցքը ուղղահայաց է սկավառակների առանցքին: Որոշել MN անիվի համար II կենտրոնի v արագությունը



24.22 խնդրին



24.24 խնդրին



24.25 խնդրին

և HI առանցքի շուրջը պտտման ω անկյունային արագությունը, եթե սկավառակների հետ անիվի շոշափման կետերի արագությունները հավասար են՝ $v_1 = 3$ մ/վ, $v_2 = 4$ մ/վ, անիվի շառավիղը՝ $r = 0.05$ մ:

Պատ.՝ $v = 0.5$ մ/վ, $\omega_1 = 0$ ռադ/վ:

24.23. Պահպանելով սախուրդ խնդրի պայմանները և իմանալով $HI = \frac{1}{14}$ մ երկարությունը, որոշել MN անիվի բացարձակ անկյունա-

լին արագությունը և բացարձակ անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = \sqrt{4949}$ ռադ/վ, $\varepsilon = 490$ ռադ/վ²:

24.24. A հոլը պտտվում է իր համաշափույթյան OR առանցքի շուրջը ω_1 ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ: OB առանցքը հավասարաչափ գծում է կոն: Մեկ ժամանակ հոլի B զագաթը կատարում է Π պտույտ: $\angle BOS = \alpha$: Գտնել հոլի ω անկյունային արագությունը և ε անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \left(\frac{\pi \Pi}{30}\right)^2 + 2\omega_1 \frac{\pi \Pi}{30} \cos \alpha}$, $\varepsilon = \omega_1 \frac{\pi \Pi}{30} \sin \alpha$:

24.25. Կլոր սկավառակը ω_1 անկյունային արագությամբ պտտվում է CD հորիզոնական առանցքի շուրջը, միաժամանակ CD

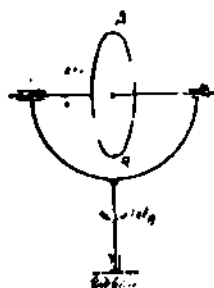
առանցքը ω , անկյունային արագությունը պտտում է սկավառակի () կենտրոնով անցնող ΔB ուղղաձիգ առանցքի շուրջը: Հաշվել սկավառակի ω անկյունային անկյունային արագության և անկյունային արագացման մեծությունը և ուղղությունը, եթե $\alpha_1 = 5$ ռադ/վ, $\omega_2 = 3$ ռադ/վ:

Պատ.՝ $\omega = 5.83$ ռադ/վ α և z առանցքների դրական ուղղությունների հետ կապում է $\alpha = 30^\circ 58'$ և $\beta = 59^\circ 2'$ անկյուններ, $\varepsilon = 15$ ռադ/վ² ուղղված է y առանցքով:

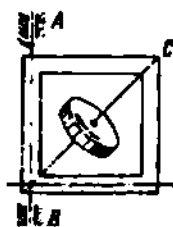
24.26. R շառավղով սկավառակը ω_1 հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտում է O_1O_2 հորիզոնական առանցքի շուրջ, որն էլ իր հերթին պտտում է ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ω_2 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Իստեկ սկավառակի ուղղաձիգ տրամագծի ծայրերում գտնվող A և B կետերի արագությունները և արագացումները:

Պատ.՝ $v_A = v_B = R\omega_2$, $w_A = w_B = R\omega_1 \sqrt{4\omega_2^2 + \omega_1^2}$:

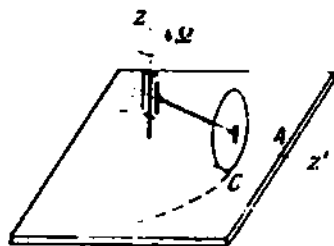
24.27. Վառակոտի շրջանակը պտտում է AB առանցքի շուրջը՝ կատարելով 2 պտրոպ: Շրջանակի անկյունագծի հետ համընկնող BC առանցքի շուրջը պտտվում է սկավառակը՝ կատարելով 2 պտրոպ:



24.26 խնդիրն



24.27 խնդիրն



24.28 խնդիրն

Որոշել սկավառակի բացարձակ անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը:

Պատ.՝ $\omega = 0.39$ ռադ/վ, $\varepsilon = 0.031$ ռադ/վ²:

24.28. Աղացող վազկանի OA առանցքը հավասարաչափ պտտվում է Oz ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ω անկյունային արագությամբ: Առանցքի երկարությունը՝ $OA = R$, վազկանի շառավղիդ՝ $AC = r$, ε նշանակով, որ տվյալ պահին վազկանի C կետն ունի գրոյի հավասար արագություն, որոշել վազկանի ω անկյունային արագությունը, ակնթափային առանցքի ուղղությունը, չարժանի և անշարժ աջստիգները:

$$\eta_{\text{առ.}} = \frac{\sqrt{R^2 + r^2}}{r}, \text{ անխաթախին առանցքը } (C) \text{ ուղիղն է,}$$

աբաղոցները (1) կետում դադարձնելու ունեցող կոներ են, շարժականը՝
 ցավաթին առնթեր չ'(\text{C}) անկյունով, որը հավասար է $\arctg \frac{r}{R}$, ան-

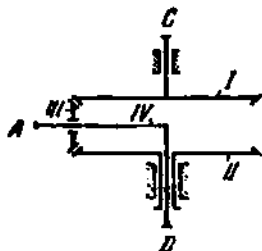
շարժը՝ չ'(\text{C}) անկյունով, որը հավասար է $\pi - \arctg \frac{r}{R}$,

24.29). Դիֆերենցիալ փոխանցումը բաղկացած է III կոնական
 ատամնանիվից (ստանդարտ), որը ազատ հաղցված է CI) անշարժ
 առանցքի շուրջը պտտվող IV շուտովիկի վրա: Ստանդարտ միացված
 է I և II կոնական ատամնանիվների հետ, որոնք պտտվում են նույն
 CI) առանցքի շուրջը: $\omega_1 = 5$ ռադ/վ և $\omega_2 = 3$ ռադ/վ անկյունային արագ-
 ություններով: Ընդ որում պատմաները տեղի են ունենում միևնույն
 կողմը: Ստանդարտի շառավիղը՝ $r = 2$ սմ, իսկ I և II անիվների շառա-
 վիղները՝ նույնն են և հավասար $R = 7$ սմ: Որոշել IV շուտովիկի ω_4
 անկյունային արագությունը, ստանդարտի ω_3 անկյունային արագությու-
 նը շուտովիկի նկատմամբ և λ կետի արագությունը:

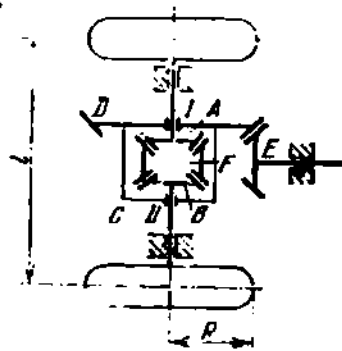
$$\eta_{\text{առ.}} = \lambda_A = 0,28 \text{ մ/վ, } \omega_4 = 4 \text{ ռադ/վ,}$$

$$\omega_3 = 3,5 \text{ ռադ/վ:}$$

24.30). Նախորդ խնդրում դիտարկ-



24.29 խնդրին



24.31 խնդրին

ված դիֆերենցիալ մեխանիզմում I և II կոնական ատամնանիվները
 պտտվում են տարբեր կողմեր $\omega_1 = 7$ ռադ/վ, $\omega_2 = 3$ ռադ/վ անկյունա-
 յին արագություններով: Որոշել λ_A -ն, ω_4 -ը և ω_3 -ը, եթե $R = 5$ սմ,
 $r = 2,5$ սմ:

$$\eta_{\text{առ.}} = \lambda_A = 0,1 \text{ մ/վ, } \omega_1 = 2 \text{ ռադ/վ, } \omega_3 = 10 \text{ ռադ/վ:}$$

24.31. Կլորացված ճանապարհով շարժվելիս ավտոմեքենայի
 արտաքին անիվները, անցնելով ավելի մեծ ճանապարհ, պետք է
 պտտվեն ավելի արագ: Գոյքը ճանապարհ անցնող ներքին անիվնե-
 րից: Ավտոմեքենայի հետևի տանող առանցքի շարժվելուց խուսափե-

լու համար կիրառվում է առամենավոր փոխանցում. որը կոչվում է դիֆերենցիալ փոխանցում և ունի հետևյալ կառուցվածքը:

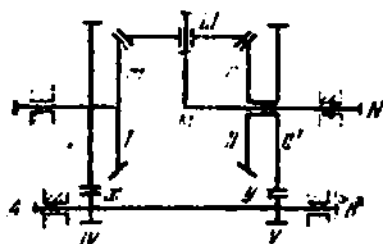
Երկու առնիվ կրող հետևի առանցքը արվում է I և II երկու առանձին մասերից, որոնց ձախրերին խուլ հազցված են Λ և B երկու միատեսակ առամենանիվներ: I, II-ների այդ մասերի վրա առանցքակալներում պտտվում է խուլ միացումով իր վրա 1) կոնական անիվն ունեցող C տուփը: Տուփն ստանում է պտտում զլխավոր (երկայնական) լիսեռից, որը շարժման մեջ է զրվում շարժիչի կողմից՝ F առամենանիվակի միջոցով:

C տուփի պտտումը Λ և B առամենանիվներին փոխանցվում է F երկու կոնական առամենանիվների (սատելիտների միջոցով, որոնք ազատ պտտվում են ափսոսմեքենայի հետևի I—II առանցքին ուղղահայաց և տուփի մեջ ամրացված առանցքների շուրջը:

Գտնել ափսոսմեքենայի հետևի անիվների անկյունային արագությունները՝ կախված C տուփի պտտման անկյունային արագությունից և սատելիտների ա, անկյունային արագությունը տուփի նկատմամբ, եթե ափսոսմեքենան շարժվում է $v=36$ կմ/ժ արագությամբ $r=5$ մ միջին շառավիղ ունեցող կլորացումով, հետևի առանցքի անիվների շառավիղներն են $R=0,5$ մ, նրանց միջև եղած հեռավորությունը՝ $l=2$ մ: Λ և B առամենանիվների շառավիղները երկու անգամ մեծ են սատելիտների շառավիղներից՝ $R_0=2r$:

Պատ.՝ $\omega_1=24$ ռադ/վ, $\omega_2=16$ ռադ/վ, $\omega_3=8$ ռադ/վ:

24.32. AB և MN առանցքների պտտաթվերի նախորդված հարաբերությունը ստանալու համար դիֆերենցիալ կառուցում կիրառելիս նրա I և II կոնական անիվներին խուլ կերպով միացնում են I' և II' զլանային առամենանիվները, որոնք կառուցված են AB առանցքի վրա խուլ հազցված IV և V առամենանիվների հետ: Գտնել AB և MN առանցքների ω_0 և ω անկյունային արագությունների միջև եղած առնչությունը, եթե I և II անիվների շառավիղները նույնն են, I, II', IV և V անիվների առամենների թվերը համապատասխանաբար հավասար են m , n , x , y :



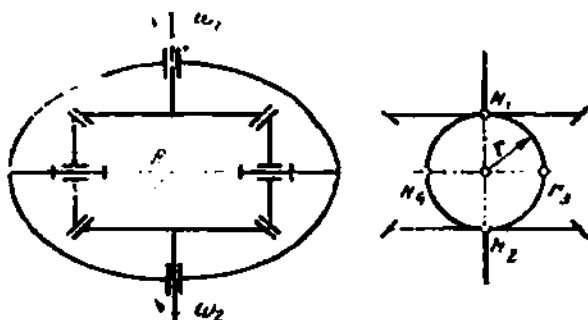
24.32 խնդիր

Պատ.՝
$$\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{m} + \frac{y}{n} \right),$$

24.33. Նախորդ խնդրում գիտարկված գիֆերենցիայի փոխանցման մեջ l և l' առամասնախմբների միջև մույգված է պտտման անշարժ առաջը ունեցող միջախառնիկ: Պահանջվում է գտնել առնչություն AB և AN առանցքների v_0 և ω անկյունային արագությունների միջև՝ պահպանելով խնդրի մնացած բոլոր պայմանները:

$$\text{Պատ.} \quad \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{m} - \frac{v}{n} \right),$$

24.34. Ավտոմեքենայի հետևի առանցքի երկու կեսերը միացնող գիֆերենցիայի փոխանցումը բաղկացած է կիսաառանցքների վրա հաջգրված $R=6$ սմ միևնույն շառավիղ ունեցող երկու առամասնախմբներից: Ավտոմեքենան կեռմանով շարվելիս կիսաառանցքները պտտվում են տարբեր, սակայն մեծություն՝ $\omega_1=6$ ռ.պ/վ



24.34 խնդիր

և $\omega_2=1$ ռ.պ/վ անկյունային արագություններով նույն ուղղությամբ: Առամասնախմբների միջև սեղմված է առանցքի վրա ազատ հաջգրված $r=3$ սմ շառավիղով փախչող սատելիտ: Սատելիտի առանցքը կոշտամրացված է պատյանում և նրա հետ միասին կարող է պտտվել ավտոմեքենայի հետևի առանցքի շուրջը: Գտնել սատելիտի, ինչպես նկարում ցույց է տրված, երկու տրամադների ծալքակետերում զրո-նրվող M_1 , M_2 , M_3 և M_4 շարժ կետերի արագացումները ավտոմեքենայի թափքի նկատմամբ:

Պատ.՝ $\omega_1=2,1$ մ/վ, $\omega_2=0,91$ մ/վ, $\omega_3=1,73$ մ/վ:

24.35. Առամասնառ հաստոցի գիֆերենցիայում 4 արագացնող անիվը ազատ նստած է ձ առանց լիսեռի վրա՝ նրա հետ կոշտ ամրացված 1 առիվի հետ միասին: Տանող 3 լիսեռի ծալքին նստած է 2-2 սատելիտը CC առանցքը կրող զլիթկը: Որոշել 3 անիվի հետ խուլ միացված 5 տարվող լիսեռի անկյունային արագությունը հետևյալ հիշող դիպքերում:

1) Տանող լիսեռի անկյունային արագությունը ω_1 է, արագացնող անիվի անկյունային արագությունը՝ $\omega_2=0$:

2) Տանող անիվի անկյունային արագությունը ω_2 է, արագացնող անիվը ω_1 անկյունային արագությամբ պտտվում է ալն նույն կողմը, ինչ որ տանող լիսեռը:

3) Արագացնող անիվը և տանող լիսեռը $\omega_2=\omega_1$ հավասար անկյունային արագությամբ պտտվում են նույն կողմը:

4) Արագացնող անիվը և տանող լիսեռը պտտվում են միևնույն կողմը, ընդ որում $\omega_2=2\omega_1$:

3) Տանող անիվի անկյունային արագությունը ω_2 է, արագացնող անիվը պտտվում է հակադիր կողմը ω_1 անկյունային արագությամբ:

Պատ.՝ 1) $\omega_1=2\omega_2$, 2) $\omega_1=2\omega_2-\omega_1$:

3) $\omega_2=\omega_1$, 4) $\omega_2=0$, 5) $\omega_2=2\omega_1+\omega_1$:

ԶՆՃԵ. Նախորդ խնդրում նկարագրված սառամնահատ հաստոցի գիֆերենցիալում տանող լիսեռի անկյունային արագությունը $\omega_2=60$ պտ./րոպ. Որոշել, թե ինչպիսին պետք է լինի արագացնող անիվի անկյունային արագությունը, որպեսզի տարվող լիսեռը լինի անշարժ:

Պատ.՝ $\omega_2=120$ պտ./րոպ.:

ԶՆՃԶ. Աստամնահատ հաստոցի գիֆերենցիալում 4 արագացնող անիվն իր վրա է կրում սառելիսների առանցքը: Տանող լիսեռի անկյունային արագությունը ω_1 է: Որոշել տարվող լիսեռի անկյունային արագությունը հետևյալ երեք դեպքերում:

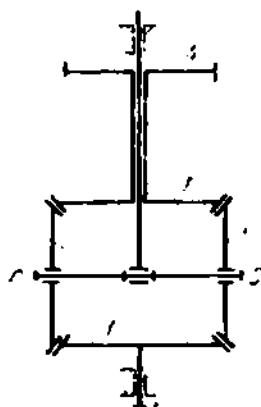
1) 4 արագացնող անիվը պտտվում է տանող անիվի կողմը $\omega_2=\omega_1$ անկյունային արագությամբ:

2) Նույնը, սակայն տանող լիսեռի և արագացնող անիվի պտտումները ուղղակիամբ հակադիր են:

3) Արագացնող անիվը և սառելիսների առանցքը անշարժ են:

Պատ.՝ 1) $\omega_2=\omega_1$, 2) $\omega_2=3\omega_1$, 3) $\omega_2=-\omega_1$:

ԶՆՃԸ. Հաստոցային գիֆերենցիալում 1 կոնական անիվը ամրացված է 3 տանող լիսեռի վրա, տարվող լիսեռի ծալրին նստած է 2—2 սառելիսների ՀՀ առանցքը կրող զլեիկը: Այդ նույն լիսեռի վրա ադատ նստած է 3 կոնական անիվը, որը 4 որդնակային անիվի հետ կապված է մեկ ամբողջությամբ: Որոշել փոխանցման թիվը 5

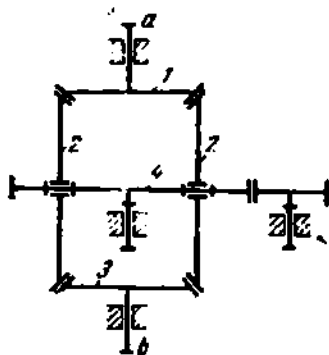


4.35 խնդրին

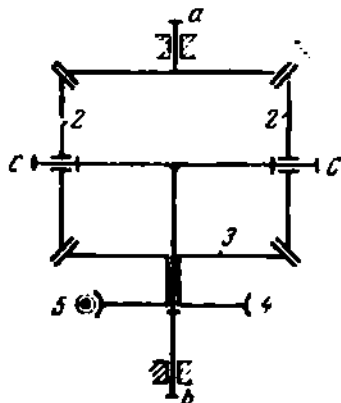
որդնակի՝ հետեւորար նաեւ 4 և 3 անիվների անշարժ լինելու դեպքում, եթե թուր կոնական անիվները միեւնոյն շառավղի են:

Պատ.՝ $\omega_1 : \omega_2 = 0.5 :$

24.33. Կրկնակի գիծերենցիալը բաղկացած է III շուտովիկից, որը կարող է պտտվել ձեւ անշարժ առանցքի շուրջը: Շուտովիկի վրա



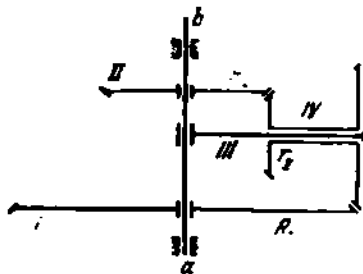
24.37 խնդրին



24.38 խնդրին

ազատ հաղցված է IV սառնելիտը, որը կաղմված է իրար հետ խաչ միացված $r_1=5$ սմ և $r_2=2$ սմ շուտովիցներով երկու կոնական առամենանիվներից: Այդ անիվներից միացված են $R_1=10$ սմ և $R_2=5$ սմ շառավղիներով I և II կոնական երկու առամենանիվների հետ, որոնք պտտվում են ձեւ առանցքի շուրջը, սակայն շուտովիկի հետ

կապված չեն: I և II անիվների անկյունային արագությունները համապատասխանաբար հավասար են՝ $\omega_1 = -4.5$ ռադ/վ և $\omega_2 = 9$ ռադ/վ: Որոշել շուտովիկի ω_3 անկյունային արագությունը և շուտովիկի նկատմամբ սառնելիտի ω_{12} անկյունային արագությունը, եթե երկու անիվներն էլ պտտվում են միեւնոյն կողմը:



24.39 խնդրին

Պատ.՝ $\omega_3 = 7$ ռադ/վ, $\omega_{12} = 5$ ռադ/վ

24.40. Լուծել նախորդ խնդիրը, եթե խաչից, որ I և II առամենանիվներից պտտվում են հակադիր կողմեր:

Պատ.՝ $\omega_3 = 3$ ռադ/վ, $\omega_{12} = 15$ ռադ/վ

24.41. Կարգ անիվ-հուկի բազմապիտանի հողակապի ABCD խաչ-

կապը. որն օդտաղորդվում է Էստփոդ առանցքների միջև պտտում փոխանցելու զեպքում, պատվում է Է անշարժ կետի շուրջը: Պատկերացրե՛ք միադժամ լիսեռների համար ω_1, ω_2 հարաբերությունը երկու զեպքերում:

1) Երբ ABE եղանակի հարթությունը հորիզոնական է, իսկ CDG եղանակի հարթությունը՝ ուղղահայ:

2) Երբ ABE եղանակի հարթությունը ուղղահայ է, իսկ CDG եղանակի հարթությունը՝ նրան ուղղահայաց:

Լիսեռների առանցքների միջև եղած անկյունը հաստատուն է՝ $\alpha = 60^\circ$:

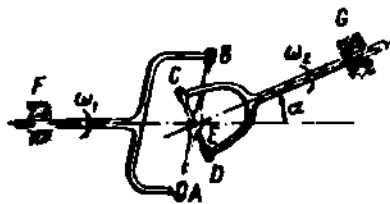
Պատ.՝ 1) $\omega_1, \omega_2 = 1 \cos \alpha = 2$.

2) $\omega_1, \omega_2 = \cos \alpha = 0,5$:

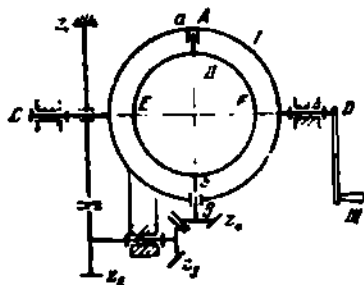
22.12. Փեղալին ջարդիչը բաղկացած է AB առանցքի մրտ նստած $D = 10$ սմ տրամագծով սնամեջ գրեղից. AB -ին ամրացված է $z_1 = 2$ ստամենների թվով անիվը: AB առանցքը ամրացված է A և B առանցքակայներում պտտվող I շրջանաձևի մեջ: I շրջանակը մեկ ամբողջություն է կազմում III բռնակի ժրջոցով պտտման մեջ գրվող CD առանցքի հետ. Փեղալին ջարդիչի պտտումը AB առանցքի շուրջ իրականացվում է $z_1 = 80$, $z_2 = 43$, $z_3 = 28$ ստամենների թվեր ունեցող ստամենների միջոցով, ընդ որում նրանցից առաջինը անշարժ է: II բռնակ ջարդիչի բաղադրակ անկյունային արագությունը, անկյունային ω , աղաղումը և տվյալ պահին CD առանցքի վրա դրսևվող E , F երկու կետերի սրագագություններն ու արագացումները, եթե բռնակին պտտում են $\omega = 4,3$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ:

Պատ.՝ $\omega_1 = 9,118$ ռադ/վ, $\alpha = 34,4$ ռադ/վ, $v_1 = v_3 = 0,4$ մ/վ, $v_2 = 0,1$ մ/վ, $a_1 = 1,68$ մ/վ²:

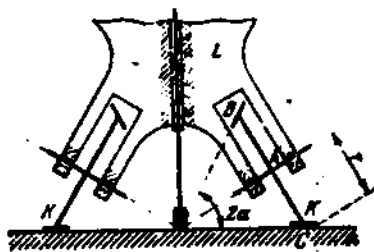
23.13. Կամուրջի շրջան մասը գրված է K կոնական առամենա-



24.41 խնդրին



24.42 խնդրին



24.43 խնդրին

ներմաների տեսքով թափալուկների վրա, որոնց առանցքները $\perp$ ուղակաձև շրջանաևում ամրացված են թեքությունով, այնպես որ նրանց շարունակությունները հատվում են այն հարթ հենարանային առամանանվակի երկրաչափական կենտրոնում. որի վրայով գլորվում են հենարանային և առամանանվակները: Գտնել կոնաձև թափալուկի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը. Λ , B , C կետերի (A -ն $B \setminus C$ կոնաձև առամանանվակի կենտրոնն է) արագությունները և արագացումները, եթե թափալուկի հիմքի շառավիղը՝ $r = 0,2$ մ, պագաթին աղբյուրի անկյունը 2α է. ընդ որում $\cos \alpha = 84\%$. Ուղղանկյ առանցքի շուրջ ողակաձև շրջանակի պատման անկյունային արագությունը՝ $\omega_0 = 2011 \text{ st} = 0,1$ ուղվ:

Պատ.՝ $\omega = 0,64$ ուղվ, $\varepsilon = 0,0646$ ուղվ, $v_A = 0,16$ մ/վ, $v_B = 0,32$ մ/վ, $v_C = 0$, $w_A = 0,016$ մ/վ², $w_B = 0,11$ մ/վ², $w_C = 0,115$ մ/վ²:

23.14. Մարմինը շարժվում է տալածության մեջ, ընդ որում նրա անկյունային արագության վեկտորը հավասար է $\vec{\omega}$ -ի և ուղղաչափին ուղղված է Z առանցքով: Մարմնի O կետի արագությունը հավասար է $\vec{v}$ -ի և y , Z առանցքների հետ կազմում է 45° -ի հավասար անկյունները: Գտնել պինդ մարմնի այն կետը, որի արագությունը կլինի ամենափոքրը. և որոշել այդ արագության մեծությունը:

Պատ.՝ $v_{\min} = v_0 \sin 45^\circ$ և կղպի ինն է Z առանցքին զուգահեռ և $x = v_0 \cos 45^\circ$. $v = 0$ կուրգինատներ ունեցող կետով անցնող անխթարժային պատտակային առանցքի կետերի արագությունը:

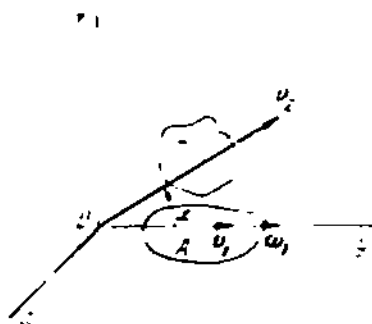
23.15. Λ մարմինը անկյունային արագությամբ պտտվում է y առանցքի շուրջը, և v_1 արագությամբ համընթաց

շարժվում է այդ նույն առանցքի երկայնքով: B մարմինը շարժվում է համընթաց y առանցքի հետ 2 անկյուն կազմաչ $\sqrt{2}$ արագությամբ: v_1/v_2 -ի ինչպիսի՞ հարաբերության դեպքում Λ մարմնի շարժումը B մարմնի նկատմամբ կլինի զուտ պատտական: Այդ դեպքում որտե՞ղ ընկած կլինի պատման առանցքը:

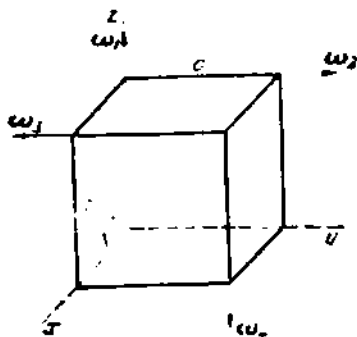
Պատ.՝ $v_1/v_2 = \cos \alpha$ դեպքում Λ մարմնի հարաբերական շարժումը B մարմնի նկատմամբ կլինի զուտ պատտական y -ին զուգահեռ և նրանից $l = \frac{v_2 \sin \alpha}{\omega_1}$ հեռավորության վրա գտնվող առանցքի շուրջ:

չը՝ տեղադրված y առանցքի աղղահալացով և համընթաց արագության $v_2 \sin \alpha$ բաղադրիչով:

23.15. $\alpha = 1$ մ կողմով խորանարդի տեսք ունեցող պինդ մար-



23.15 խորանարդ



23.16 խորանարդ

մարի միաժամանակ մասնակցում է շորս պտտումների $\omega_1 = \omega_2 = 6$ սեղ.վ. $\omega_3 = \omega_4 = 4$ սեղ.վ. անկյունային արագություններով: Երոշել մարմնի արդյունավետ շարժումը:

Պատ.՝ Մարմինը շարժվում է համընթաց $\vec{v}$ արագությամբ, որի պրոյեկցիաները հավասար են $v_x = 12$ մ/վ, $v_y = 12$ մ/վ, $v_z = 8$ մ/վ:

§ 23. Խառը խնդիրներ կետի և պինդ մարմնի բարդ շարժման վերաբերյալ

23.1. Շոգեքարչի անիվները միացված են AB զուգակցիչով: $r = 0$ սմ շառավղով անիվները առանց սահելի պտտվում են ռելսերի վրայով ղեպի ձախ: Հանգստի վիճակից շարժվելիս անիվների շրջման $\varphi = \angle PO_1A$ անկյունը փոփոխվում է $\varphi = \frac{3\pi}{4}$ տեղ օրենքով: AB զուգակցիչի երկայնքով $S = AM = (10 + 40t^2)$ սմ հավասարման համապատասխան շարժվում է M սողնակը: Որտեղ M սողնակի քաջարձակ արագությունը և բաջարձակ արագացումը $t = 1$ վ պահին, եթե $O_1O_2 = AB$, $O_1A = O_2B = r/2$:

Պատ.՝ $v_M = 45$ մ/վ, $a_M = 1170$ սմ/վ²:

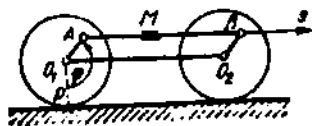
23.2. 1 անշարժ առամանիկը շրջալսով միացված է միևնույն շառավղի ունեցող 2 շարժական առամանիկի հետ: 2 առամանիկը շարժման մեջ է գրվում ($OA = 6$) սմ շառավղի միջոցով, որը $\varphi = \frac{\pi}{6}$ տեղ օրենքով պտտվում է ժամացույցի սլաքի ընթացքին հա-

կառակի ժամանակի $t=0$ պահին OA շտապիկը պտտվում է աչհիբի զոնական դիրքում: 2 անիվի BC հորիզոնական ուղղությի ելկախյով, որը համընկնում է S առանցքի հետ, շարժվում է A կենտրոնի շուրջը $S=AM=2$ $\sin \frac{\pi}{2}t$ սմ օրենքով առատանումներ կատարող M սող-

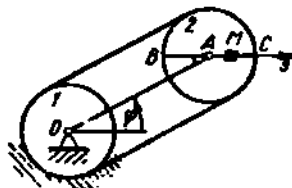
նայել: Որոշել M սողնակի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացումը ժամանակի $t_1=0$, $t_2=1$ վ պահերին:

Պատ.՝ $v_{M_1}=44,1$ սմ/վ, $v_{M_2}=31,4$ սմ/վ, $w_{M_1}=16,5$ սմ/վ², $w_{M_2}=64,2$ մ/վ²:

25.3. Հորիզոնի հետ 45° անկյուն կազմող եռանկյան պրիզման



25.1 խնդրի

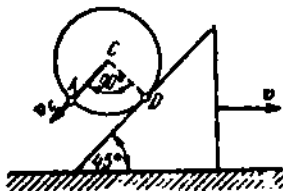


25.2 խնդրի

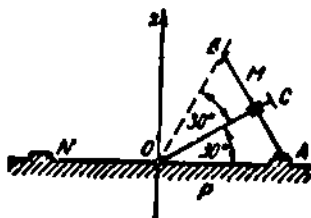
հորիզոնական հարթության վրայով ($v=2l$ սմ/վ) արագությամբ սահում է դեպի աջ: Պրիզմայի թեք նիստով առանց սահքի պոկվում է կտր պանել: Նրա զանգվածների C կենտրոնի արագության մեծությունը պրիզմայի նկատմամբ հավասար է $v_c=4l$ սմ/վ: Որոշել պանելի շրջանակի վրա գտնվող A կետի բացարձակ արագության և բացարձակ արագացման մեծությունը, եթե $t=1$ վ պահին $\angle(AC) = 90^\circ$:

Պատ.՝ $v_A=6$ սմ/վ, $w_A=5,6l$ սմ/վ²:

25.4. M կոնական առամանիվը N առամանիվի վրայով շարժ-



25.3 խնդրի



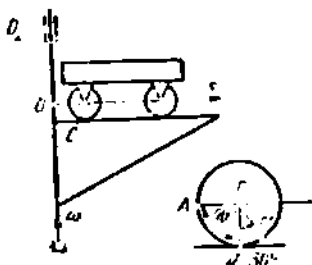
25.4 խնդրի

ման մեջ է գրվում OC առանցքի միջոցով, որը ամրացված է O կետում և 2 ռադ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում

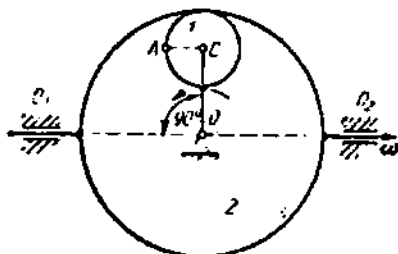
է 1 ուղղածից առանցքի շուրջը: Կ հորիզոնական հենահարթակը, որին ամրակցված է X ատամնանիվը, շարժվում է արագացող ուղղածից ղեպի ներքև, տվյալ պահին ունենալով $v=80$ սմ/վ արագություն և $w=801/3$ սմ/վ² արագացում: Անկյուն $\angle BOA=60^\circ$, M ատամնանիվի AB արամպիծը հազասար է 20 սմ: Գտնել M ատամնանիվի A և B կետերի բացարձակ արագությունները և որագացումները:

Պատ.՝ $v_A=80$ սմ/վ, $v_B=100$ սմ/վ, $w_A=0$, $w_B=302$ սմ/վ²:

25.5. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ OC առանցքը պտտվում է շուրջը 21 ուղղածից առանցքի շուրջը 21 ռադ/վ-ին հա-



25.6 խնդիր



25.7 խնդիր

վասս ր անկյունային սրագությունը: Գտնել M կոնական ատամնանիվի A և B կետերի բացարձակ արագությունները մասնական $\omega=1$ վ պահին:

Պատ.՝ $w_A=0$, $w_B=303$ սմ/վ²:

25.6. Շրջուն ամբարձիչը $O_1(1)$, ուղղածից անշարժ առանցքի շուրջը պտտվում է $\omega(\omega=1$ ռադ/վ) անկյունային սրագությամբ: Ամբարձիչի հորիզոնական սլաքի երկայնքով, որը համընկնում է S առանցքի հետ, առանց սահքի զլորվում է սալակը նրա 10 սմ չափովով հետևի անիվի C դանդաղման կենտրոնը շարժվում է $SC=OC=60(1+t)$ սմ օրենքով: Որոշել անիվի շրջանակի վրա գտնվող M կետի բացարձակ արագության մեծությունը $t=1$ վ պահին, եթե $\angle MCO=30^\circ$: Գտնել նաև անիվի շրջանակի վրա գտնվող A և D կետերի բացարձակ արագությունների մեծությունները $t=1$ վ պահին, եթե $\angle ACO=90^\circ$:

Պատ.՝ $v_M=129$ սմ/վ, $w_A=278$ սմ/վ², $w_D=380$ սմ/վ²:

25.7. 10 սմ շառավղով 1 ատամնանիվը շարժման մեջ է գրվում 40 սմ շառավղի ունեցող 2 ատամնանիվի ներսում OC շառավղի միջոցով, որը պտտվում է $\omega_0=2$ ռադ/վ հաստատուն անկյունային սրագությամբ: Իր հերթին 2 ատամնանիվը պտտվում է O_1O_2 հորի-

դանական անշարժ առանցքի շուրջը $\omega = 2$ օղակ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել 1 առամանների վրա շրջանակի վրա գտնվող Δ կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման մեծությունները: $\angle OCA = \angle O_1OC = 50^\circ$

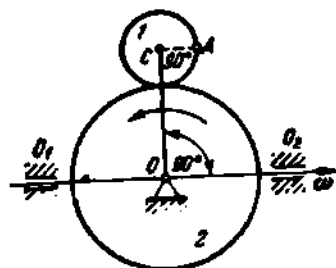
Պատ.՝ $v_A = 103.8$ սմ/վ, $a_A = 191$ սմ/վ²:

25.8. Եախորդ խնդրում գտնել Δ կետի բացարձակ արագացման մեծությունը ժամանակի $t = 2$ վ պահի համար: Եթե 2 առամանների պտտումը անշարժ O_1, O_2 հորիզոնական առանցքի շուրջը տեղի է ունենում $\omega = (2 - 1)$ օղակ/վ փոփոխական անկյունային արագությամբ: Ընդունել, որ ժամանակի $t = 2$ վ պահին Δ կետը դրավում է նախորդ խնդրի նկարում նշված դիրքը:

Պատ.՝ 4.53 սմ/վ²:

25.9. 10 սմ շառավղով 1 առամանների շարժման մեջ է դրվում 20 սմ շառավղի ունեցող առամանների վրա գտնվող OC շառավղի միջոցով, որը պտտվում է $\omega_1 = 1$ օղակ/վ անկյունային արագությամբ: 2 առամանների իր հերթին պտտվում է O_1O_2 անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը $\omega = 2$ օղակ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել 1 առամանների շրջանակի վրա գտնվող Δ կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման մեծությունները $t = 1$ վ պահին: Եթե $\angle O_2OC = \angle OCA = 90^\circ$:

Պատ.՝ $v_A = 73.5$ սմ/վ, $a_A = 107$ սմ/վ²:



25.9 խնդրին

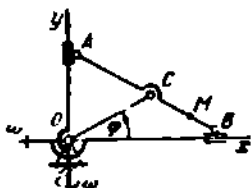
25.10. OC շառավղի AB ձողի միջոցով շարժման մեջ է գնում A և B սողնակներին, որոնք ռահում են փոխադրահայաց x և y ուղղորդների երկայնքով: Իրենց հերթին այդ ուղղորդները $\omega = 1$ 2 օղակ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ ժամացույցի սլաքի ընթացքին հակառակ պտտվում են (ω) առանցքի շուրջը: OC շառավղի φ շրջման անկյունը, հաշված x առանցքի ժամացույցի սլաքի ընթացքին հայտատի, փոփոխվում է $\varphi = \frac{\pi}{4}$ և $\omega = 1$ օղակ/վ:

Դիտել AB քանոնի M կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման մեծությունները ժամանակի $t = 0$ պահին, եթե $OC = AC = CB = 2$ $BM = 16$ սմ:

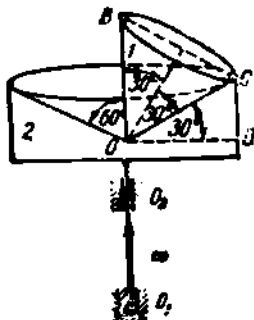
Պատ.՝ $v_M = 14$ սմ/վ, $a_M = 93.8$ սմ/վ²:

25.11. O զապաթին առընթեր 60° -ի հաճախար անկյամբ 1 կոնք առանց սահքի զլորվում է զապաթին առընթեր 120° անկյամբ 2 կոնք

ներսում: Իր հերթին 2 կոնը $\bar{\omega}$ ($\omega=3$ ռադ/վ) հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է (O_1O_2) ուղղաձիգ անշարժ առանցքի շուրջը: 1 կոնի հիմքի շրջանակի B կետը պտտվում է (O_1O_2) առանցքի հետ ուղղաձիգ մի հարթության մեջ դասավորված BC տրամագծի վրա: B կետի արագությունը մեծությամբ հաստատուն է, հավասար 60 սմ/վ և ուղղված է նկարի աջն հղածը, ուղղահայաց OBC հարթությանը, $OB=OC=20$ սմ, $\angle COB=30^\circ$: Որոշել 1 կոնի B և C կետերի բացարձակ արագա-



25.10 խնդրին



25.11 խնդրին

ցումների մեծությունները:

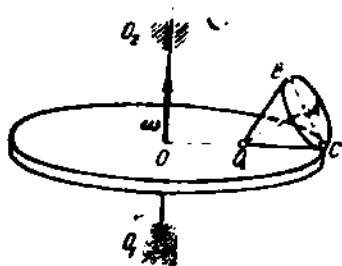
Պատ.՝ $w_B=497$ սմ/վ, $w_C=316$ սմ/վ:

25.12. Գտնել նախորդ խնդրում զիտարկված 1 կոնի ալի կետերի երկրաչափական աեղը ժամանակի $t=1$ վ պահին, որոնց բացարձակ արագացումները չեն փոփոխվում: ջնայած այն բանին, որ B կետի արագությունը կլինի փոփոխական և հավասար 60 մ/վ:

Պատ.՝ 1 կոնի ալի կետերը, որոնք համընկնում են OC ծնիշի հետ:

25.13. Շրջանային կոնը առանց սահքի զլորվում է հորիզոնական սկավառակով, որին նա ամրակցված է Q պաղպթով: Սկավառակն իր հերթին պտտվում է (O_1O_2) անշարժ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը $\bar{\omega}$ ($\omega=2$ ռադ/վ) հաստատուն անկյունային արագությամբ: Կոնի հիմքի Δ կենտրոնի արագությունը հանգստացող սկավառակի նկատմամբ ըստ մեծության հավասար է 15 սմ/վ և ուղղված է նկարի հարթությանը ուղղահայաց դեպի ընթերցողը: Գտնել սկավառակի հետ կոնի հիմքի շոշափման կետի բացարձակ արագության և բացարձակ արագացման մեծությունները, եթե $OQ=QC=QB=BC=10$ սմ:

Պատ.՝ $v_C=40$ սմ/վ, $w_C=105$ սմ/վ²:



25.13 խնդրին

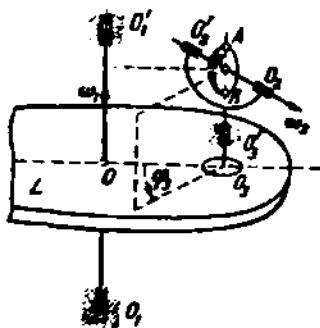
25.14. Որոշել նախորդ բնորոշման գիտակցման C կետի բացարձակ արագության մեծությունը մամռանակի $t=1$ մ պահի համար այն ճանաչարձար, որ սկզբառակի պատվում է արագացող $z(z=2$ ուղ. մ) անկյունային արագացումով, ընդ որում մամռանակի սկզբնական պահին անկյունային արագության մեծությունը նվաստար է եղել 2 ուղ. մ:

Պատ.՝ $\omega_1=197$ սմ/վ²:

25.15. Հոլակի տեղակայված է O_1O_2 անշարժ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը $\omega_1(\omega_1=2\pi$ ուղ. մ) հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող L հորիզոնական հենահարթակի վրա: Հոլակ է հանդիսանում $r=10$ սմ շառավղով K սկավառակը, որը պտտվում է O_2O_3 հորիզոնական առանցքի շուրջը $\omega_2(\omega_2=8\pi$ ուղ. մ) հաստատուն անկյունային արագությամբ: Իր հերթին O_3O_4 առանցքը պտտվում է O_3O_4 ուղղաձիգ առանցքի շուրջը $\omega_3=2\pi l^2$ ուղ. մ օրենքով, մամռանակի $t=1$ պահին K սկավառակը O_1O_2 առանցքի հետ գտնվել է միևնույն ուղղաձիգ հարթության մեջ: ω_3 անկյունը հաշվվում է այդ հարթությունից՝ նկարում նշված ուղղությամբ: O_2O_3 և O_3O_4 առանցքները հաստված են K սկավառակի կենտրոնում: Իսկ K սկավառակի λ ուղղաձիգ արամագծի վերին ծայրում գտնվող A կետի բացարձակ արագության և բացարձակ արագացման մեծությունները մամռանակի $t=1$ մ պահին, եթե O_1O_2 և O_3O_4 զուգահեռ առանցքներին միջև եղած հեռավորությունը նվաստար է $OO_3=30$ սմ:

Պատ.՝ $v_A=314$ սմ/վ, $w_A=7170$ սմ/վ²:

25.16. OAB շուրտփեկ-սողնակային մեխանիզմի AB շարժաթևի ճեղքայնքով C կետի շուրջը տատանումներ է կատարում M կշռի գիշեր $s=CM=20 \sin \frac{\pi}{2} t$ սմ օրենքով (AB շարժաթևի ճեղքայնքով ուղղված S



25.15 խնդրին

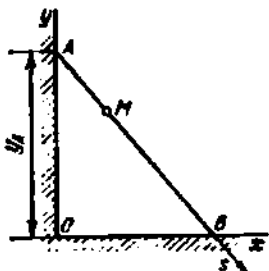
առանցքի սկզբնականում ունի շարժաթևի OA կենտրոնում): OA շուրտփեկը պտտվում է նկարի հարթությունը ուղղահայաց λ հորիզոնական առանցքի շուրջը մամագույցի սլաքի ըն-



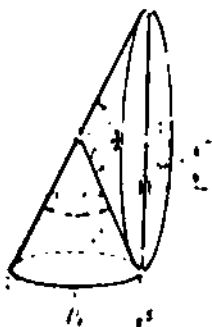
25.16 խնդրին

թացքին հակառակ ըստ $\varphi = \frac{\pi}{2}$ առ օրենքի: Որոշել M կցորդիչի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման մեծությունները մամանակի $t=0$ պահին, եթե $(1) A=10$ սմ, $AC=CB=AB, 2=20$ սմ: Պատ.՝ $v_M=32,3$ սմ/վ, $w_M=37,2$ սմ/վ²:

25.17. $4\sqrt{2}$ մ երկարությամբ AB ձողը A ծայրով սահում է y առանցքի երկայնքով ղեպի ներքե, իսկ B ծայրով՝ x առանցքի երկայնքով ղեպի աջ: A կետը շարժում է $y_1=(5-t)$ մ օրենքով:



25.17 խնդրին



25.18 խնդրին

Միամամանակ ձողի երկայնքով A -ից ղեպի B սահնով իջնում է M կետը: Որոշել M կետի բացարձակ արագությունը և բացարձակ արագացման մեծությունները $t=1$ վ պահին, եթե M կետի շարժման հավասարումը ձողի հետ համընկնող s առանցքի երկայնքով ունի $s=AM=2\sqrt{2}t^2$ մ հեսքը:

Պատ.՝ $v_M=7,05$ մ/վ, $w_M=9,06$ մ/վ²:

25.18. Գազաթիւն առնթիւ 120° -ի հաճախար անկյունով 1 շրջանային կոնը (1) հոդակապով ամրակցված է դազաթիւն առնթիւ 60° անկյունով 2 անշարժ կոնին և զլորվում է առանց սահքի: Այդ ղեպքում 1 կոնի $(1)A$ առանցքը $(1)O_1$ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ընդհանուր կատարում է մեկ պտույտ: 1 կոնի հիմքի $BC=20$ սմ տրամագծի երկայնքով պցված է ուղղորդ, որի վրայով սահում է M սողնակը, աստանումներ կատարելով A կետի շուրջը ըստ $s=AM=10 \cos 2\alpha$ սմ օրենքի: մամանակի $t=0$ սկզբնական պահին BC ուղղորդը O հոդակապի հետ միասին գտնվում է միևնույն ուղղաձիգ հարթության մեջ: Գտնել M սողնակի բացարձակ արագացման մեծությունը $t=0$ պահին:

Պատ.՝ $w_M=572$ սմ/վ²:

Գ Լ ՈՒ Խ IX

ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ԿԵՏԻ ԳԻՆԱՄԻԿԱ

§ 26. Ուժերի որոշումը ստված շարժումով

26.1. 280 կգ զանգվածով վերելակը իջեցվում է հանքանոր հավասարաչափ արագացումով, ինտըրին 10 վ-ում նա անցնում է 35 մ: Գտնել այն ճոպանի լարումը, որից կախված է վերելակը:

Պատ.՝ 254N է:

26.2. Հորիզոնական հարթակը, որի վրա գտնվում է 1.02 կգ զանգվածով բեռը, իջեցվում է ուղղանից զեպի վրա 4մ/վ² արագացումով: Գտնել բեռի կողմից հարթակի վրա գործադրած ճնշումը նրանց համատեղ իջնելու ժամանակ:

Պատ.՝ 5,92 Ն:

26.3. Սեղանի վրա գտնվող 3 կգ զանգվածով մարմինն կապեցին մի թել, որի մյուս ծայրը ամրակցված է Ա կետում: Ինչպիսի՞ արագացում պետք է հաղորդել Ա կետին՝ մարմինը բարձրացնելով ուղղանից զեպի վեր, որպեսզի թելը կտրվի, եթե նա կտրվում է $T=42$ Ն լարման զեպքում:

Պատ.՝ 4,2մ/վ²:



26. 4 խնդրին

26.4. Վերելակի վանդակը բարձրացնելիս արագությունների գրաֆիկն տնի նկարում պատկերված տեսքը: Վանդակի զանգվածը 480 կգ է, Որոշել այն ճոպանի T_1 , T_2 , T_3 լարում-

*) Գինամիկայի բոլոր խնդիրներում, եթե չկա հաստատված ցուցում, զսպանակներ, առանցական հեծանների զանգվածը, զիմպրո-թյան ուժերը և այլն պետք է անտեսել:

ներքի, որից կախված է վանդակը, մամուռային երեք միջակայքների ընթացում՝ 1) $1=0$ -ից մինչև 1 2 վ, 2) $1=2$ -ից մինչև 1 8 վ և 3) $1=3$ վ-ից մինչև 1 վ:

Պատ.՝ $T_1=570$ Ն, $T_2=4704$ Ն, $T_3=3704$ Ն:

26.5 1 մ երկարությամ թելից կապված 0,3 կգ զանգված ունեցող բարձր ուղղածից հարթության մեջ գծում է շրջանաձև Որոշել բարձր ալն ամենափոքր և անկյունային արագությունը, որի ղեկարգում տեղի կունենա թելի խզումը, եթե նրա խզման գիմալությունը հաշվարար է 9 Ն:

Պատ.՝ $v_{\text{min}}=4,41$ ս/վ

26.6. Երկաթուղու կորագիծ տեղամասերում արտաքին ուլսը բաժրագնում են ներքինի նկատմամբ, որպեսզի անցնող ղնացքի ճնշման տը ուլսերի վրա ուղղված լինի ուղեպատաստին ուղղահայաց: Որոշել արտաքին ուլսի ի բարձրացման սեծությունը ներքինի նկատմամբ հետևյալ տվյալների ղեպըում. կորացման շառավղը 400 մ է, ղնացքի արագությունը՝ 10 մ վ, ուլսերի միջև եղած հսաավորությունը՝ 1,6 մ:

Պատ.՝ $h=4,1$ սմ:

26.7. Նախ ուղղածից, իսկ ալնուհետև կորացրած ճանապարհով 20 մ վ արագությամբ ընթացող ղնացքի վաղոնում տեղի է ունենում մի ինչ-որ բեռի կշռում ղսպանակավոր կշեռքով: Ոոարին ղեկարգում վշեռքը ցուլց է տալիս 50 Ն, իսկ կորացման վրա՝ 31 Ն: Որոշել ճանապարհի կորացման շառավղը:

Պատ.՝ 203 մ:

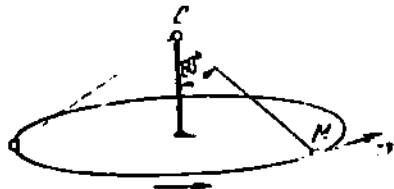
26.8. 0,2 կգ ղանգվածով կռաքարը կախված է 1 մ երկարությու ունեցող թելի ծալրից. հարվածի հետևանքով կռաքարը ստացավ 5 մ/վ հորիզոնական արագություն: Կտենել թելի լարումը հարվածից անմիջապես հետո:

Պատ.՝ 5,06 Ն:

26.9. () անշարժ կետում ամրացված 0,102 կգ ղանգվածով իլմեռը իրենից ներկայացնում է կոնական ճաճանակ. ալնինքն հորիզոնական հարթության մեջ գծում է շրջանագիծ, ընդ որում թելը ուղղածիցի հեա կաղմում է 80° անկյուն: Որոշել բեռի v արագությունը և թելի T լարումը:

Պատ.՝ $v=2,1$ մ վ, $T=2$ Ն:

26.10. 1000 կգ ղանգվածով ալատեքենան շարժվում է ուռացիկ



26.9 խնդրին

կամուրջով $\lambda = 10$ մ վարպետությամբ: Կամուրջի մեջտեղում կորու-
թյուն չափողը՝ $\rho = 30$ մ: Որոշել ավտոմեքենայի ճնշման ուժը կա-
մուրջի վրա այն պահին, երբ նա անցնում է կամուրջի մեջտեղով:

Պատ.՝ 78.41 Ն:

26.11. Վերամբարձ մեքենայի բարձրացող խցիկում կատարվում է մարմնի կշռում գուպանկավոր կշեռքով: Խցիկի հավասարաչափ շարժման զեպքում զուպանկավոր կշեռքի ցուցմունքը հավասար է 50 Ն, արագացողի զեպքում՝ 51 Ն: Իտնել խցիկի արագացումը:

Պատ.՝ 0,198 մ/վ²:

26.12. Տրամվայի վագոնի թափքի զանգվածը 10000 կգ է: Սալ-
լակի զանգվածը անիվների հետ 1000 կգ է: Որոշել տելսերի վրա
վազոնի ճնշման ամենամեծ և ամենափոքր ուժը ճանապարհի ողոր-
դիմ հորիզոնական մասում, եթե ընթացքի ժամանակ թափքը գրա-
պանների վրա կատարում է ուղղանիշ ներդաշնակ տատանումներ
 $x = 0,02 \sin 10t$ մ օրենքով:

Պատ.՝ $N_{\max} = 12.78 \cdot 10^4$ Ն, $N_{\min} = 8.78 \cdot 10^4$ Ն:

26.13. Ներքին ալյուման շարժիչի մխոցը կատարում է հորիզո-
նական տատանումներ համաձայն $x = r(\cos \omega t + \frac{r}{4l} \cos 2\omega t)$ օրեն-
քի: Որտեղ r -ը շտատվիկի երկարությունն է, l -ը՝ շարժաթևի եր-
կարությունը, m ծծոթյամբ հաստատուն առն՝ լիսեռի անկյունային
արագությունը: Որոշել մխոցի վրա ազդող ուժի ամենամեծ արժեքը,
եթե մխոցի զանգվածը M է:

Պատ.՝ $P = Mgr^2 \left(1 + \frac{r}{l} \right)$:

26.14. Հանքահարստացուցիչ բարձադի մադր կատարում է $a =$
 $= 5$ ա/վ² լայնություն ուղղանիշ ներդաշնակ տատանումներ: Իտնել
մադի տատանումների այն ամենափոքր հաճախությունը, որի զեպքում
նրա վրա զանգուղ հանքաքարի կտորները կանջատվեն նրանից և
կենտրոնն զեպի վեր:

Պատ.՝ $K = 14$ ապ/վ:

26.15. 2,04 կգ զանգվածով մարմինը հորիզոնական ուղղի եր-
կայնքով կատարում է տատանողական շարժում համաձայն $x =$
 $= 10 \sin \frac{\pi t}{2}$ օրենքի: Իտնել մարմնի վրա ազդող ուժի կախվածությունը

նր x կոորդինատից: Ինչպես նաև ալդ ուժի ամենամեծ արժեքը:

Պատ.՝ $F = -5,033x$ Ն, $F_{\max} = 50,33$ Ն:

26.16. 0,2 կգ զանգվածով նյութական կեան շարժումն արտա-
հայտվում է $x = 3 \cos 2\pi t$ սմ, $y = 4 \sin \pi t$ սմ հավասարումներով

(1-ն վ-ով)։ Որոշել կետի վրա ազդող ուժի պրոյեկցիաները՝ կախված նրա կոորդինատներից։

Պատ.՝ $X = -0.0789x$ ն, $Y = -0.0197y$ ն։

26.17. 100 գ զանգված ունեցող զնչիկն ընկնում է ժանրոթվան ուժի ազդեցության տակ և ալդ զեպքում կրում է օդի դիմադրությունը։ Գնդիկի շարժումն արտահայտվում է

$$x = 4.9t - 2.45(1 - e^{-t})$$

հավասարումով, որտեղ x -ը մետրերով է, t -ն՝ վայրկյաններով, ՕX առանցքը ուղղաձիգով ուղղված է ներքև։ Որոշել օդի դիմադրության R ուժը և այն արտահայտել որպես զնչիկի արագության ֆունկցիա։

Պատ.՝ $R = 0.98(1 - e^{-2})$ Ն, 0.2 Ն։

26.18. Ռանդիչ հաստոցի սեղանի զանգվածը 700 կգ է, մշակվող մանրամասի զանգվածը՝ 300 կգ, սեղանի ընթացքի արագությունը՝ $v = 0.5$ մ/վ, թափառքի ժամանակը՝ $t = 0.5$ վ։ Որոշել այն ուժը, որն անհրաժեշտ է թափառքի համար (շարժումն ընդունելով հովասարաչափ արագացող) և սեղանի հետագա հավասարաչափ շարժման համար, եթե թափառքի զեպքում շիման պորժակիցը՝ $f_1 = 0.1$, իսկ հավասարաչափ շարժման զեպքում՝ $f_2 = 0.07$ ։

Պատ.՝ $F_1 = 2372$ Ն, $F_2 = 686$ Ն։

26.19. 700 կգ զանգվածով բարձած վազոնը իջնում է $\alpha = 15^\circ$ թեքություն ունեցող ճոպանային երկաթուղով՝ ունենալով $v = 1.6$ մ/վ արագություն։ Որոշել ճոպանի լարումը վազոնիկի հավասարաչափ իջնելու զեպքում և արգելակման զեպքում։ Արգելակման ժամանակը՝ $t = 4$ վ, շարժման դիմադրության ընդհանուր գործակիցը՝ $f = 0.015$ ։ Արգելակման զեպքում վազոնիկը շարժվում է հավասարաչափ դանդաղող։

Պատ.՝ $T_1 = 1676$ Ն, $T_2 = 1956$ Ն։

26.20. 1000 կգ զանգվածով բեռը սալակի հետ միասին տեղափոխվում է կամրջային ամբարձիչի հորիզոնական ֆերմի երկայնքով $v = 1$ մ/վ արագությամբ։ Բեռի ծանրության կենտրոնի հետապնդությունը կախման կետից՝ $l = 5$ մ։ Վազոնիկը հանկարծակի կանգնեցնելիս բեռը ինեդրցիայով շարունակում է շարժումը և սկսում է ճոճվել կախման կետի շուրջը։ Որոշել ճոպանի ամենամեծ լարումը բեռի ճոճման ժամանակ։

Պատ.՝ $T = 1000$ Ն։

26.21. Որոշել կախովի ճանապարհի վազոնի α շեղումը ուղղաձիգից և N ճնշումը ռելսի վրա, եթե վազոնը $v = 10$ մ/վ արագությամբ

թյամբ շարժվում է $R = 30$ մ շառավիղ ունեցող կորացման վրայով։ Վազոնի զանգվածը 1500 կգ է։

Պատ.՝ $a = -18.47$ Ն, $N = 15527$ Ն։

26.22. Գնացքի զանգվածն առանց դնացքաբարձի հայասար է 2 10⁴ կգ։ Շարժվելով հորիզոնական ճանապարհով հայասարաշատ արագացող, շարժման սկզբից 60 մ հետո գնացքը ձևոր է քերում 15 մ մ արագություն։ Շփման ուժը հայասար է գնացքի կշռի 0.01-ին։ Որոշել գնացքի և գնացքաբարձի միջև եղած առնչիչի լարումը թափաղի ժամանակ։

Պատ.՝ 59800 Ն։

26.23. 2000 կգ զանգվածով սպորտային ինքնաթիռը 3 մ մ արագացումը թռչում է հորիզոնական՝ տվյալ պահին ունենալով 200 մ մ արագություն։ Օդի զիմադրությունը համեմատական է արագության քառակուսուն և 1 մ մ արագության զնայքում հայասար է 0.5 Ն։ Ընդունելով զիմադրության ուժը ողգված արագության հակառակ կողմը, որոշել պատտակի քարչի ուժը, եթե այն թռիչքի ողգության հետ կադմում է 10 անկյուն։ Որոշել նաև վերամբարձ ուժի մեծությունը տվյալ պահին։

Պատ.՝ Քարչի ուժը հայասար է 30463 Ն, վերամբարձ ուժը հայասար է 14310 Ն։

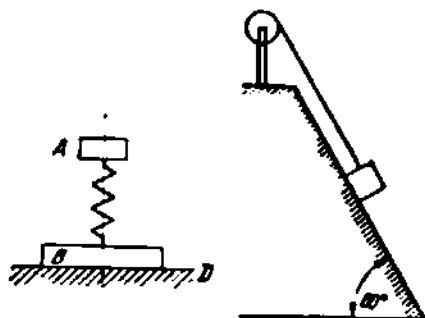
26.24. 6000 կգ կշռով ալտոմեթրնան 6 մ մ արագությամբ մուտք է գործում լաստանափ։ Լաստանափ մուտք գործելու պահից արդելակված ալտոմեթրնան անցնելով 10 մ, կանգ է առնում։ Ալտոմեթրնայի շարժումն ընդունելով հայասարաշատ գանդաղող, գանել այն երկու կառաններից լորաքանչյուրի լարումը, որոնցով լաստանափը կապված է ափին։ Խնդիրը լուծելիս լաստանափի զանգվածը և արագացումը անտեսել։

Պատ.՝ Ցարաքանչյուր կառանի լարումը 5400 Ն է։

26.25. $P_A = 20$ Ն և $P_B = 40$ Ն կշիռ ունեցող բեռները միացված են իրար, ինչպես ցույց է տրված նկարում։ A բեռը ողգածիղ ողգով կատարում է 1 սմ լայնությ և 0.25 մ պարբերություն ունեցող աղատ տատանումներ։ Որոշել A և B բեռների ամենամեծ տ ամենափոքր ճնշման ուժը C) հենարանային մակերեսային վրա։

Պատ.՝ $R_{max} = 72.8$ Ն, $R_{min} = 47.2$ Ն։

26.26. $M = 600$ կգ կշռով բեռը ոլորակի միջոցով բարձրացնում են



26.25 խնդիր

26.26 խնդիր

հորիզոնի նկատ 60° անկյուն կազմող խապահորանի վրայով: Բեռի և խապահորանի միջև շփման գործակիցը համասար է 0,2: 0,2 մ շառավղով ոլորակը պտտվում է $\varphi=0,1$ րոնքով: Դանել ճապանի լարամբ որպես ժամանակի ֆունկցիա և ուղի լարման արժեքը բարձրացնելու սկզբից 2 մ հեռու:

Պատ.՝ $T=5,68=1,288$ է, $l=2$ մ դեպքում $T=6,256$ է:

26.27. Լեքնաթիւր կատարելով ուղղաձիգ վայրասյաց թռիչք հասավ 360 մ մ արագության, որից հետո օդաչուն սկսեց խնդաթիւր զարա բերել ուղղաձիգ թռիչքափեճակից՝ ուղղաձիգ հարթության մեծ գծելով $R=6(K)$ մ շառավղով շրջանագծի աղեղ. Ոդաչուի դանդավածը 80 կգ է, Ինչ ամենամեծ ուժով օդաչուն կսեղմվի քաղկաթոտին:

Պատ.՝ 12784 Ն:

26.28. 10 Ն կշռով M բեռը կախված է $l=2$ մ երկարությամբ տանցող ճապանից և նրա հետ միասին տատանումներ է կատարում համաձայն $\varphi=\frac{\pi}{6} \sin 2\pi t$ համասարման, որտեղ φ -ն ուղղաձիգից ճապանի շեղման անկյունն է ուղիանենելով. Լ-ն ժամանակն է վայրկյաններով: Մտնել ճապանի T_1 և T_2 լարումները բեռի վերին և ներքին դիրքերում:

Պատ.՝ $T_1=32,1$ Ն, $T_2=8,65$ Ն:

26.29. Հեծանվորդը α մ մ արագությամբ պնտմ է 10 մ ջրտափից ունեցող կոր: Դանել հեծանվորի միջին հարթության թեքության անկյունը ուղղաձիգի նկատմամբ, ինչպես նաև հեծանվորի դողի և ողնաշարատու միջև ալն ամենափոքր շփման գործակիցը, որի դեպքում կապահովվի հեծանվորի կալունությունը:

Պատ.՝ 14 20', 0,255:

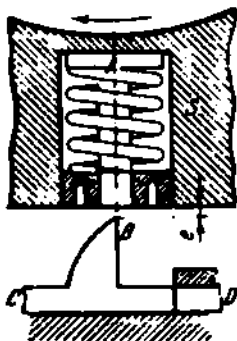
26.30. Հեծանվորին մրցուղին ճանապարհի կոր տեղամասերում ունի թեքադարձեր, որոնց կողքատեսքը լայնական կտրվածքում իրենից ներկայացնում է հորիզոնի նկատմամբ թեքված ուղիղ, ալնպես որ կոր տեղամասերում մրցուղու արտաքին եզրը ներքինից բարձր է, Ինչ ամենափոքր և ինչ ամենամեծ արագությամբ կարելի է ընթանալ R շառավղի և հորիզոնի նկատմամբ α թեքության անկյուն ունեցող թեքադարձով, եթե ռետին գոդերի և մրցուղու զեանի միջև շփման գործակիցը համասար է 1:



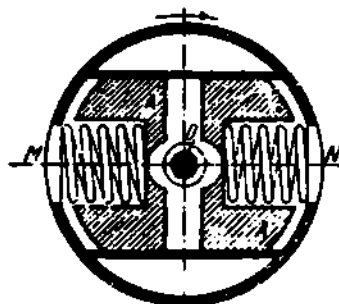
26.28 Խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } v_{\min} = \sqrt{gR \frac{\lg 2 - 1}{1 + \lg 2}}, \quad v_{\max} = \sqrt{gR \frac{\lg 2 + 1}{1 - \lg 2}},$$

26.31. Թափանիվների խզումից առաջացած դժբախտ զեպքերից խուսափելու համար կապմակերպվում է հետևյալ հարմարանքը: Թափանիվի զոդում տեղափոխվում է Λ մարմինը, որը ներսում պահվում է նրա S զսպանակով, երբ թափանիվի արագությունը հասնում է սահմանային մեծության: Λ մարմինը իր ծալքով դիպչում է CD սոպանակի B ելուստին, որն էլ փակում է գոյորշու մուտքը մեքենայի մեջ: Ինչուք Λ մարմնի զանգվածը հավասար է 1,5 կգ, B ելուստի և հեռավորությունը թափանիվից հավասար է 2,5 սմ, թափանիվի սահմանային անկյունային արագությունը 120 պտույտ է: Որոշել զսպա-



26.31 խեղրին



26.32 խեղրին

նակի անհրաժեշտ C կոշտությունը գործադրելը (ալունքն այն ուժի մեծությունը, որի ազդեցություն տակ զսպանակը սեղմվում է 1 սմ-ով), ենթադրելով, որ Λ մարմնի զանգվածը կենտրոնացված է մի կետում, որի հեռավորությունը թափանիվի պտտման առանցքից՝ նկարում պատկերված դիրքում հավասար է 147,5 սմ:

Պատ.՝ 147,6 Ն/սմ:

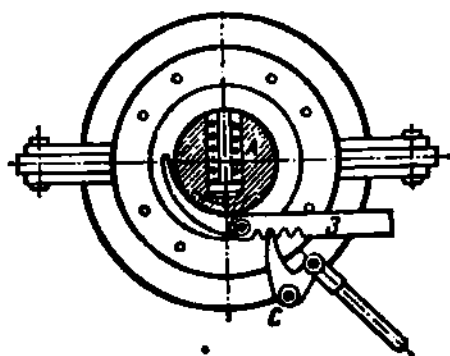
26.32. Կարգավորիչում կան 30 կգ զանգվածով Λ կշռաքարեր, որոնք կարող են սահել MN հորիզոնական ուղղի երկայնքով, այդ կշռաքարերը զսպանակներով միացված են M և N կետերի հետ, կշռաքարերի ծանրության կենտրոնները համընկնում են զսպանակների ծալքերի հետ: Չլարված վիճակում յուրաքանչյուր զսպանակի ծալքի հեռավորությունը նկարի հարթությանը ողղահայաց $()$ առանցքից հավասար է 5 սմ, զսպանակի երկարության փոփոխությունը 1 սմ-ով առաջանում է 200 Ն ուժով: Որոշել կշռաքարերի ծանրության կենտրոնների հեռավորությունը O առանցքից, երբ կարգավորիչը, հավասարաչափ պտտվելով O առանցքի շուրջը, կատարում է 120 պտույտ:

Պատ.՝ 6,53 սմ:

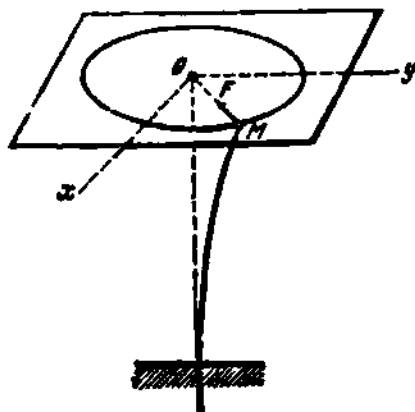
26.33. Ընդհատորինների պահպանելու անջատելիքը բաղկացած է $m=0,225$ կգ զանգվածով Λ մասից, որը տեղափոխված է տուրբինի լիսեռի առաջին մասում տոանցքին ուղղահայաց կերպով շաղափված ռնցրուսի և դեպի ներս սեղմված զսպանակից, մասի ծանրությունը կենտրոնը տուրբինի պտտման $n=1000$ պտ րոպ կանոնավոր արագությամբ պահում լիսեռի պտտման առանցքից դանդաղ է $\omega=5$ մմ հեռավորություն վրա: Պատշաճների թիվը 10, ուղի մեծացնելիս մասը հաղթահարում է զսպանակի հակադրությունը, իր կանոնավոր վիճակից հետ է լքվում $x=4$ մմ հեռավորությամբ, բռնում է 13 լծակի ծայրը և ազատում C շնիկին, որը լծակների համակարգով կապված է տուրբինի շեկերաշիխի մեխանիզմի փականը փակող զսպանակի հետ: Որոշել Λ մասի պահող զսպանակի կոշտությունը, ախտնքն նրան 1 սմ-ով սեղմելու համար անհրաժեշտ ուժը, ընդունելով զսպանակի հակադրություն համեմատական նրա սեղմմանը:

Պատ.՝ $c=89,2$ Ն/սմ:

26.34. III զանգվածով կետը շարժվում է $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ էլիպսով, կետի արագացումը գողահեռ է y առանցքին: $t=0$ պահին կետի



26.33 խնդրին



26.34 խնդրին

կոորդինատները եղել են $x=0$, $y=b$, սկզբնական արագությունը՝ v_0 : Որոշել շարժվող կետի վրա ազդող ուժը նրա հեռավոր լուրջքսեղչուր կետում:

Պատ.՝ $F_y = -m \frac{v_0^2 b^3}{a^2 y^3}$

26.35. III զանգվածով զնդիկը ամրացված է ուղղաձիգ առանցքային ձողի ծայրին, որն իր ստորին ծայրով սեղմված է անշարժ հե-

նախքան իր տեղյաժիգ համասարակչության գիրքից ծագի ոչ մեծ շեղումների զննարկում մոտավորապես կարելի է ընդունել, որ զննչիկի կենտրոնը շարժվում է իր վերին համասարակչության գիրքով անդնող (1)XV տրիգոնական հարթություն մեջ: Որոշել այն ուժի փոփոխման օրենքը, որով ծովածաղկապան ծաղր ապրում է զննչիկի վրա, եթե որպես կոորդինատների սկզբնակետ ընդունված համասարակչություն իր գիրքից հանված զննչիկը շարժվում է $x = a \cos kt$, $y = b \sin kt$ համաստորությունների համաձայն, որտեղ a -ն, b -ն, k -ն հաստատուն մեծություններ են:

Պատ.՝ $F = mk^2 r$, որտեղ $r = \sqrt{x^2 + y^2}$,

§ 27. Ծարժման դիֆերենցիալ հավասարումները

ա) Ուղղագիծ շարժում

27.1. Քարն ընկնում է հանքանոր առանց սկզբնական արագության: Հանքանորի հատակի հետ քարի հարվածի ծախքը լսվում է նրա տեղումն աչախից 6,5 մ հեռու: Չախի արագությունը համասար է 330 մ/վ: Գտնել հանքանորի խորությունը:

Պատ.՝ 17,5 մ:

27.2. Մանր մարմինը իջնում է հորիզոնի նկատմամբ 30 անկյան տակ թեքված ողորկ հարթությամբ: Գտնել, թե որքան ժամանակում մարմինը կանգնի 9,6 մ ճանապարհը, եթե սկզբնական պոչին նրա արագությունը համասար է եղել 2 մ/վ:

Պատ.՝ 1,61 մ:

27.3. Հրանոթից կրակելիս արկը գորս է թռչում 370 մ/վ հորիզոնական արագությամբ: Լկրկի դանդաժորն 6 կգ է: Ինչպիսի՞ մեծությունների վառողջալին զազերի միջին ճնշումը, եթե արկը հրանոթի ներսում անցնում է 2 մ: Ինչքա՞ն ժամանակ է արկը շարժվում հրանոթի փողում, եթե զազերի ճնշումն ընդունենք հաստատուն:

Պատ.՝ $P = 4,8 \times 10^5$ Ն, $t = 0,007$ մ:

27.4. Ուղղանկյուն մարմինը ստացած հրման հետեանցով անհորիզոնական հարթության վրայով 5 մ/վ անցավ $s = 21,5$ մ հեռավորություն և կանգ առավ: Որոշել ի շփման գործակիցը:

Պատ.՝ $\mu = 0,2$:

27.5. Որքա՞ն ժամանակում և ի՞նչ հեռավորության վրա կարող է արգելակով կանգնեցվել հորիզոնական ճանապարհով 10 մ/վ արագությամբ ընթացող տրամվայի վագոնը, եթե արգելակման ժամանակ 251

առու շտապած, արժման դիմադրությունը կազմում է վազոնի կշռի 0,3 մասը:

Պատ.՝ $1=3,4$ մ, $s=17$ մ:

27.6. Ստաչին մոտափրությունը հետագլխի զիմադրությունը ընդունելով հաստատուն, որոշել զաշտաչին թնդանոթի փողի հետագման տեղությունը, եթե հետագման սկզբնական արագությունը հազասար է 10 մ/վ. իսկ հետագման միջին հեռավորությունը՝ 1 մ:

Պատ.՝ 0,2 մ:

27.7. Մանր կետը բարձրանում է հորիզոնի հետ $x=3t$ անկյուն կազմող անհարթ թևի հարթությունում: Մկրյնական պահին կետի աբադությունը հազասար է եղել $v_0=15$ մ/վ: Նիման դործակիցը՝ $1=11$, ինչպիսի՝ ճանապարհ կանցնի կետը մինչև կանգառնելը: Որքան՝ մամանակում կանցնի կետը ալդ ճանապարհը:

Պատ.՝ $s=19,57$ մ, $t=2,61$ վ:

27.8. $\alpha=10^\circ$ թեքություն ունեցող ողղակի լեկաթուղով բնթանում է վազոնը հաստատուն արագությունում: Նիման զիմադրությունը բնդունելով համեմատական նորմալ ճնշմանը, որոշել վազոնի արագությունը և շարժման սկզբելուց 20 մ հետո նրա արագությունը եթե նա սկսել է զլորվել առանց սկզբնական արագություն $\beta=15$ թեքության անկյուն ունեցող ճանապարհով: Որոշել նաև, թե ի՞նչ ճանապարհ կանցնի վազոնը ալդ մամանակամիջոցում:

Պատ.՝ $a=\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos \alpha}$ $g=0,867$ մ/վ, $v=\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos \alpha}$ $gt=17,37$ մ/վ,

$s=\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\cos \alpha} \frac{gt^2}{2}=173,5$ մ:

27.9. Գտնել 10 կգ կանգված և $r=8$ սմ շառագիղ ունեցող պնդի անկման ամենամեծ արագությունը, ընդունելով, որ սզի զիմադրությունը հազասար է $R=k\alpha^2$, որտեղ α -ն շարժման ալադությունն է, α -ն՝ շարժման ողղությունը ողղահայաց հարթության վրա մարմնի պրոեկցիայի մակերևուր, և k -ն՝ թվային գործակից, որը կախված է մարմնի ձևից և գնդի համար ունի 0,24 Ն. վճ, մ՝ արմեյր:

Պատ.՝ $v_{max}=142,5$ մ/վ:

27.10. Երկրաշափոթեն հազասար և համառոտ երկու պնդեր պատրաստված են տարբեր նյութերից: Գնդերի նյութերի խտությունները համապատասխանաբար հազասար են γ_1 և γ_2 : Երկու պնդերն էլ ընկնում են սզում: Միջադալրի զիմադրությունը ընդունելով համեմատական արագության չառակասուն, որոշել պնդերի առավելագույն արագությունների հարաբերությունը:

$$Q_{\text{max}} = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{max}}} \sqrt{\frac{33}{12}}$$

27.11. Լերազընթաց վայրէջքի ժամանակ 90 կգ զանգված ունեցող զահուկորգը սահեց 45°-ի թեքությունից՝ առանց հրվելու ձեռնափայտերով: Դահուկների և ձյան միջև չփան գործակիցը՝ $\mu=0,1$: Ողի զիմացությունը զահուկորգի շարժմանը համեմատական է զահուկորգի արագության քառակուսուն և 1 մ վ արագության զեպքում հավասար է 0,633 Ն: Ի՞նչ ամենամեծ արագություն կարող է զարգացնել զահուկորգը: Որքանո՞վ կմեծանա առավելագույն արագությունը: Եվ՞նք ընտրելով լավագույն յառք, զահուկորգը փոքրացնի չփման պորժակիցը մինչև 0,03:

Պատ.՝ $V_{\text{max}}=29,73$ մ վ, արագությունը կմեծանա մինչև $V_{\text{max}}=30,55$ մ վ:

27.12. Նախը չափվում է՝ հաղթահարելով ջրի զիմացությունը, որը համեմատական է արագության քառակուսուն և 1 մ վ արագության զեպքում հավասար է 1200 Ն: Պտտակների հենակների ուժը ուղղված է շարժման արագությանը և փոփոխվում է $T=12$ ·

$$10 \cdot \left(1 - \frac{v}{38}\right) \text{ Ն, որենքով, որտեղ } v\text{-ն նախը արագությունն է՝ ար-$$

տահայտված մ վ-ով: Որոշել լայն ամենամեծ արագությունը, որը կարող է զարգացնել նախը:

Պատ.՝ $V_{\text{max}}=20$ մ վ:

27.13. Ինքնաթիռը թռչում է հորիզոնական. Ողի զիմացությունը համեմատական է արագության քառակուսուն և 1 մ վ արագության զեպքում հավասար է 0,5 Ն: Քարշի ուժը հաստատուն է, հավասար է 3000 Ն և թռիչքի ուղղության հետ կազմում է 10° անկյուն: Որոշել ինքնաթիռի ամենամեծ արագությունը:

Պատ.՝ $V_{\text{max}}=246$ մ վ:

27.14. 10⁴ կգ զանգվածով ինքնաթիռը վայրէջք է կատարում հորիզոնական դաշտում զահուկների վրա: Ողաչուն վայրէջք կատարելու պահին ինքնաթիռը մակերևույթին մոտեցնում է առանց ուղղածից արագության և ուղղանից արագացման: Ճակատային զիմացության ուժը համեմատական է արագության քառակուսուն և 1 մ վ արագության զեպքում հավասար է 10 Ն: Լեքամբարձ ուժը համեմատական է արագության քառակուսուն և 1 մ վ արագության զեպքում հավասար է 30 Ն: Որոշել ինքնաթիռի վազընթացի երկարությունը և ժամանակը մինչև կանգառնելը, ընդունելով չփման գործակիցը՝ $\mu=0,1$:

Պատ.՝ $S=909,3$ մ, $T=38,7$ վ:

27.15. Ինքնաթիռը սկսում է ուղղաձիգ վայրասլացք, առանց ակերնական ուղղաձիգ արագություն: Օդի դիմադրությունը ուժը համեմատական է արագության քառակուսուն: Գտնել ավելի պահին ուղղաձիգ արագություն, անգամ ճանապարհի և վայրասլացի առավելագույն արագություն միջև եղած կախվածությունը:

$$\text{Պատ.՝ } v = v_{\text{max}} \sqrt{1 - e^{-\frac{2g \sqrt{v_0}}{v_{\text{max}}}}}$$

27.16. Ինչ էլ ի քարձրություն և ինչքան է ժամանակում կրարձրանա ը կշիռ տնեցող մարմինը, որը v_0 արագությամբ ուղղաձիգ նետված է ղեպի վեր, եթե օդի դիմադրությունը կարող է արտահայտվել $k^2 v^2$ բանաձևով, որտեղ v -ն մարմնի արագության մեծությունն է:

$$\text{Պատ.՝ } H = \frac{\ln(v_0^2 k^2 + 1)}{2gk^2}, \quad T = \frac{\text{arctg } kv_0}{kg},$$

27.17. 20 մ վ արագությամբ ուղղաձիգ ղեպի վեր նետած 2 կգ կշիռ տնեցող մարմինը կրում է օդի դիմադրությունը, որը v մ/վ արագության զեպքում հավասար է 0,4 Ն: Գտնել, թե քանի վայրկյան հետո մարմինը կհասնի ամենաբարձր դիրքին:

$$\text{Պատ.՝ } 1.7 \text{ վ:}$$

27.18. Անշարժ ստղանապր ստանալով մի փոքր Բ քաղաական լողունություն, սուզվում է որոշ խորությամբ՝ շարժվելով համընթաց: Ջրի դիմադրությունը ոչ մեծ քաղաական լողունության ղեպքում կարելի է ընդունել համեմատական խորասուզման արագության առաջին աստիճանին և հավասար kSV , որտեղ k -ն համեմատականության գործակից է S -ը՝ նավակի հորիզոնական պրոյեկցիայի մակերևույթ, V -ն՝ խորասուզման արագության մեծությունը: Նավակի զանգվածը հավասար է M : Որոշել խորասուզման v արագությունը, եթե $t=0$ ղեպքում արագությունը՝ $v_0=0$:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{P}{kS} \left(1 - e^{-\frac{kS}{M} t} \right),$$

27.19. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել խորասուզվող նավակի անցած z ճանապարհը T ժամանակամիջոցում:

$$\text{Պատ.՝ } z = \frac{P}{kS} \left[T - \frac{M}{kS} \left(1 - e^{-\frac{kS}{M} T} \right) \right],$$

27.20. Ինչպիսի՞ն պետք է լինի պտուտակի T հաստատուն քարշը ինքնաթիռի հորիզոնական թռիչքի ղեպքում, որպեսզի ինքնաթիռը՝ թռչելով S մետր, մեծացնի իր արագությունը v_0 մ/վ-ից

մինչև v_1 մ.վ. Պտտական յուրյը ուղղված է թուխքի արագությունը՝
 ճակատային դիմադրության ուժը որն ուղղված է արագության
 հակառակ կողմը, համեմատական է արագության քառակուսուն և նրա
 1 մ.վ. արժեքի ղեպքում հավասար է 1 ն: Լնքնությունի պաշտոնը
 Մ կգ է:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{u \left(v_0^2 - v_1^2 e^{\frac{2\gamma}{u}} \right)}{1 - e^{\frac{2\gamma}{u}}} \text{ ն,}$$

27.21. 10⁴ կգ դանդաղացող նավը շարժվում է 16 մ.վ. արագությ-
 լամբ: Ջրի դիմադրությունը համեմատական է նավի արագության
 քառակուսուն և նրա 1 մ.վ. արժեքի ղեպքում հավասար է 3 Ն: Լն-
 քն հեռավորություն կանցնի նավը՝ նախքան նրա արագությունը
 դառնա հավասար 4 մ.վ: Լնքն առն ժամանակում նավը կանցնի այդ
 հեռավորությունը:

$$\text{Պատ.՝ } s = 46.2 \text{ մ. } T = 6.25 \text{ վ:}$$

27.22. Մարմինը ընկնում է սղում առանց սկզբնական ախ-
 դություն: Օդի դիմադրությունը՝ $R = kv^2$, որտեղ v -ն մարմնի արա-
 գության մեծությունն է, k -ն՝ մարմնի կշիռը: Լնչալիսի և կիլի մար-
 մինի արագությունը շարժման սկզբից և ժամանակ անցնելուց հետո
 Լնչալիսին է արագության սահմանային արժեքը:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{1}{k} \frac{e^{kv_1} - e^{-kv_1}}{e^{kv_1} + e^{-kv_1}}, \quad v_\infty = \frac{1}{k}:$$

27.23. 1,5 · 10⁴ կգ դանդաղացող նավը հազթահարում է ջրի դիմա-
 դրությունը, որը հավասար է $R = \alpha v^2$ ն, որտեղ v -ն նավի արագու-
 թյունն է մ.վ.ով, իսկ α -ն 1200-ի հավասար հաստատուն պրծա-
 կից է: Պտտականների հեռավորների ուժը ուղղված է արագությամբ
 շարժման կողմը և փոփոխվում է $T = 1,2 \cdot 10^4 \left(1 - \frac{v}{33} \right)$ ն, որենչով
 Գտնել նավի արագության կախվածությունը ժամանակից, եթե սկզբը-
 նական արագությունը հավասար է v_0 մ.վ:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{70v_0 + 20(v_0 + 50)(e^{0.15(1-v)} - 1)}{70 + (v_0 + 50)(e^{0.15(1-v)} - 1)}$$

27.24. Նախորդ խնդրում գտնել անցած ճանապարհի կախվածու-
 թյունը ժամանակից:

$$\text{Պատ.՝ } x = 893 \ln \frac{v_0 + 50}{v + 50} + 357 \ln \frac{v_0}{v - 20} \text{ (մ):}$$

27.25. Էնդեր 27.23-ում գտնել ճանապարհի կախվածությունը ժամանակից $v_0=10$ մ/վ սկզբնական արագության ղեկքում:

$$\text{Պատ.՝ } x = 1250 \ln \frac{(v_0+50)e^{0.50t} + 20 - v_0}{70} - 5t, \quad v_0=10 \text{ մ/վ}$$

$$\text{ղեկքում } x = 1250 \ln \frac{6e^{0.50t} + 1}{7} - 50t$$

27.26. ՍՅԻԿ կղզանդամով վազորն շարժման մեջ է գրվում պասառի երկաթնուղի փող յամու ազդեցության հետեանքով և շարժվում է հորիզոնական ճանապարհով: Վազորն շարժման գիմա-դրությունը հավասար է նրա կշռի 1:200-ին:

Քամու ճնշման ուժը՝ $P=kSv^2$, որտեղ S -ը քամու ճնշմանը ենթարկված վազորնի հետևի պատի մակերեսն է: Ա-ն՝ վազորնի նկատմամբ քամու արագությունը: Իսկ $k=1.2$: Քամու բացարձակ արագու-թյունը՝ $v=12$ մ/վ: Վազորնի սկզբնական արագությունը՝ ընդունելով հավասար գրոյի, որոշել:

1) Վազորնի $v_{\text{ուղ}}$ ամենամեծ արագությունը:

2) ալն T ժամանակը, որը կպահանջվեր ալղ արագությանը հասնելու համար:

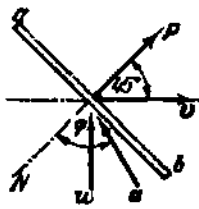
3) Ի նշ x հեռավորության վրա վազորն ձեռք կրերի 3 մ/վ արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } 1) v_{\text{ուղ}}=4.05 \text{ մ/վ}, \quad 2) T=\infty, \quad 3) x=175.5 \text{ մ}:$$

27.27. Գտնել առանց սկզբնական արագության երկրի վրա ընկնող Ու զանդամով կետի շարժման հավասարումը: Օղի ղիմա-դրությունը համեմատական է արագության քառակուսուն: Համեմա-տականության գոյժակիցը հավասար է k -ի:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{m}{k} \ln ch \sqrt{\frac{gk}{m}} t$$

27.28. Ուղեորների հետ միասին $Q=1962$ և կշռող առաջատա-նավը սառուլցի հորիզոնական հարթ մակերևույթով շարժվում է ուղ-ղապիժ՝ առաջատարի վրա քամու ճնշման շնորհիվ, ընդ որում առա-ջատարի ձև հարթությունը շարժման ուղղության հետ կազմում է 45° անկյուն: Քամու $\vec{w}$ բացարձակ արագությունը ուղղահայաց է շարժման ուղղու-թյունը: Քամու ճնշման ուժի P մեծությունը ար-տահայտվում է նյութների բնածեղով՝ $P=kSu^2 \cos^2 \varphi$, որտեղ φ -ն քամու $\vec{u}$ հարաբերական արագության կազմած անկյունն է առաջատարի հարթության $\vec{N}$



27.28 Խնդրի

աղղահայացի հետ, $S=5$ մ²-ն՝ առաքաստի մակերեսի մեծությունը, $k=0,113$ մ²՝ փորձից ստացված զործակից, $\bar{P}$ ուժը ուղղահայաց է ձև հարթությանը, l կենտրոնից շփումը, q տեսլ 1) լնչպիսի՝ v_{max} ամենամեծ արագություն կարող է ստանալ առաքաստի առանկը, 2) սլիք արագության ղեկված ի նշ x տեկյուն է կազմում կալմի վրա տեղավորված հողմացույցը առաքաստի հարթության հետ, 3) ի նշ x_1 ճանապարհ պետք է անցնի առաքաստի առանկը, որպես պի ձևույ բերի $v = \frac{2}{3} \omega$ արագություն, եթե նրա սկզբնական արագությունը

հավասար է զրոյի:

Պատ.՝ 1) $v_{max} = \omega$, 2) $x = 0$, 3) $x_1 = 88.5$ մ:

27.29. Տրամվայ վարողը աստիճանաբար միացնելով հոսանքափոխիչը մեծացնում է վագոնի շարժիչի հզորությունն ալնպես որ քարշի ուժը զրոյից աճում է ժամանակին համեմատական՝ լուրաքանչյուր վայրկյանի ընթացքում մեծանալով 1200 Ն-ով: Գտնել, անցած ճանապարհի կախվածությունը վագոնի շարժման ժամանակից հետևյալ տվյալների ղեկված. վագոնի զանգվածը 1000 կգ է, շրփման դիմադրությունը հաստատուն է և կազմում է վագոնի կշռի 0,02-ը, իսկ սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի:

Պատ.՝ Շարժումը սկսվում է հոսանքի միացումից 1.635 վ հետո $s = 0.02$ (t - 1.635)² մ օրենքով:

27.30. 1 կգ զանգվածով մարմինը շարժվում է $F = 10(1 - t)$ Ն փոփոխական ուժի ազդեցության տակ, որտեղ t ժամանակը վայրկյաններով է: Գտնել՝ վայրկյան հետո մարմինը կանգ կառնի, եթե մարմնի սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = 20$ մ/վ, և ուժը ուղղված է համընկնում է մարմնի արագության հետ: Ի նշ ճանապարհ կանգնի մարմինը մինչև կանգառնելը:

Պատ.՝ $t = 3.736$ վ, $s = 60.6$ մ:

27.31. m զանգվածով նյութական կետը կատարում է ուղղածիզ շարժում $F = F_0 \cos \omega t$ օրենքով փոփոխվող ուժի ազդեցության տակ, որտեղ F_0 -ն և ω -ն հաստատուն մեծություններ են: Սկզբնական պահին կետն ունեցել է $x_0 = v_0$ արագություն: Գտնել կետի շարժման հավասարումը:

Պատ.՝ $x = \frac{F_0}{m\omega^2}(1 - \cos \omega t) + v_0 t$

27.32. e էլեկտրական լիցք կրող m զանգվածով մասնիկը զրոյնքվում է $E = A \sin kt$ (A -ն և k -ն արված հաստատուններ են) փոփոխական լարվածություն ունեցող համասեռ էլեկտրական դաշտում: Որոշել մասնիկի շարժումը, եթե հայտնի է, որ էլեկտրական դաշտում

մասնիկի վրա ազդում է $\vec{E}$ լարվածության կողմն ուղղված $\vec{E} = eE$ ուժը: Նանրության ուժի ազդեցությունը անտեսելու Մասնիկի սկզբնական դիրքը ընդունելու կոորդինատները սկզբնական մասնիկի սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{eA}{mk} \left(t - \frac{\sin kt}{k} \right),$$

27.33. Որոշել ծանր գնդիկի շարժումը երկրի կենտրոնով անցնող Երեւակայական ուղղագիծ անցքով, եթե ընդունենք, որ երկրագնդի ներսում ձգողության ուժը համեմատական է շաբվող կետի հեռավորությանը երկրի կենտրոնից և ուղղված է դեպի այդ կենտրոնը: Ղեկից բաց է թողնված անցքի մեջ երկրի մակերևույթից առանց սկզբնական արագության: Որոշել նաև գնդիկի արագությունը երկրի կենտրոնով անցնելիս և մինչև այդ կենտրոն շարժման ժամանակը: Երկրի շառավիղը հավասար է $R=6,37 \cdot 10^6$ մ, երկրի մակերևույթի վրա ձգողության ուժի արագացումն ընդունելու հավասար $g=9,8$ մ/վ²:

Պատ.՝ Գնդիկի հեռավորությունը երկրի կենտրոնից փոփոխվում է $x=R \cos \sqrt{\frac{g}{R}} t$ տրենքով, $v=7.9 \cdot 10^3$ մ/վ, $T=1266,4$ վ=21.1 րոպ:

27.34. Մարմինն ընկնում է երկրի վրա h բարձրությունից առանց սկզբնական արագության: Օդի դիմադրությունը անտեսելու իսկ երկրի ձգողության ուժը ընդունելու երկրի կենտրոնից մարմնի տնկյած հեռավորության քառակուսուն հակադարձ համեմատական: Իսկա՞նք T ժամանակը, որն անցնելուց հետո մարմինը կհասնի երկրի մակերևույթին: Ի՞նչ v արագություն ձեռք կրերի նա այդ ժամանակում: Երկրի շառավիղը հավասար է R , ծանրության ուժի արագացումը երկրի մակերևույթի մոտ հավասար է g :

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{2gRh}{R+h}},$$

$$T = \frac{1}{R} \int_0^h \sqrt{\frac{R+h}{2g}} \left(\sqrt{Rh} + \frac{R+h}{2} \arccos \frac{R-h}{R+h} \right) dy,$$

27.35. m զանգվածով նյութական կետը կենտրոնից վանվում է հեռավորությանը համեմատական ուժով (համեմատականության գործակիցը mk_2 է): Միջավայրի դիմադրությունը համեմատական է շարժման արագությանը (համեմատականության գործակիցը $2mk_1$ է): Սկզբնական պահին կետը գտնվել է կենտրոնից a հեռավորության վրա և այդ պահին նրա արագությունը հավասար է եղել զրոյի: Դրանից կետի շարժման օրենքը:

$$\text{Պատ.՝ } \bar{x} = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} (\alpha e^{\alpha} + \beta e^{-\alpha}), \text{ որտեղ } \alpha = \sqrt{k_1^2 + k_2^2 + k_1}, \beta = \\ = \sqrt{k_1^2 + k_2^2 - k_1}.$$

27.36. III գանգվածով կետը հանգստի վիճակից սկսում է շարժվել $x = \frac{1}{2} g t^2$ դիրքից աղղապիծ (x առանցքի երկայնքով) ղեպի կոորդինատների սկզբնական ուղղված և $R = x^2$ օրենքով փոփոխվող ձգողության ուժի ազդեցության տակ: Դառնել մամանակի x լինելից, երբ կետը լինում է $x_1 = \beta/2$ դիրքում: Որոշել կետի արագությունը ալիք դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ } v_1 = \frac{g^3}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{m}{g}} \left(1 + \frac{\pi}{2}\right), \quad v_2 = \sqrt{\frac{2x}{m\beta}}.$$

27.37. III գանգվածով կետը հանգստի վիճակի $x_1 = a$ դիրքից սկսում է շարժվել ուղղապիծ կոորդինատների սկզբնական առանցքի հեռավորության համեմատական $F_x = -C_1 m x$ ձգողության ուժի և հեռավորության իւրաքանչիւր համեմատական վանման $Q_x = C_2 m x^2$ ուժի ազդեցության տակ: C_1 -ի, C_2 -ի, a -ի ինչպիսի՞ հարաբերության ղեպում է կետը հասնում կոորդինատների սկզբնականին և կանգ է առնում:

$$\text{Պատ.՝ } C_2 = \frac{1}{2} C_1 a^2.$$

27.38. Մարմինը անհամասեռ միջավայրում շարժվելիս դիմադրության ուժը փոփոխվում է $F = -\frac{2v^2}{3+s}$ և օրենքով, որտեղ v -ն մարմնի արագությունն է մ,վ-ով, s -ը անցած ճանապարհն է մետրերով: Որոշել անցած ճանապարհը որպես մամանակի ֆունկցիա, եթե սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = 5$ մ,վ:

$$\text{Պատ.՝ } S = 3[\sqrt{5t+1} - 1] \text{ մ.}$$

բ) Կարագիծ շարժում

27.39. Մովսիսը հրաձգում է 18 կգ զանգվածով արկին գուրս է նետում $v_0 = 700$ մ/վ արագությամբ արկի իրական հետապիծը օդում՝ նկարում պատկերված է երկու դեպքում:

1) երբ հրաձգի առանցքի կազմած անկյունը հորիզոնի հետ հավասար է 45° և 2) երբ ալիք անկյունը հավասար է 75° -ի: Նշված երկու դեպքերից յուրաքանչյուրի համար որոշել, թե քանի կիլոմետր

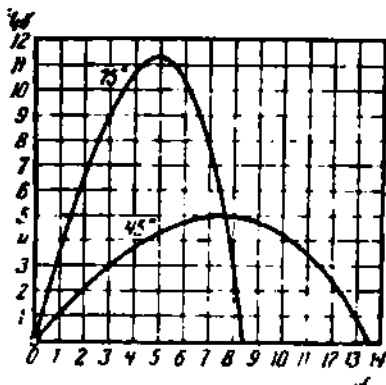
րով կմեծանար թռիչքի բարձրությունը և հեռավորությունը: Եթե արկը չկրեր օդի դիմադրությունը:

Պատ.՝ Բարձրության մեծացումը՝ 1) 7,5 կմ, 2) 12 կմ: Հեռավորության մեծացումը՝ 1) 30,5 կմ, 2) 16,7 կմ:

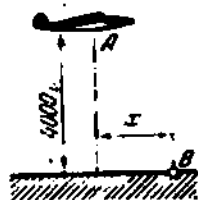
27.30. Ա ինքնաթիռը թռչում է Երկրի մակերևույթից 4000 մ բարձրության վրա՝ 140 մ/վ հորիզոնական արագությամբ: Տվյալ B կետից հորիզոնական ուղիղով շարժված ինչպիսի՝ V հեռավորության վրա պետք է ինքնաթիռից նետվի առանց սկզբնական հարաքերական արագության ունեւնալ, որպեսզի նա ընկնի այդ կետը: Որի դիմադրությունը անտեսել:

Պատ.՝ $x = 4000$ մ:

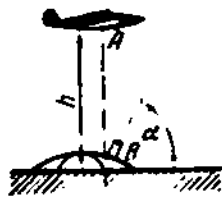
27.41. Ա ինքնաթիռը թռչում է Երկրի մակերևույթից h բարձրության վրա՝ V հորիզոնական արագությամբ:



27.39 խնդրին



27.40 խնդրին



27.41 խնդրին

B հրանքից ինքնաթիռի վրա կատարված է կրակոց այն պահին, երբ ինքնաթիռը հրանքի հետ պտնվում է միևնույն ուղղվածքի վրա: Գտնել՝ 1) ինչպիսի՝ պայմանի պետք է ըսվարարի արկի v_0 սկզբնական արագությունը, որպեսզի նա գիպչի ինքնաթիռին, և 2) հորիզոնի նկատմամբ ինչպիսի՝ α անկյան տակ պետք է կատարվի կրակոցը: Օդի դիմադրությունը անտեսել:

Պատ.՝ 1) $v_0 \geq v_1^2 + 2gh$, 2) $\cos \alpha = \frac{v_1}{v_0}$:

27.42. Արկի ամենամեծ հորիզոնական հեռավորությունը հաճախար է L-ի: Որոշել նրա 1) հորիզոնական հեռավորությունը $\alpha = 30^\circ$ նետման անկյան դեպքում և հետագծի 1) բարձրությունը այդ դեպքում: Օդի դիմադրությունը անտեսել:

Պատ.՝ $l = \frac{\sqrt{3}}{2}L$, $h = \frac{L}{8}$:

27.43. α նետման անկյան դեպքում արկը ունի l , հորիզոնական

հեռավորության Որոշել հորիզոնական հեռավորությունը 2-ին հաջադարձ նեոման անկյան զեպրում: Ոգի դիմացությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } l_2 = \frac{l_1}{2 \cos \alpha}$$

27.44. Որոշել հրանքի փողի թևաթվան անկյունը հորիզոնի նկատմամբ, եթե նպատակը հաշտարելով է 32 կմ հեռավորության վրա, իսկ արկի սկզբնական արագությունը՝ $v_0 = 600$ մ/վ. Օգի դիմացությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha_1 = 30^\circ 50', \quad \alpha_2 = 59^\circ 31'$$

27.45. Լուծել նախորդ խնդիրը այն զեպրում, երբ նպատակը գտնվելու է հրետանային դիրքերի մակարդակից 200 մ բարձրության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha_1 = 30^\circ 50', \quad \alpha_2 = 59^\circ 31'$$

27.46. Օ կետում գտնվող հրետանուց կատարելիքն կրակոց հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ $\overline{v_0}$ սկզբնական արագությամբ Միամամանակ λ կետից, որը հորիզոնականով հաշված (λ) կետից գտնվում է l հեռավորություն վրա, կատարելիքն կրակոց ուղղաձիգ զեպի վեր: Որոշել, թե ինչպիսի λ_1 սկզբնական արագությամբ պետք է քաջ թողնել երկրորդ արկը, որպեսզի այն ընդհատվի առաջին արկի հետ, եթե $\overline{v_0}$ արագությունը λ կետը գտնվում են միևնույն ուղղաձիգ հարթության մեջ: Ոգի դիմացությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } v_1 = v_0 \sin \alpha \quad (\text{անկախ } l \text{ հեռավորությունից, } l < \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g})$$

համար:

27.47. Կանել l պահին այն նյութական կետերի դիրքերի երկրաչափական տեղը, որոնք նույն կետից միևնույն v_0 սկզբնական արագությամբ հորիզոնի նկատմամբ բոլոր հնարավոր անկյունների տակ միամամանակ նետված են ուղղաձիգ հարթության մեջ:

Պատ.՝ v_0 շառավղով շրջանագիծ, որի կենտրոնը գտնվում է նեոման կետի ուղղաձիգի վրա և այդ կետից ներքև է $\frac{1}{2} g t^2$ -ով:

27.48. Կանել այն բոլոր պարաբոլական հետագծերի ֆոկուսների երկրաչափական տեղը, որոնք համապատասխանում են միևնույն $\overline{v}$ սկզբնական արագությանը և բոլոր հնարավոր նեոման անկյուններին:

$$\text{Պատ.՝ } x^2 + y^2 = \frac{v_0^2}{4g^2}$$

27.50. v_0 սկզբնական արագությունը հորիզոնի նկատմամբ շահյան առկ նկատված P կշռով մարմինը շարժվում է ծանրության ուժի և սղի R դիմադրությունների ազդեցության տակ: Որոշել մարմնի ամենամեծ և բարձրությունը սկզբնական դիրքի մակարդակից, բնորոշելով դիմադրությունը համեմատական արագության առաջին աստիճանին՝ $R = kP$:

$$\text{Պատ.՝ } h = \frac{v_0 \sin \alpha}{gk} - \frac{1}{gk^2} \ln(1 + kv_0 \sin \alpha),$$

27.50. 27.49 խնդրի պայմաններում գտնել կետի շարժման հավասարմաները:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{v_0^2 \cos \alpha}{kg} (1 - e^{-kx}), \quad y = \frac{1}{kg} \left(v_0 \sin \alpha + \frac{1}{k} \right) (1 - e^{-kx}) - \frac{1}{k},$$

27.51. 27.49 խնդրի պայմանների դեպքում որոշել, թե հորիզոնականով հաշված ինչպիսի S հեռավորության վրա կեաը կհասնի ամենաբարձր դիրքին:

$$\text{Պատ.՝ } S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g(kv_0 \sin \alpha + 1)},$$

27.52. Կլոր ջրավազանի կենտրոնում տեղավորված և վերելից խալ կերպով փակված ուղղանկյալ խողովակում 1 մ բարձրության վրա նրա կողմնային մակերևույթով տրված են անցքեր, որոնցից դուրս են նկատվում ջրի թևք շիթեր հորիզոնի նկատմամբ տարբեր φ անկյունների առկ $\left(\varphi < \frac{\pi}{2} \right)$, շիթի սկզբնական արագությունը հավասար

$$\text{է } v_0 = \sqrt{\frac{14g}{3 \cos \varphi}} \text{ մ/վ. որանգ ց-ն ծանրության ուժի արագացումն}$$

է. խողովակի բարձրությունը 1 մ է: Որոշել ջրավազանի ալն ամեփոքր R շառավիղը, որի դեպքում խողովակից արտանետված ամբողջ ջուրը թափվում է ջրավազանի մեջ՝ որքան էլ որ փոքր լինի նրա պատի բարձրությունը:

$$\text{Պատ.՝ } R = 2.83 \text{ մ.}$$

27.53. Որոշել ալն ծանր նյութական կետի շարժումը, որի զանգվածը հավասար է m -ի, ձգված է գեպի O անշարժ կենտրոն հեռավորությունը ուղիղ համեմատական ուժով: Շարժումը տեղի է ունենում զատարկության մեջ. միավոր հեռավորության վրա ձգողական ուժը

համասար է $k \sin t = 0$ պահին $x=a, y=0$ րեզ լորտ՝ O , առանցքը ուղղաձիգում ուղղված է զեպի ներքև:

$$\text{Պատ.՝ } \text{Էներգանակ առանցքական շարժում } y = \frac{g}{k^2} - \frac{g}{k^2 a} x,$$

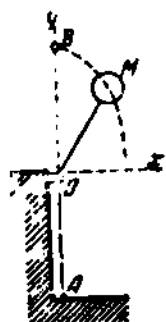
$$|x| \text{ և ուղղի համագծով՝ } x=a \cos kt, \quad y = \frac{g}{k} (1 - \cos kt)$$

27.54. M կանգնածով կետը շարժվում է O կենտրոնից վանման ուժի ազդեցությամբ առկա, որը փոփոխվում է $l=k^2 \sin t$ որևէ k, a որակի t -ը կետի շառավիղ-զիկտորն է: Ուղղանկյուն պահին կետը գտնվել է $M_0(a, 0)$ -ում և անեցիկ է y առանցքին դադարեւ x_0 արագությամբ: Որոշել կետի հետագիծը:

$$\text{Պատ.՝ } \left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{ky}{v_0}\right)^2 = 1 \text{ (հպերբոլ):}$$

27.55. A կետում ամրացված առանցքական թելը անցնում է (1) անշարժ հարթ ուղղով, նրա ազատ ծայրին կապված է M զննչկը, որի զանգվածը համասար է m -ի: Ձգված թելի երկարությունը՝ $l=A(1)$. Թելը t ժող էրկարացնելու համար հարկավոր է կիրառել $k^2 m$ -ին համասար ուժ: Ձգելով թելը AB ուղղով ախպես, որ նրա երկարությունը մեծանա երկու անգամ, զննչկին հաղորդեցին AB ուղղին ուղղահայաց v_0 արագությամբ: Որոշել զննչկի հետագիծը՝ անտեսելով ծանրության ուժի ազդեցությունը և ընդունելով թելի լարումը համեմատական նրա երկարացմանը:

$$\text{Պատ.՝ } էլիպս՝ \frac{k^2 a^2}{v_0^2} + \frac{y^2}{l^2} = 1,$$



27.56. M կետը, որի զանգվածը համասար է m -ի, ձգվում է զեպի $C_1, C_2, \dots, C_n$ անշարժ կենտրոնները հեռավորություններին համեմատական ուժերով: M կետին ձգող ուժը զեպի $C_i (i=1, 2, \dots, n)$ կենտրոն համասար է $k_i m \cdot MC_i$ ն: M կետը և ձգող կենտրոնները գտնվում են Oxy հարթության մեջ: Որոշել M կետի հետագիծը, եթե $t=0$ պահին $x=x_0, y=y_0, \dot{x}=0, \dot{y}=v_0$: Մանրամասն ուժի ազդեցությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } էլիպս՝ \left(\frac{x-x_0}{x_0-a}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{y_0}\right)^2 = 1$$

27.55 խնդիր

$$\left[\frac{x-a}{x_0-a} / (b-y_0) \right]^2 \frac{k}{x_0} = 1. \text{ որտեղ } a = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n k_i x_i, \quad b = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n k_i y_i, \quad k = \sum_{i=1}^n k_i$$

27.57. M կետը ձգվում է դեպի C_1 և C_2 երկու կենտրոններ հեռավորություններին համեմատական ուժերով՝ $\text{km} \cdot MC_1$ և $\text{km} \cdot MC_2$. C_1 կենտրոնը անշարժ է և գտնվում է կոորդինատների սկզբնականում, իսկ C_2 կենտրոնը հաժախաբաշարի շարժվում է Ox առանցքով, այնպես որ $x_2 = 2(a + bt)$. Գտնել M կետի հետագիծը, ընդունելով, որ $t=0$ պահին M կետը գտնվում է xy հարթության մեջ, նրա կոորդինատներն են $x=a$ և որոշությունն ունի $x=z=b$, $y=a(1)$ պրոյեկցիաները:

Պատ.՝ Պտուտակադիծ, որը գտնվում է Ox -ը առանցք ունեցող էլիպսական գլանի վրա, իսկ հավասարումն ունի $\frac{y^2}{a^2} + \frac{2kz^2}{b^2} = 1$ տեսքը.

պտտմանի թալլը հավասար է $\pi b \sqrt{\frac{2}{k}}$.

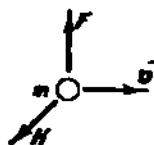
27.58. m դանդաղած ունեցող և բացասական էլեկտրականության e լիցք կրող մասնիկը մուտք է գործում $\vec{E}$ լարվածություն ունեցող համասեռ էլեկտրական դաշտը V_0 արագությունով, որը ուղղահայաց է դաշտի լարվածության ուղղությանը: Որոշել մասնիկի հետագա շարժման հետագիծը՝ իմանալով, որ էլեկտրական դաշտում նրա վրա ազդում է $\vec{F}$ լարվածության հակառակ կողմն ուղղված $\vec{F} = e\vec{E}$ ուժը. ժանրության ուժի ազդեցությունը անտեսել:

Պատ.՝ Գարաբույ, որի պարամետրը հավասար է $\frac{mv_0^2}{eE}$.

27.59. m դանդաղած ունեցող և բացասական էլեկտրականության e լիցք կրող մասնիկը մուտք է գործում $\vec{H}$ լարվածություն ունեցող համասեռ մագնիսական դաշտ $\vec{V}_0$ արագությամբ, որը ուղղահայաց է դաշտի լարվածության ուղղությանը: Որոշել մասնիկի հետագա շարժման հետագիծը՝ իմանալով, որ մասնիկի վրա ազդում է $\vec{F} = -e(\vec{v} \times \vec{H})$ ուժը:

Լուծման ժամանակ հարմար է օգտվել հետագծի շոշափողի և գլխավոր նորմալի վրա կետի շարժման՝ պրոյեկցիաներով ստացված հավասարումներից:

Պատ.՝ Շրջանագիծ՝ $\frac{mv_0}{eH}$ շառավղով:



27.59 խնդրին

27.60) Որոշել e էլեկտրական լիցք կրող և m զանգված ունեցող մասնիկի շարժման հետաքիթը, եթե մասնիկը մտաք է պոտեն. $E = E_0 \cos kt$ (E_0 -ն և k -ն տրված հաստատուններ են) փոփոխական լարվածությամբ համառոտ էլեկտրական դաշտ V_0 արագությամբ, որը ուղղահայաց է դաշտի, լարվածության ուղղությանը, ժանրության ուժի ազդեցությունը անտեսելու էլեկտրական դաշտում մասնիկի վրա ազդում է $\vec{F} = -e\vec{E}$ ուժը:

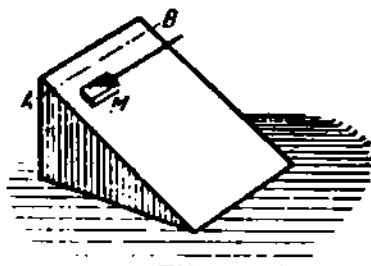
Պատ.՝ $y = -\frac{eA}{mk^2} \left(1 - \cos \frac{k}{v_0} x \right)$, որանդ y առանցքը ուղղված է

է դաշտի լարվածությամբ, կոորդինատների սկզբնակետը համընկնում է դաշտում կետի սկզբնական դիրքի հետ:

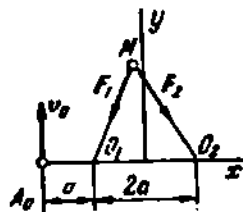
27.61. Ունեաւթ թեք հարթության վրայով շարժվում է M ծանր մարմինը, որը թելի միջոցով մշտապես ձգվում է հորիզոնական ուղղությամբ AB ուղղին պոպահեւ: Մի ինչ-որ պահից մարմնի շարժումը դադարում է ուղղադիմ և հավասարաչափ, ինչ որում արագության երկու փոփոխողահայաց բաղադրիչներից ալն մեկը, որը AB -ին զուգահեւ է ուղղված, հավասար է 12 սմ/վ: Որոշել արագության v , երկրորդ բաղադրիչը, ինչպես նաեւ թելի T լարումը հետեւյալ տվյալների գեպքում. հարթության թեքությունը՝ $\text{tg } \alpha = 1,30$, շփման գործակիցը՝ $\mu = 0,1$, մարմնի զանգվածը 30 կգ է:

Պատ.՝ $v_2 = 4,24$ սմ/վ, $T = 27,7$ Ն:

27.62. m զանգվածով M կետը դառնվում է գեպի O_1 և O_2 անշարժ կենտրոններն ուղղված երկու ձգման ուժերի ազդեցության տակ (տես նկարը): Ուղղ ուժերի մեծությունը համեմատական է O_1 և O_2



27.61 խնդիր



27.62 խնդիր

կետերից ունեցած հեռավորությունը: Համեմատականության գործակիցը միևնույնն է և հավասար է C -ի: Շարժումը սկսվում է A_0 կետից O_1O_2 գծին ուղղահայաց v_0 արագությամբ: Որոշել, թե ինչպիսի հետապնդ լցծի M կետը: Դառնել մամանակի ալն պահերը, երբ նա հա-

տում է (O_2) գծի ուղղությամբ, և հաշվել նրա կոորդինատները ժամանակի ալի պահերին: Այս կետից մինչև γ առանցքը եղած հեռավորությունը հավասար է $2a$ -ի:

$$\text{Պատ.՝ էլիպս՝ } \frac{x^2}{(2a)^2} + \frac{y^2}{\left(\frac{v_0}{k}\right)^2} = 1, \text{ որտեղ } k = \sqrt{\frac{2\pi}{m}},$$

$$t=0, \quad x_0=-2a, \quad y_0=0,$$

$$t_1 = \frac{\pi}{k}, \quad x_1=2a, \quad y_1=0,$$

$$t_2 = \frac{2\pi}{k}, \quad x_2=-2a, \quad y_2=0 \text{ և այլն:}$$

Ուստի ժամանակը, որի ընթացքում կետը գծում է էլիպս, $T = \frac{2\pi}{k}$:

27.63. III դանդաղացող Λ կետի վրա, որը շարժումն սկսում է $\vec{r} = \vec{r}_0$ (դիրքից, որտեղ $\vec{r}$ -ը կետի շառավիղ-վեկտորն է) $\vec{r}_0$ -ին ուղղահայաց v_0 արագությամբ, ապա գծում է գեղի O կենտրոնն ուղղված և նրանից ունեցած հեռավորությունը համեմատական ձգման ուժը: Համեմատականության պորժակիցը հավասար է mC_1 -ի: Բացի այդ, կետի վրա ազդում է mC_2 հաստատուն ուժը: Գտնել կետի շարժման հավասարումը և հետազոտել: Լնայիսի՝ն պետք է լինի C_1/C_2 հարաբերությունը, որպեսզի շարժման հետազոտել անցնի O կենտրոնի վր:

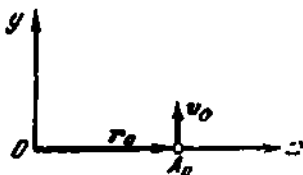
$$\text{Պատ.՝ 1) } r = \frac{c}{c_1} r_0 + \frac{v_0}{\sqrt{c_1}} \sin \sqrt{c_1 t} + r_0 \left(1 - \frac{c}{c_1}\right) \cos \sqrt{c_1 t},$$

$$2) \left[\frac{x - \frac{c}{c_1} r_0}{r_0 \left(1 - \frac{c}{c_1}\right)} \right]^2 + \left(\frac{y}{v_0} \right)^2 = 1,$$

ձ) կետը կանցնի O կենտրոնով, եթե $C_1/C_2 = 2$.

Բ) կետը կանցնի O կենտրոնով $r_0 = -v_0$ արագությամբ ժամանակի $t = \pi/\sqrt{C_1}$ պահին:

27.64. III դանդաղացող ժանր կետը ընկնում է $t=0$ պահին $x_0=1$, $y_0=h$ կոորդինատներով որոշվող դիրքից ժանրության ուժի (զուգահեռ γ առանցքին) և γ առանցքից ունեցած հեռավորությանը համեմատական (համեմատականության պորժակիցը C է) ու նրանից վա-



27.63 ինքրին

նոգ ուժի ազդեցության տակ, կետի սկզբնական արագության պրոյեկցիան կորոշվենա՞տների առանցքների վրա հավասար են $v_2 = v_1$, $v = 0$, Որոշել կետի նւտագիծը, ինչպէս նաեւ X առանցքը հատելու ժամանակի t_1 պահը:

Պատ.՝ Հետագիծն է $x = \frac{v_0}{k} \operatorname{shk} \left| \frac{2}{g} (h - y) \right|$, որտեղ $k = \left| \frac{c}{m} \right|$,
 $t_1 = \left| \frac{2h}{g} \right|$,

27.46. III դանդաղածով M կետը ծանրության ուժի ազդեցության տակ շարժւում է r շառագիղ ունեցող սնամեղ զլանի ողորկ ներքին մակերևութով: Սկզբնական պահին անկյուն $\varphi_0 = 30^\circ$, իսկ կետի արագությունը հավասար է եղել զրոյի: Որոշել M կետի արագությունը և զլանի մակերևութի հակազդումը $\varphi = 30^\circ$ անկյան զնայրում:

Պատ.՝ $v = \sqrt{3 \cdot |g r|}$, $T = \frac{3|g|}{2} \pi r$:

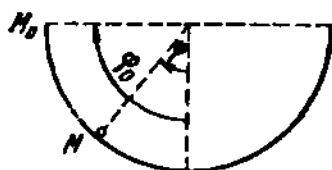
§ 28. ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ կետի շարժման քանակի փոփոխության թեորեմը: Նդարական կետի շարժման քանակի մոմենտի փոփոխման թեորեմը:

28.1. Երկաթուղային գնացքը շարժւում է հորիզոնական ուղղա-
 գիծ ճանապարհամասով: Արգելակման ժամանակ առաջ, եւսմ է զիմա-
 գրության ուժ, որը հավասար է գնացքի կշռի 0.1 մասին: Արգելակման
 սկզբում գնացքի արագությունը հավասար է 20 մ/վ: Գտնել արգելակ-
 ման ժամանակամիջոցը և արգելակային ճանապարհը:

Պատ.՝ $20,4$ մ/վ, 204 մ:

28.2. Հորիզոնի հետ $\alpha = 30^\circ$ անկյուն կազմող խորզուրորդ թեք
 հարթության վրայով առանց սկզբնական արագության իջնում է մա-
 նըր մարմինը: Որոշել, թե ինչպիսի՞ T ժամանակամիջոցում մարմինը
 կանցնի $l = 39,2$ մ ճանապարհ, եթե չվման գործակիցը՝ $f = 0,2$:

Պատ.՝ $T = 5$ վ:



27.65 խնդիր

28.3. $4 \cdot 10^5$ կգ զանգվածով գնաց-
 քը մուտք է գործում $i = 1 \text{ քառ. (0,006}$
 (որտեղ α -ն վերելքի անկյունն է) վե-
 րելքը 15 մ/վ արագությամբ: Շփման
 գործակիցը (գոմարային զիմագրույան
 գործակիցը) գնացքի շարժման ժամա-
 նակ հավասար է $0,005$: Վերելք մուտք

գործելուց 50 մ հեռու գնացքի արագությունը բնկնում է մինչև 12.5 մ/վ Կունել չեքմաքարչի քարչոց ուժը:

Պատ.՝ 23120 Ն:

24.5. Մ կշռաքարը կապված է ՄՕԱ անծղելի թևի ծայրին, որի ՕԱ մասը անկազմված է ուղղանիվ խողովակով, կշռաքարը շարժվում է խողովակի առանցքի շուրջը $MO \perp Z$ շառավիղ ունեցող շրջագծով՝ կատարելով 120 պտույտ: Իննպագործն քաշելով ՕԱ թևը խողովակի մեկ կարճացնում էն թևի արտաքին մասը մինչև ՕԱ₂ երկարություն, որի ղեկքում կշռաքարը գծում է ՍԶ շառավղով շրջանագիծ: Քանի՞ պտույտ է կատարում կշռաքարը այդ շրջանագծով մեկ ընկած:

Պատ.՝ 480 պտույտ:

24.6. Բեռնափորված երկաթուղային գնացքակապմի դանդաղորդող շարժում համար շոգեքարչի և վալոնների միջև տեղադրեցին դինամոմետր: Իննամոմետրի միջին ցուցմունքը 2 բուպեում եղավ 10՝ Ն: Լևելը ետին մամանակամիջոցում գնացքը ձեռք բերեց 16 մ/վ արագություն (սկզբում գնացքը կանգնած էր տեղում): Իննել գնացքի զանգվածը, եթե շփման գործակիցը՝ $\mu=0,02$:

Պատ.՝ 3036 տ:

24.6. Ինչպիսին պետք է լինի արգելակված ավտոմեքենայի անիվների և ճանապարհի միջև շփման գործակիցը, եթե շարժընթացի $v=10$ մ/վ արագության ղեկքում այն կունչ է առնում արգելակման սկզբից 6 մ հեռու:

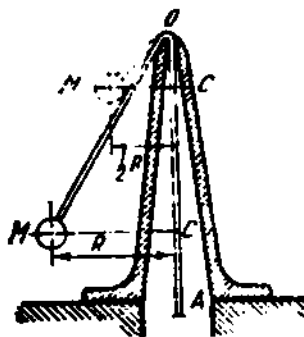
Պատ.՝ $\mu=0,34$:

24.7. 2Պ գ զանգվածով գնդակը հրանոթի փողից դուրս է թռչում $v=650$ մ/վ արագությամբ՝ անցնելով փողանցքը $\mu=0,0,0195$ մ մամանակում: Որոշել գնդակին դուրս գող գագերի ճնշման միջին մեծությունը, եթե փողանցքի մակերեսը $s=150$ մմ²:

Պատ.՝ Միջին ճնշումը $9,12 \cdot 10^4$ Ն/մմ² է:

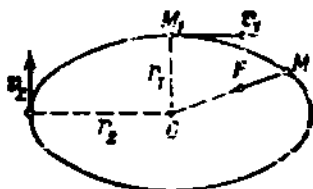
24.8. Ս կետը շարժվում է անշարժ կենտրոնի շուրջը ղեկի այդ կենտրոնը ձգող ուժի աղղկացության աակ: Կունել կենտրոնից հեռավորի առավել հեռացված կետում v_2 արագությունը, եթե կետի արագությունը կենտրոնի առավել մոտ գիբքում՝ $v_1=30$ մ/վ, էլը հինգ անգամ մեծ է էլից:

Պատ.՝ $v_2=6$ մ/վ:

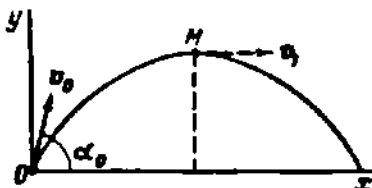


Ճ.4 ին. բին

28.9. Գտնել արկի վրա ազդող բոլոր ուժերի համադրի իմպուլսը այն ժամանակահատվածում, երբ նա O սկզբնական դիրքից անցնում է M ամենաբարձր դիրքին: Տրված է՝ $v_0=50$ մ/վ, $\alpha=60^\circ$.



28.8 խնդրին

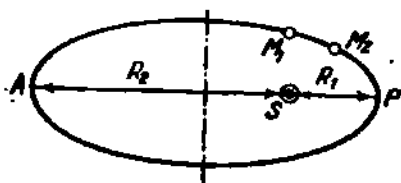


28.9 խնդրին

$v_1=200$ մ/վ, արկի պանդվածը 100 կգ է.

Պատ.՝ Համադրի իմպուլսի պրոյեկցիաները՝ $S_x=-5000$ Ն. վ, $S_y=-13300$ Ն. վ:

28.10. M_1 և M_2 երկու աստղակերպեր գծում են միևնույն էլիպսը, որի S ֆոկուսում գտնվում է Արեգակը: Նրանց միջև եղած հե-



28.10 խնդրին

որոշել M_1M_2 աղեղի երկարությունը, երբ նրա միջնակետը անցնի A արեանո կետով, եթե հայտնի է, որ $SP=R_1$ և $SA=R_2$:

Պատ.՝ $M_1M_2=\frac{R_1}{R_2}a$,

28.11. 40 կգ զանգվածով տղան կանգնած է 20 կգ զանգված ունեցող սպորտային սահակողորի վրա և յուրաքանչյուր վայրկյանում կատարում է հրում 20 Ն. վ իմպուլսով: Գտնել 1.5 ր-ի ընթացքում սահնակի ձեռք բերած արագությունը, եթե չփման գործակիցը $f=0.01$:

Պատ.՝ $v=3.53$ վ:

28.12. Կետը շրջանագծով կատարում է համասարաչափ շարժում $v=0.2$ մ/վ արագությամբ՝ անելով լրիվ պտույտ $T=4$ վ ընթացքում: Գտնել կետի վրա ազդող ուժերի S իմպուլսը մեկ կիսապարբե-

բության ընթացքում, եթե կետի զանգվածը՝ $m=5$ կգ, Որոշել F ուժի միջին արժեքը:

Պատ.՝ $S=2$ ն. գ. $F=1$ ն.

28.13. l_1 և l_2 ($l_1 > l_2$) երկարությունների լարերով կախված երկու մասնիկները ճանապարհներ կատարում են միևնույն լայնություն ունեցող երկու ճանապարհներ l_1 միավորամասնակ սկսեցին շարժվել նույն ուղղությամբ իրենց եզրային շեղված դիրքերից: Դրանից ալն պայմանը. որին պետք է բավարարեն l_1 և l_2 երկարությունները. որպեսզի մի որոշ ժամանակամիջոց անցնելուց հետո ճանապարհները միավորամասնակ վերադառնան համասարակշռության դիրքը: Որոշել ամենափոքր T ժամանակամիջոցը:

Պատ.՝ $\sqrt{l_1/l_2}=k/n$, որտեղ k -ն. n -ը ամբողջ թվեր են և $k'n$ կոտորակը անկրճատելի է: $T=kT_1=nT_2$

28.14. Անձրիի թևից կապված m զանգվածով զնդիրը սահում է ողորկ հորիզոնական հարթության վրայով: Թևի մյուս ծայրը B հաստատուն արագությամբ քաշում են հարթության վրա արված անցքով: Որոշել զնդիրի շարժումը և թևի T լարումը, եթե հայտնի է, որ սկզբնական պահին թևը դասավորված է ուղղով, զնդիրը և անցքի միջև եղած հեռավորությունը համասար է R -ի, իսկ զնդիրի սկզբնական արագության պրոյեկցիան թևի ուղղությանը տարած ուղղահայացի վրա հավասար է v_0 -ի:

Պատ.՝ Բեռային կոոյդինատներով (եթե անցքը ընդունենք որպես կոորդինատների սկզբնական և z_0 անկյունը հավասար զրոյի)՝

$$r=R-at, \quad z=\frac{v_0 t}{R-at}, \quad T=\frac{mv_0^2 R^2}{(R-at)^2}$$

28.15. Որոշել Արեգակի M զանգվածը՝ ունենալով հետևյալ տվյալները. Երկրի շառավիղը՝ $R=6.37 \cdot 10^6$ մ, միջին խտությունը 5.5 տ.մ³ է, Երկրի ուղեծրի մեծ կիսաառանցքը՝ $a=1.49 \cdot 10^{11}$ մ, Արեգակի շուրջ Երկրի շրջապտույտի ժամանակամիջոցը՝ $T=365.25$ օր: 1 կգ-ի հավասար և 1 մ հեռավորության վրա զանգվածների միջև եղած տիեզերական ձգողության ուժը ընդունում ենք հավասար $\frac{gk^2}{m}$ ն, որտեղ m -ը Երկրի զանգվածն է. կեպլերի օրենք-

ներից հետևում է, որ Արեգակի կողմից Երկրին ձգող ուժը հավասար է $\frac{4\pi^2 a^3 m}{T^2}$, որտեղ r -ը Երկրի հեռավորությունն է Արեգակից:

Պատ.՝ $M=1.966 \cdot 10^{30}$ կգ:

28.16. F կենտրոնական ուժի ազդեցությանը ենթարկված m

դանդգվածով կետը գտնվում է $r^2 = 3 \text{ ՇԱ.}$ Երևանի կատարը որտեղ α -ն հաստատուն մեծություն է, r -ը կետի հեռավորությունն է ուժի ին կենտրոնից, ϕ կլորնական պահին $r = r_0$ կետի արագությունը հաջորդաբար է v_0 և ուժային կենտրոնին նրան միացնող ուղղի հետ կազմում է α անկյուն. Որոշել r ուժի մեծությունը իմանալով, որ այն կախված է միայն r հեռավորությունից:

Լուծ. Բիլևի բանաձևի
$$1 = \frac{v^2}{r^3} \left(\frac{d^2 \frac{1}{r}}{dt^2} + \frac{1}{r} \right),$$
 որտեղ α -ն կետի կլորնական

անկյունային արագությունն է:

Պատ.՝ ձգողության ուժն է $F = -\frac{3ma^2}{r^3} - \frac{v^2}{r} \sin^2 \alpha$

28.17. III դանդգվածով M կետը շարժվում է (1) անշարժ կենտրոնի շուրջը F ուժի ազդեցության տակ, որը գոյություն է գալիս այդ կենտրոնից և կախված է միայն $M(r) = r$ հեռավորությունից: Իմանալով, որ կետի արագությունը $v = 2/r$, որտեղ α -ն հաստատուն մեծություն է, գտնել r ուժի մեծությունը և կետի հետագիծը:

Պատ.՝ ձգողության ուժը՝ $F = \frac{ma^3}{r}$, հետագիծը՝ պարբերական

պարուրագիծ է:

28.18. Որոշել r կգ դանդգվածով կետի շարժումը կենտրոնական ձգողության ուժի ազդեցության տակ, որը հակադարձ համեմատական է ձգման կենտրոնից ունեցած հեռավորության խորանարդին, հետևյալ պայմանների դեպքում. r մ հեռավորության վրա ուժը հաջորդաբար է 1 Ն. սկզբնական պահին կետի հեռավորությունը ձգման կենտրոնից հաջորդաբար է 2 մ. արագությունը $v_0 = 0.5 \text{ մ/վ}$ է և կենտրոնից զեպի կիտը տարված ուղղի ազդեցության հետ կազմում 45° անկյուն:

Պատ.՝ $r^2 = 4 + 11 \sqrt{2}$, $r = 2e$:

28.19. I կգ դանդգվածով M մասնիկը ձգվում է զեպի O անշարժ կենտրոնը մի ուժով, որը հակադարձ համեմատական է հեռավորության հինգերորդ աստիճանին: Ուշ ուժը r մ հեռավորության վրա հաջորդաբար է 8 Ն. Սկզբնական պահին մասնիկը գտնվում է $(1) M_0 = 2 \text{ մ}$ հեռավորության վրա և ունի OM_0 -ին ուղղահայաց և 0.5 մ/վ հաջորդաբար արագություն: Որոշել մասնիկի հետագիծը:

Պատ.՝ r մ շտապողով շրջանագիծ, որի կենտրոնը գտնվում է $(1) M_0$ զմի վրա՝ ձգման կենտրոնից r մ հեռավորության վրա:

28.20. 0.2 կգ դանդգվածով կետը, որը ձգողության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է զեպի անշարժ կենտրոնը ըստ նյութոսնի

ձգողականության ուժերի, դժուար է 0,1 մ և 0,08 մ կիսառանցիկներով լրիվ լիպա 50 մի բնթացյալ: Որոշել է ձգողականության ուժի ամենամեծ և ամենափոքր արժեքները այդ շարժման զեպրում:

Պատ.՝ $F_{max}=1.97 \cdot 10^{-3}$ Ն, $F_{min}=1.23 \cdot 10^{-3}$ Ն:

28.21. Մաթեմատիկական ճոճանակը, որի յուրաքանչյուր թափը տևում է մեկ վայրկյան, կոչվում է վայրկենացույց ճոճանակ և ոչտագործվում է մամանակը հաշվելու համար: Գտնել այդ ճոճանակի 1 երկարությունը, բնդունելով ծանրության ուժի արագացումը հսկայաար 981 սմ/վ², Ինչ մամանակ ցույց կտա այդ ճոճանակը Լուսնի վրա, որտեղ ծանրության ուժի արագացումը վեց անգամ փոքր է երկրայինից: Ինչպիսի՝ 1 երկարություն պետք է ունենա լուսնային վայրկենացույց ճոճանակը:

Պատ.՝ $l=9,4$ սմ, $T_1=2,45$ վ, $l_1=16,76$ սմ:

28.22. Երկրի մի որևէ կետում վայրկենացույց ճոճանակը մամանակը հաշվում է ճիշտ: Տեղափոխված լինելով ուրիշ տեղ, նա մեկ օրում ետ է բնկնում T վայրկյանով: Որոշել ծանրության ուժի արագացումը վայրկենացույց ճոճանակի նոր դիրքում:

Պատ.՝ $\mu_1=\mu \cdot \left(1 - \frac{T}{86400}\right)^2$, որտեղ μ -ն ծանրության ուժի

արագացումն է ճոճանակի սկզբնական դիրքում:

§ 29. Աշխատանք և հզորություն

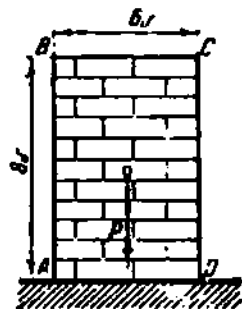
29.1. ABCD բեռնակ բլոկը, որի չափերը նշված են նկարում, անի 4000 կգ զանգված: Որոշել այն աշխատանքը, որն անհրաժեշտ է ծախսել 1) կողի շուրջը պտտելով նրան շուտ առաջ համար:

Պատ.՝ 39,24 կՋ:

29.2. Որոշել այն ամենափոքր աշխատանքը, որն անհրաժեշտ է ծախսել նրա համար, որպեսզի 2 տ զանգվածով մարմինը բարձրացվի 3 մ շարժելով նրան հորիզոնի հետ 30° անկյուն կազմող թևք հարթության վրայով: Շփման գործակիցը 0,5 է:

Պատ.՝ 183 կՋ:

29.3. Որպեսզի 5000 մ³ շուրջ բարձրացվի 3 մ բարձրության վրա, զրկված է 2 ձ ա. շարժիչով պոմպ: Որքան ժամանակ է պահանջվում այդ աշխատանքը կատարելու համար, եթե պոմպի օգտակար գործողության գործակիցը 0,8 է:



29.1 Խեղրին

Ոգտակար գործողությունն զործակից կոչվում է օգտակար աշխատանքի, ուսիլալ դեպքում ջրի բարձրացման վրա ծախսված աշխատանքի, հարաբերությունը չարժիչ ուժի աշխատանքին, որը պնս սակար դիմադրությունների պատճառով պետք է ազդի լինի օգտակար աշխատանքից:

Պատ.՝ 34 մ 43 րոպ 20 վ:

23.4. Ինչպիսի՞ն է 200 կգ զանգված ունեցող մուրճին բուսկում 84 անգամ 0,7 մ բարձրության վրա բարձրացնող մեքենայի հզորությունը՝ արտահայտված ձիաուժերով և կիլովատտերով, եթե մեքենայի օգտակար գործողության զործակիցը 0,7 է:

Պատ.՝ 4 ձ.ու.=2,94 կՎտ:

23.5. Հաշվել միևնույն պետի վրա հաջորդաբար դասավորված երեք ջրվեժների բնդհանուր հզորությունը՝ արտահայտված ձիաուժերով և մեկավատտերով: Ջրի անկման բարձրությունը՝ առաջին ջրվեժին 12 մ է, Իրկրորդին 12,8 մ է, երրորդին 15 մ է: Ջրի միջին ծախսումը պետում 75,4 մ³/վ է:

Պատ.՝ 4(XXX) ձ.ու.=29,4 ՈՎտ:

23.6. Հաշվել տրամվայի ցանցի կայանում ելած աուրսոգնենքատորների հզորությունը, եթե վաղոնների թիվը պնի վրա 45 է, լուրաքանչյուր վաղոնի զանգվածը 10 տ է, շփման գիմադրությունը հաճաաար է վաղոնի կշռի 0,02 մա.ին, վաղոնի միջին աբապությունը 3,3 մ վ է և կորուստները ցանկում 5 % է:

Պատ.՝ 421 ձ.ու.=309 կՎտ:

23.7. Հաշվել ալն աշխատանքը, որը կատարվում է 20 կգ զանգվածով բեռը թեք հարթության վրայով 6 մ բարձրացնելիս, եթե հորիզոնի հետ հարթության կազմած անկյունը հաճաաար է 30°-ի, իսկ շփման գործակիցը հաճաաար է 0,01-ի:

Պատ.՝ 598 Ջ:

23.8. Որս տուրքինանավը պետմ է 15 հանգուլց արագությունը, նրա շարժանիվը գարգացնում է 3800 կՎտ հզորություն: Որոշել ջրի գիմադրության ուժը տուրքինանայի շարժմանը, իմանալով, որ շարժանիվի և պտտակի օգտակար զործողության զործակիցը հաճաաար է 0,41-ի և 1 հանգուլցը =0,5144 մ վ:

Պատ.՝ 201,9 կՆ:

23.9. Գտնել ներքին ալրման շարժիչի հզորությունը ձիաուժերով և կիլովատտերով, եթե աւսողը քալի ընթացքում միոցի վրա միջին ճնշումը 1 սմ²-ու վրա հաճաաար է 49 Ն, միոցի քալի երկարությունը 40 սմ է, միոցի մակերեսը՝ 300 սմ², աշխատանքային

քալիերի թիվը մեկ բույեում՝ 120 և օդափար զործողության զործակիցը 0.9 է:

Պատ.՝ 14.4 ձ.ու.=10.6 կՎ.տ:

29.10. Օ,6 տրամագծով հղկիչ քարակը կտտարում է 120 պտ. և Պահանջող հզորությունը 1,2 կՎ.տ է: Շփման զործակիցը հղկիչ բոյրակի և մանրամասի միջև հաժաար է 0,2: Ի՞նչ ուժով է բոյրակը սեղմում հղկիչ մանրամասին:

Պատ.՝ 1501,5 Ն:

29.11. Որոշել երկայնառանդիչ հաստոցի ջարժիչի հզորությունը. եթե աշխատանքային քալի երկարությունը 2 մ է, նրա տեղաթիւնը՝ 10 վ. կտրող ուժը՝ 11.76 կՆ, հաստոցի օդափար զործողության զործակիցը՝ 0,4, ճարժման ընդունել հաժաարաչափ:

Պատ.՝ 2,94 կՎ.տ:

29.12. Առաձգական զսպանակի ծայրից կախված է Մ զանգվածով բեռը: Զսպանակը 1 մ ձգելու համար հարկավոր է կիրառել C Ն ուժ: Կազմել զսպանակի վրա եղած բեռի լրիվ մեխանիկական էներգիայի արտահայտությունը:

$$\text{Պատ.՝ } E = \frac{1}{2} Mx^2 + \frac{1}{2} Cx^2 - Mgx,$$

29.13. Հորիզոնական ճանապարհով 29 կմ տարածության վրա գահուկներով քնալ-գալու մամանակ գահուկորդի ծանրության կենտրոնը կատարեց 8 սմ լայնություն և $T = 1$ վ պարբերությամբ ներդաշնակ տատանումներ, գահուկորդի զանգվածը 80 կգ է, իսկ գահուկների և ձյան միջև շփման զործակիցը՝ $f = 0.5$: Որոշել գահուկորդի աշխատանքը երթի վրա, եթե ամբողջ տարածությունը նա անցավ 1 մ 30 բույ-ում, ինչպես նաև գահուկորդի միջին հզորությունը:

Մասնաթուղթում: Ընդունել, որ գահուկորդի ծանրության կենտրոնը իջեցման մամանակ արգելակման աշխատանքը կազմում է ծանրության կենտրոնը նույն բարձրության վրա բարձրացնելու զեպտում կատարված աշխատանքի 0,1 մասը:

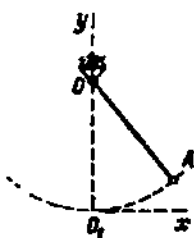
Պատ.՝ $A = 1021$ կՋ, $N = 188.9$ Վտ:

29.14. Բ կշռով և l երկայնությամբ A մաթեմատիկական ճոճանակը Px/l հորիզոնական ուժի ազդեցության տակ բարձրացավ y բարձրության վրա: Հաշվել ճոճանակի պտտենցիալ էներգիան երկու եղանակով. 1) որպես ծանրության ուժի աշխատանք, 1) որպես Px/l ուժով կատարված աշխատանք, և նշել, թե ինչպիսի պայմանների գնալքում երկու եղանակներն էլ հանգեցնում են միևնույն արդյունքին:

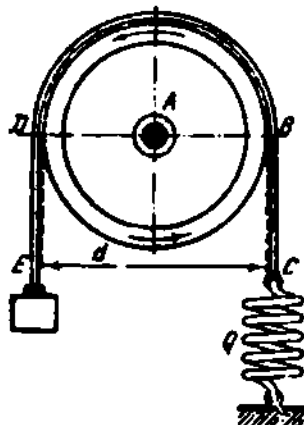
$$\text{Պատ.՝ } 1) Py; \quad 2) \frac{1}{2} \frac{Px^2}{l^2}$$

կիւմ պատասխաններն էլ նույնն են. եթե կարելի է y^2 անտեսել:

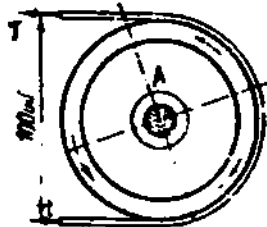
29.15. Շարժիչի հզորությունը չափելու համար նրա A փոկանիվի վրա հազցված է փայտե կոճղակներով ժապավեն: Ժապավենի BC աջ ճյուղը պահում է Q զսպանակավոր կշեռքով, իսկ նրա DE ձախ ճյուղը ձգվում է քեռուց: Որոշել շարժիչի հզորությունը, եթե պտտվելով հավասարաչափ, նա կատարում է 120 պտույտ: ալգ ղեկավարմ զսպանակավոր կշեռքը ցույց է տալիս ժապավենի աջ ճյուղի լարումը 39,24 Ն. քեռի զանգվածը հավասար է 1 կգ, փոկանիվի արամապիծը՝



29.14 խնդրին



29.15 խնդրին



29.16 խնդրին

$d=63,6$ սմ: Ժապավենի BC և DE ճյուղերի լարումների տարբերությունը հավասար է փոկանիվի արգելակող ուժին: Որոշել ալգ ուժի աշխատանքը 1 վ-ում:

Պատ.՝ 117,5 Վտ:

29.16. Փոկի միջոցով փոխանցվում է 14,71 Վտ հզորություն: Փոկանիվի շառավիղը 0,5 մ է, անկյունային արագությունը համապատասխանում է 150 պտույտ-ին: Ընթացիկում որ փոկի աանող ճյուղի T լարումը երկու անգամ մեծ է տարվող ճյուղի լարումից, որոշել T և լարումները:

Պատ.՝ $t=1873$ Հ, $T=3746$ Ն:

§ 80. Նյութակաճ կետի կինետիկ էներգիայի փոփոխության թեորեմը

30.1. m զանգվածով E մարմինը գտնվում է ողորկ հորիզոնական հարթության վրա: Մարմնից կապված է C կոշտությամբ մի զսպանակ, որի երկրորդ ծայրը ամրացված է O , հոջափային: Չձևա-

փոխված զսպանակի երկարությունը հաճախար է l_0 -ի, $OO_1 = l_0$ Սկզբնական պահին E մարմինը շեղված է O հաճախարակչության դիրքից $OE = a$ փերջավոր մեծությամբ և բաց է թողնված առանց սկզբնական արագության: Որոշել մարմնի արագությունը հաճախարակչության դիրքով անցնելու պահին:

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{2}{m} \left[\frac{a^2}{2} + l_0(l - l_0 + a^2) \right]},$$

30.2. Կախուրդ խնդրի պայմաններում որոշել F մարմնի արագությունը հաճախարակչության () դիրքով անցնելու պահին, ենթադրելով, որ հարթությունը խորշավոր է և սահքի շփման գործակիցը հաճախար է f -ի:

$$\text{Պատ.՝ } v^2 = \frac{2}{m} \left\{ c \left[\frac{a^2}{2} + l_0(l - l_0 + a^2) \right] + f \left[(mg + c)l + cl_0 \ln \frac{l}{a + \sqrt{l^2 + a^2}} \right] \right\},$$

30.3. K մարմինը խորշավոր թևեր հարթության վրա գտնվում է հանգստի մեջ: Հարթության թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ α է և $l_0 > lg \alpha$, որտեղ l_0 -ն հանգստի շփման գործակիցն է: Թի որե՛ն պահի մարմինն հաղորդված է v_0 սկզբնական արագություն, որն ուղղված է հարթության երկայնքով դեպի ներքև: Որոշել մարմնի անցած S ճանապարհը մինչև կոնյաունելը և թե շփման գործակից, շարժման զնայքում հաճախար է f -ի:

$$\text{Պատ.՝ } S = \frac{v_0^2}{2g(\cos \alpha - \sin \alpha)},$$

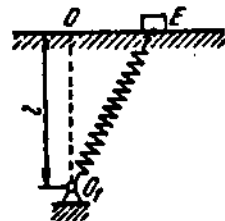
30.4. Հորիզոնի հետ 30° -ի անկյուն կազմող թեք հարթությամբ առանց սկզբնական արագության իջնում է ծանր մարմինը: Շփման գործակիցը հաճախար է $0,1$ -ի: Ինչպիսի՞ արագություն կունենա մարմինը՝ շարժման սկզբից անցնելով 2 մ:

$$\text{Պատ.՝ } 4,02 \text{ մ/վ:}$$

30.5. 24 կգ զանգվածով արկը գորս է թռչում հրանոթի փողից 500 մ/վ արագությամբ: Փողի երկարությունը 2 մ է: Ինչպիսի՞ն է գազերի ճնշման միջին արժեքը արկի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } 1500 \text{ կն:}$$

30.6. 3 կգ զանգվածով նյութական կետը շարժվում էր հորիզո-



30.1 խնդրին



30.3 խնդրին

նակտն ուղղով զեպի ձախ δ մ վ արագությունը: Կետին կիրառեցին զեպի աջ ուղղված հաստատուն ուժ: Ուժի ալգեբրությունը զադարեցվեց 30 մ հետո. և այդ ժամանակ կետի արագությունը հավասար եղավ δ մ վ և ուղղված զեպի աջ: Դանել այդ ուժի մեծությունը և նրա կատարած աշխատանքը:

Պատ.՝ $F=6$ Ն, $A=4$ Յ կՋ:

30 7. Կայարանին մոտենալիս զնացքը պնտմ է 10 մ վ արագությամբ մի թեքություն տակ, որի անկյունը՝ $\alpha=0,008$ ռադ: Ուր յուրեւ պահի մեքենավարը սկսում է արգելակել զնացքին: Շփումից առաջացած դիմադրությունը առանցքներում կազմում է զնացքի կշռի $0,1$ մասը: Որոշել, թե ի՞նչ հեռավորության վրա և արգելակման սկզբից ինչքան ժամանակ հետո զնացքը կանգ կառնի: Լնդունելով, որ $\sin \alpha \approx \alpha$:

Պատ.՝ $55,3$ մ, $11,8$ վ:

30.8. 200 տ զանգվածով զնացքը զնում է հորիզոնական ճանապարհամասով $0,2$ մ վ՛ արագացումով: Շփումից առաջացած դիմադրությունը կազմում է պնացքի կշռի $0,01$ մասը և ընդունվում է արագությունից անկախ: Որոշել ջերմաքաբչի զարգացրած հզորությունը $t=10$ մ պահին, և թե սկզբնական պահին զնացքի արագությունը հավասար է եղել 18 մ վ:

Պատ.՝ 1192 կՎտ:

30 9. Չորսուն սկսում է շարժվել v_0 սկզբնական արագությամբ հորիզոնական խորդուրդը հարթության վրայով և մինչև լրիվ կանգառնելը անցնում է S հեռավորություն: Որոշել սահքի շփման գործակիցը, ընդունելով, որ շփման ուժը համեմատական է նորմալ ճընշմանը:

Պատ.՝ $f=\frac{v_0^2}{2gs}$:

30 10. Էրկաթուղային կառամատույցը ունի 6 տ զանգված և շարժման ժամանակ առանցքներում առաջացած շփումից կրում է դիմադրություն, որը հավասար է նրա կշռի $0,0025$ մասին: Բանվորը հենվեց հանգստի վիճակում գտնվող կառամատույցին և մի քիչ գլորեց նրան հորիզոնական ուղղադիմ ճանապարհահատվածով՝ ալգելով նրա վրա 250 Ն ուժով: Անցնելով 20 մ, նա հնարավորություն տվեց կառամատույցին գլորվելու ինքն իրեն: Անտեսելով ողի դիմադրությունը և անիվների ու սեխերի միջև շփումը, հաշվել կառամատույցի ամենամեծ արագությունը շարժման ժամանակ, ինչպես նաև նրա անցած ամբողջ ճանապարհը մինչև կանգառնելը:

Պատ.՝ $v_{\max}=0,82$ մ/վ, $s=34$ մ:

30.11. Մեկը խփվում է 700 Ն գիմադրությունն ցույց տվող պատի մեջ: Մտրճի յուրաքանչյուր հարվածի մամանակ մեկը խփվում է պատի մեջ $\ell=0.15$ սմ երկարությամբ: Սրոշել մտրճի զանգվածը: Եթե մեխի զխիկին հարվածելու պահին այն ունի $v=1.25$ մ/վ արագություն:

Պատ.՝ 1,344 կգ:

30.12. Երկրի վրա ընկած 39 կգ զանգվածով երկնաքարը խրվեց հողի մեջ 1.875 մ-ով: Հաշված է, որ երկնաքարի անկման տեղում հողն իր մեջ թափանցող մարմնին ցույց է տալիս $5 \cdot 10^5$ Ն գիմադրություն: Ինչ արագությամբ հասավ երկնաքարը երկրի մակերևույթին: Ինչպիսի՞ բարձրությունից նա պետք է տառնց սկզբնական արագության ընկնէր, որպեսզի երկրի մակերևույթի վրա ձևով քերքը ընկած արագությունը: Մանրության ուժ ընդունում ենք հաստատուն և անտեսում օդի դիմադրությունը:

Պատ.՝ $v=219$ մ/վ. $H=245$ կմ:

30.13. 500 տ զանգվածով շարդելակված գնացքը, շարժվելով անջատված շարժիչով, կրում է $R=(7650+500 \text{ Ն})$ գիմադրություն, որտեղ v -ն արագությունն է մ/վ-ով: Իմանալով գնացքի $v_0=15$ մ/վ սկզբնական արագությունը, որոշել թե ինչպիսի՞ տարածություն կանցնի գնացքը մինչև կանգառնելը:

Պատ.՝ 4,3 կմ:

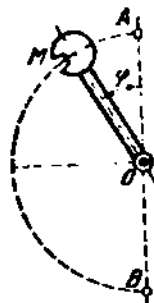
30.14. Նյութերը հարվածով փորձարկելու համար օգտագործվող սարքի զխափոր մասը կապվում է պողպատե M ծանր ձուլվածքը, որը ամրակցված է O հորիզոնական անշարժ առանցքի շուրջը համարյա առանց շփման պատվող ձողին: Լինտեսելով ձողի զանգվածը, M ձուլվածքը դիտում ենք որպես մի նյութական կետ, որի համար հեռավորություն $OM=0.981$ մ: Որոշել այդ կետի v արագությունը ստորին B դիրքում, եթե նա ընկնում է վերին A դիրքից աննշան փոքր սկզբնական արագությամբ:

Պատ.՝ $v=6,2$ մ/վ:

30.15. Գրել այն առաձգական զսպանի պոտենցիալ էներգիայի արտահայտությունը, որը 4 կՆ թեռնվածությունից ճկվում է 1 սմ-ով: Ենթադրելով, որ x ճկվածքը աճում է թեռնվածությունը ուղիղ համեմատական:

Պատ.՝ $\Pi=(20x^2+C)$ Ջ, եթե x -ը սմ-ով է:

30.16. Զսպանակը շլարված վիճակում ունի 20 սմ երկարություն: Նրա երկարությունը 1 սմ-ով փոփոխելու համար անհրաժեշտ ուժը հավասար է



30.14 խնդրին

1.96 Ն. Ինչպիսի՞նք ν արագություններ է զուրա թույլած փողակից 30 դ. անցվածով պնդիկը. Եթե զսպանակը սեղմված է եզեր մինչև 10 սմ բերարություն: Փողակը զսասվորված է հորիզոնական:

Պատ.՝ $\nu=8.08$ մ/վ:

30.17. Մեղտեղում Q բևեռվ բեռնավորված հեծանի ստատիկական ճկվածքը հավասար է 2 մմ: Սնտեսակող հեծանի կշիռը, զանեղ նրա ամենամեծ ճկվածքը հետևյալ երկու՝ զեպերերում. 1) երբ Q բևեռը զրկված է շծոված հեծանի վրա և բաց է թողնված առանց սկզբնական արագության. 2) երբ Q բևեռը բնկնում է շծոված հեծանի մեղտեղում 10 սմ բարձրությունից առանց սկզբնական արագության:



Ենպիսի լուծելիս պետք է նկատի ունենալ, որ հեծանի կողմից բեռի վրա ազդող ուժը համեմատական է նրա ճկվածքին:

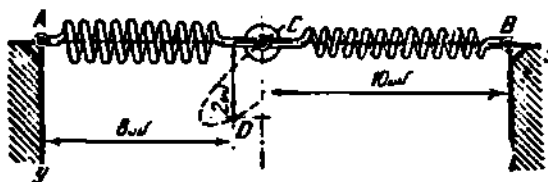
30.16 խնդիր

Պատ.՝ 1) 4 մմ, 2) 22.1 մմ:

30.18. Հորիզոնական Δx ուղղի երկայնքով զսասվորված AC և BC ելիք չյարված զսպանակներ հողակապերով ամրացված են A և B անշարժ կետերին, իսկ C կետում՝ 2 կգ պնդպնդով կշռաքարին: AC զսպանակը 1 սմ-ով սեղմվում է 20 Ն ուժով, իսկ CB զսպանակը 1 սմ-ով ելկարացվում է 40 Ն ուժով: Հեռավորություն $AC=BC=10$ սմ: C կշռաքարին հազորդված է $v_0=2$ մ/վ արագություն ալնպիսի ուղղությամբ, որ հետագա շարժման բնթացքում նա անցնում է $x_D=8$ սմ, $y_D=2$ սմ կոորդինատներ ունեցող D կետով, եթե որպես կոորդինատների սկզբնակետ բնդունենք A կետը և կոորդինատային առանցքները ուղղենք ալնպես, ինչպես հույց է արված նկարում: Որոշել կշռաքարի արագությունը ալն պահին, երբ նա անցնում է xy ուղղածից հարթության վրա գտնվող D կետով:

Պատ.՝ 1.77 մ/վ:

30.19. Լ երկարությամբ անձգելի թելի O կետում նրանից կախ-



30.18 խնդիր

ված P կշիռ ունեցող M բեռը սկսում է շարժվել ուղղահիղ հարթության մեջ A կետից առանց սկզբնական արագության. զիմացրության քաջակալության զեպրում M բեռը կհասնի մի C դիրքի, որտեղ նրա արագությունը դառնում է զրո: Ընդունելով B կետում M բեռի ծանրության ուժով պայմանավորված պոտենցիալ էներգիան հաժաաար պրոյի, կառուցել կիներտիկ և պոտենցիալ էներգիաների, ինչպես նաև նրանց գումարի փոփոխման գրաֆիկները՝ կախված φ անկյունից:

Պատ.՝ Երկու սինուսոիդներ և մի ուղիղ. որոնք ունեն

$$T = Pl \sin \varphi, \quad V = Pl(1 - \sin \varphi), \quad T + V = Pl$$

հաժաաարումները:



30.19 Ի նկարի

30.20. m զանգվածով նշուխական կետը առաձգական վերականգնող ուժի ազդեցության տակ ներդաշնակ տատանումներ է կատարում Ox ուղղությամբ բառ հետևյալ օրենքի՝ $x = a \sin(\omega t + \varphi)$: Ընտեսելով զիմացրությունները, կառուցել շարժվող կետի T կիներտիկ էներգիայի և V պոտենցիալ էներգիայի փոփոխման գրաֆիկները՝ կախված x կոորդինատից. կոորդինատների սկզբնականում $V = 0$:

Պատ.՝ Երկու պրաֆիկներն էլ պարաբոլներ են, որոնք ունեն

$$T = \frac{mk^2}{2}(a^2 - x^2), \quad V = \frac{mk^2 x^2}{2}$$

հաժաաարումները:

30.21. Մեծությամբ և ուղղությամբ հաստատուն ինչպիսի՝ ուղղահիղ ուժ պետք է կիրառել նշուխական կետի վրա, որպեսզի երկրի շառավղին հաժաաար քարձրությունից կետը երկրի վրա բնկնելիս այդ ուժը կետին հազորդի նույնպիսի արագություն, ինչպիսին երկրի ձգողության ուժը, որը հակադարձ համեմատական է երկրի կենտրոնից կետի ունեցած հեռավորության քառակուսուն:

Պատ.՝ $P/2$, որտեղ P -ն կետի կշիռն է երկրի մակերևույթի վրա:

30.22 Հորիզոնական զսպանակը, որի ծայրին ամրացված է նշուխական կետ, սեղմված է P ուժով և գտնվում է հանգստի մեջ: Հանկարծակի P ուժը փոխում է ուղղությունը միանգամայն հակառակը: Ընտեսելով զսպանակի զանգվածը, որոշել, թե այդ զեպքում ստացված ամենամեծ l_2 երկարացումը քանի անգամ է մեծ սկզբնական l_1 սեղմումից:

Պատ.՝ $l_2/l_1 = 3$:

30.23. Մարմինը նետված է երկրի մակերևույթից ուղղաձիգ գծով զեպի վեր v_0 սկզբնական արագությամբ: Որոշել մարմնի ի բարձրագույն՝ նկատի ունենալով, որ ծանրության ուժը փոփոխվում է երկրապնդի կենտրոնից ունեցած հեռավորության յատակոսուն հակադարձ համեմատական. այլ գիմադրությունը անտեսել: Երկրի շառավիղը՝ $R=6370$ կմ, $v_1=1$ կմ/վ:

$$\text{Պատ.՝ } H = \frac{Rv_0^2}{2gR - v_0^2} = 51.33 \text{ կմ}$$

30.24. Երկու մասնիկներ լիցքավորված են զրական էլեկտրականությամբ. առաջին մասնիկի լիցքը՝ $q_1=100$ էլ, երկրորդ մասնիկի լիցքը՝ $q_2=(0.1q_1)$, առաջին մասնիկը մնում է անշարժ, իսկ երկրորդը շարժվում է առաջին մասնիկից ստեղծված վանման ուժի շնորհիվ: Երկրորդ մասնիկի զանգվածը հավասար է 1 կգ, սկզբնական հեռավորությունը առաջին մասնիկից հավասար է 5 մ, իսկ սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի: Որոշել շարժվող մասնիկի արագության վերին սահմանը, նկատի ունենալով միայն $F = \frac{q_1q_2}{r^2}$ վանման ուժի ազդեցությունը, որտեղ r -ը մասնիկների միջև եղած հեռավորությունն է:

$$\text{Պատ.՝ } 20 \text{ մ/վ}$$

30.25. Որոշել այն v_0 արագությունը, որն անհրաժեշտ է հաղորդել երկրի մակերևույթի վրա գտնվող մարմնին ուղղաձիգ ուղղությամբ զեպի վեր, որպեսզի այն բարձրանա երկրի շառավիղին հավասար բարձրության վրա. այդ զեպքում պետք է նկատի ունենալ միայն երկրի ձգողության ուժը, որը փոփոխվում է երկրի կենտրոնից մարմնի ունեցած հեռավորության յատակոսուն հակադարձ համեմատական: Երկրի շառավիղը հավասար է $6.37 \cdot 10^6$ մ, երկրի մակերևույթի վրա ձգողության ուժի արագացումը հավասար է 9.8 մ/վ²:

$$\text{Պատ.՝ } 7.9 \text{ կմ/վ}$$

30.26. Գտնել, թե երկրի մակերևույթից լուսնի ուղղությամբ ինչպիսի՞ v_0 արագությամբ պետք է նետել արկը, որպեսզի նա հասնի այն կետին, որտեղ երկրի և լուսնի ձգողության ուժերը հավասար են, և այդ կետում մնա համաստիակության մեջ: Երկրի և լուսնի շարժումը, ինչպես նաև օդի գիմադրությունը անտեսել: Երկրի մակերևույթի մոտ ծանրության ուժի արագացումը՝ $g=9.8$ մ/վ², լուսնի և երկրի զանգվածների հարաբերությունը՝ $m:M=1:80$, նրանց միջև եղած հեռավորությունը՝ $d=60R$, որտեղ R -ը երկրի շառավիղը:

Տիեզերական ձողականությունից առի մեծություն բանաձևի մեջ մտնող Γ պարամետրը գտնում ենք հետևյալ հավասարումից.

$$m_2 g = m_2 l \left| \frac{M}{R^2} - \frac{m}{(d-R)^2} \right|,$$

$$\text{Պատ.՝ } v_{ii} = \frac{2g_0(d-R)}{d} \frac{\sqrt{\frac{M}{m}(d-R) - R}}{\sqrt{\frac{M}{m}(d-R) + R}} = \frac{5g}{3.1} \frac{1-\alpha}{1+\alpha} gR, \text{ որտեղ}$$

$$\alpha = \frac{1}{59\sqrt{60}} \text{ կամ } v_0 = 10.75 \text{ կմ/վ}$$

30.27. Գետինը տողանկում է 60 կգ զանգված և 12 դմ² լայնական կտրվածք ունեցող ձեռքի տողանկով, որը բնկնում է 1 մ բարձրությունից: Վերջին հարվածի ժամանակ տողանք մտնում է գետնի մեջ 1 սմ խորություն, ընդ որում գետնի դիմադրությունը տողանքի շարժմանը կարելի է ընդունել հաստատուն: Ինչպիսի՞ ամենամեծ բեռնվածություն կպահի գետինը առանց նստվածք առաջ: Ընթացողում է, որ տողանկած գետինը կարող է առանց նստվածք առաջ պահել այնպիսի բեռնվածություն, որք չի գերազանցում այն դիմադրությունը, որին հանդիպում է տողանքը գետնի մեջ խորանալիս: Պատ.՝ 494,9 կգս:

30.28. Հանքահորի գերելակր շարժվում է ներքև $v_0 = 12$ մ/վ արագությամբ: Գերելակի զանգվածը 6 տ է: Ինչպիսի՞ շփման ուժ պետք է զարդացնի ապահովելու պարաշյուտը գերելակի և հանքահորի պատերի միջև, որպեսզի գերելակը կանդ առնի $S = 1$ մ տարածության վրա: Եթե գերելակը պահող մետաղալարը կտրվի նիման ուժը ընդունել հաստատուն:

$$\text{Պատ.՝ } F = m \left(g + \frac{v_0^2}{2S} \right) = 102 \text{ կՆ,}$$

30.29. 200 գ զանգվածով սղակը սահում է ներքև $y = x^2$ պարաբոլի առնք ունեցող մետաղալարի աղեղի վրայով: Սղակը սկսեց շարժվել $x = 3$ մ, $y = 9$ մ կետից գլու սկզբնական արագությամբ: Որոշել սղակի արագությունը և մետաղալարի կողմից սղակի վրա ազդող ուժը այն պահին, երբ նա անցնում է պարաբոլի ստորին կետով:

$$\text{Պատ.՝ } v_1 = 13,3 \text{ մ/վ, } R = 72,5 \text{ Ն,}$$

30.30. Լ երկարությամբ մաթեմատիկական ճոճանակին դուրս բերեցին հավասարակշռության դիրքից. նրան հաղորդելով հորիզոնա-

կանոյ ուղղված v_0 սկզբնական արագություն: Որոշել ալն ուղեղի երկարությունը, որը նա գծում է մեկ պարբերության ընթացքում:

$$\text{Պատ.՝ } S=4\text{arccos}\left(1-\frac{v_0^2}{2gl}\right)$$

§ 81. Խառը խնդիրներ

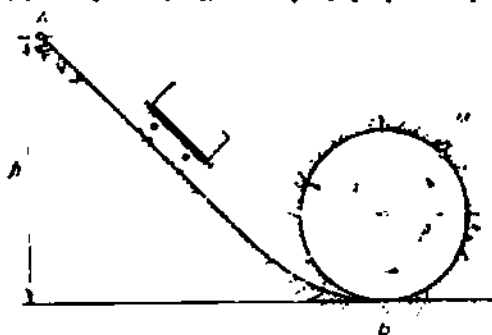
31.1. 1 կգ զանգվածով բևոր կախված է () անշարժ կետում ամրացված Օ.Ն մ երկարություն ունեցող թելից: Ուղղահայան պահին բևոր շեղված է ուղղածիցից 60 անկյունով և նրան հաղորդված է ուղղածից հարթության մեջ թելին ուղղահայաց ղեպի ներքև ուղղված $v_0=2.1$ մ/վ արագություն: Որոշել թելի լարումը ամենացածր դիրքում և ուղղածիցով հաշված այն բարձրությունը, որին հասնում է բևոր ալից դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ } 28.4 \text{ Ն, } 47.5 \text{ սմ:}$$

31.2. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանները՝ բացի v_0 արագության մեծությունից, գտնել, թե v_0 արագության որ արժեքի դեպքում բևոր կանցնի ամբողջ շրջանագիծը:

$$\text{Պատ.՝ } v_0 \geq 4.43 \text{ մ/վ}$$

31.3. AB ճանապարհով ղղված և ախուհետև զ շատավղով BC շրջանաին սղակի տեսքով ընդհանուր սղակ կաղմող սեխերով ղլոր-



31.3 Խնդիրն

վում է III զանգվածով վազոնիկը: Ինչպիսի՝ ի բարձրությունից պետք է թողնել վազոնիկը առանց սկզբնական արագության, որպեսզի նա կարողանա անցնել սղակ ամբողջ շրջանագիծը՝ շանջատվելով նրանից: Որոշել վազոնիկի N ճնշումը սղակի վրա M կետում, որի համար $\angle MOB = \varphi$:

$$\text{Պատ.՝ } h=2.53, \quad N=$$

$$=mg\left(\frac{2h}{a}-2+3\cos\varphi\right)$$

31.4. Իկն ճանապարհը, որի A կետից ղլորվելով շարժվում է վազոնիկը, կաղմում է Ե շատավղով բաց սղակ՝ Ինչպես ցույց է տղված նկարում. $\angle BOC = \angle BOA = \alpha$: Գտնել, թե Ինչպիսի՝ բարձրությունից պետք է ղլորվելով ինի վազոնիկը առանց սկզբնական արագության,

որպեսզի նա կարողանա անցնել ամբողջ օղակը, ինչպես նաև օ
անլան ալն արվեքը, որի պեպտոմ ալյ ի րարծրութիւնը ամենա-
փոքրն է:

Յաւ. ց ու մ. ՆԱ. մասում վազոնիկի ծանրության կենտրոնը կառարում է
պարաբոլական շարժում:

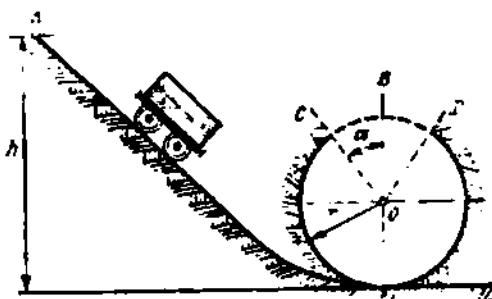
$$\text{Պատ.՝ } h=1\left(1+\cos\alpha+\frac{1}{2\cos\alpha}\right): h_{\min} \text{ ր } \alpha=45^\circ \text{ պեպտոմ է.}$$

Յ1.5. $M=20$ կգ զանգվածով պողպատե ծանր ձուլվածքը ամ-
բացված է մի ձողի, որը կարող է առանց շփման պտտվել (γ) ան-
շարժ առանցքի շուրջը: Δ ձուլվածքը ընկնում է վերել Δ դիրքից ան-
նշան փոքր սկզբնական արագությամբ: Լինտեսելով ձողի զանգվածը,
որոշելով ամենամեծ ճնշումը առանցքի վրա (տես 30.14 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ 940 Ն,

Յ1.6. Լնչպիսի՞ անկյուն
է կապում պատվող ձողը
ուղղանկյի հետ (նախորդ
խնդրում) այն պահին, երբ
ճնշումը առանցքի վրա հա-
վասար է պրոյեկ:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi=\arccos\frac{2}{3},$$



30.14 խնդրի

Յ1.7. 70 կգ զանգվածով
պարաշյուտիստը նետվեց
ինքնաթիռից և թռչելով
100 մ, իսկեց պարաշյուտը:

Գտնել քարշափուկների ձգման ուժը, որոնցով մարդը կախված է եղել
պարաշյուտից, եթե պարաշյուտի բացման պահից հաշված առաջին
հինգ վայրկյանների ընթացքում, շարժման դիմադրության հաստա-
տուն ուժի գնալը: պարաշյուտիստի արագությունը փոքրացա՞ց
մինչև 4.3 մ/վ: Ողի դիմադրությունը մարդու շարժման վրա անտեսել:

Պատ.՝ 1246 Ն,

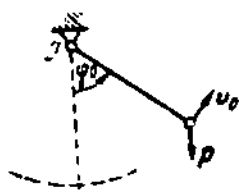
Յ1.8. 2 մ բարձրությամբ սյուսկի վրա գտնվող կախարանից
500 մ հեռավորության վրա 12 մ վ արագությամբ ընթացող զնաչրի
մեքենավարը փակեց դուռը և սկսեց արգելակել: Լնչպիսի՞ն պետք
է լինի արգելակումից առաջացած դիմադրությունը, որն ընդունվում է
հաստատուն, որպեսզի զնաչքը կանգ առնի կախարանում, եթե զնաչ-
քի զանգվածը հավասար է 1000 ա, իսկ շփման դիմադրությունը
20 կՆ է:

Պատ.՝ 84.8 կՆ:

31.9. III դանդաղացող ժանյակով ժանյակը ամրացված է մի ծոցի, որը կախող է առանց շփման պտույտի օ առանցքի շարժը և ուղղանկյուն շեղված է z_0 անկյունով, Այդ սկզբնական դիրքից ծալվածքին հաղորդում են v_0 սկզբնական արագություն (տես նկարը): Որոշել ծոցում ճիշդ որպես ուղղանկյուն ծոցի շեղման անկյան ֆունկցիա՝ անտեսելով ծոցի դանդաղությունը և է:

$$\text{Պատ.՝ } N = 3mg \cos \varphi - 2mg \cos \varphi_0 + m \frac{v_0^2}{l}$$

էթե $N > 0$, ծոցը ձգված է, էթե $N < 0$, ծոցը սեղմված է:

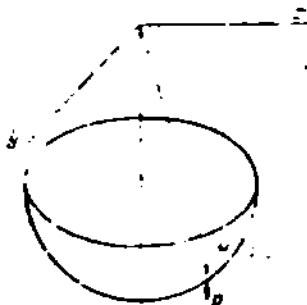


31.9 խնդիր

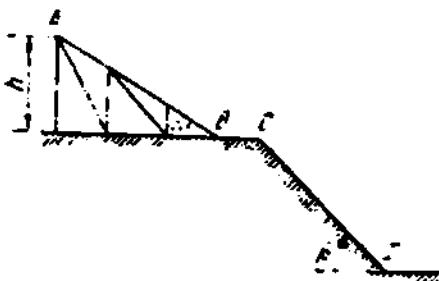
31.10. Մֆերիկ ճոճանակը բաղկացած է 1 երկաթե ծալման օձ թելից, որը մի ծալում ամրակցված է () անշարժ կետին, և Բ կետով Ա ծանր կետից, որը ամրացված է թելի մյուս ծալման: Ա կետին հավասարակշռության դիրքից շեղեցին ալնպես, որ նրա կոորդինատները գարձան (==) զեպրում $x = -x_0$, $y = 0$, և նրան հաղորդեցին սկզբնական արագություն՝ $v_0 = v_0$, $y_0 = v_0$, $z_0 = 0$: Որոշել:

թե սկզբնական պայմանների ինչպիսի հա, արեբակցության դեպքում Ա կետը հորիզոնական հարթության մեջ կգծի շրջանագիծ և ինչպիսին կլինի Ա կետի շրջագոտուտի մոտանակը այդ շրջանագծով:

$$\text{Պատ.՝ } v_0 = x_0 \sqrt{\frac{g}{z_0}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{z_0}{g}}$$



31.10 խնդիր



31.11 խնդիր

31.11. Դահուկորդը ցատկահարթակից թռչելիս իջնում է հորիզոնի նկատմամբ $\alpha = 30^\circ$ անկյան տակ թևքված AB էստակադից: Պոկվելուց առաջ նա անցնում է BC հորիզոնական փոքր հարթամասը:

որի երկարությունը հաշվարկի ժամանակ անտեսում ենք: Պոկման պահին զահուկորդը հրումով իրեն հաղորդում է արագություն $v_1 = 1$ մ.վ տղլածիդ բազադրիդ: Լստակադի բարձրությունը՝ $h = 9$ մ, զահուկների և ձյան միջև շփման գործակիցը՝ $i = 0,08$, վալրելքի CD ողիդը հորիզոնի հետ կազմում է $\beta = 45^\circ$ անկյուն: Որոշել զահուկորդի թռիչքի և հեռավորությունը՝ անտեսելով օդի դիմադրությունը:

Մ ա ն ո թ ո ս թ յ ո ս ն. Թռիչքի հեռավորությունը բնթանել այն երկարությունը, որը շափում է պոկման C կետից մինչև D դի վրա զահուկորդի վալրելքի կետը:

Պատ.՝ $l = 47,4$ մ:

31.12. P կշռով M բեռը առանց սկզբնական արագության ընկնում է H բարձրությունից B պարտրածն զսպանակի վրա գտնվող A սալի վրա: Ընկնող M բեռի ազդեցությունից զսպանակը սեղմվում է h մեծությամբ: Հաշվի չառնելով A սալի կշիռը և դիմադրությունը, հաշվել h մեծությամբ զսպանակի սեղմման T ժամանակը և զսպանակի առաձգական ուժի S իմպուլսը T ժամանակամիջոցում:

Պատ.՝ $T = \frac{1}{k} \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right)$, $S = P \left(T + \sqrt{\frac{2H}{g}} \right)$, որտեղ

$$\operatorname{tg} \alpha = - \frac{h}{2l \cdot H(H+h)}, \quad k = \frac{1}{h} \sqrt{2g(H+h)},$$

31.13. Թափանիվը պատռվելիս նրա մասերից մեկը, որը ափելի շատ է հեռացված աղետի վալրից, հալտնվեց սկզբնական դիրքից $S = 2,40$ մ հեռավորության վրա: Ընտեսելով օդի դիմադրությունը նշված մասի շարժման ժամանակ իր սկզբնական դիրքից վերջնական դիրքը, որը գտնվում է նույն հորիզոնական հարթության մեջ, գտնել թափանիվի անկյունային արագության հնարավոր ամենափոքր արժեքը, եթե թափանիվի շառավիղը՝ $R = 1,75$ մ:

Պատ.՝ $n = 286$ պտ/րոպ. կամ $\omega = 30$ ռադ/վ:

31.14. Ուղղածիդ հարթության մեջ գտնվող կոր օղակի A կերին կետում ամրացված զսպանակից կախված M բեռը ընկնում է՝ սահելով օղակի վրալով առանց շփման: Գտնել, թե ինչպիսին պետք է լինի զսպանակի կոշտությունը, որպեսզի բեռի ճնշումը օղակի վրա ստորին B կետում հավասար լինի գրոլի հետևյալ ավալների զեպքում: Ողակի շառավիղը 20 սմ է, բեռի



31.12 Խնդրի



31.14 Խնդրի

զանգվածը՝ 3 կգ, բեռի սկզբնական դիրքում ΔM հեռավորությունը հաժախար է 20 սմ և զսպանակն ունի բնական երկարություն. բեռի սկզբնական արագությունը հաժախար է դրոշի. զսպանակի զանգվածը անտեսել:

Պատ.՝ Զսպանակը պետք է երկարի 1 սմ-ով՝ 4,9 Ն ուժի ազդանքից:

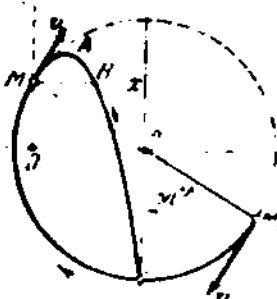
31.15. Որոշել M բեռի ճնշումը սղակի վրա ուստի B կետում (Նախորդ խնդրի նկարը) հետևյալ տվյալներից հայցում. սղակի շառավիղը 20 սմ է, բեռի զանգվածը՝ 7 կգ, բեռի սկզբնական դիրքում ΔM հեռավորությունը հաժախար է 20 սմ, բնից որում զսպանակը ձգված է և նրա երկարությունը երկու անգամ մեծ է բնական երկարությունից, որը հաժախար է 10 սմ. զսպանակի կոշտությունը այնպիսին է, որ նա 1 սմ-ով երկարում է 4,9 Ն ուժի ազդեցության զեպում. բեռի սկզբնական արագությունը հաժախար է վրոշի. զսպանակի զանգվածը անտեսում ենք:

Պատ.՝ Ճնշումը ուղղված է դեպի վեր և հաժախար է 68,6 Ն:

31.16. Q կշռով M ծանր հարթ օղակը կարող է առանց չփման սահել ուղղանկյուն հարթության մեջ գտնվող և R ու շառավիղ ունեցող



31.16 խնդրին



31.17 խնդրին

շրջանագծի աղեկով: Ողակին կապված է $()$ անշարժ հարթ օղի միջով անցնող և Δ կետում ամրակցված MOA առանցքի թելը: Լնդունել, որ թելի լարումը հաժախար է վրոշի. երբ M օղակը գտնվում է O կետում, և որ թելը 1 սմ-ով ձգելու համար հարկավոր է կիրառել C ուժ: Սկզբնական պահին սղակը գտնվում

է E կետում անկախ զսպարհաճությունից մեջ և աննշան փոքր հրման զեպում սկսում է սահել շրջանագծով: Որոշել սղակի կոշտից շրջանագծի վրա գործադրած N ճնշումը:

Պատ.՝ $N=2Q+cR+3(Q+cR)\cos 2\varphi$, ճնշումը ուղղված է դեպի դուրս, երբ $N>0$, դեպի ներս՝ երբ $N<0$:

31.17. Բեռը կախված է O անշարժ կետում ամրացված ժամ երկարությամբ թելից: Սկզբնական M_0 դիրքում բեռը ուղղանկյուն ձգված է 60° անկյունով և ուղղանկյուն հարթության մեջ նրան հաղորդ-

ված է թեյին ուղղահայաց դեպի ներքև ուղղված $v_0 = 3.5$ մ/վ արագությամբ:

1) Գտնել բևեռի ալն M դիրքը, որտեղ թելի լարումը հավասար է լինի գրույի, և v_1 արագությունը ալի դիրքում:

2) Որոշել բևեռի հետագա շարժման հետագիծը մինչև ալն պահը, երբ թելը նորից կծղվի, և ալն ժամանակամիջոցը, որի ընթացքում կհար կանցնի ալի հետագիծը:

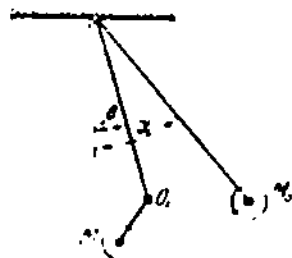
Պատ.՝ 1) M դիրքը գտնվում է O կետի հորիզոնականից վերև $MI = 25$ սմ հեռավորություն վրա, $v_1 = 156.5$ սմ/վ:

2) $MABC$ պարաբոլը, որի հավասարումը Mx և My տառնցքների նկատմամբ ունի $y = ax$ $\bar{3} - 0.08 x^2$ տեսքը, բեռն ալի պարաբոլը գծում է 0.55 վ-ի ընթացքում:

31.18. Մաթեմատիկական ճոճանակը տեղակայված է մի ինքնաթիռի վրա, որը բարձրանում է 10 կմ բարձրության վրա: Ինչքան մասով պետք է փոքրացնել ճոճանակի թելի երկարությունը, որպեսզի ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը ալի բարձրության վրա մնա անփոփոխ: Դանդիության ուժը ընդունել մինչև երկրագնդի կենտրոն եղած հեռավորության քառակուսուն հակադարձ համեմատական:

Պատ.՝ 0.00313 լ. ուժ, որտեղ l -ը թելի երկարությունն է երկրագնդի մակերևույթի վրա:

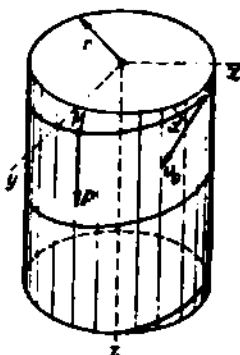
31.19. Անշարժ O կետում է երկարություն OM թելի միջոցով կախված է m զանգվածով բևեռը: Սկզբնական պահին (1) M թելը ուղղածիցի հետ կազմում է α անկյուն և M բևեռի արագությունը հավասար է զրոյի: Հետագա շարժման ժամանակ թելը հանդիպում է (2), քարակ մետաղաբլին, որի ուղղությունը ուղղահայաց է բևեռի շարժման հարթությանը, իսկ դիրքը որոշվում է $h = 0.01$ և β բևեռային կոորդինատներով: Որոշել α անկյունն ալն ամենափոքր արժեքը, որի զեպքում մետաղալարին հանդիպելուց հետո (OM թելը կփաթաթվի նրա վրա, ինչպես նաև թելի լարման փոփոխությունը՝ մետաղալարին նրա հանդիպման պահին: Մետաղալարի հաստությունը անտեսել:



31.19 խնդիր

Պատ.՝ $\alpha = \arccos \left[\frac{h}{l} \left(\frac{3}{2} + \cos \beta \right) - \frac{3}{2} \right]$; թելի լարումը ագելանում է $2mg \frac{h}{l} \left(\frac{3}{2} + \cos \beta \right)$ մեծությամբ:

31.20. m զանգվածով M ծանր կետը շարժվում է r շառավիղ ունեցող կլոր զլանի ներքին մակերևույթով: Ընդունելով զլանի մակերևույթը բացարձակ հարթ և զլանի առանցքը ուղղահայաց կետի ճնշումը զլանի վրա: Կետի սկզբնական արագությունը միմյուրյամբ հաժախար է λ , և հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն:



31.20 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } N = \frac{m\lambda^2 \cos^2 \alpha}{r}$$

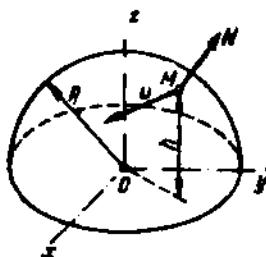
31.21. Նախորդ խնդրում կազմել կետի շարժման հաճախարումները, եթե սկզբնական պահին կետը գտնվել է x առանցքի վրա:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } x &= r \cos \left[\frac{v_0 \cos \alpha}{r} t \right], \quad y = \\ &= r \sin \left[\frac{v_0 \cos \alpha}{r} t \right], \quad z = v_0 (\sin \alpha) t + \frac{r \alpha^2}{2} \end{aligned}$$

31.22. R շառավղով կիսասֆերիկ հարթ զմբեթի λ զաղաթում գտնվող M քարը ստանում է v_0 հորիզոնական սկզբնական արագություն: Որտե՞ղ քարը կանգնա՞վի զմբեթից: v_0 -ի



31.22 խնդրին



31.23 խնդրին

ինչպիսի՞ արժեքների դեպքում քարը կանգնա՞վի զմբեթից սկզբնական պահին: Գմբեթի վրայով քարի շարժման դիմադրությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \arccos \left(\frac{2}{3} + \frac{v_0^2}{3gR} \right), \quad v_0 \geq \sqrt{gR}$$

31.23. m զանգվածով M կետը շարժվում է R շառավիղ ունեցող կիսասֆերիկ զմբեթի հարթ մակերևույթով: Ընդունելով, որ կետի վրա ազդում է Z առանցքին զուգահեռ ծանրության ուժը և իմանալով, որ սկզբնական պահին կետը ունեցել է v_0 արագություն և գտնվել է զմբեթի հիմքից h_0 բարձրության վրա, որոշել կետի ճնշումը զմբեթի

Վրա երբ նա կլինի զմբևթի հիմքից h բարձրության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } N = \frac{mg}{R} \left(3h - 2h_0 - \frac{v_0^2}{g} \right),$$

31.24. m զանգվածով M կետը շարժվում է

$$y = \frac{a}{2} \left(e^{x/a} + e^{-x/a} \right) = a \operatorname{ch} \frac{x}{a}$$

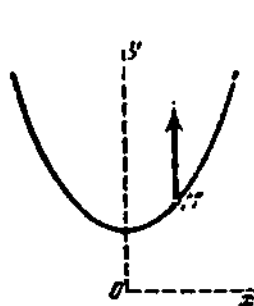
շղթայազգծով ()y առանցքին պողպանե և ()x առանցքից ուղղված ու kmy-ին հաճախոր վանող ուժի ազդեցության տակ: ($t=0$) պահին $x=1$ մ, $x=1$ մ վ: Որոշել կետի N ճնշումը կորի վրա և կետի շարժումը $k=1$ ռադ/վ², $a=1$ մ շեղում (ժանրության ուժը անտեսում ենք): Շղթայազգծի կորության շառավիղը հաճախոր է y^2/a :

Պատ.՝ $N=0$, $x=(1+1)$ մ:

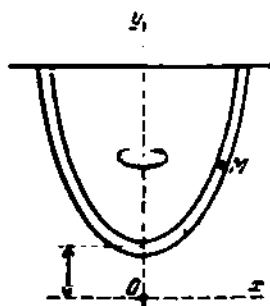
31.25. Ինչպիսի՝ հարթ կորով պեռք է ժռել խողովակը, որպեսզի նրա մեջ ցանկացած տեղում տեղափոխված գնդիկը խողովակի նկատմամբ մնա հավասարակշռության մեջ, եթե խողովակը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է Oy առանցքի շուրջը:

$$\text{Պատ.՝ } y = \frac{1}{2} \frac{\omega^2}{g} x^2 + c \text{ պարաբոլով:}$$

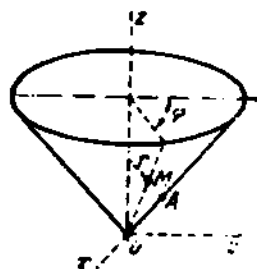
31.26. $m=1$ կգ զանգվածով M կետը շարժվում է $2a=90^\circ$ բացվածքի անկյուն տենցող կորի կոնի սզորկ մակերևութով () զազաթից



31.24 խնդիր



31.25 խնդիր



31.26 խնդիր

վանման ուժի ազդեցության տակ, որը համեմատական է հեռավորությանը՝ $F=c \cdot OM$ ն, որտեղ $c=1$ Ն/մ: Ուղղանկյուն պահին M կետը գտնվում է A կետում, OA հեռավորությունը հաճախոր է $a=2$ մ, սկզբնական արագությունը՝ $v_0=2$ մ/վ և ուղղված է կոնի հիմքին զուգահեռ:

Որոշել M կետի շարժումը (ժանրության ուժը անտեսել):

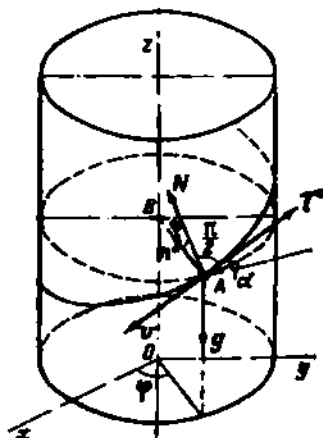
Ա կետի գիծը որոշում ենք / կորդինատով և () առանցքին ուղղահայաց հարթության մեջ գտնվող և Դ բևեռային կորդինատներով. կոնի մակերևույթի հավասարումն է $r^2 - r^2 = 0$:

$$\text{Պատ.՝ } r = e^{2t} + e^{-2t}, \quad \lg\left(\frac{\varphi}{\sqrt{2}} + \frac{\pi}{4}\right) = e^{2t},$$

31.27. Նախորդ խնդրի պայմաններում, բնդունելով կոնի առանցքն ուղղված աղղածիպով զեպի վեր և հաշվի առնելով ժանրոթյան ուժը, որոշել կետի ճնշումը կոնի մակերևույթի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } N = m \sin \alpha \left| g + \frac{R^2 \lambda^2 \ln 2\gamma}{2r^3} \right|,$$

31.28. A նյութական կետը ժանրոթյան ուժի աղղեցության տակ շարժվում է խորգորորդ պատասակային մակերևույթով, որի () առանցքը ուղղածիպ է. մակերևույթը արված է $z = a + i(r)$ հավասարումով. կետի և մակերևույթի միջև շփման գործակիցը հավասար է k -ի: Դանել այն պայմանը, որի զեպքում կետի շարժումը տեղի է ունենում առանցքից $AB = r_0$ հաստատուն նեռապարտության վրա, այսինքն տեղի է ունենում պատասակագծով, ինչպես նաև գտնել այդ շարժման արագությունը, ենթադրելով, որ $\alpha = \cos \alpha$:



31.28 խնդիր

Յուցում: Խնդիրը լուծելու համար նպատակահարմար է օգտվել բնական առանցքների համակարգից. շարժման հավասարումը պրոյեկտելով պատասակագծի A կետում տարած շոշափողի, զիսավոր նորմալի և ընդհանրապես վրա: Եկարում պատասակային մակերևույթի հակադրման $\vec{N}$ նորմալ յաղողրիչի և զիսավոր նորմալի $\vec{n}$ որտե միջև կազմված անկյունը նշանակված է β -ով:

Պատ.՝ Շարժումը պատասակագծով հնարավոր է $\lg \alpha - k\sqrt{1 + f'^2(r_0)} \cos^2 \alpha = 0$ պայմանի զեպքում, որտեղ $\lg z = R/r_0$:

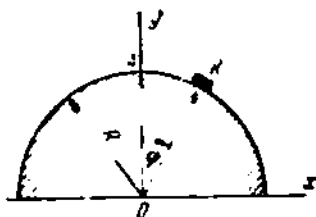
շարժման արագությունը՝ $v = \sqrt{gr_0 f'(r_0)}$:

31.29. K մարմինը, որի չափերը կարելի է անտեսել, գրված է R շառավիղ ունեցող անշարժ կիսագլանի խորգորորդ մակերևույթի վերին A կետում: Դանել շոշափողով ուղղված ինչպիսի՞ $\vec{v}_0$ սկզբնական հորիզոնական արագություն պետք է հաղորդել K մարմնին. որպեսզի նա, շարժումն սկսելով, կանգ առնի գլանի մակերևույթի

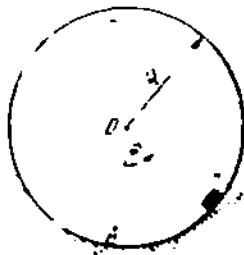
վրա, և ՅԵ սահքի շփման զործակիցը շարժման դեպքում և հանդստի մեջ նույնն են և հավասար են 1-ի:

Պատ.՝ $v_0 \leq \sqrt{\frac{2gR}{1+4l^2} |V^2 i + l^2 e^{-2i\phi_0} - (1-2l^2)|}$, որտեղ $\phi_0 = \arccos \lg l$:

31.30. K մարմինը, որի շափերը կառելի է անտեսել, գրված է R շառավիղ ունեցող անշարժ զլանի խորդաբոլորը մակերեսային ներ-



31.29 խնդրին



31.30 խնդրին

քին մասի սառրին λ կետում: Գլանի շոշափողով ողղված ինչպիսի՞ v_0 սկզբնական հորիզոնական արագություն պետք է հաղորդել K մարմնին, որպեսզի նա հասնի զլանի B վերին կետին: Սահքի շփման զործակիցը հավասար է 1-ի:

Պատ.՝ $v_0 \geq \sqrt{\frac{gR}{1+4l^2} [2(1-2l^2) + 3e^{-2l}]}$:

31.31. Թելից կախված զնդիկը հորիզոնական հարթություն մեջ գծում է շրջանագիծ՝ կադմիում կոնակալն ճոճանակ: Գանել կոնի բարձրությունը, եթե զնդիկը մեկ բուպետմ կատարում է 20 պտույտ:

Պատ.՝ $h = 2.25$ մ:

31.32. Միավոր զանգվածով նյութական կետը $\Pi = x^2 + xy + y^2$ պոտենցիալ ունեցող ուժային դաշտի ազդեցության տակ շարժվում է հորիզոնական հարթության մեջ: Սկզբնական պահին կետն ունի $x = 3$ սմ, $y = 4$ սմ կոորդինատներ և x առանցքի դրական ուղղությամբ գոգահեռ 10 մ/վ արագություն: Որոշել կետի շարժումը:

Պատ.՝ $x = 3.5 \cos \sqrt{3}t + \frac{5\sqrt{3}}{3} \sin \sqrt{3}t - 0.5 \cos t + 5 \sin t$,

$y = 3.5 \cos \sqrt{3}t + \frac{5\sqrt{3}}{3} \sin \sqrt{3}t + 0.5 \cos t - 5 \sin t$,

31.33. a շառավղով մետաղալարի հորիզոնական շրջանագծին

հաջցված փոքրիկ օղակին հաղորդեցին v_0 սկզբնական արագություն, Օղակի և մետաղալարի միջև շփման գործակիցը հավասար է 1-ի, Որոշել, թե որքան ժամանակ հետո օղակը կանց կառնի:

$$\text{Պատ.՝ } t = \frac{8}{f} \int_0^{v_0} \frac{dv}{\sqrt{v^2 + a^2 g^2}},$$

31.34. 2 կգ զանգվածով նյութական կետը $\vec{F} = (-8x\vec{i} - 8y\vec{j} - 2z\vec{k})$ Ն ուժով ձգվում է զեպի մի ինչ-որ կենտրոն: Նյութական կետի սկզբնական դիրքը որոշվում է $x=4$ սմ, $y=2$ սմ, $z=4$ սմ կոորդինատներով: Սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի: Որոշել կետի շարժման հավասարումները և նրա հետագիծը:

Պատ.՝ $x=4 \cos 2t$, $y=2 \cos 2t$, $z=4 \cos t$: Հետագիծը $x = \frac{z^2}{2} - 4$ և $y = \frac{z^2}{4} - 2$ երկու պարաբոլական զլանների հատման գիծն է: Ինչ $x=2y$ հարթության վրա գտնվող պարաբոլ է: Շարժումը հետագիծով իրագործվում է $x=4$ սմ, $y=2$ սմ, $z=4$ սմ կետից մինչև $x=4$ սմ, $x=2$ սմ, $z=-4$ սմ կետը եղած տեղամասում:

31.35. Կոնական ճոճանակն ունի 1 երկարություն և հորիզոնական հարթության մեջ գտնվում է 3 շառավղով շրջանագիծ: Որոշել կոնական ճոճանակի պտույտի պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{2\pi \sqrt{l^3 - a^2}}{\sqrt{g}},$$

§ 82. Տատանողական շարժում

ա) Ազատ տատանումներ

32.1. Մի ծալրով Λ կետում ամրացված AB զսպանակը ալնպիսին է. որ նրան 1 մ-ով երկարացնելու համար անհրաժեշտ է սատակական բեռնվածության զեպքում B կետում կիրառել $10,6$ Ն ուժ: Մի ինչ որ պահի շեղեփոխված զսպանակի ստորին B ծալրից կախում են $0,1$ կգ զանգվածով C կշռաքարը և այն բաց թողնում առանց սկզբնական արագության: Անտեսելով զսպանակի զանգվածը, գրել կշռաքարի հետագա շարժման հավասարումը և ցույց տալ նրա տատանումների լայնությունը ու պարբերությունը՝ շարժումը զերագրելով կշռաքարի ստատիկական հավասարակշռության դիրքից ազդեցիկ զեպի ներքև տարված առանցքին:

Պատ.՝ $x = -0,05 \cos 14t$ մ, $a=5$ սմ, $T=0,45$ վ:

32.2 $M=2$ տ. Կանգնածով բեռի $\gamma=5$ մ/վ արագությամբ հափս-
սարաչափ իջնելու ժամանակ տեղի ունեցավ բեռն իջեցնող մետաղա-
լարի վերին ծայրի հանկարծակի կանգնեցում՝ ճախարակի պահուս-
կում մետաղալարի նման հետևանքով: Անտեսանելի մետաղալարի
զանգվածը, որոշել նրա ամենամեծ լարու-
մը բեռի հետագա տատանումների ժամա-
նակ, եթե մետաղալարի կոշտության գոր-
ծակիցը $4 \cdot 10^8$ Ն/մ է:

Պատ.՝ 466,4 կՆ:

32.3. Որոշել նախորդ խնդրում մե-
տաղալարի ամենամեծ լարումը, եթե բեռի
և մետաղալարի միջև մտցված է $C_1=$
 $=4 \cdot 10^5$ Ն/մ կոշտության գործակից ունե-
ցող առանցքական զսպանակ:

Պատ.՝ 154,4 կՆ:

32.4. Q բեռը, ընկնելով $h=1$ մ բարձրությունից առանց սկզբ-
նական արագության, հարվածում է առանցքական հորիզոնական հեծա-
նին նրա մեջտեղում: Հեծանի ծայրերը մարակցված են: Գրել հեծանի
վրա բեռի հետագա շարժման հավասարումը՝ շարժումը վերադարձնելով
հեծանի վրա բեռի ստատիկական հավասարակշռության դիրքից ուղ-
ղաձիգ գեպի ներքև տարված առանցքին, եթե հեծանի մեջտեղում
նրա ստատիկական ճկվածքը նշված քննվածությունից գեպքում հավա-
սար է $0,5$ սմ: Հեծանի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ $x=(-0,5 \cos 44,3t + 10 \sin 44,3t)$ սմ:

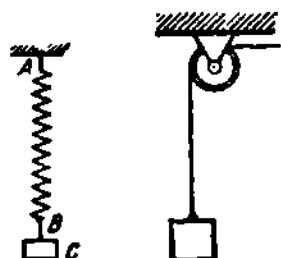
32.5. Վազոնի լուրաքանչյուր զսպանի վրա ընկնում է P Ն բեռ-
նը փածություն: Ելք բեռնվածության տակ հավասարակշռության ղեկ-
քում զսպանը ճկվում է 5 սմ-ով: Որոշել զսպանների վրա վազոնի
սեփական տատանումների T պարբերությունը: Զսպանի առանցքական
դիմադրությունը համեմատական է նրա ճկվածքի սլաքին:

Պատ.՝ $T=0,45$ վ:

32.6. Որոշել առանցքական գետնի վրա դրված մեքենայի հիմքի
ազատ տատանումների պարբերությունը, եթե հիմքի զանգվածը
մեքենայի հետ միասին $M=90$ տ է, հիմքի հատակի մակերեսը $S=$
 $=15$ մ², գետնի կոշտության գործակիցը՝ $c=\lambda S$, որտեղ $\lambda=30$ Ն/սմ²-ը
այսպես կոչված գետնի տեսակարար կոշտությունն է:

Պատ.՝ $T=0,089$ վ:

32.7. Գտնել հանգիստ ջրի վրա նստի ազատ ուղղաձիգ տատա-
նումների պարբերությունը, եթե նստի զանգվածը M տ է, նրա հորի-



32.1 խնդրին



32.2 խնդրին

զոնական պրոյեկցիայի մակերևույթ՝ $S = d^2$ ։ Ջրի խտությունը՝ $\rho = 1$ տ/մ³։
Ջրի մածուցիկության պայմանադրված ուժերը անտեսելու՝

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho S g}}$$

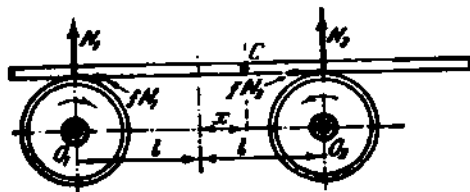
32.9. Նախորդ խնդրի պայմաններում զտնել նափի շարժման հաճախությունները եթե նա ջրի վրա բաց է թողնվել պրոյեկտն ուղղածից սրապությունը։

$$\text{Պատ.՝ } \gamma = -\frac{M}{\rho S} \cos \sqrt{\frac{\rho g}{M}} t \text{ մ.}$$

32.10. Բ. և կշիռ ունեցող բնոր առանձնական թելով կախված է անշարժ կետից։ Հազվադեպ շարժումների դիրքից դուրս բերված բևեռ սկսում է կատարել տատանումներ։ Արտահայտել թելի x երկարությունը որպես ժամանակի t ֆունկցիա և x_0 սկզբնական երկարությունը, որպեսզի կշռաքարի շարժման ընթացքում թելը մնա ձգված։ Թելի լարումը համեմատական է երկարացմանը։ Նրա երկարությունը ձգված վիճակում հազվադեպ է Լ-ի, զ և-ի հազստար ստատիկական բեռնվածության ազդեցությունից թելը երկարում է Լ սմ-ով։ Բևեռ սկզբնական արագությունը հազվադեպ է գրոյի։

$$\text{Պատ.՝ } x = l + \frac{P}{q} + \left(x_0 - l - \frac{P}{q} \right) \cos \left(\sqrt{\frac{qg}{P}} t \right), \quad l \leq x_0 \leq l + \frac{2P}{q}$$

32.10. Նկարում ցույց տրված հսկազիռ ուղղություններով պտտվող հազաքար շառավիղ ունեցող երկու զլանային փոկանիվների վրա ազատ զրկված է համասեռ ձողը։



32.10 խնդիր

փոկանիվներով փոկանիվների վրա ազատ զրկված է համասեռ ձողը։ փոկանիվների O_1 և O_2 կենտրոնները պտտվում են O_1O_2 հորիզոնական ուղղի վրա։ Հեռավորություն $O_1O_2 = 2l$ ։ ձողը շարժման մեջ է զրկվում փոկանիվների հետ նրա շփման կետերում առաջացած շփման ուժերով։ ալդ ուժերը համեմատական են փոկանիվների վրա ձողի ճնշմանը։ Ընդ որում համեմատականության գործակիցը (շփման գործակիցը) հազաքար է Լ-ի։

1) Որոշել ձողի շարժումը ալն բանից հետո, երբ մենք նրան համաշափության դիրքից տեղաշարժում ենք x_0 -ով $v_0 = 0$ զեպքում։

2) Գտնել 1 շփման գործակիցը, իմալալով որ ձողի տա-

տանումների T պարբերությունը $l=25$ սմ զեպքում հավասար է 2 վ:

$$\text{Պատ.՝ } 1) x = x_0 \cos \left(\sqrt{\frac{lg}{l}} t \right), \quad 2) l = \frac{4\pi^2 l}{g T^2} = 0.25,$$

32.11. Միենույն զսպանակից կախեցին նախ p կշռով բեռը, իսկ երկրորդ անգամ $3p$ կշռով բեռը: Որոշել, թե քանի անգամ կփոխվի տատանումների պարբերությունը: Իմանալով զսպանակի C կոշտության գործակիցը, ինչպես նաև սկզբնական պայմանները (բեռները կախել են չձգված զսպանակի ծայրին և բաց են թողել առանց սկզբնական արագություն): Կտենել բեռների շարժման հավասարումները:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{3}, \quad x_1 = -\frac{p}{c} \cos \sqrt{\frac{cg}{p}} t, \quad x_2 = -\frac{3p}{c} \cos \sqrt{\frac{cg}{3p}} t,$$

32.12. $c=2$ կՆ/մ կոշտության զսպանակից նախ կախեցին 6 կգ զանգված ունեցող բեռը, իսկ ալյումինե ալն փոխարինեցին երկու անգամ մեծ զանգված ունեցող բեռով: Որոշել բեռների տատանումների հաճախությունները և պարբերությունները:

Պատ.՝ $k_1=18,26$ ռադ/վ, $k_2=12,9$ ռադ/վ, $T_1=0,344$ վ, $T_2=0,49$ վ:

32.13. $c=19,6$ Ն/մ կոշտության գործակից ունեցող զսպանակից կախվել են $m_1=0,5$ կգ և $m_2=0,8$ կգ զանգվածներով երկու բեռ: Համակարգը տատակակալան հավասարակշռության դիրքում գտնվում է հանգստի մեջ, երբ m_2 բեռը վերցրեցին: Գտնել մնացած բեռի շարժման հավասարումը: Հաճախությունը, շրջանային հաճախությունը և տատանումների պարբերությունը:

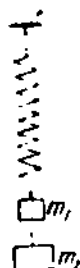
Պատ.՝ $x=0,4 \cos 6,26 t$ մ, $l=1$ Հց, $k=2\pi$ ռադ/վ, $T=1$ վ:

32.14. $c=98$ Ն/մ կոշտության գործակից ունեցող զսպանակից կախված $m_1=2$ կգ զանգվածով բեռը զրոնրվում է հավասարակշռության մեջ: Մի որևէ պահի m_1 32.13 խզրին բեռին աճեղացրին $m_2=0,8$ կգ բեռը: Որոշել երկու բեռների շարժման հավասարումը և տատանումների պարբերությունը:

Պատ.՝ $x_0=-0,08 \cos 5,916 t$ մ, $T=1,062$ վ:

32.15. 4 կգ զանգվածով բեռը նախ կախեցին $c_1=24$ Ն/մ կոշտությամբ զսպանակից, իսկ ապա $c_2=4$ կՆ/մ կոշտությամբ զսպանակից: Գտնել բեռի տատանումների հաճախությունների հարաբերությունը և պարբերությունների հարաբերությունը այդ երկու դեպքերում:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{K_1}{K_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,7071, \quad \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2} = 1,4142,$$



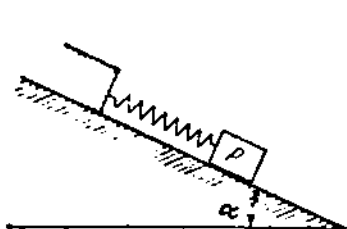
32.16. ու դանդաղածով մարմինը դադարում է ուղղաձիգի հետ α անկյուն կազմող թեք հարթության վրա: Մարմնին ամրացված է C կշռությամբ մի զսպանակ, որը գույակն է թեք հարթությանը: Գտնել մարմնի շարժման հավասարումը, եթե սկզբնական պահին այն ամրացված է եղել շեղված զսպանակի ծայրին և նրան հաղորդված է եղել թեք հարթությամբ դեպի ներքև ուղղված ν_0 սկզբնական արագություն: Կոորդինատների սկզբնականը վերցնել ստատիկական հավասարակշռության դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{\nu_0}{k} \sin kt - \frac{mg \cos \alpha}{c} \cos kt, \text{ որակ } k = \sqrt{\frac{c}{m}}.$$

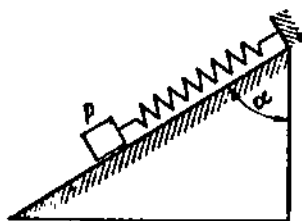
32.17 Հորիզոնի նկամամբ α անկյան տակ թեքված ողորկ հարթության վրա գտնվում է զսպանակին ամրացված P կշռով բեռը: Զսպանակի ստատիկական երկարացումը հավասար է l -ի: Որոշել բեռի տատանումները, եթե սկզբնական պահին զսպանակը շարված պինակից ձգված է եղել: 31-ի հավասար երկարությամբ և բեռը բաց է թողնված առանց սկզբնական արագության:

$$\text{Պատ.՝ } x = 2l \cos \left(\sqrt{\frac{g}{l}} \sin \alpha \cdot t \right),$$

32.18. Զսպանակի ծայրին ամրացված $M=12$ կգ զանգվածով մար-



32.16 խնդրին



32.17 խնդրին

մինը կատարում է հարմոնիկ տատանումներ: Վալրկենաչափի օպեր-
թյամբ որոշված է, որ մարմինը 100 լրիվ տատանում կատարել է
45 վ-ում: Իրանից հետո զսպանակի ծայրին լրացուցիչ ամրացրին
 $M_1=6$ կգ զանգվածով բեռը: Որոշել զսպանակի վրա երկու բեռների
տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T_1 = T \sqrt{\frac{M+M_1}{M}} = 0,55 \text{ վ},$$

32.19. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել M մեկ բեռի և

$M + M_1$ երկու բևեռների շարժման հաճախումները. եթե երկու զնայքերում էլ բևեռները կախված են եղել շձգված զսպանակի ծալրից:

Պատ.՝ 1) $x = -5.02 \cos 14 t$ ս. 2) $x_1 = -7.53 \cos 11.4 t$ ս, որտեղ x -ը և x_1 -ը համապատասխանաբար հաշվվում են սառստիկական հաճախարակչությունների երկու դիրքերից առանձին-առանձին:

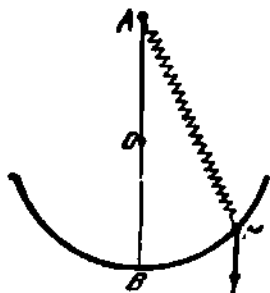
32.20. A անշարժ կետով զսպանակից կախված M բևեռը կատարում է փոքր ներդաշնակ տատանումներ ուղղաձիգ հարթության մեջ՝ առանց չփման սահնիով մի շրջանագծի ադեղով. որի տրամագիծը հավասար է l-ի, զսպանակի քնական երկարությունը 2 է. նրա կոշտությունը այնպիսին է, որ M բևեռի կշռին հավասար ուժի ազդեցության զնայքում նա ստանում է b-ին հավասար երկարացում: Որոշել տատանումների T պարբերությունը այն զնայքում. երբ $l = a + b$, զսպանակի զանգվածը անտեսել և ընդունել, որ տատանումների ժամանակ մնում է ձգված:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{T}{g}},$$

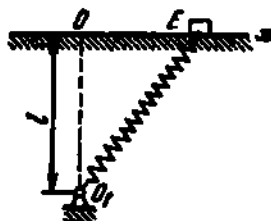
32.21. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել M բևեռի շարժման հաճախությունը. եթե սկզբնական պահին $\angle BAM = \varphi_0$ և M կետին հաղորդել են շրջանագծի շոշափուղով զնայի ներքև ուղղված v_0 սկզբնական արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \varphi_0 \cos \sqrt{\frac{g}{l}} t - \frac{v_0}{l g} \sin \sqrt{\frac{g}{l}} t,$$

32.22. E մարմինը, որի զանգվածը հավասար է m-ի, գտնվում է ողորկ հորիզոնական հարթության վրա: Ուարմինն ամրակցված է C կոշտությամբ զսպանակը, որի երկրորդ ծալրը ամրացված է O_1 հողակապին: Չձևափոխված զսպանակի երկարությունը հավասար է l_0 -ի, մարմնի հաճախարակչությունը գիրքում զսպանակն ունի վերջավոր նախնական ձգվածք, որը հավասար է $F_0 = C(l - l_0)$, որտեղ $l = 0.01$ է



32.20 խնդիր



32.22 խնդիր

Չսպանակի առածգական ուժի հորիզոնական բաղադրիչի մեջ հաշվի առնելով միայն պծալին անդամները հավասարակշռության դիրքից մարմնի շեղումների նկատմամբ, որոշել մարմնի փոքր տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{ml}{F_0}}$$

32.23. m զանգվածով նյութական կետը կախված է C կոշտության գործակից ունեցող չձգված զսպանակի ծալրից և բաց է թողնված ղեպի ներքև ուղղված v_0 սկզբնական արագությամբ: Իսկել կետի շարժման հավասարումը և տատանումների պարբերությունը եթե ժամանակի այն պահին, երբ կետը դանդել է ստորին եզրային դիրքում, նրան կիրառում են ղեպի ներքև ուղղված $\zeta = \text{const}$ ուժը:

Կոորդինատների սկզբնական ընտրել ստատիկական հավասարակշռության դիրքում, այսինքն չձգված զսպանակի ծալրից $P.C$ հեռավորության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{Q}{c} + \left[V \left(\frac{v_0}{k} \right)^2 + \left(\frac{mg}{c} \right)^2 - \frac{Q}{c} \right] \cos V \frac{c}{m} t,$$

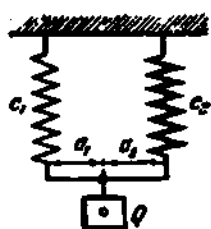
որտեղ t -ն հաշվվում է ժամանակի այն պահից, երբ սկսեց ազդել Q ուժը, $T=2\pi\sqrt{m/c}$:

32.24. Որոշել գույպահեռ միացված երկու զսպանակների ամբողջված m զանգվածով բևեռի ազատ տատանումների պարբերությունը և տրված k -կնակի զսպանակին համարժեք զսպանակի կոշտության գործակիցը, եթե բևեռը դասավորված է այնպես, որ տրված C_1 և C_2 կոշտության գործակիցներով օժտված երկու զսպանակների երկարացումները նույնն են:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{m}{(C_1+C_2)}}; \quad C=C_1+C_2: \quad \text{բևեռի դասավորությունը}$$

այնպիսին է, որ $a_1/a_2=C_2/C_1$:

32.25. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել բևեռի շարժման հավասարումը, եթե նրան կախեցին չձգված զսպանակներից և նրան հաղորդեցին ղեպի ներքև ուղղված v_0 սկզբնական արագություն:



32.25 խնդրին

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } x = & -\frac{mg}{C_1+C_2} \cos \sqrt{\frac{(C_1+C_2)}{m}} t - \\ & - v_0 \sqrt{\frac{m}{(C_1+C_2)}} \sin \sqrt{\frac{(C_1+C_2)}{m}} t, \end{aligned}$$

32.26. Որոշել C_1 և C_2 տարբեր կոշտության

գործակիցներ m և n գործակիցներ c_1 և c_2 միջև սեղմված III զանգվածով բևեռի ազատ տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(c_1 + c_2)}}$$

32.27. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել բևեռի շարժման հաճախարումը, եթե հաճախարակչությունը գիբրատ նրան հաղորդեցին զեպի ներքև ուղղված v_0 արագությունը:

$$\text{Պատ.՝ } x = v_0 \sqrt{\frac{m}{(c_1 + c_2)}} \sin \sqrt{\frac{(c_1 + c_2)}{m}} t$$

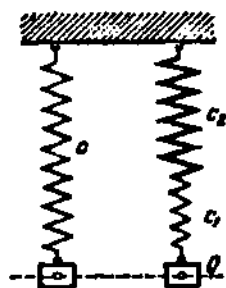
32.28. Որոշել ալն կրկնակի զսպանակին համարժեք զսպանակի C կոշտությունը գործակիցը, որը կազմված է c_1 և c_2 տարրեր կոշտության գործակիցների m և n զանգվածների հաղորդարար միացված երկու զսպանակներից, և ցույց տալ նաև նշված կրկնակի զսպանակից կախված III զանգվածով բևեռի տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } c = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m(c_1 + c_2)}{c_1 c_2}}$$



32.26 խնդիր



32.28 խնդիր

32.29. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել բևեռի շարժման հաճախարումը, եթե սկզբնական պահին նա գտնվել է հաճախարակչության գիբրից ներքև z_0 հեռավորության վրա և նրան հաղորդել են զեպի վեր ուղղված v_0 արագությունը:

$$\text{Պատ.՝ } x = z_0 \cos \sqrt{\frac{c_1 c_2}{(c_1 + c_2)m}} t - v_0 \sqrt{\frac{(c_1 + c_2)m}{c_1 c_2}} \sin \sqrt{\frac{c_1 c_2}{(c_1 + c_2)m}} t$$

32.30. Որոշել $c_1=9,8$ Ն/սմ և $c_2=29,4$ Ն/սմ տարրեր կոշտության գործակիցների m և n զանգվածների հաղորդարար միացված երկու զսպանակներից բաղկացած կամովի զսպանակի կոշտության գործակիցը: Գտնել նշված կամովի զսպանակից կախված 3 կգ զանգվածով բևեռի տատանումների պարբերությունը, լայնությունը և շարժման հաճախարումը, եթե սկզբնական պահին բևեռը աստատիկական հաճախարակչության գիբրից շեղված է եղել 0 սմ-ով զեպի ներքև և նրան հաղորդված է

եղել նույնպես զեպի ներքև ուղղված 49 սմ, սկզբնական արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } c = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2} = 7,35 \text{ ն/սմ. } T = 0,517 \text{ վ. } z = 6,43 \text{ սմ,}$$

$$x = 5 \cos 12,13 t + 4,04 \sin 12,13 t \text{ դմ:}$$

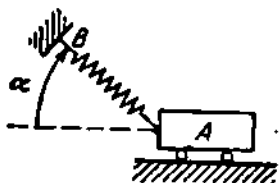
32.31. A մարմինը, որի զանգվածը հավասար է m-ի, կարող է տեղափոխվել հորիզոնական ուղղությամբ: Մարմնին ամրակցված է C կոշտությամբ գործակից ունեցող զսպանակ: Չսպանակի երկրորդ ծայրը ամրացված է B անշարժ կետում: $x = x_0$ անկյան գնացում զսպանակը ձևափոխված չէ: Որոշել մարմնի փոքր տատանումների հաճախությունը և պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } k = \sqrt{\frac{C \cos^2 \alpha_0}{m}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C \cos^2 \alpha_0}},$$

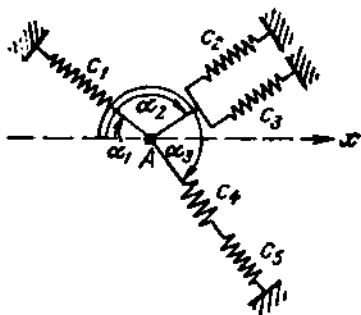
32.32. m զանգվածով A կետը ամրացված է զսպանակներին, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Նախնական դիրքում կետը գտնվում է համասարակշռության մեջ և բոլոր զսպանակները լարված չեն: Որոշել համարժեք զսպանակի կոշտության գործակիցը բացարձակ հարթ ուղղորդներում X առանցքի երկայնքով կետի փոքր տատանումների զեպքում և կետի ազատ տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } c = c_1 \cos^2 \alpha_1 + (c_2 + c_3) \cos^2 \alpha_2 + \frac{c_4 c_5}{c_4 + c_5} \cos^2 \alpha_3, \quad k = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

32.33. Որոշել նկարում ցույց տրված՝ երեք զսպանակներին համարժեք զսպանակի կոշտության գործակիցը, երբ կետը տատանվում է բացարձակ ուղղակի ուղղորդներում X



32.31 խնդիր



32.33 խնդիր

առանցքի երկայնքով: Լուծել նույն խնդիրը, եթե ուղղորդները դասավորված են y առանցքի երկայնքով: Որոշել ալիք տատանումների հաճախությունները:

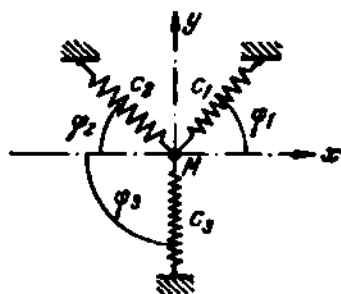
$$\text{Պատ.՝ } c_x = c_1 \cos^2 \varphi_1 + c_2 \cos^2 \varphi_2, \quad c_y = c_1 \sin^2 \varphi_1 + c_2 \sin^2 \varphi_2 + c_3;$$

$$k_x = \sqrt{c_x/m}, \quad k_y = \sqrt{c_y/m};$$

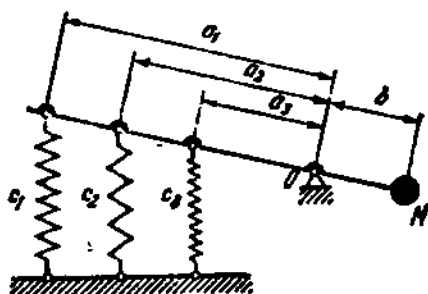
Նախնական գիրքում զսպանակները լարված չեն, և կետը զրտնրվում է հավասարակշռության մեջ:

32.32. Որոշել համարժեք զսպանակի կոշտության գործակիցը, եթե III զանգվածով M բեռը ամրացված է մի ձողի, որի զանշվածը կարելի է անտեսել: Զողը հողակապորեն ամրացված է O կետում և ելքը ուղղաձիգ զսպանակներով ամրացված է գետնին: Զսպանակների կոշտության գործակիցները c_1, c_2, c_3 են: Զսպանակները ամրակցված են ձողին հողակապից B_1, B_2, B_3 հեռավորությունների վրա: M բեռը ամրացված է ձողին՝ հողակապից b հեռավորության վրա: Հավասարակշռության գիրքում ձողը հորիզոնական է: Համարժեք զսպանակը ամրացվում է ձողին հողակապից b հեռավորության վրա: Գտնել բեռի փոքր տատանումների հաճախությունը:

$$\text{Պատ.՝ } c = \frac{c_1 b_1^2 + c_2 b_2^2 + c_3 b_3^2}{b^2}, \quad k = \sqrt{\frac{c}{m}}$$



32.33 խզրին



32.34 խզրին

32.35. Պտտական զսպանակը բաղկացած է n մասերից, որոնց կոշտության գործակիցները համապատասխանաբար հավասար են $c_1, c_2, \dots, c_n$: Որոշել տվյալ զսպանակին համարժեք համասեռ զսպանակի C կոշտության գործակիցը և m զանգվածով կետի ազատ տատանումների պարբերությունը:

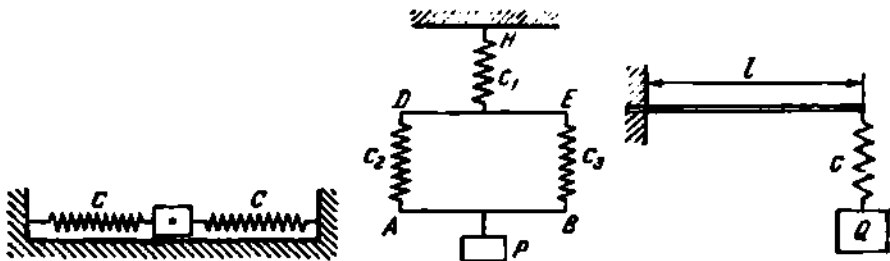
$$\text{Պատ.՝ } c = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{c_i}}, \quad T = \frac{2\pi}{k}, \quad \text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

32.36. Բացարձակ հարթ հորիզոնական հարթության վրա զրտնրվող 10 կգ զանգվածով բեռը սեղմված է մինչև $c = 19,6$ Ն/մ կոշտության գործակից ունեցող երկու զսպանակների միջև: Մի որևէ պահի բեռը հավասարակշռության գիրքից 4 սմ-ով տեղաշարժվել է զեպի աջ և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Գտնել

քնդի շարժման հաճախությունը, տատանումների պարբերությունը, ինչպես նաև առավելագույն արագությունը:

Պատ.՝ $x = 4 \cos 19.8 t$ սմ, $T = 0.317$ վ, $x_{\max} = 79.2$ սմ վ:

32.37. Ընկալվածով P բեռը կախված է AB ձողից, որը C_1 և C_2 կոշտության պորժակիցներ ունեցող երկու զսպանակներից միացված է DE ձողի հետ: Վերջինը H կետում ուժեղացված է առաստաղին մի զսպանակով, որի կոշտության գործակիցը C_3 է: Տատանումների ժամանակ AB և DE ձողերը մնում են հորիզոնական: Որոշել, ալն մի



32.36 խնդրին

32.37 խնդրին

32.38 խնդրին

համարժեք զսպանակի կոշտության պորժակիցը, որի զեպքում P բեռը կտատանվի ալն նույն հաճախությամբ: Գտնել բնդի ազատ տատանումների հաճախությունը: Զողերի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } c = \frac{c_1(c_2 + c_3)}{c_1 + c_2 + c_3}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m(c_1 + c_2 + c_3)}{c_1(c_2 + c_3)}}$$

32.38. Որոշել l երկարությամբ առանցքային բարձակի ծալրից կախված m զանգվածով Q բեռի տատանումների սեփական հաճախությունը: Բեռը պահող զսպանակը ունի C կոշտություն, կոշտությունը բարձակի ծալրում որոշվում է $C_1 = 3EJ/l^3$ քանակով (E -ն առանցքայինության գործակիցն է, J -ն՝ իներցիայի մոմենտը): Բարձակի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } K = \sqrt{\frac{3EJc}{m(3EJ + cl^3)}}$$

32.39. $c = 20$ Ն/սմ կոշտությամբ առանցքային հեծանի մեջտեղում գտնվող $M = 10$ կգ զանգվածով բեռի տատանումները տեղի են ունենում 2 սմ լայնությամբ: Որոշել բեռի սկզբնական արագության մեծությունը, եթե ժամանակի $t = 0$ պահին բեռը գտնվել է հազասարակշռության դիրքում:

Պատ.՝ $v_0 = 28.3$ սմ/վ:

32.40. Ի՞նչ զանգվածով Q բեռը ամրացված է հորիզոնական ուղղությամբ ձգված $AB=l$ ճոպանով: Բեռի ուղղահայաց փոքր տատանումների զեպքում ճոպանի S լարումը կարելի է ընդունել հաստատուն: Որոշել բեռի ազատ տատանումների հաճախությունը, եթե բեռի հեռավորությունը ճոպանի A ծայրից հավասար է a -ի:

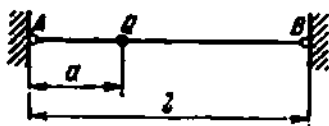
Պատ.՝ $K = \sqrt{\frac{Sl}{ma(l-a)}} \text{ սալ.վ.}$

32.41. 490,5 Ն կշռով բեռը զանգված է AB հեծանի մեջտեղում: Հեծանի լայնական կտրվածքի իներցիայի մոմենտը՝ $J=4$ սմ⁴: Որոշել հեծանի l երկարությունը այն պայմանից, որ պեղծի հեծանի վրա բեռի ազատ տատանումների հաճախությունը հավասար լինի $T=1$ վ:

Մանրամասն. Հեծանի ստատիկական ճկվածքը որոշվում է $l = \frac{Pl^3}{48EJ}$ բանաձևով, որտեղ առաջագիծություն $E=2,05 \cdot 10^{11}$ Ն/մ²:

Պատ.՝ $l=25,9$ մ:

32.42. Ի՞նչ զանգվածով Q բեռը սեղմված է C_1 և C_2 կոշտությամբ



32.40 խնդրին



32.41 խնդրին

գործակիցներ ունեցող երկու ուղղահայաց զսպանակների միջև: Առաջին զսպանակի վերին ծայրը ամրացված է անշարժորեն, իսկ երկրորդ զսպանակի ստորին ծայրը կցված է հեծանի մեջտեղին: Որոշել հեծանի l երկարությունը այնպես, որ պեղծի բեռի տատանումների պարբերությունը հավասար լինի T -ի: Հեծանի լայնական կտրվածքի իներցիայի մոմենտը J է, առաջագիծություն E :

Պատ.՝ $l = \sqrt[3]{\frac{48EJ \left(c_1 + c_2 - \frac{4\pi^2 m}{T^2} \right)}{c_2 \left(\frac{4\pi^2 m}{T^2} - c_1 \right)}}$

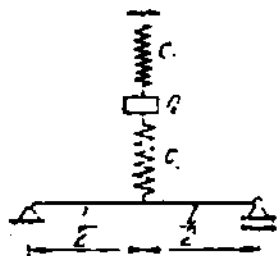
32.43. Գտնել C_2 կոշտությամբ գործակցով զսպանակից կախված ի՞նչ զանգված ունեցող բեռի շարժման հավասարումը և տատանումների պարբերությունը, եթե զսպանակը ամրակցված է l երկարությամբ հեծանի մեջտեղին: Հեծանի ծավալ կոշտությունը EJ է: Սկզբնական

պահին հեծանք գտնվել է ստատիկական հավասարակշռության դի-
ցում և նրան հաղորդվել է զեպի ներքև ուղղված γ_0 արագություն:

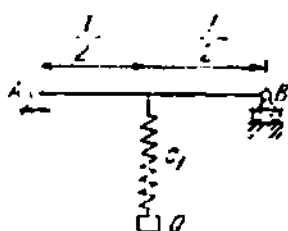
$$\text{Պատ.՝ } x = v_0 \sqrt{\frac{m(c_1 l^3 + 48EJ)}{48EJc_1}} \sin \sqrt{\frac{48EJc_1}{(c_1 l^3 + 48EJ)m}} t,$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(c_1 l^3 + 48EJ)m}{c_1 \cdot 48EJ}},$$

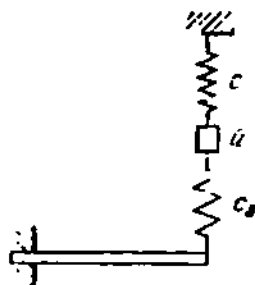
32.47. Q կշռով բևեռ սեղմված է երկու ուղղանկյուն զսպանակնե-
րի միջև, որոնց կոշտության գործակիցները հավասար են c_1 և c_2 :



32.42 խնդրին



32.43 խնդրին



32.44 խնդրին

Առաջին զսպանակի զերին ծալքը ամրացված է անշարժորեն, իսկ
երկրորդ զսպանակի ստորին ծալքը կապված է մի ծալքով պատի մեջ
ամրակցված հեծանի ազատ ծալքին: Իմանալով, որ ամրակցված
հեծանի ազատ ծալքը իր ուղի ծալքում կիրառված P ուժի աղղե, ա-
թյան տակ տալիս է

$$t = \frac{Pl^3}{3EJ}$$

հիշածքը, որտեղ EJ -ն հեծանի առկած կոշտությունն է ծոման զեպ-
քում, որոշել հեծանի ալն l երկարությունը, որի զեպքում բևեռ կա-
տանվի ալվալ T պարբերությամբ: Գտնել բևեռի շարժման հավասա-
րումը, եթե սկզբնական պահին նա կախված է եղել շեղված զսպա-
նակների ծալքից և բաց է թողնված առանց սկզբնական արագության:

$$\text{Պատ.՝ } l = \sqrt{\frac{3EJ \left(c_1 + c_2 \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{Q}{g} \right)}{c_2 \left(\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{Q}{g} - c_1 \right)}}.$$

$$x = -Q \frac{c_2 l^3 + 3EJ}{c_1 c_2 l^3 + (c_1 + c_2) 3EJ} \cos \sqrt{\frac{[c_1 c_2 l^3 + (c_1 + c_2) 3EJ] g_{10}}{(c_2 l^3 + 3EJ) Q}}$$

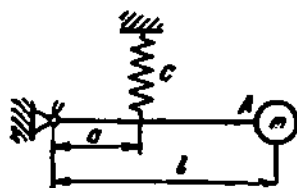
32.45. l երկարությամբ (Δ) ձողը, որի ծալքին տեղադրված է m զանգվածով բեռը, կարող է շրջվել (Δ) առանցքի շուրջը: Օ առանցքից a հեռավորության վրա ձողին ամրացված է C կոշտության զործակցով զսպանակը: Որոշել բեռի տատանումների սեփական հաճախությունը, եթե համասարակշռության դիմակում (Δ) ձողը զրավում է հորիզոնական դիրք: Ձողի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } K = \frac{a}{l} \sqrt{\frac{c}{m}} \text{ առ. 45}$$

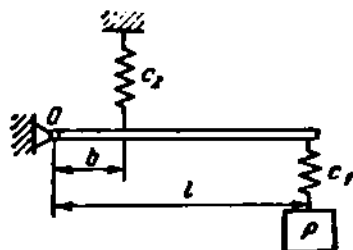
32.46. m զանգվածով P բեռը կախված է l երկարությամբ մի ձողի ծալքում եղած զսպանակից, որը կարող է շրջվել Օ առանցքի շուրջը: Ջսպանակի կոշտության զործակիցը c_1 է: Ձողին պահող զսպանակը տեղակայված է Օ կետից b հեռավորության վրա և ունի c_2 կոշտության զործակից: Որոշել P բեռի տատանումների սեփական հաճախությունը: Ձողի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } K = \sqrt{\frac{c_1 c_2}{m \left[c_2 + \left(\frac{l}{b} \right)^2 c_1 \right]}} \text{ առ. 46}$$

32.47. Երկրաչափի տվյալ վայրում ժանրության ուժի արագացումը որոշելու համար կատարում են երկու փորձ: Ջսպանակի ծալքից



32.45 խնդիր



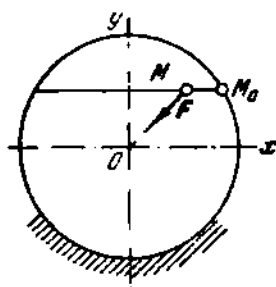
32.46 խնդիր

կախում են P_1 բեռը և չափում զսպանակի l_1 ստատիկական երկարացումը: Այնուհետև այդ նույն զսպանակի ծալքից կախում են P_2 մեկ այլ բեռ և նորից չափում են l_2 ստատիկական երկարացումը: Դրանից հետո կրկնում երկու փորձերն էլ՝ ստիպելով երկու բեռներին հերթով կատարեն ազատ տատանումներ և այդ զեպչում չափում են տատանումների T_1 և T_2 պարբերությունները: Երկրորդ փորձը աճում են

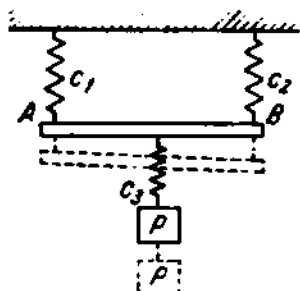
նրա համար, որպեսզի հաշվի առնեն հենց զսպանակի զանգվածի ազդեցությունը՝ ընդունելով, որ քնոի շարժման ժամանակ այդ ազդեցությունը համարժեք է տատանվող զանգվածին մի որոշ լրացուցիչ զանգվածի ազեյացմանը: Կանել բանաձև ծանրության ուժի արագացումը ըստ այդ փորձնական տվյալների որոշելու համար:

$$\text{Պատ.՝ } g = \frac{4\pi^2(L_1 - L_2)}{T_1^2 - T_2^2},$$

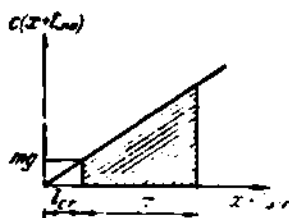
32.48. Ուղղաձիգ դասավորված շրջանի հորիզոնական լարով (ակոսով) $\overline{AB}$ ձգողության ուժի ազդեցության տակ, որը մեծությունը համեմատական է միջին (ρ) կենտրոնն ունեցած հեռավորությանը, ընդ



32.48 խնդիր



32.49 խնդիր



32.50 խնդիր

որում համեմատականության գործակիցը 98 Ն/մ է, առանց շփման շարժվում է 2 կգ զանգվածով M կնար: Շրջանի կենտրոնից միջին լարը եղած հեռավորությունը հավասար է 20 սմ, շրջանագծի շառավիղը 40 սմ է: Որոշել կնարի շարժման օրենքը, եթե սկզբնական պահին նա գտնվել է M_0 աջ եղբային դիրքում և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Ինչպիսի՞ արագությունը կետը կանցնի լարի կենտրոնով:

$$\text{Պատ.՝ } x = 34.6 \cos 7t \text{ սմ, } x = \pm 242 \text{ սմ/վ:}$$

32.49. AB ձողին, որի զանգվածը կարելի է անտեսել, ամրացված են երեք զսպանակ, նրկուսը՝ C և C_2 կոշտություններով, պահում են ձողը և տեղավորված են նրա ծայրերում: Նրորող զսպանակը, որի կոշտությունը C_3 է, ամրակցված է ձողի մեջտեղին և կրում է լ) զանգվածով P քնու: Որոշել քնոի տատանումների սեփական հաճախությունը:

$$\text{Պատ.՝ } K = \sqrt{\frac{4C_1 \cdot C_2 \cdot C_3}{m(4C_1 \cdot C_2 + C_1 \cdot C_3 + C_2 \cdot C_3)}} \text{ ազ/վ:}$$

32.50. $c = 1.96$ կն/մ կոշտության գործակցով զսպանակին ուժ-

Եւցված 10 կգ զանգվածով բևեռը կատարում է տատանումներ: Որոշել բևեռի և զսպանակի յրիվ մեխանիկական էներգիան՝ անտեսելով զսպանակի զանգվածը. կառուցել տեղագրությունից առաձգական ուժի կախվածության գրաֆիկը և նրա վրա ցույց տալ զսպանակի պոտենցիալ էներգիան: Ստատիկական հավասարակշռության դիրքը ընդունել, որպես պոտենցիալ էներգիայի հաշվման սկզբնակետ:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{1}{2} m x^2 + \frac{1}{2} c x^2 = (5 \lambda^2 + 980 \lambda^2) \lambda. \text{ Եթե } x\text{-ը մ.ով է,}$$

x -ը՝ մ.ով-ով, նկարում ստվերագծված մակերեսը հավասար է զսպանակի պոտենցիալ էներգիային:

Յ2.51. m զանգվածով նյութական կետը գտնվում է

$$\Pi = \frac{1}{2} k(x^2 + 4y^2 + 16z^2)$$

պոտենցիալ ունեցող ուժի ազդեցության դաշտում: Ապացուցել, որ վեկտոր ցանկացած (ոչ զրոյական) սկզբնական դիրքից շարժվելիս մի որոշ ժամանակ անց նա նորից կգա այդ դիրքը: Որոշել այդ ժամանակը: Վերադառնալիս արագությունը կլինի՝ արդյոք հավասար սկզբնական արագությանը:

Պատ.՝ $T = 2\pi \sqrt{m/k}$: Կետի արագությունը T ժամանակամիջոցից հետո հավասար է գառնում իր սկզբնական արձեքին:

Յ2.52. m զանգվածով նյութական կետը գտնվում է մի ուժի ազդեցության դաշտում, որի պոտենցիալն է:

$$\Pi = \frac{1}{2} k(x^2 + 2y^2 + 5z^2),$$

կվերադառնա՝ արդյոք կետը այն զեպքում լրելակետային դիրքին մի որոշ ժամանակ անընելուց հետո:

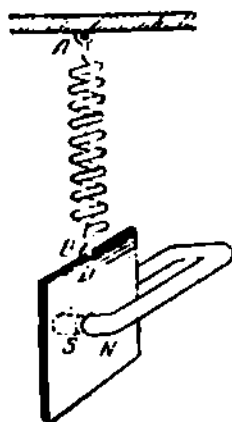
Պատ.՝ Զի կարելի ցույց տալ ժամանակի մի պահ, երբ բոլոր երեք կոորդինատները կհադոնեն էլակետային արժեքները: Նրեք առատանողական շարժումների գումարման ընթացքում կետը չի վերադառնա էլակետային դիրքը:

բ) Դիմ ազդու թւան ադդեցութւունը ազատ տատանումների վրա

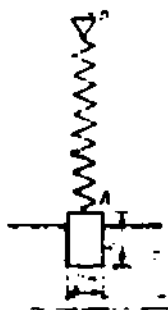
Յ2.53. A ծալրով անշարժ AB զսպանակից կախված 100 գ զանգված ունեցող D թիթեղը շարժվում է մալնիսի բեկոների միջև: Մորլային հոսանքների հետեանքով շարժումն արգելակվում է արագութլանը համեմատական ուժով: Նարժմանը դիմադրող ուժը հավա-

սար է $kv\Phi^2$, որտեղ $k=0.001$, v -ն արագությունն է մ գ-ով, Φ -ն մագնիսական հոսքն է N և S բևեռների միջև: Սկզբնական պահին թիթեղի արագությունը հավասար է զրոյի՝ և զսպանակը ձգված չէ: Նրա երկարացումը 1 մ-ով ստացվում է 13 կետում կիրառված 19.6 Ն ուժի ստատիկական ազդեցության գեպում: Որոշել թիթեղի շարժումը ալն դեպքում, երբ $\Phi=10\sqrt{5}$ Վբ (Վեբերը մագնիսական հոսքի միավոր է Սի-ով):

Պատ.՝ $x=-e^{-2.5t}(0.05 \cos 13.77 t + 0.00907 \sin 13.77 t)$ S, որտեղ



32.53 և 32.54 խնդիրներին



32.55 խնդրին

x առանցքը թիթեղի ծանրության կենտրոնի ստատիկական հավասարակշռության դիրքից ուղղված է դեպի ներքև:

32.54. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել D թիթեղի շարժումը ալն դեպքում, երբ մագնիսական հոսքը՝ $\Phi=100$ Վբ:

Պատ.՝ $x=-(0.051e^{-2t}+0.001e^{-96t})$,

32.55. P կշիռ. և շառավիղ r և h բարձրություն ունեցող զլանը կախված է AB զսպանակից, որի վերին B ծայրը ամրակցված է. զլանը խորաստղված է չրի մեջ: Հավասարակշռության դիրքում զլանը խորաստղվում է չրի մեջ իր բարձրության կեսով: Ժամանակի սկզբնական պահին զլանը խորաստղված է եղել չրի մեջ իր բարձրության $2/3$ -ով և ալնահատ առանց սկզբնական արագության ուղղապիժ ուղղով դրվում է շարժման մեջ: Զսպանակի կոշտությունն ընդունելով հավասար C -ի և ենթադրելով, որ չրի ազդեցությունը քերվում է արքիմեդեսյան լրացուցիչ ուժի, որոշել զլանի շարժումը հավասարակշռության դիրքի նկատմամբ: Ջրի տեսակարար կշիռն ընդունել հավասար γ -ի:

Պատ.՝ $x=\frac{1}{6}h \cos kt$, որտեղ $k^2=\frac{g}{p}(c+\pi\gamma r^2)$,

32.56. Կախույդ խնդրում որոշել գլանի տատանողական շարժումը, եթե ջրի դիմադրությունը համեմատական է արագության առաջին աստիճանին և հավասար է $2V$ -ի:

Պատ.՝ Գլանի շարժումը կլինի տատանողական, եթե

$$\left(\frac{c}{m} + \frac{\pi r^2}{m} \gamma\right) - \left(\frac{a}{2m}\right)^2 > 0,$$

Այդ դեպքում

$$x = \frac{h}{6} \sqrt{\frac{k^*}{k^2 - n^2}} e^{-n^2 \sin^2(\sqrt{k^2 - n^2} t + \beta)},$$

որտեղ

$$k^2 = \frac{c}{m} + \frac{\pi r^2}{m} \gamma, \quad n = \frac{a}{2m}, \quad \lg \beta = \frac{\sqrt{k^2 - n^2}}{n}, \quad m = \frac{P}{g},$$

32.57. $0,5$ կգ զանգվածով Λ մարմինը գտնվում է խորդաբորդ հորիզոնական հարթության վրա և միացված է B անշարժ կետի հետ մի զսպանակով, որի BC առանցքը հորիզոնական է: Λ մարմնի և հարթության միջև շփման գործակիցը $0,2$ է. զսպանակն այնպիսին է, որ այն 1 սմ-ով երկարացնելու համար պահանջվում է $2,45$ Ն ուժ: Λ մարմինը B կետից հեռացված է այնպես, որ զսպանակը երկարել է 3 սմ-ով, և այնուհետև քայքայ է թողնված առանց սկզբնական արագության: Գտնել. 1) թափերի թիվը, որոնք կատարի Λ մարմինը, 2) թափերի մեծությունները և 3) նրանցից լուրջաբանչլուրի T տեվողությունը:

Մարմինը կանգ կառնի, երբ այն դիրքում, որտեղ նրա արագությունը հավասար է զրոյի. զսպանակի առաձգականության ուժը հավասար է շփման ուժին կամ փոքր է նրանից:

Պատ.՝ 1) 4 թափ, 2) $5,2$ սմ, $3,6$ սմ, 2 սմ, $0,4$ սմ, 3) $T = 0,14$ վ:

32.58. Խորդաբորդ թեք հարթության վրա գտնվող $M = 20$ կգ զանգվածով բեռը ամրացրեցին չձգված զսպանակին և նրան հաղորդեցին դեպի ներքև ուղղված $v_0 = 0,5$ մ/վ սկզբնական արագություն: Սահքի շփման գործակիցը՝ $f = 0,08$, զսպանակի կոշտության գործակիցը՝ $c = 20$ Ն/սմ: Հորիզոնի հետ թեք հարթության կազմած անկյունը՝ $\alpha = 45^\circ$:

Որոշել 1) տատանումների պարբերությունը, 2) բեռի հավասարակշռության դիրքից առավելագույն շեղումների թիվը, որոնք կատարում է բեռը, 3) այդ շեղումների մեծությունները:

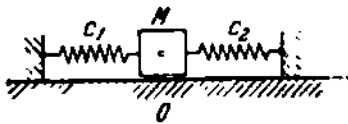


Պատ.՝ 1) $T = 0,625$, 2) 7 շե-

32.57 խնդրի

դում. 3) 7.55 սմ, 6.45 սմ, 5.35 սմ, 4.25 սմ, 3.15 սմ, 2.05 սմ, 0.95 սմ,

32.59. $M=0.5$ կգ զանգվածով մարմինը հորիզոնական հարթության վրա կատարում է տատանումներ երկու միատեսակ զսպանակների ազդեցության տակ, որոնք մի ծայրով ամրակցված են մարմնին, իսկ մյուսով՝ անշարժ կանգնակին. զսպանակների առանգյունը գտնվում են միեւնույն հորիզոնական ուղղի վրա: Զսպանակների կոշտությունը գործակիցները՝ $c_1=c_2=1.225$ Ն/սմ, մարմնի շարժման զեպքում շփման գործակիցը՝ $f=0.2$, հանգստի զեպքում՝ $f_0=0.25$:



32.59 խնդիր



32.62 և 32.63 խնդիրներին

Սկզբնական պահին մարմինը իր O միջին դիրքից տեղաշարժվել է զեպի այ $x_0=3$ սմ դիրքը և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Գտնել. 1) մարմնի հնարավոր հավասարակշռված դիրքերի տիրույթը՝ «անշարժության տիրույթը», 2) մարմնի թափերի մեծությունը, 3) նրա թափերի թիվը, 4) նրանցից լուրջանջյուրի առողությունը, 5) մարմնի դիրքը տատանումներից հետո:

Պատ.՝ 1) -0.5 սմ $< x < 0.5$ սմ, 2) 5.2 սմ, 3.6 սմ, 2 սմ, 0.4 սմ, 3) 4 թափ, 4) $T=0.141$ գ, 5) $x=-0.2$ սմ:

32.60. C կոշտությամբ զսպանակից կախված m զանգվածով մարմինը R դիմադրության ուժի ազդեցության տակ, որը համեմատական է արագության առաջին աստիճանին. կատարում է մարող տատանումներ: Որոշել, թե մարող տատանումների f պարբերությունը քանի անգամ կգերազանցի շմարող տատանումների T_0 պարբերությունը, եթե հարաբերություն $n/k=0.1/k^2=c/m$, $n=a(2m)$:

Պատ.՝ $T \approx 1.005 T_0$

32.61. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել, թե քանի լրիժ տատանումից հետո լայնույթը կփոքրանա հարյուր անգամ:

Պատ.՝ 7.5 լրիժ տատանումից հետո:

32.62 Շատ փոքր արագությունների զեպքում նավի մանրատիպարի շարժմանը ջրի դիմադրությունը որոշելու համար M մանրատիպարը թույլ տվեցին լողալու անոթում՝ նավաքիթը և նավախելը կապելով երկու միատեսակ A և B զսպանակների միջոցով, որոնց ձգման ուժերը համեմատական են երկարացումներին: Դիտումների

արդյունքները ցույց տվեցին, որ մանրատիպարի շեղումները հաշվառակշռության գիրքից լուրաքանչյուր թափից հետո փոքրանում են՝ կազմելով երկրաչափական պրոպրեսիա, որի հաշտարարը հավասար է 0,9. Իսկ լուրաքանչյուր թափի տեղումնում՝ $T \approx 1,5$ փոքր ժանրատիպարի զանգվածի լուրաքանչյուր կիրպրամին ընկնող ջրի դիմադրության R ուժը նրա 1 մ գարագության գեպքում, ենթադրեցով. որ ջրի դիմադրությունը համեմատական է արագության առաջին աստիճանին:

Պատ.՝ $R = 0,42 \text{ Ն}$:

32.63. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել մանրատիպարի շարժման հավասարումը, եթե սկզբնական պահին A զսպանակը եղել է ձգված, իսկ B զսպանակը սեղմված է $\Delta l = 4$ սմ մեծությամբ և մանրատիպարը բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության:

Պատ.՝ $x = e^{-\gamma t} (4 \cos 6,28t + 0,134 \sin 6,28t)$ սմ:

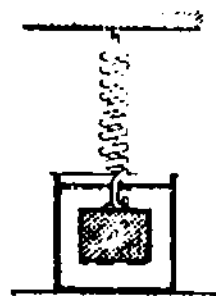
32.64. Հեղուկի մածուցիկությունը որոշելու համար կուլներ օգտագործել է հետևյալ մեթոդը. զսպանակից կախելով A բարակ թիթեղը. նրան ստիպեց նախ տատանվել օդում, իսկ ափսոհանա ալն հեղուկում, որի մածուցիկությունը պետք է որոշել, և գտավ մեկ թափի տեղումնում. T_1 առաջին գեպքում և T_2 երկրորդում: Թիթեղի և հեղուկի միջև շփման ուժը կարող է արտահայտվել $2S\kappa v$ բանաձևով. որտեղ $2S$ -ը թիթեղի մակերևույթն է, v -ն՝ նրա արագությունը, κ -ն՝ մածուցիկության գործակիցը: Անտեսելով շփումը թիթեղի և օդի միջև, որոշել κ գործակիցը ըստ փորձից գտնված T_1 և T_2 մեծությունների, եթե թիթեղի զանգվածը հավասար է m -ի:

Պատ.՝ $\kappa = \frac{\pi m}{ST_1 T_2} \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$:

32.65. 5 կգ զանգվածով մարմինը կախված է մի զսպանակից, որի կոշտության գործակիցը հավասար է 2 կՆ/մ: Լիքաձայրի դիմադրությունը համեմատական է արագությանը: Չորս տատանումից հետո լախույթը փոքրացավ 12 անգամ: Որոշել տատանումների պարբերությունը և լոգարիթմական դեկրեմենտը:

Պատ.՝ $T = 0,316 \text{ վ}$, $\lambda = \pi T/2 = 0,310$:

32.66. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել մարմնի շարժման հավասարումը, եթե նրան կախել են չձգված զսպանակի ծալրից և բաց են թողել առանց սկզբնական արագության:



32.64 խնդրի

Պատ.՝ $x = e^{1.97t} (-2.47 \cos 19.9t - 0.212 \sin 19.9t)$ սմ,

32.67. Ջսպանակից կախված 6 կգ զանգվածով մարմինը դիմադրության բացակայության դեպքում առանկում է $T = 1.4$ ժ պարաբոլայում, իսկ հիմն ազդում է արագության առաջին աստիճանին համեմատական դիմադրությունը՝ $T_1 = 0.5$ ժ պարաբոլայում: Գտնել α համեմատականության գործակիցը $R = -\alpha v$ դիմադրության ուժի արտահայտության մեջ և որոշել մարմնի շարժումը, եթե սկզբնական պահին զսպանակը հավասարակշռության դիրքից ձգված է եղել 4 սմ-ով և մարմինը թողնված է ինքն իրեն:

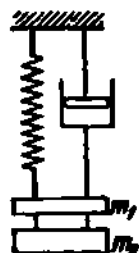
Պատ.՝ $a = 36 \frac{\text{ն} \cdot \text{վ}}{\text{մ}^2}$, $x = 5e^{-3t} \ln \left(4t + \operatorname{arctg} \frac{4}{3} \right)$ սմ,

32.68. Ջսպանակից կախված 1.96 կգ զանգվածով մարմինը շարժման ժամանակ հանդիպում է արագության առաջին աստիճանին համեմատական և 1 մ/վ արագության դեպքում 19.6 Ն-ի հավասար դիմադրության. զսպանակն ալնայիսին է, որ 4.9 Ն ուժով ձգվում է 10 սմ-ով: Սկզբնական պահին զսպանակը հավասարակշռության դիրքից ձգված է 5 սմ-ով և մարմինը շարժման մեջ է դրվել առանց սկզբնական արագության: Գտնել այդ շարժման օրենքը:

Պատ.՝ $x = 5e^{-5t}(5t + 1)$ սմ,

32.69. $m_1 = 2$ կգ և $m_2 = 3$ կգ զանգվածներով բեռները ստատիկական հավասարակշռության դիրքում կախված են մի զսպանակից, որի կոշտության գործակիցը՝ $c = 392$ Ն/մ: Տատանումների լուղային մարիչը առաջացնում է արագության առաջին աստիճանին համեմատական $R = -\alpha v$ դիմադրության ուժ, որանդ $\alpha = 98$ Ն.վ/մ: m_2 բեռը հանեցին: Գտնել զրանից հետո m_2 բեռի շարժման հավասարումը:

Պատ.՝ $x = 8.32e^{-1.4t} - 0.82e^{-44.6t}$ սմ,



32.70. Ջսպանակի ստատիկական երկարացումը

32.69 խնդրին Թ կշռով բեռի ազդեցության տակ հավասար է Ն-ի: Տատանվող բեռի վրա ազդում է արագությանը համեմատական միջավայրի դիմադրության ուժը: Որոշել α դիմադրության գործակցի այն ամենափոքր արժեքը, որի դեպքում շարժման ընթացքը կլինի ոչ պարաբոլական: Գտնել մարդդ տատանումների պարբերությունը, եթե դիմադրության գործակիցը փոքր է զտած արժեքից:

Պատ.՝ $\alpha = \frac{2P}{|g|}$, երբ $\alpha < \frac{2P}{|g|}$, շարժումը կլինի պարբերական

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{1} - \frac{a^2}{4m^2}} \text{ պարբերություն}:$$

32.71. Զսպանակի ծայրից կախված 100 գ զանգվածով բեռը շարժվում է հեղուկում: Զսպանակի կոշտության գործակից $c = 19,6$ Ն/մ: Շարժմանը զիմացրող ուժը համեմատական է բեռի արագության առաջին առերևանին՝ $R = \alpha v$, որտեղ $\alpha = 3,5$ Ն/մ:

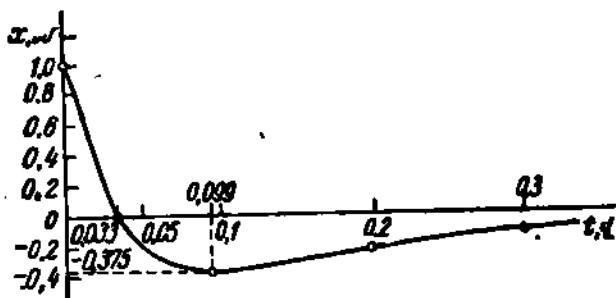
Գտնել բեռի շարժման հավասարումը, եթե սկզբնական պահին բեռը հավասարակշռության դիրքից շեղված է եղել $x_0 = 1$ սմ-ով և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության:

Պատ.՝ $x = 1,32e^{-7t} - 0,33e^{-28t}$ սմ:

32.72. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել բեռի շարժման հավասարումը և կառուցել ժամանակից կախված տեղափոխության գրաֆիկը, եթե սկզբնական պահին բեռը ստատիկական հավասարակշռության դիրքից շեղված է $x_0 = 1$ սմ հեռավորությամբ և նրան հաղորդված է տեղափոխության հակադիր ուղղությամբ 30 սմ/վ սկզբնական արագություն:

Պատ.՝ $x = -e^{-7t} + 2e^{-28t}$ սմ:

32.73. 32.71 խնդրի պայմաններում սկզբնական պահին բեռը շեղված է հավասարակշռության դիրքից $x_0 = 5$ սմ հեռավորությամբ և նրան հաղորդված է այն նույն ուղղությամբ $v_0 = 100$ սմ/վ սկզբնա-



32.72 խնդրին

կան արագություն: Գտնել բեռի շարժման հավասարումը և կառուցել ժամանակից կախված տեղափոխության գրաֆիկը:

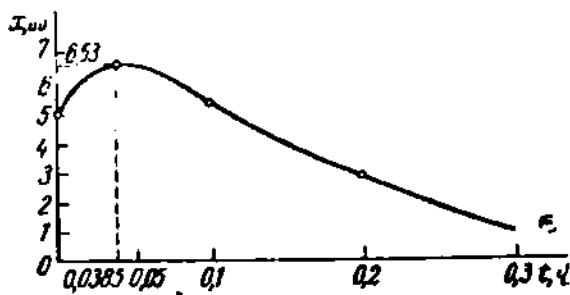
Պատ.՝ $x = 11,4e^{-7t} - 6,4e^{-28t}$ սմ:

32.74. Կազմել Օ կետում հողակապորեն ամրացված ձողի ռայ-րին գտնվող A ծանր կետի փոքր տատանումների դիֆերենցիալ հավասարումը, ընդունելով միջավայրի զիմացրության ուժը համեմա-

առական արագությունն առաջին աստիճանին՝ և համեմատականության գործակիցով, և որոշել մարդ տատանումների հաճախությունը: Ա կետի կշիռը հավասար է P -ի, զսպանակի կոշտության գործակիցը C է, ձողի երկարությունը՝ l , հեռավորությունը $OB=b$: Ձողի զանգվածը անտեսել: Հավասարակշռության դիրքում ձողը հորիզոնական է, և գործակցի ինչպիսի՝ արժեքի դեպքում շարժումը կլինի ոչ պարբերական:

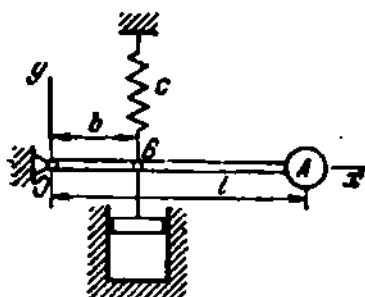
$$\text{Պատ.՝ } \frac{P}{g} \ddot{y} + \tau \frac{b^2}{l} \dot{y} + \frac{b^2}{l^2} y = 0,$$

$$k = \frac{b}{l} \sqrt{\frac{cP}{P} - \left(\frac{2bg}{2Pl}\right)^2} \text{ սադ/ս.} \quad \tau = \frac{l}{b} \sqrt{\frac{cP}{g}}$$



32.73 խնդիր

32.75. Ջսպանակից կախված 20 կգ զանգվածով բոռի տատանումների ժամանակ նկատվել է, որ 1^{րդ} լրիվ տատանումից հետո ամենամեծ շեղումը փոքրացավ երկու անգամ: Բեռը 10 լրիվ տատանումը կատարեց 0 վ-ում: Որքան է և դիմադրության գործակիցը (արագության առաջին աստիճանին համեմատական միջավայրի դիմադրության դեպքում) և ինչպիսի՝ն է C կոշտության գործակցի արժեքը:



32.76 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } a = 3.08 \frac{b \cdot g}{l}, \quad c = 974.8 \text{ Ն/մ.}$$

32.76. Կապել A կետի փոքր տատանումների զիջերենցիալ հավասարումը և որոշել մարդ տատանումների հաճախությունը: A կետի կշիռը հավասար է P -ի, զսպանակի կոշտության գործակիցը C է, հեռավորություն $OA=b$, $OB=l$: Միջավայրի

դիմադրություն ուժը համեմատական է արագության առաջին աստիճանին. համեմատականության պարամետրը հավասար է α -ի () էություն հոգակապորեն ամրակցված ձողի պանդոկի անտեսելի. հավասարակշռության դիրքում ձողը հորիզոնական է, չգործակիժ ինչպիսի՞ արժեքի դեպքում շարժումը կլինի ոչ պարբերական:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{P}{g}y + ay + \frac{c}{h^2}y = 0, \quad k_1 = \sqrt{\frac{cP/g}{P/g} - \frac{a^2g^2}{4P^2}}$$

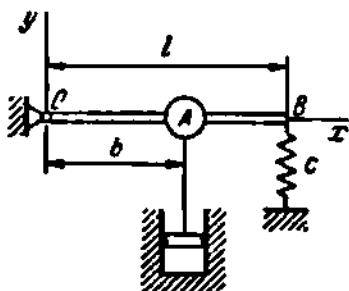
$$a > \frac{2l}{b} \sqrt{\frac{cP}{g}},$$

32.77. 5 կգ զանգվածով մարմինը կախված է 20 նմ կոշտության գոպանակի ծայրից և տեղափոխված է մասնաչիկ միջափայլում: Այդ դեպքում նրա տատանումների պարբերությունը հավասար է 10 գ: Գտնել մարման հաստատունը, տատանումների լողարկի մեծական գեղբոմենտը և ազատ տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } a = 19 \frac{\text{ն} \cdot \text{գ}}{\text{մ}}, \quad \lambda = nT/2 = 9.5, \quad T = 3.14 \text{ գ}$$

դ) Ստիպողական տատանումներ

32.78. Գտնել m զանգվածով կետի ուղղաձիգ շարժման հավասարումը, եթե ալի գտնվում է $Q = -cx$ վերականգնող ուժի և F_0 հաստատուն ուժի ազդեցության տակ: $t=0$ սկզբնական պահին $x_0=0$ և $\dot{x}_0=1$: Գտնել նաև տատանումների պարբերությունը:



32.78 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{F_0}{c} (1 - \cos kt), \quad \text{որտեղ}$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad T = 2\pi/k,$$

32.79. Որոշել $Q = -cx$ վերականգնող ուժի և $F = 2t$ ուժի ազդեցության տակ գտնվող m զանգվածով կետի ուղղաձիգ շարժման հավասարումը. Սկզբնական պահին կետը գտնվում է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում և նրա արագությունը հավասար է զրոյի:

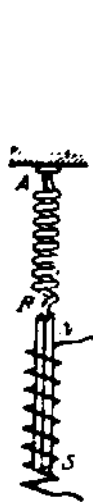
$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{a}{mk} (kt - \sin kt), \quad \text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

32.50. Կանել m զանգվածով կետի ուղղադիմ շարժման հավասարումը. որի վրա ազդում են $Q = -cx$ վերականգնող ուժը և $F = F_0 e^{-t}$ ուժը. եթե սկզբնական պահին կետը հավասարակշռության դիրքում գտնվել է հանգստի վիճակում:

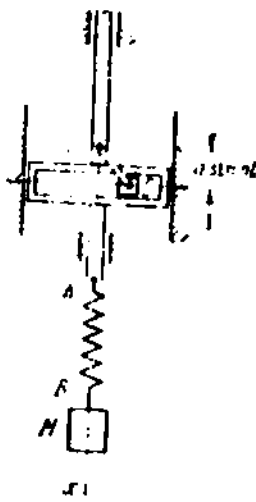
$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{F_0}{m(k^2 + \alpha^2)} \left(e^{-t} - \cos kt + \frac{\alpha}{k} \sin kt \right),$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

32.81. $c = 19.6$ Ն/մ կոշտության զորձակից տենցող զսպանակից կախված է 100 գ զանգվածով մազնիսական ձողը: Մագնիսի սառրին



32.81 խնդրին



32.84 խնդրին

ծալրը անցնում է մի կոնի միջով. որով անցնում է $x = 20 \sin 8\pi t$ մ փոփոխական հոսանքով: Հոսանքն անցնում է ժամանակի $t = 0$ պահից՝ ձողին ձգելով սոլենոիդի մեջ մինչ այդ պահը մագնիսական ձողը անշարժորեն կախված էր զսպանակից: Մագնիսի և կոնի միջև փոխապղծության ուժը որոշվում է $F = 0.016 \pi$ Ն հավասարումով: Որոշել մագնիսի սահպողական տատանումները:

$$\text{Պատ.՝ } x = -2.3 \sin 8\pi t \text{ սմ,}$$

32.82. Նախորդ խնդր պայմաններում գտնել մագնիսական ձողի շարժման հավասարումը. եթե նրան կախել են լծված զսպանակի ծալրից և բաց են թողել առանց սկզբնական արագության:

$$\text{Պատ.՝ } x = -5 \cos 14t + 4.13 \sin 14t - 2.3 \sin 8\pi t \text{ սմ,}$$

32.83. 32.81. խնդրի պայմաններում գտնել մագնիսական ձողի շարժման հավասարումը. եթե սառնակական հավասարակշռության դիրքում նրան հաղորդել են $v_0 = 5$ սմ/վ սկզբնական արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } x = 4.486 \sin 14t - 2.3 \sin 8\pi t \text{ սմ,}$$

32.84. M կշռաքարն կախված է AB զսպանակից. որի վերին ծալրը ուղղահիվ ուղղով կառարամ է a լայնությամբ և n հաճախությամբ տենցող ներդաշնակ տատանումներ, այնպես որ $O_1 C = a \sin nt$ սմ:

Որոշել M կշռաքարի ստիպողական տատանումները հետևյալ տվյալների դեպքում. կշռաքարի զանգվածը համասար է 400 գ, $39,2$ Ն ուժի ազդեցությունից զսպանակը երկարում է 1 մ-ով. $a=2$ սմ, $n=7$ ազդվի Պատ.՝ $x=4\sin 7t$ սմ:

32.85. Որոշել AB զսպանակից կախված M կշռաքարի շարժումը (տես 32.84 խնդիրը). եթե զսպանակի A զերին ծալքը ուղղածից ուղղով կատարում է a լայնությամբ և k շրջանային հաճախություն ունեցող ներդաշնակ տատանումներ. կշռաքարի կշռի ազդեցության տակ զսպանակի ստատիկական իրկարացումը համասար է δ -ի. Սկզբնական պահին A կիտը զրավում է իր միջին դիրքը. իսկ M կշռաքարը զրունդվում է հանգստի մեջ. կշռաքարի սկզբնական դիրքը ընդունել որպես կոորդինատների սկզբնակետ. իսկ OX առանցքը ուղղածից ուղղելով դեպի ներքև:

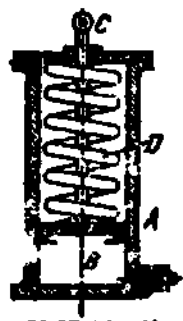
$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{\delta g}{k^2 \delta - g} \left[k \sqrt{\frac{\delta}{g}} \sin \sqrt{\frac{g}{\delta}} t - \sin kt \right],$$

$$\text{երբ } k \leq \sqrt{\frac{g}{\delta}},$$

$$x = \frac{a}{2} \left[\sin \sqrt{\frac{g}{\delta}} t - \sqrt{\frac{g}{\delta}} t \cos kt \right], \text{ երբ } k = \sqrt{\frac{g}{\delta}},$$

32.86. Բևեռնավորված ապրանքատար վագոնի զսպանների ստատիկական ճկվածքը՝ $\Delta l_{\text{ս}}=5$ սմ: Որոշել վագոնի շարժման վտանգավոր արագությունը. որի դեպքում կակսվի վագոնի զարաշավը. եթե ուղևորի ծալքակցվածքներում վագոնը կրում է հարվածներ. որոնք առաջացնում են վագոնի ստիպողական տատանումներ զսպանների վրա. ուղևորի երկարությունը՝ $L=12$ մ:
Վ՝ Պատ.՝ $v=96$ կմ/մ:

32.87. Մեքենայի ցուցանշիչը ծաղկացած է A պլանից. որի մեջ շարժվում է D զսպանակին հենվող B մխոցը. մխոցի հետ միացված է BC ձողը. որին ամրացված է C զրոգ բռնիքը: Լինթադրելով. որ շոգու ճնշումը՝ առահալումված պասկայներով. փոփոխվում է $p=10^5 \left(4 + 3 \sin \frac{2\pi t}{T} \right)$ օրենքի համաձայն, որտեղ T -ն լինթոի մեկ պտույտի ժամանակն է. որոշել C բռնիքի ստիպողական տատանումների լայնությունը, եթե լինթոը կատարում է 180 պտ/րոպ, հետևյալ տվյալների դեպքում. ցուցանշիչի մխոցի մակերև-



32.87 խնդիր

սը՝ $a = 4$ սմ², ցուցանշիչի շարժական մասի զանգվածը 1 կգ է, զրա-
պանակը 1 սմ-ով սեղմվում է 29,4 Ն, ուժով:

Պատ.՝ $a = 4.64$ սմ:

32.88. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել C բուլբի շարժ-
ման համասարումը, եթե սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է
հանգստի մեջ ստատիկական հավասարակշռության դիրքում:

Պատ.՝ $x = 1.6 \sin 51.22t + 4.64 \sin 6\pi t$ սմ:

32.89. $m = 200$ գ զանգվածով բևեռ, որը կախված է 9,8 Ն սմ
կոշտության գործակից ունեցող զսպանակից, գտնվում է $S = H \sin pt$
ուժի ազդեցության տակ, որտեղ $H = 20$ Ն, $p = 50$ ռադ/վ: Սկզբնական
պահին $x_0 = 2$ սմ, $v_0 = 10$ սմ/վ: Կոորդինատների սկզբնակետը ընտրու-
ված է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում: Գտնել բևեռի
շարժման համասարումը:

Պատ.՝ $x = 2 \cos 70t - 2.83 \sin 70t + 4.17 \sin 50t$ սմ:

32.90. Նախորդ խնդրի պայմաններում փոխվել է զրդոնի ուժի
հաճախությունը՝ ստանալով $p = 70$ ռադ/վ արժեքը: Որոշել բևեռի
շարժման համասարումը:

Պատ.՝ $x = 2 \cos 70t + 1.16 \sin 70t - 7.14 \cos 70t$ սմ:

32.91. 24,5 կգ զանգվածով բևեռ կախված է 392 Ն մ կոշտու-
թյուն ունեցող զսպանակից: Բևեռի վրա սկսում է ազդել $F(t) =$
 $= 156.8 \sin 4t$ Ն ուժը: Որոշել բևեռի շարժման օրենքը:

Պատ.՝ $x = 0.2 \sin 4t - 0.8t \cos 4t$ մ:

32.92. 24,5 կգ զանգվածով բևեռ կախված է 392 Ն մ կոշտու-
թյուն ունեցող զսպանակից: Որոշել բևեռի շարժումը, եթե նրա վրա
սկսում է ազդել $F = 39.2 \cos 6t$ Ն ուժը:

Պատ.՝ $x = 16 \sin t \sin 5t$ սմ: Տատանումները կրում են բաբախում-
ների բնույթ:

32.93. Բևեռ զսպանակի վրա տատանվում է այնպես, որ նրա
շարժումը նկարագրվում է

$$mx + cx = 5 \cos \omega t + 2 \cos 3 \omega t$$

գիֆերենցիալ հավասարումով: Գտնել բևեռի շարժման օրենքը, եթե
սկզբնական պահին նրա տեղափոխությունը և արագությունը հավասար
են եղել զրոյի, ինչպես նաև որոշել, թե ω -ի ինչպիսի արժեքների
գեպջում վրա է հասնում ռեզոնանսը:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{47m\omega^2 - 7c}{(c - m\omega^2)(c - 9m\omega^2)} \cos \sqrt{\frac{c}{m}} t +$$

$$+ \frac{5}{c - m\omega^2} \cos \omega t + \frac{2}{c - 9m\omega^2} \cos 3\omega t. \text{ Ռեզոնանսը վրա է հասնում երկու}$$

$$\text{գեպջում՝ } \omega_{1\text{res}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{c}{m}} \text{ և } \omega_{2\text{res}} = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

Դ) Իմպուլսային ազդեցությունը ստիպողական տատանումների վրա:

32.94. $c=19.6$ ն.մ կոշտության զործակից ունեցող զսպանակից կախված են սուլենոիդի միջով անցնող 50 զ զանգվածով ձողը և մագնիսի թևերի արանքով անցնող 50 զ զանգվածով պղնձի թիթեղը: Սուլենոիդով անցնում է $i=20\sin 8\pi t$ Ա հոսանք, որը մագնիսական ձողի հետ առաջացնում է 0,010 Տլ Ն փոխազդեցության ուժ: Մրկային հոսանքների հետևանքով պղնձի թիթեղի արգելակող ուժը հավասար է $k v^2$, որտեղ $k=0,001$, $\Phi=10/\sqrt{5}$ Վբ և v -ն թիթեղի արագությունն է մ/վ-ով: Որոշել թիթեղի ստիպողական տատանումները:

$$\text{Պատ.՝ } x=0.022\sin(8\pi t-0.91\pi) \text{ մ:}$$

32.95. Նախորդ խնդրի պայմաններում գրունել թիթեղի շարժման հավասարումը, եթե նրան մագնիսական ձողի հետ միասին կախեցին լծկված զսպանակի ծալրից և նրան հաղորդեցին զեպի ներքև ուղղված 3 սմ/վ սկզբնական արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } x=e^{-2.5t}(-4.39\cos 13.77t + 3.42\sin 13.77t) + 2.2\sin(8\pi t - 0.91\pi) \text{ սմ:}$$

32.96. $m=2$ կգ զանգվածով նյութական կետը կախված է 4 կՆ/մ կոշտության զործակից ունեցող զսպանակից: Գետի վրա ազդում են $S=120\sin(\pi t + \delta)$ ն գրգռիչ ուժը և շարժմանը դիմադրող ուժը, որը համեմատական է արագության աստիճանին և հավասար է $R=0.5t$ մեքս Ն:

Ինչի է հավասար ստիպողական տատանումների լայնությունը Λ_{max} ամենամեծ արժեքը: Ինչ p հաճախության զեպցում ստիպողական տատանումների լայնությունը հասնում է ամենամեծ արժեքի:

$$\text{Պատ.՝ } \Lambda_{\text{max}}=6.2 \text{ սմ, } p=41.83 \text{ ուղ.վ:}$$

32.97 Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել կետի շարժման հավասարումը, եթե ժամանակի սկզբնական պահին նրա դիրքը և արագությունը հավասար են եզել՝ $X_0=2$ սմ, $V_0=3$ սմ/վ: Գրգռիչ ուժի հաճախությունը՝ $p=30$ ուղ.վ, գրգռիչ ուժի սկզբնական փուլը՝ $\delta=\pi$: Կոորդինատների սկզբնակետը ընտրված է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ } x=e^{-11.18t}(4.422\cos 43.3t - 1.547\sin 43.3t) + 4.66\sin(30t - 0.174\pi) \text{ սմ:}$$



32.94 և 32.95
խնդիրների

32.98. 3 կգ զանգվածով նյութական կեար կախված է $c = 117,6$ Ն/մ կոշտության գործակից ունեցող զսպանակից: Կետի վրա ազդում են $F = H \sin(6,26t + \frac{\pi}{2})$ և զրգոիչ ուժի և միջավայրի մածուցիկ զիմադրության $\bar{R} = -2\bar{V}$ ուժը (R -ը Ն-ով): Լնչակն ա կփոխարին կետի ստիպողական տատանումների լայնությունը, եթե չեք մաստիճանի փոփոխման հետևանքով միջավայրի մածուցիկությունը (և գործակիցը) մեծանա երեք անգամ:

Պատ.՝ Ստիպողական տատանումների լայնությունը կփոխարինա երեք անգամ:



32.99 խորհի

32.99. 2 սպանակով Λ աշարժ կետին ամրացված 2 կգ զանգվածով մարմինը $S = 180 \sin 10t$ և զրգոիչ ուժի և արագությանը համեմատական $R = 29,4\bar{V}$ (R -ը Ն-ով) զիմադրության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է հորիզոնի հետ առկա կապով ողորկ թեք հարթության վրայով: 2 սպանակի կոշտության գործակիցը՝ $C = 5$ կՆ/մ: Սկզբնական պահին մար-

մինը գտնվել է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում հանգըստի մեջ: Գտնել մարմնի շարժման հավասարումը ազատ և ստիպողական տատանումների T և T_1 պարբերությունները, ստիպողական տատանումների և զրգոիչ ուժի փոխարին սահմանը:

Պատ.՝ $x = e^{-7,35t}(0,228 \cos 49,46t - 0,72 \sin 49,46t) + 3,74 \sin(1,0t - 3^\circ 30')$, $T = 0,127$ վ, $T_1 = 0,623$ վ, $c = 3^\circ 30'$:

32.100. $C = 4$ կՆ/մ կոշտության գործակցով զսպանակին ամրացված 0,5 կգ զանգված ունեցող մարմնի վրա ազդում են $S = 40 \sin 50t$ և ուժը և միջավայրի $\bar{R} = -2\bar{V}$ զիմադրության ուժը, որտեղ $z = 25$ Ն-վ/մ, $\bar{V}$ և մարմնի արագությունն է (V -ն մ վ-ով): Սկզբնական պահին մարմինը հանգստանում է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում: Գտնել մարմնի շարժման որևէ ժամանակահատվածի զրգոիչ ուժի հաճախության արժեքը, որի դեպքում ստիպողական տատանումների լայնությունը կլինի առավելագույնը:

Պատ.՝ 1) $x = 0,647e^{-31,25t} \sin(95t - 46^\circ 55') + 1,23 \sin(50t - 22^\circ 36')$ սմ:

2) Ստիպողական տատանումների առավելագույն լայնությունը ստացվում է $p = 89,7$ ռադ/վ զեպքում և հավասար է $1,684$ սմ:

32.101. c Ն/մ կոշտության գործակցով զսպանակին ամրացված M կգ զանգված ունեցող մարմնի վրա ազդում են $S = H \sin pt$ և ուժը և $\bar{R} = -2\bar{V}$ (R -ը Ն-ով) զիմադրության ուժը, որտեղ $\bar{V}$ -ն մարմնի

արագությունն է: Սկզբնական պահին մարմինը գտնվել է ստատիկական համասարակշռության դիրքում և սկզբնական արագություն չի ունեցել: Իսկ մարմնի շարժման համասարտմը, եթե $C > \tau^2 (1M)$,

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{h p e^{n t}}{(k^2 - p^2)^2 + 4 n^2 p^2} \left(2 n \cos \sqrt{k^2 - n^2} t + \frac{2 n^2 + p^2}{1} \frac{k^2}{k^2 - n^2} \times \right. \\ \left. \times \sin \sqrt{k^2 - n^2} t \right) + \frac{h}{(k^2 - p^2)^2 + 4 n^2 p^2} [(k^2 - p^2) \sin p t - 2 n p \cos p t], \\ h = 11 / M, \quad k^2 = c / M, \quad n = \tau / (2 M),$$

32.102. $C = 17.64$ կՆ, մ կոշտությանը զսպանակից կախված ճկյալ գանգված ունեցող մարմնի վրա ազդում է $P_0 \sin p t$ զրգոյիչ ուժը: Հեղուկի դիմադրությունը համեմատական է արագությանը: Ինչպիսի՞ն պետք է լինի մածուցիկ հեղուկի շ դիմադրության գործակիցը, որպեսզի ստիպողական տատանումների առավելագույն լայնությունը համասար լինի զսպանակի ստատիկական երկարացման եսակի արժեքին: Ինչի՞ է համասարկում շ խանգարման զրգոյակիցը (ստիպողական տատանումների շրջանային հաճախության հարաբերությունը ազատ տատանումների շրջանային հաճախությանը): Դրանի ստիպողական տատանումների և զրգոյիչ ուժի փուլերի սահմանը:

$$\text{Պատ.՝ } a = 110 \text{ Ն.վ/մ, } z = 0.97, \quad \varepsilon = 80^\circ 7',$$

32.103. $C = 5$ կՆ/մ կոշտությանը գործակցով զսպանակին ամրացված 0.1 կգ զանգված ունեցող մարմնի վրա ազդում է $S = H \sin p t$ ուժը, որտեղ $H = 10$ Ն, $p = 100$ ռադ/վ, և $R = 3$ Ն դիմադրության ուժը, որտեղ $\beta = 50$ Ն.վ/մ: Իրել ստիպողական տատանումների համասարումը և որոշել ը հաճախության այն արժեքը, որի դեպքում ստիպողական տատանումների լայնությունը կլինի առավելագույնը:

Պատ.՝ $X_2 = 0.98 \sin 100 t - 1.22 \cos 100 t$ սմ լայնությունի առավելագույնը գոյություն չունի. քանի որ $n > k$ ՝ 2:

32.104. Նախույց խնդրի պայմաններում որոշել ստիպողական տատանումների փուլի և զրգոյիչ ուժի սահմանը:

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = \arctg 1.25 = 51^\circ 20',$$

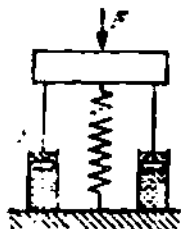
32.105. 0.2 կգ զանգվածով բևեռ կախված է $C = 19.6$ Ն/մ կոշտությանը գործակից ունեցող զսպանակից: Բեռի վրա ազդում են $S = 0.2 \sin 14 t$ Ն զրգոյիչ ուժը և $R = 49$ Ն դիմադրության ուժը Որոշել ստիպողական տատանումների և զրգոյիչ ուժի փուլերի սահմանը:

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = 91^\circ 38',$$

32.106 Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել այն նոր զսպանակի կոշտության գործակիցը, որով հարկավոր է փոխարինել տվյալ

զսպանակը, որպեսզի ստիպողական տատանումները և զրգռիչ ուժի փուլերի սահքը հավասար դառնա $\pi/2$ -ի:

Պատ.՝ $C_2=39,2$ Ն/մ:



32. 107 խնդրին

32.107. m զանգվածով մարմնի վրա $F=F_0 \sin(pt+\varphi)$ զրգռիչ ուժի ազդեցությունը փոքրացնելու համար տեղակայում են հեղուկային մարիշով զսպանակավոր հարվածամեղմիչ: Զսպանակի կոշտությունը պրծակիցը C է: Լնդունելով, որ դիմադրության ուժը համեմատական է արագության առաջին աստիճանին ($F_{գր}=2V$). գտնել ամբողջ համակարգի առավելագույն դինամիկական ճնշումը հիմքի վրա կալունացած տատանումների ղեկավարմ:

Պատ.՝ $N=F_0 \sqrt{\frac{k^2+4n^2p^2}{(k^2-p^2)^2+4n^2p^2}}$, որտեղ $k^2=\frac{c}{m}$, $n=\frac{2}{2m}$

§ 33. Հարաբերական շարժում

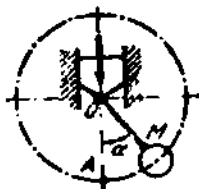
33.1. AB ռդդաժիգ առանցական ձողի A ծայրին ամրացված է շ.5 կգ զանգվածով C բևոր: Հանված լինելով հավասարակշռության դիրքից, C բևոր կատարում է ներդաշնակ տատանումներ հավասարակշռության դիրքից ունեցած հեռավորությունը համեմատական ուժի ազդեցության տակ: AB ձողը ափսոսին է, որ նրա A ծայրը 1սմ-ով շեղելու համար հարկավոր է կիրառել 1 Ն ուժ: Գտնել C բևորի ստիպողական տատանումների լայնությունը այն դեպքում, երբ ձողի ամրակրցման B կետը հորիզոնական ռդդով կատարում է 1մմ լայնությամբ և 1,1 Վ պարբերությամբ ներդաշնակ տատանումներ:

Պատ.՝ 3,42 մմ:

33.2. l երկարությամբ մաթեմատիկական ճոճանակի կախման կետը ռդդաժիգով շարժվում է հավասարաչափ արագացող: Ուրեղի ճոճանակի փոքր տատանումների T պարբերությունը հետևյալ երկու դեպքերում.
1) երբ կախման կետի արագացումը ռդդված է ղեկի վեր և ունի ցանկացած p մեծություն, 2) երբ այդ արագացումը ռդդված է ներքև և նրա մեծությունը՝ $p < g$:



33.2 խնդրին



33.3 խնդրին

Պատ.՝ 1) $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{p+g}}$; 2) $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g-p}}$

ՅՅ.3. Լ երկարությունը OM մաթեմատիկական ճոճանակը սկզբնական պահին OA հավասարակշռության դիրքից շեղված է մի որոշ a անկյունով և ունի զրոյի հավասար արագություն. նրա կախման կետը այդ պահին նախկին ունի զրոյի հավասար արագություն բաց հետքաց է թողնելում $p > g$ հաստատուն արագացումով: Որոշել այն շրջանագծի աղեղի S երկարությունը, որ գծում է M կետը O կետի շուրջը հարաբերական շարժման դեպքում:

Պատ.՝ 1) $p = g$ դեպքում $S = 0$, 2) $p > g$ դեպքում $S = 2(a - \pi)$:

ՅՅ.4. Երկաթուղային գնացքը 15 մ/վ արագությամբ գնում է միջօրեականով հարավից դեպի հյուսիս զգված ուղիներով: Գնացքի զանգվածը 2000 տ է:

1) Որոշել գնացքի կողմնային ճնշումը ուղիների վրա, եթե տվյալ պահին նա հատում է հյուսիսային 60° -ի լայնությունը, 2) Որոշել գնացքի կողմնային ճնշումը ուղիների վրա, եթե նա գնում է նույն տեղում հյուսիսից դեպի հարավ:

Պատ.՝ 1) 3778,7 Ն. աջ արևելյան ուղիի վրա; 2) 3778,7 Ն. աջ արևմտյան ուղիի վրա:

ՅՅ.5. Նյութական կետը հյուսիսային կիսագնդում 500 մ բարձրությունից ազատ ընկնում է Երկրի վրա: Նկատի ունենալով երկրի պտտվելը իր առանցքի շուրջը և անտեւելով օդի դիմադրությունը, որոշել, թե բնկնելիս որքանով կշեղվի կետը դեպի արևելք: Տեղի աշխարհագրական լայնությունը հավասար է 60° -ի:

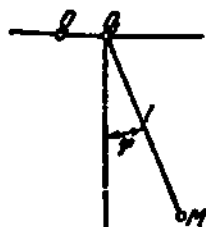
Պատ.՝ 12 սմ-ով:

ՅՅ.6. Ուղիղ հորիզոնական ճանապարհով շարժվող վազոնում ճոճանակը կատարում է փոքր ներդաշնակ տատանումներ, ընդ որում նրա միջին դիրքը ուղղաձիգից մնում է շեղված 60° -ի անկյունով:

1) Որոշել վազոնի W արագացումը: 2) Գտնել ճոճանակի տատանումների պարբերությունների տարբերությունը՝ T -ն անշարժ վազոնի դեպքում և T_1 -ը տվյալ դեպքում:

Պատ.՝ 1) $W = 1.03 \text{ մ/վ}^2$, 2) $T - T_1 = 0.0028 \text{ ր}$:

ՅՅ.7. Լ երկարությամբ ճոճանակի O_1 կախման կետը կատարում է ուղղագիծ հորիզոնական ներդաշնակ տատանումներ O անշարժ կետի շուրջը. $OO_1 = a \sin pt$: Որոշել ճոճանակի փոքր տատանումները, ընդունելով, որ ժամանակը $t=0$ պահին $y=0$, $\dot{y}=0$:



33.7 խնդրին

Պատ.՝
$$\varphi = \frac{ap^2}{l(k^2 - p^2)} \left(\sin pt - \frac{p}{k} \sin kt \right).$$

$$k = \sqrt{\frac{g}{l}},$$

33.8. ի լարվածության վրա գտնվող կետը V_0 սկզբնական արագությամբ նետված է արեմական ուղղությամբ հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ: Որոշել կետի թռիչքի մամանակը և հեռավորությունը:

$$\text{Պատ.՝ } t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g + 2\omega v_0 \cos \alpha \cos \alpha} \approx \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \left(1 - \frac{2\omega v_0 \cos \alpha \cos \alpha}{g} \right),$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} + \frac{v_0^2 \omega \cos \alpha \sin \alpha (16 \sin^2 \alpha - 12)}{3g^2},$$

որտեղ ω -ն երկրի պտտման անկյունային արագությունն է:

33.9. Մ գանդիվածով զնդիկը, որը ամրացված է C կոշտության զործակից ունեցող հորիզոնական զսպանակի ծայրին, փողակի մեջ գտնվում է հավասարակշռության դիրքում՝ ուղղաձիգ առանցքից a հեռավորության վրա: Որոշել զնդիկի հարաբերական շարժմամբ, եթե առանցքի հետ ուղիղ անկյուն կազմող փողակը սկսում է պտտվել առանցքի շուրջը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ:

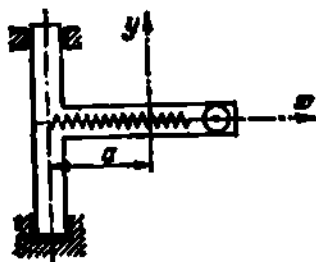
Պատ.՝ Այն կոորդինատների համակարգում, որի սկզբնակետը համընկնում է զնդիկի հավասարակշռության կետի հետ,

$$x = 2 \frac{\omega^2 a}{k^2 - \omega^2} \sin^2 \frac{t}{2} \frac{\sqrt{k^2 - \omega^2}}{2}, \quad \text{երբ } k = \sqrt{\frac{c}{m}} > \omega;$$

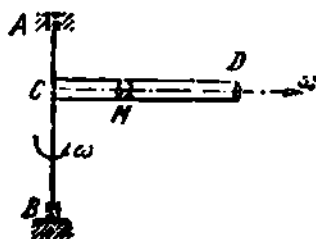
$$x = \frac{\omega^2 a}{\omega^2 - k^2} (\operatorname{ch} \sqrt{\omega^2 - k^2} t - 1), \quad \text{երբ } k = \sqrt{\frac{c}{m}} < \omega;$$

33.10. Հորիզոնական CD փողակը ω անկյունային արագությամբ հավասարաչափ պտտվում է AB ուղղաձիգ առանցքի շուրջը: Փողակի ներսում գտնվում է M մարմինը: Որոշել մարմնի V արագությունը փողակի նկատմամբ նրա դուրս թռչելու պահին, եթե սկզբնական պահին $V=0$, $X=X_0$, փողակի երկարությունը հավասար է L -ի: Շփումն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{L^2 - X_0^2} \omega,$$



33.9 խնդիր



33.10 խնդիր

33.11. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել մարմնի շարժման ժամանակը խողովակում:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{1}{\omega} \ln \frac{L + \sqrt{L^2 - x_0^2}}{x_0},$$

33.12 33.10 խնդրի պայմաններում կազմել խողովակում մամնի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումները, եթե մարմնի և փողակի միջև սահքի շփման գործակիցը հավասար է 1-ի:

Պատ.՝ $\ddot{x} = \omega^2 x \pm \sqrt{g^2 + 4\omega^2 \cdot x^2}$; վերեի նշանին հստակապես սխալում է $x < 0$, ներքևինին՝ $x > 0$:

33.13. Օղակը շարժվում է AB հարթ ձողով, որը հորիզոնական հարթության մեջ հավասարաչափ պտտվում է A ծալրով անցնող ողղահայաց առանցքի շուրջը՝ մեկ րոպեում անելով մեկ պտույտ. ձողի երկարությունը 1 մ է. $\omega = 1$ պահին ողակը գտնվել է A ծալրից 60 սմ հեռավորության վրա և ունեցել է զրոյի հավասար արագություն, Որոշել ալն $\dot{\varphi}$, պահը, երբ օղակը կանջատվի ձողից:

$$\text{Պատ.՝ } t_1 = \frac{1}{2\pi} \ln 3 = 0.175 \text{ վ:}$$

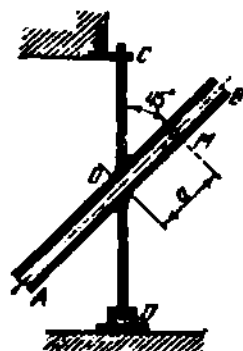
33.14. AB փողակը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է C) ողղահայաց առանցքի շուրջը՝ նրա հետ կապվելով անփոփոխ 45°-ի անկյուն: Փողակում գտնվում է M ծանր գնդիկը: Որոշել ալզ գնդիկի շարժումը փողակի նկատմամբ, եթե նրա սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի և սկզբնական հեռավորությունը O կետից հավասար է 8-ի: Շփումն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } OM = \frac{1}{2} \left(a - \frac{R\sqrt{2}}{\omega^2} \right) (e^{0.5\omega\sqrt{2}} + e^{-0.5\omega\sqrt{2}}) + \frac{g\sqrt{2}}{\omega^2},$$

33.15. Որոշել, թե իր առանցքի շուրջը Երկրի պտտման հետևանքով ինչպես է փոխվում ծանրության ուժի արագացումը՝ կախված տեղի փ լայնությունից: Երկրի շառավիղը՝ $R = 6370$ կմ:

Պատ.՝ Եթե անտեսենք ω^2 -ով անգամը՝ նկատի ունենալով նրա փոքրությունը, ապա $g_1 = g(1 - \omega^2 R \cos^2 \varphi / g)$, կամ $g_1 = 9.81(1 - \cos^2 \varphi / 289)$.

որտեղ g -ն ծանրության ուժի արագացումն է բևեռում, φ -ն տեղի աշխարհագրական լայնությունն է:



33.14 խնդրին

33.16. Քանի՞ անգամ պետք է մեծացնել իր առանցքի շառք էրկի պտտման անկյունային արագությունը, որպեսզի էրկրի մակերևութի վրա հասարակածում գտնվող ծանր կետը կշիռ չունենա էրկրի ; առավելը՝ $R=6370$ կմ:

Պատ.՝ 17 անգամ:

33.17. Հրետանային արկը շարժվում է գետնամերձ հետադռով (այսինքն մի հետադռով, որը մոտավորապես կարելի է համարել հորիզոնական ուղիղ): Շարժման մամանալ ալկի հորիզոնական արագություն՝ $V_0=91$ մ/վ: Լկը պետք է խփի կրակոցի վայրից 18 կմ հեռավորության վրա գտնվող նպատակին: Լկն սկսելով օդի զիմագրությունը, որոշել, թե որքանով կշեղվի արկը նպատակից էրկրի պտտման հետևանքով: Կրակելը տեղի է ունենում $t=6$ ՝ հյուսիսային լայնության վրա:

Պատ.՝ Լկը կթեքվի զեպի ալ (Լթն նրան նայենք վերևից՝ արագությունը ողղահայաց)՝ $s = \omega V_0 t^2 \sin \alpha = 22.7$ մ մեծությամբ՝ անկախ կրակելու ուղղությունից:

33.18. Երկար թելով ճոճանակը հյուսիս-հարավ հարթության մեջ ստանում է աննշան սկզբնական արագություն: Ընդունելով ճոճանակի ճեղգումները ինչի էությունը համեմատությամբ փոքր է նկատի ունենալով էրկրի պտտվելը առանցքի շառք, գտնել ալն ժամանակը, որը ավարտից հետո ճոճանակի ճոճման հարթությունը համընկնում է արևմտաքարեկից հարթության հետ: Ըոճանակը զստվորված է հյուսիսային լայնության 60° -ի վրա:

Պատ.՝ $T=13.86(0.5+k)$ ժամ, որտեղ $k=0.1, 2, 3 \dots$

33.19. Մանր կետը կարող է առանց շփման շարժվել մի ողղածից մետաղալարի սզակի վրայով, որը պտտվում է իր ուղղածից տրամագծի շառքը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ: Ողակի ջառափիցը հավասար է R -ի, Իոնել կետի հավասարակշռության զիրքը է որոշել, թե ինչպես կշարժվի կետը, եթե հավասարակշռության զիրքում նա ստանա շոշափողով զեպի վեր ուղղված V_0 փոքր արագություն:

Պատ.՝ Հավասարակշռության զիրքը համապատասխանում է

$\varphi_0 = \arccos \frac{g}{\omega^2 R}$ անկյանը՝ հաշված շրջանի վրա կետի ստորին զիրքից:

V_0 փոքր արագություն ստացած կետը կկատարի փոքր տատանումներ հավասարակշռության զիրքի շառքը համաձայն հետևյալ հավասարման

$\varphi = \frac{V_0}{Rk} \sin kt$, որտեղ $k = \frac{\sqrt{\omega^2 R^2 - g^2}}{\omega R}$:

33.20. Զսպանակավոր թրթռատվիչը օգտագործվում է ալն

զնացքի ուղղածից արագացումը չափելու համար, որի ուղղածից տատանումների շրջանային հաճախությունը հավասար է 10 ասղվ, Գործիքի պատվանդանը զնացքի վազոններից մեկի հետ միասին կազմում է մեկ ամրոդջություն: Գործիքի պատվանդանին ամրացվում է $c=17,64$ կն/մ կոշտության գործակից ունեցող զսպանակ: Զսպանակին ամրակցված է $m=1,75$ կգ զանգվածով բևեռ: Թրթռատվիչի բևեռի հարաբերական շարժման լայնությունը ըստ գործիքի գրառման հավասար է 0,125 մմ: Գտնել զնադքի առավելագույն ուղղածից արագացումը: Ինչպիսի՞ն է զնացքի թրթռման լայնությունը:

Պատ.՝ Դնացքի առավելագույն ուղղածից տատանումների լայնությունը հավասար է $a=12,37$ մմ:

33.21. Թրթռաչափը սպտազործվում է մեքենայի մասերից մեկի ուղղածից տատանումները որոշելու համար: Գործիքի շարժական համակարգում մարիչը բացակայում է: Թրթռաչափի տվիչի (հոծ բևեռի) հարաբերական տեղափոխությունը հավասար է 0,005 մ: Թրթռաչափի տատանումների սեփական հաճախությունը 6 Հց է: մեքենայի թրթռացող մասի տատանումների հաճախությունը՝ 2 Հց: Ինչի՞ հն հավասար մեքենայի թրթռացող մասի տատանումների լայնությունը, առավելագույն արագությունը և առավելագույն արագացումը:

Պատ.՝ Տատանումների լայնությունը հավասար է $a=0,04$ մմ, առավելագույն արագությունը հավասար է $V_m=0,5$ մմ/վ, առավելագույն արագացումը հավասար է $W_m=6,316$ մմ/վ²:

33.22. $m=1,75$ կգ զանգվածով բևեռ տուփի ներսում կախված է $c=0,88$ կն/մ կոշտության գործակից ունեցող ուղղածից զսպանակից: Տուփի տեղակայված է աղղածից աղղությունը թրթռացող սեղանի վրա: Սեղանի տատանումների հավասարումն է $x=0,225\sin 3t$ մմ: Գտնել բևեռի տատանումների բացարձակ լայնությունը:

Պատ.՝ $x=0,2254$ մմ:

ԳԼՈՒԽ X

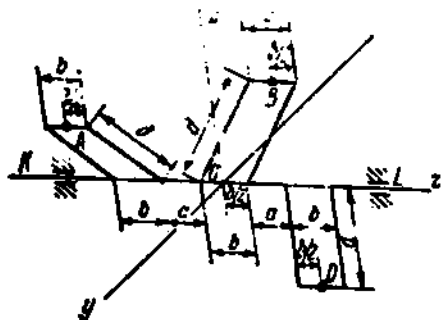
ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԳԻՆԱՄԻԿԱ

§ 34. Զանգվածների երկրաչափություն, նյութական համակարգի զանգվածների կենտրոն, պինդ մարմինների իներցիայի մոմենտներ

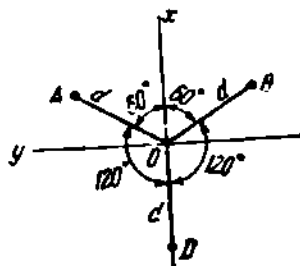
34.1. Նկարում պատկերված հոռոչան շարժիչի ծնկածն լիսեռը բաղկացած է իրար նկատմամբ 120° անկյան տակ դասավորված երեք ծնկերից: Որոշել ծնկածն լիսեռի զանգվածների կենտրոնի գիրքը. ռն-

դրանելով, որ ժնկերի զանգվածները կենտրոնացված են A, B և D կենտրոնում, ընդ որում $MA=MB=MD=MI$ և անտեսելով լիսեռի մեացած մասերի զանգվածները: Չափերը նշված են նկարում:

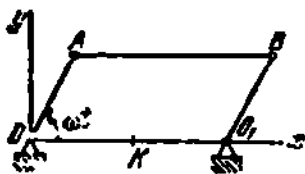
Պատ.՝ Զանգվածների կենտրոնը համընկնում է կոորդինատների O սկզբնակետին:



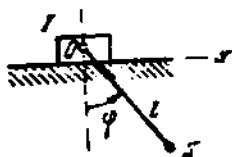
34.1 խնդրին



34.2. Գտնել $OABO_1$ հոլակապային դուգանեռապծի զանգվածների կենտրոնի շարժման հաճախությունները, ինչպես նաև այդ կենտրոնի հետագծի հաճախությունը, երբ OA շառավղիկը պտտվում է Թ հաստատուն անկյունային արագությամբ: Զուգահեռապծի սղակները համասեռ ձողեր են, ընդ որում $OA=OB=AB/2=a$:



34.2 խնդրին



34.3 խնդրին

Պատ.՝ $x_C = a + \frac{3}{4}a \cos \omega t$, $y_C = \frac{3}{4}a \sin \omega t$; հետագծի հաճախությունն է $(x_C - a)^2 + y_C^2 = \left(\frac{3}{4}a\right)^2$, շառավղի $\frac{3}{4}a$ շառավղով և $(a,0)$ կոորդինատներով K կետը կենտրոն ունեցող:

34.3. M_1 զանգվածով I սողնակին բարակ անկշռելի թելի միջոցով ամրակցված է M_2 զանգվածով II բեռը: Բեռը փափուկ լուս օրենքով տատանվելիս սողնակը սահում է խորիզոնական ուղղով անշարժ

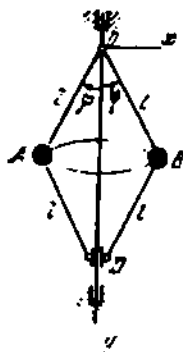
հարթության վրալուծվում են սողնակի շարժման $x_1 = l(1)$ համասարմի-
մբ. բնկոններ, վ. որ սկզբնական պահին ($t=0$) սողնակը զանգվել է
առանցքի (1) հաշվումների սկզբնականում: Քեղի երկարությունը համա-
սար է l -ի:

$$\text{Պատ.՝ } x_1 = - \frac{M_2}{M_1 + M_2} l \sin(\varphi_0 \sin \omega t):$$

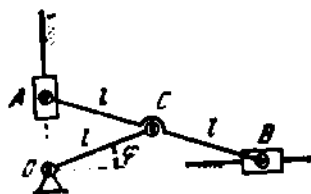
34.4. Որոշել նկարում պատկերված կետաճանաչության կարգավորչի
զանգվածների կենտրոնի գիւրքը. էթե A և B զնդերից յուրաքանչյուրի
զանգվածը համասար է M_1 -ի. D կցորդի զանգվածը համասար է
 M_2 -ի. A և B զնդերն ընդունել կետային զանգվածներ: Ձողերի զանգ-
վածներն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } x_C = y_C = 2 \frac{M_1 + M_2}{2M_1 + M_2} l \cos \varphi:$$

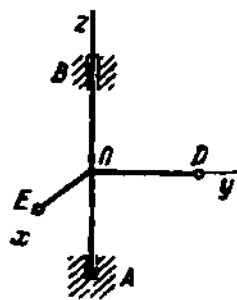
34.5. Որոշել ալն էլիպսոգրաֆի մեխանիզմի զանգվածների
կենտրոնի հետագիծը. որը բաղկացած է յուրաքանչյուրի M_1 զանգվա-
ծով A և B կցորդիցներից. M_2 զանգվածով OC շառավիղից և $2M_2$
զանգվածով AB բանտի. սված է՝ $OC=AC=CB=l$: Ընդունել, որ
քանոնը և շառավիղը ներդաշնամ են ձողեր, իսկ կցորդիցները՝
կետային զանգվածներ:



34.4 խնդիր



34.5 խնդիր



34.6 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } (1) \text{ կետում կենտրոն տնեցող և } \frac{4M_1 + 5M_2}{2M_1 + 3M_2} \cdot \frac{l}{2} \text{ համա-}$$

սար շառավղով շրջանագիծ:

34.6. AB ուղղանիւղ լիսինն ամրացված են E և D երկու միա-
տեսակ բնոներ AB -ին ուղղահայաց երկու առանցքների և ըստ որում
փխապարծ ուղղահայաց $OE=OD=r$ երկու ձողերի միջոցով: Ձողերի
և լիսնի զանգվածները անտեսել: Բնոներն ընդունել կետային զանգ-

վածներ: Գտնել համակարգի C զանգվածների կենտրոնը, ինչպես նաև J_{xz} , J_{yz} , J_{xy} կենտրոնախույս իներցիայի մոմենտները:

Պատ.՝ $C\left(\frac{1}{2}r, \frac{1}{2}r, 0\right)$, $J_{xz}=J_{yz}=J_{xy}=0$,

34.7. Հաշվել 5 սմ շառավղով և 100 կգ զանգվածով պողպատե լիսեռի իներցիայի մոմենտը նրա ժնիշի նկատմամբ: Լիսեռը մնդտնել համասեռ հոծ զլան:

Պատ.՝ 3750 կգ.սմ²:

34.8. Հաշվել M զանգվածով և r շառավղով բարակ համասեռ կիսասկավառակի իներցիայի մոմենտը նրան սահմանափակող տրամագծի երկայնքով անցնող առանցքի նկատմամբ:

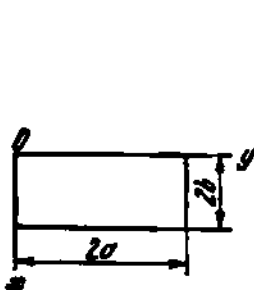
Պատ.՝ $Mr^2/4$:

34.9. Հաշվել նկարում պատկերված M զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն թիթեղի J_x և J_y առանցքային իներցիայի մոմենտները x և y առանցքների նկատմամբ:

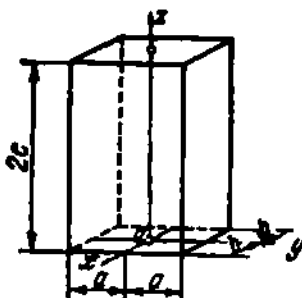
Պատ.՝ $J_x = \frac{4}{3}Ma^2$, $J_y = \frac{4}{3}Mb^2$,

34.10. Հաշվել նկարում պատկերված M զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն զուգահեռանիստի իներցիայի մոմենտները x, y և z առանցքների նկատմամբ:

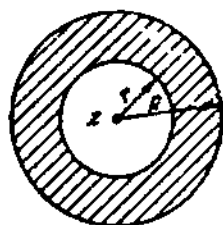
Պատ.՝ $J_x = \frac{M}{3}(a^2 + 4c^2)$, $J_y = \frac{M}{3}(b^2 + 4c^2)$, $J_z = \frac{M}{3}(a^2 + b^2)$,



34.9 խնդրին



34.10 խնդրին



34.11 խնդրին

34.11. R շառավղով բարակ համասեռ կլոր սկավառակի մեջ շառավղով ե r շառավղով համակենտրոն անցք: Հաշվել M զանգված ունեցող այդ սկավառակի իներցիայի մոմենտը նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող ու հարթության ուղղահայաց z առանցքի նկատմամբ:

Պատ.՝ $J_z = \frac{M}{2}(R^2 + r^2)$,

33.12. Հաշվել h քարձրությամբ հալասարասրուն եռանկյան տեսք ունեցող M զանգվածով քարակ համասեռ թիթեղի իներցիայի մոմենտը նրա զանգվածների C կենտրոնով անցնող և հիմքին զուգահեռ առանցքի նկատմամբ:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{1}{18} M h^2,$$

33.13. Համասեռ մետաղական թիթեղը պատրաստված է հալասարակողմ եռանկյան տեսքով: Թիթեղի զանգվածը հալասար է N ,-ի, նրա կողմի երկարությունը՝ l ։ Հաշվել թիթեղի իներցիայի մոմենտը նրա պագաթով հիմքին զուգահեռ անցնող Z առանցքի նկատմամբ:

$$\text{Պատ.՝ } I_z = \frac{1}{8} M l^2,$$

33.14. Համասեռ հալասարակողմ եռանկյան թիթեղը ունի M զանգված և կողմի l երկարություն: Հաշվել թիթեղի իներցիայի մոմենտը նրա պագաթով անցնող և թիթեղի հարթությանն ուղղահայաց Z առանցքի նկատմամբ:

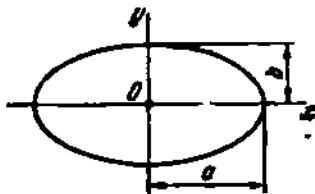
$$\text{Պատ.՝ } I_z = \frac{5}{12} M l^2,$$

33.15. Հաշվել M զանգված ունեցող և $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ եզրագծով սահմանափակված քարակ համասեռ էլիպսական թիթեղի իներցիայի մոմենտները x, y և Z երեք փոխուղղահայաց առանցքների նկատմամբ:

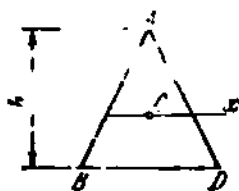
$$\text{Պատ.՝ } J_x = \frac{M}{4} b^2, \quad I = \frac{M}{4} a^2, \quad J_z = \frac{M}{4} (a^2 + b^2),$$



33.14 խնդրին



33.15 խնդրին



34.12 խնդրին



34.13 խնդրին

34.16. Որոշել M զանգվածով համասեռ սնամեղ զնդի իներցիայի մոմենտը նրա ծանրություն կենտրոնով անցնող առանցքի նկատմամբ: Արտաքին և ներքին շառավիղները համապատասխանաբար հալասար են R և r ։

$$\text{Պատ.՝ } \frac{2}{5} M \frac{R^2 - r^2}{R^2 + r^2},$$

33.17. Հաշվել R շառավիղ ունեցող կիսասֆերայի տեսքով պատրաստված համասեռ բարակ թաղանթի իներցիայի մոմենտը ալն առանցքի նկատմամբ, որն անցնում է կիսասֆերայի կենտրոնով և ուղղահայաց է նրան սահմանափակող հարթությանը: Թաղանթի M զանգվածը հավասարաչափ բաշխված է կիսասֆերայի մակերևույթով:

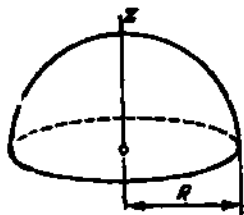
$$\text{Պատ.՝ } \frac{2}{3}MR^2,$$

33.18. Հաշվել հոծ համասեռ գլանի իներցիայի շառավիղը գլանի առանցքին ուղղահայաց և նրա զանգվածների C կենտրոնից 10 սմ հեռավորության վրա գտնվող Z առանցքի նկատմամբ. եթե գլանի շառավիղը հավասար է 4 սմ, իսկ բարձրությունը՝ 40 սմ:

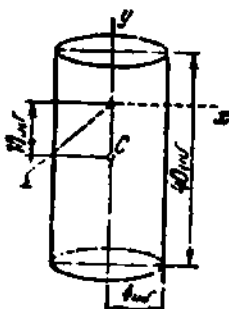
$$\text{Պատ.՝ } 15.4 \text{ սմ}^2,$$

33.19. Ճոճանակը կազմված է M_1 զանգվածով բարակ համասեռ AB ձողից, որի ծայրին ամրացված է M_2 զանգվածով C համասեռ սկավառակը: Ձողի երկարությունը հավասար է $4r$ -ի, որտեղ r -ը սկավառակի շառավիղն է: Հաշվել ճոճանակի իներցիայի մոմենտը նրա կախման O առանցքի նկատմամբ, որն ուղղահայաց է ճոճանակի հարթությանը և ձողի ծայրից գտնվում է r հեռավորության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{14M_1 + 99M_2}{6}r^2,$$



33.17 խնդրին



33.18 խնդրին



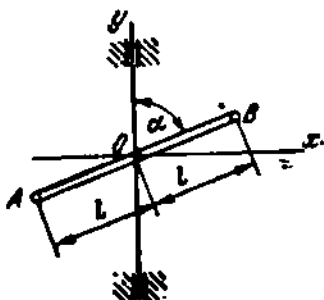
33.19 խնդրին

33.20. ZI երկարություն a և M զանգվածով AB բարակ համասեռ ձողը O կենտրոնում ամրացված է ուղղահայաց առանցքին՝ նրա հետ կազմելով α անկյուն: Հաշվել ձողի J_z , J_y իներցիայի մոմենտները և J_{xy} կենտրոնախալի իներցիայի մոմենտը: Կոորդինատային առանցքները ցույց են տրված նկարում:

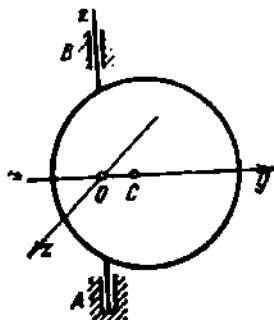
$$\text{Պատ.՝ } J_z = \frac{Mr^2}{3} \cos^2 \alpha, \quad J_y = \frac{Mr^2}{3} \sin^2 \alpha, \quad J_{xy} = \frac{Mr^2}{6} \sin 2\alpha,$$

34.21. M զանգվածով և r շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը ամրացված է նրա C զանգվածների կենտրոնից $OC=r/2$ հեռավորությամբ վրա գտնվող AB առանցքին: Որոշել սկավառակի առանցքային և կենտրոնախույս իներցիայի մոմենտները:

$$\text{Պատ.՝ } J_x = \frac{3}{4} Mr^2, \quad J_y = \frac{Mr^2}{4}, \quad J_z = \frac{Mr^2}{2}, \quad J_{xy} = J_{yz} = J_{zx} = 0,$$



34.20 խնդրի

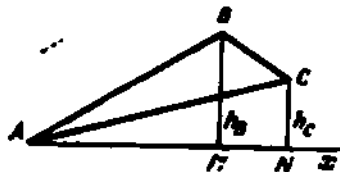


34.21 խնդրի

34.22. Հաշվել M զանգվածով համասեռ եռանկյունաձև ABC թիթեղի իներցիայի մոմենտը նրա հարթության մեջ գտնվող և A զապաթով անցնող X առանցքի նկատմամբ, եթե տված են B և C կետերի հեռավորությունները X առանցքից՝ $BM=h_B$, $CN=h_C$:

$$\text{Պատ.՝ } J_x = \frac{M}{6} (h_B^2 + h_B h_C + h_C^2),$$

34.23. Ըստ 34.1 խնդրի տվյալների որոշել ծնկաձև լիսեռի J_{xz} , J_{yz} , J_{xy} իներցիայի մոմենտները:



34.22 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } J_{xz} = -\frac{3}{2} md(a+b), \quad J_{yz} = -\frac{1}{2} \sqrt{3} md(a+b), \quad J_{xy} = 0,$$

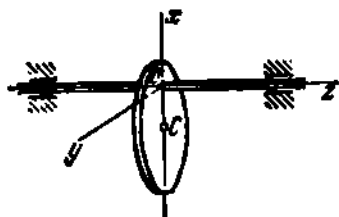
34.24. M զանգվածով համասեռ կլոր սկավառակը արտակենտրոն ձևով հաղցված է նրա հարթությանը ուղղահայաց Z առանցքի վրա: Սկավառակի շառավղի չափասար է r -ի, էջացենտրիսիտետ $OC=a$, որտեղ C -ն սկավառակի զանգվածների կենտրոնն է: Հաշվել սկավառակի J_x , J_y , J_z առանցքային և J_{xy} , J_{xz} , J_{yz} կենտրոնախույս իներցիայի մոմենտները, կոորդինատային առանցքները ջալյց են արված նկարում:

$$\text{Պատ.՝ } J_x = \frac{Mr^2}{4}, \quad J_y = M\left(\frac{r^2}{4} + a^2\right),$$

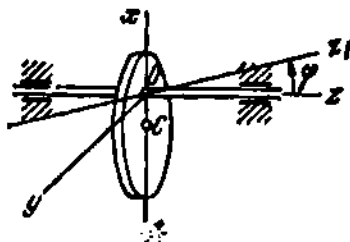
$$J_z = M\left(\frac{r^2}{2} + a^2\right), \quad J_{xy} = J_{yz} = J_{zx} = 0,$$

34.25. Հստ 34.24 խնդրի տվյալների հաշվել սկալարային իներցիայի մոմենտը ուղղահիգ հարթության մեջ գտնվող և լ առանցքի հետ φ անկյուն կազմող Z_1 առանցքի նկատմամբ:

$$\text{Պատ.՝ } J_{z_1} = \frac{Mr^2}{4} \sin^2 \varphi + M\left(\frac{r^2}{2} + a^2\right) \cos^2 \varphi,$$

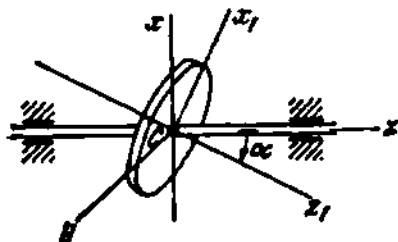


34.24 խնդրին

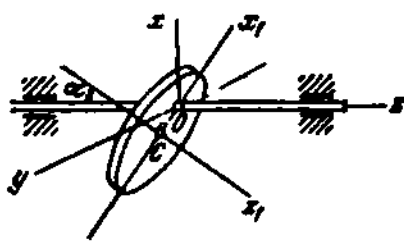


34.25 խնդրին

34.26. M զանգվածով համասեռ կլոր սկալարային հաղցված է ճրտ C գանգվածների կենտրոնով անցնող Z առանցքի վրա: Սկալարային համաչափության Z_1 առանցքը գտնվում է համաչափության X և Y ուղղահիգ հարթության մեջ և Z առանցքի հետ կազմում է α անկյուն: Սկալարային շառաչիզը համասար է 1 -ի: Հաշվել սկալարային J_{x_1} , J_{y_1} , $J_{x_1 y_1}$ կենտրոնախույզ իներցիայի մոմենտները (կոորդինատային առանցքները ջուլց են տրված նկարում):



34.26 խնդրին



34.27 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } J_{xy} = J_{yz} = 0, \quad J_{xz} = (J_{x_1} - J_{y_1}) \frac{\sin 2\alpha}{2} = \frac{Mr^2}{8} \sin 2\alpha,$$

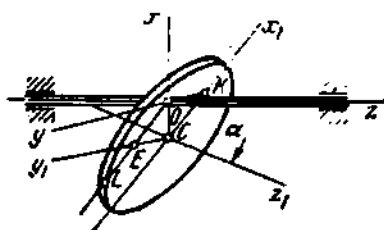
34.27. Նախորդ խնդիրը լուծել ալն ենթադրութլամք, որ սկա-
վառակը շ առանցքի վրա հաղցված է արտակենտրոն ձևով. ընդ որում
էքսցենտրիսիտետը՝ $OC=a$:

$$\text{Պատ.՝ } J_{xy}=J_{yz}=0, \quad J_{xz}=\frac{M}{2}\left(\frac{r^2}{4}+a^2\right)\sin 2\alpha,$$

34.28. R շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը հաղցված է
պտտվող շ առանցքի վրա. որն անցնում է O կետով և սկավառակի
CZ, համաշարժական առանցքի հետ կազմում է α անկյուն: Սկավա-
ռակի զանգվածը հավասար է M-ի: Որոշել սկավառակի J, իներցիայի
մոմենտը պատման շ առանցքի նկատմամբ և J_{xz}, J_{yz} կենտրոնախույզ
իներցիայի մոմենտները. եթե OL-ը շ առանցքի պրոլեկցիան է սկա-
վառակի հարթության վրա, OE=a, OK=b:

$$\text{Պատ.՝ } J_z=M\left[\left(a^2+\frac{1}{2}R^2\right)\cos^2\alpha+\frac{1}{4}R^2\sin^2\alpha+b^2\right],$$

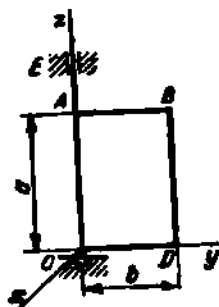
$$J_{xz}=M\left(\frac{1}{4}R^2+a^2\right)\sin\alpha\cos\alpha, \quad J_{yz}=Mab\sin\alpha,$$



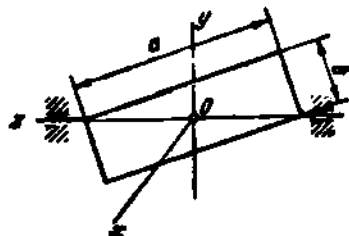
34.28 խնդրին

34.29. M զանգվածով և a ու b
կողմերով OABD համասեռ ուղղան-
կյուն թիթեղը OA կողմով ամրացված
է OE առանցքին: Հաշվել թիթեղի
J_{xz}, J_{yz} և J_{xy} կենտրոնախույզ իներ-
ցիայի մոմենտները:

$$\text{Պատ.՝ } J_{xz}=J_{xy}=0, \quad J_{yz}=\frac{Mab}{4},$$



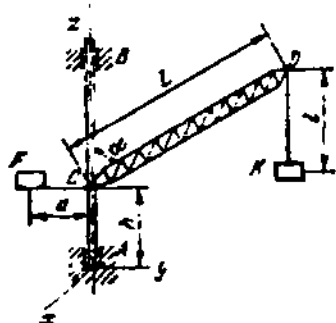
34.29 խնդրին



34.30 խնդրին

34.30. M զանգված և a ու b երկարութլամբ համասեռ
ուղղանկյուն թիթեղը ամրացված է նրա անկյունագծերից մեկով

անցնող Z առանցքին: Հաշվել թիթեղի J_y , կենտրոնախույս իներցիայի մոմենտը Y և Z առանցքների նկատմամբ, որոնք թիթեղի հետ միասին գտնվում են նւարի հարթության մեջ: Կոորդինատային սկզբնակետը համընկած է թիթեղի գանգվածների կենտրոնի հետ:



34.31 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } J_y = \frac{M}{12} \frac{ab(a^2 + b^2)}{a^2 + b^2}$$

34.31. Վերաժառանգել կոտնկի պտուտի մասը քաղցկացած է L երկարությամբ և M_1 զանգվածով CD սլաքից, M_2 զանգվածով E հակակշիռից և M_3 զանգվածով K թևից: Սլաքը զիտելով որպես համասեռ բարակ հեծան, իսկ E հակակշիռը և K շրջանը որպես կետային զանգվածներ, որոշել կոտնկի J , իներցիայի մոմենտը պատման Z ուղղածից առանցքի

նկատմամբ և կենտրոնախույս իներցիայի մոմենտները կոտնկի հետ կապված X, Y, Z առանցքների նկատմամբ: Ամբողջ համակարգի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է Z առանցքի վրա: (I) սլաքը գտնվում է YZ հարթության մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } J_z = M_2 a^2 + \left(M_3 + \frac{1}{3} M_1 \right) L^2 \sin^2 \alpha,$$

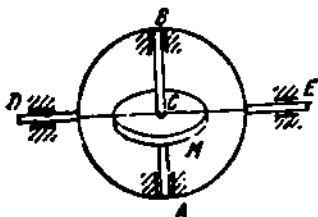
$$J_y = \frac{M_3 + \frac{1}{3} M_1}{2} L^2 \sin 2\alpha - M_3 L \sin \alpha, \quad J_{xy} = J_{xz} = 0$$

§ 35. Նյութական համակարգի զանգվածների կենտրոնի շարժման թեորեմը

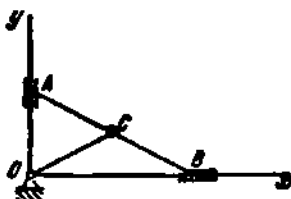
35.1. Որոշել AB առանցքի շուրջը պտտվող M թափանցիկ վրա ազդող արտաքին ուժերի գլխավոր մեկտորը: Շրջանակի վրա սմբայված AB առանցքը իր հերթին պտտվում է DE առանցքի շուրջը: Թափանցիկ զանգվածների կենտրոնը գտնվում է AB և DE առանցքների հատման կետում:

Պատ.՝ Արտաքին ուժերի գլխավոր մեկտորը հավասար է դրոշի:

35.2. Որոշել նկարում պատկերված էլիպսոգրաֆի AB քանոնի վրա կիրառված արտաքին ուժերի գլխավոր մեկտորը: OC շոտովիկը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: AB քանոնի զանգվածը հավասար է M -ի, $OC=AC=BC=l$:



15.1 խնդրին



15.2 խնդրին

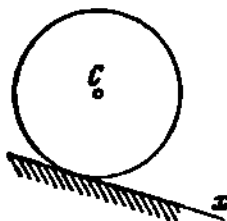
Պատ.՝ Արտաքին ուժերի գլխավոր զեկտորը գտնադնել CO -ին և մեծությունը հավասար է $M\omega^2$:

35.3. Արտաքին թեք հալթաթյամբ գնացի ներքև գլորվող M զանգվածով անիվի վրա աղյուղ արտաքին ուժերի գլխավոր զեկտորը, եթե նրա C զանգվածների կենտրոնը շարժվում է $XC = 8l^2/2$ օրենքով:

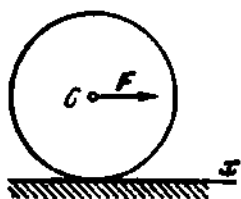
Պատ.՝ Արտաքին ուժերի գլխավոր զեկտորը գտնադնել X առանցքին, ուղղված է շարժման կողմը և մեծությունը հավասար է M_2 -ին:

35.4. Անիվը սահելով գլորվում է հորիզոնական ուղղով նկարում պատկերված F ուժի ազդեցության տակ: Դառնել անիվի C զանգվածների կենտրոնի շարժման օրենքը, եթե սահքի շփման գործակիցը հավասար է $\frac{1}{3}$ -ի, իսկ $F = 3P$, որտեղ P -ն անիվի կշիռն է, Սկզբնական պահին անիվը պտտվել է հանգստի մեջ:

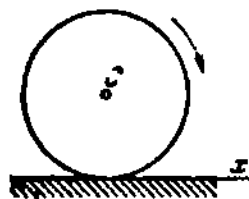
Պատ.՝ $XC = 2lgl^2$



35.3 խնդրին



35.4 խնդրին



35.5 խնդրին

35.5. Անիվը սահելով գլորվում է հորիզոնական ուղղով նրան կիրառված պտտող մոմենտի ազդեցության տակ: Դառնել անիվի C զանգվածների կենտրոնի շարժման օրենքը, եթե սահքի շփման գործակիցը հավասար է $\frac{1}{3}$ -ի: Սկզբնական պահին անիվը պտտվել է հանգստի մեջ:

Պատ.՝ $XC = \frac{1}{2} lgl^2$

35.6. Տրամվայի վագոնը զսպանների վրա կառարում է $2,5$ սմ լայնությունով և $T = 0,5$ վ պարբերությամբ ուղղանկյուն երկաշենակ տառանումներ: Թափքի զանգվածը բեռի հետ 10 տ է, սալակի և անիվ-

ների զանգվածը 1 տ է: Որոշել վագոնի ճնշման ուժը ռելսերի վրա: Պատ.՝ 68,0-ից մինչև 147,6 կՆ:

35.7. Որոշել ջրհան պոմպի ճնշման ուժը գետնի վրա նրա պարապ աշխատելու ժամանակ: Եթե 1) իրանի անշարժ մասերի և Բ հիմքի զանգվածը հավասար է M_1 -ի, 2) Լամա շուռտփիկի զանգվածը հավասար է M_2 -ի, 3) սահողի և Ը միտղի զանգվածը հավասար է M_3 -ի, ա անկյունային արագությունը հավասարաչափ պտտվող ՕԱ շուռտփիկը ընդունել համառոտ ձող:

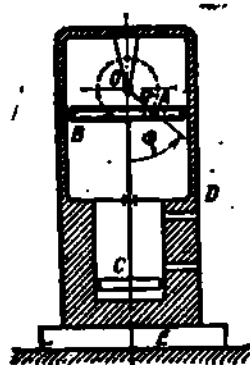
$$\text{Պատ.՝ } N = (M_1 + M_2 + M_3)g + \frac{8\omega^2}{2} (M_2 + 2M_3)\cos\omega t,$$

35.8. Օգտագործելով նախորդ խնդրի տվյալները, ընդունել, որ պոմպը տեղակայված է առանցքական հիմքի վրա, որի առանցքականության դորմակիցը հավասար է Ը-ի: Գտնել ՕԱ շուռտփիկի Օ առանցքի շարժման սրենքը ուղղաձիգում: Եթե սկզբնական պահին Օ առանցքը գտնվել է ստատիկական հավասարակշռության դիրքում և նրան հաղորդված է եղել ուղղաձիգով դեպի ներքև V_0 արագություն: Ուղղաձիգով դեպի ներքև ուղղված X առանցքի հաշվման սկիզբը վերցնել Օ առանցքի ստատիկական հավասարակշռության դիրքում: Իմացրու՝ թվան ուժերն անտեսել:

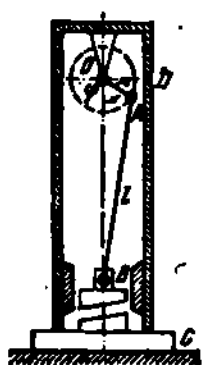
$$\text{Պատ.՝ 1) Երբ } \frac{c}{M_1 + M_2 + M} \neq \omega^2, \quad x_0 = -\frac{h}{k^2 - \omega^2} \cos kt + \frac{V_0}{k} \sin kt + \frac{h}{k^2 - \omega^2} \cos \omega t,$$

$$\text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{c}{M_1 + M_2 + M}}, \quad h = \frac{M_2 + 2M_3}{M_1 + M_2 + M} \frac{a\omega^2}{2};$$

$$2) \text{ Երբ } \frac{c}{M_1 + M_2 + M} = \omega^2 \quad x_0 = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{h}{2\omega} t \sin \omega t,$$



35.7 խնդրին



35.8 խնդրին

35.9. Մետաղահատ մեկրաւը բաղկացած է ՕԱԲ շուռտփիկ-սողնակային մեխանիզմից, որի Բ սողնակին ամրացված է շարժական գանակը: Անշարժ գանակը ամրացված է Ը հիմքի վրա: Որոշել հիմքի ճնշման ուժը գետնի վրա, եթե շուռտփիկի երկարությունը l է, նրա զանգվածը M_1 , շարժաթևի երկարությունը

Ճ, B ուղղնակի զանգվածը շարժական զանակի հետ՝ M_2 , C հիմքի և 1) իրանի զանգվածը հավասար է M_3 -ի: Շարժաթևի զանգվածը անտեսել: Կանկրունային արագությունը հավասարաչափ պտտվող ՕԱ շուրջովը ընդունել համասեռ ձող:

Ցուցում, $\left\{ \sqrt{1 - \left(\frac{r}{l}\right)^2} \right\} \sin^2 \omega t$ արտահայտությունը պետք է վերա-

ձեռնարկել և դնել զցեղ շարքի ալն բոլոր անդամները, որոնք պարունակում են $\sin$ կամ $\cos$ հարաբերության երկրորդից բարձր աստիճաններ:

Պատ.՝ $N = (M_1 + M_2 + M_3)g +$

$$+ \frac{r\omega^2}{2} \left[(M_1 + 2M_3)\cos\omega t + 2M_2 \frac{r}{l} \cos 2\omega t \right],$$

Ճ.10. M_1 զանգվածով էլեկտրական շարժիչը առանց ամրացման տեղակայված է ուղղիկ հորիզոնական հիմքի վրա. շարժիչի լիսեռի վրա ուղիղ անկյան տակ ժի ծալրով ամրացված է Չ1 երկարությամբ և M_2 զանգվածով ձողը, որի մյուս ծալրին հաղցված է M_3 զանգվածով կետային բեռը. լիսեռի անկյունային արագությունը հավասար է ω -ի:

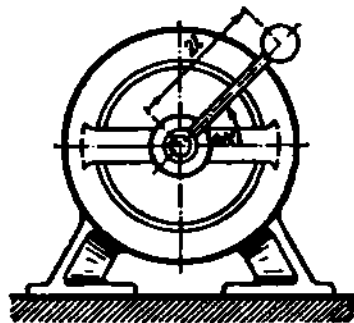
Ուղղել. 1) շարժիչի հորիզոնական շարժումը. 2) հեղույսների վրա ազդող R ամենամեծ հորիզոնական ճիշդը. եթե նրանց միջոցով հիմքին ամրացվի էլեկտրաշարժիչի պտտումը:

Պատ.՝ 1) ներգաշնակ տառանում-

ներ $\frac{l(M_2 + 2M_3)}{M_1 + M_2 + M_3}$ լայնությունով և Չ.11

պարբերությամբ. 2) $R = (M_2 + 2M_3)l\omega^2$:

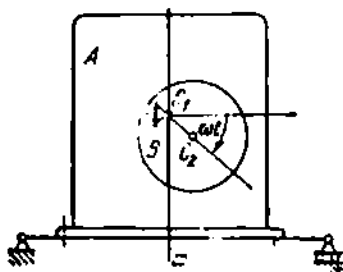
Ճ.11. Ըստ նախորդ խնդրի պայմանների հաշվել էլեկտրաշարժիչի լիսեռի ալն և անկյունային արագությունը, որի զեպքում էլեկտրաշարժիչը կցատկոտի հիմքի վրա, եթե նա հեղույսներով ամրացված չլինի հիմքին:



35.10 խնդիր

Պատ.՝ $\omega > \sqrt{\frac{(M_1 + M_2 + M_3)g}{(M_2 + 2M_3)l}}$

Ճ.12. էլեկտրաշարժիչի հավաքման ժամանակ նրա B ուսորը արտակենտրոն ձևով հաղցված է եղել C_1 պտտման առանցքին՝ C_1, C_2 -ում հեռավորության վրա, որտեղ C_2 -ը A ստատորի զանգվածների կենտրոնն է. իսկ C_2 -ը ուսորի զանգվածների կենտրոնը: Ռոտորը պտտվում է հավասարաչափ և անկյունային արագությամբ: էլեկտրաշարժիչի



35.12 խեղդիկ

տեղակայված է մի առաձգական հեծանի վրա, որի ստատիկական ճկվածքը հավասար է Δ -ի. M_1 -ը ստատորի զանգվածն է, M_2 -ը՝ ռոտորի զանգվածը:

Իսկելու ուղղաձիգում կետի շարժման հավասարումը, եթե սկզբնական պահին նա պտնվել է հանգստի մեջ ստատիկական հավասարակշռության դիրքում: Իրմադրության ուժերն անտեսելու χ առանցքի հաշվանքի սկիզբը վերցնել C_1 կետի ստատիկական հավասարակշռության դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ 1) երբ } \sqrt{\frac{g}{\Delta}} \neq \omega \quad x_1 = -\frac{\omega}{k} \frac{h}{k^2 - \omega^2} \sin kt + \frac{h}{k^2 - \omega^2} \sin \omega t,$$

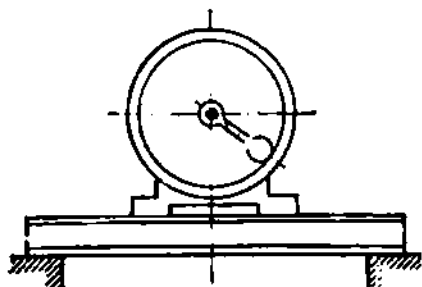
$$\text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{g}{\Delta}}, \quad h = \frac{M_2}{M_1 + M_2} g \omega^2;$$

$$2) \text{ երբ } \sqrt{\frac{g}{\Delta}} = \omega \quad x_1 = \frac{h}{2\omega^2} \sin \omega t - \frac{h}{2\omega^2} t \cos \omega t,$$

35.13. M_1 զանգվածով էլեկտրաշարժիչը տեղակայված է C կոշտության գործակից տնեցող հեծանի վրա: Շարժիչի լիսեռին՝ նրա առանցքից l հեռավորության վրա հաղցված է M_2 զանգվածով բեռը: Շարժիչի անկումային արագությունը՝ $\omega = \text{const}$: Որոշել շարժիչի ստիպողական տատանումների լայնությունը և մեկ րոպեում նրա պտույտների վտանգավոր թիվը՝ անտեսելով հեծանի զանգվածը և շարժման դիմադրությունը:

$$\text{Պատ.՝ } a = \frac{M_2 l \omega^2}{c - (M_1 + M_2) \omega^2}, \quad n_{\text{գ.}} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{c}{M_1 + M_2}}$$

35.14. Նկարում պատկերված է M_1 զանգվածով A ամրաբաշխային սալակը, որն արգելակված է BD հեծանի մեջտեղում: Սալակի C_1 զանգվածների կենտրոնում կախված է l երկարությամբ ճոպանը՝ նրան կապված M_2 զանգված ունեցող C_2 բեռի հետ միասին: Ճոպանը բեռի հետ ազդածից հարթության մեջ կատարում է ներդաշնակ տատանումներ: Որոշել. 1) BD հեծանի գոմարալին ուղղաձիգ հակազդումը՝ հեծանը ընդունելով կոշտ, 2) C_2 կետի շարժման սրենքը ազդածից ազդողությամբ. հեծանը ընդունելով առաձգական՝ C -ին հավասար առաձգականության գործակցով:



35.13 խնդրի



35.14 խնդրի

Սկզբնական պահին հեծանք լինելով չձևափոխված, հորիզոնական դիրքում գտնվել է հանգստի մեջ: Ճոպանի տատանումները համարելով փոքր, ընդունել $\sin \varphi \approx \varphi$, $\cos \varphi \approx 1$, γ առանցքի հաշվանքի սկիզբը վերցնել C_1 կետի ստատիկական հավասարակշռության դիրքում: Ճոպանի զանգվածը և սալլակի լսվածքը հեծանի երկարության համեմատությամբ անտեսել:

Պատ.՝ 1) $R_y = (M_1 + M_2)g$; 2) C_1 կետը կատարում է ազատ տատանումներ $y_1 = -\frac{(M_1 + M_2)g}{c} \cos \sqrt{\frac{c}{M_1 + M_2}} t$ օրենքով:

Ճ.5.15. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանները և B) հեծանք ընդունելով կոշտ, որոշել: 1) ռելսերի գոմարալին հորիզոնական հակազդումը: 2) այն ենթադրությամբ, որ սալլակը արգելակված չէ, A սալլակի C_1 զանգվածների կենտրոնի շարժման օրենքը x առանցքի երկայնքով:

Սկզբնական պահին C_1 կետը x առանցքի հաշվանքի սկզբնական-տում գտնվել է հանգստի մեջ: Ճոպանը կատարում է տատանումներ $\varphi = \varphi_0 \cos \omega t$ օրենքով:

Պատ.՝ 1) $R_x = -M_2 l \varphi_0 \omega^2 \cos \omega t$; 2) C_1 կետը կատարում է $\frac{M_2}{M_1 + M_2} l \varphi_0$ լայնությունով և ω շրջանային հաճախությամբ տատանում-

ներ $x_1 = \frac{M_2}{M_1 + M_2} l \varphi_0 (1 - \cos \omega t)$ օրենքով:

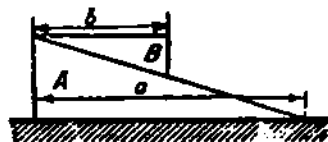
Ճ.5.16. Հանգստի մեջ գտնվող մակույկի միջին նստարանի վրա նստեցին երկու մարդ: Նրանցից մեկը՝ $M_1 = 50$ կգ զանգվածով, տեղափոխվեց զեպի աջ՝ մակույկի քթամասի վրա: Ի՞նչ ուղղությամբ և որքան հեռավորության վրա պետք է տեղափոխվի $M_2 = 70$ կգ զանգվածով երկրորդ մարդը, որպեսզի մակույկը մնա հանգստի մեջ: Մա-

կույկի երկարությունը 4 մ է, Ջրի դիմադրությունը մակույկի շարժմանը անտեսել:

Պատ.՝ Դեպի ձախ 1.43 մ հեռավորության վրա մակույկի հետևամասում:

ՅՆ.17. Հորիզոնական հարթության վրա գտնվող A համասեռ պրիզմայի վրա զրկած է B համասեռ պրիզման. պրիզմաների լայնական կտրվածքները ուղղանկյուն եռանկյուններ են. A պրիզմայի զանգվածը երեք անգամ մեծ է B պրիզմայի զանգվածից: Ենթադրելով որ պրիզմաները և հորիզոնական հարթությունը իդեալական հարթ են, որոշել այն 1 երկարությունը, որով կտեղաշարժվի A պրիզման, երբ B պրիզման A-ի վրայով իջնելիս կհասնի մինչև հորիզոնական հարթությանը:

Պատ.՝ $l = \frac{a-b}{4}$

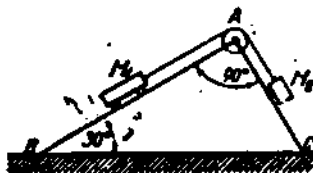


35.17 խնդիր

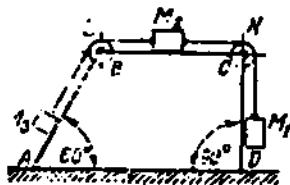
ՅՆ.18. Մկզքնական պահին հանգստի մեջ գտնվող 6 մ երկարությամբ և 2700 կգ զանգվածով հորիզոնական ապրանքային կառավարողի վրայով երկու սանվոր ձախ ձալրից դեպի աջը զլորելով տեղափոխում են ժանր ծուլվածքը: Ո՞ր կողմ և որքանով կանգափոխվի ալղ զեպքում

կառավարողը, եթե բեռի և բանվորների ընդհանուր զանգվածը հավասար է 1400 կգ: Կառավարողի շարժման դիմադրությունն անտեսել:

Պատ.՝ Դեպի ձախ 2.4 մ-ով:



35.19 խնդիր



35.20 խնդիր

ՅՏ.19. Համապատասխանաբար m_1 և m_2 զանգվածներով M_1 և M_2 երկու բեռներ, որոնք միացված են A նախարակի վրայով զցված անձգելի թելով, սահում են BC հիմքով ողորկ հորիզոնական հարթության վրա հանված ուղղանկյուն սեպի ողորկ կողմնային կողմերով:

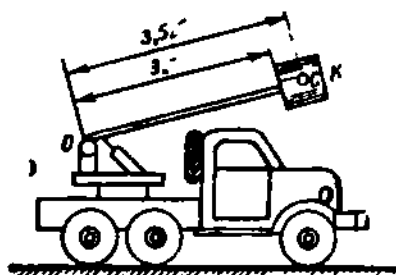
Գտնել սեպի տեղափոխությունը հորիզոնական հարթությանը. երբ M_1 բեռը իջնում է $h=10$ սմ բարձրության շափոփ: Սեպի զանգվածը՝ $m=4m_1=16m_2$. Թելի և ճախարակի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ Սեպը տեղափոխվում է դեպի աջ 3,77 սմ-ով:

35.20. $m_1=20$ կգ, $m_2=15$ կգ և $m_3=10$ կգ զանգվածներով երեք բեռ միացված են L և N անշարժ ճախարակների վրայով զցված անձպելի թելով: M_1 բեռը դեպի ներքև իջնելիս M_2 բեռը տեղափոխվում է $m=100$ կգ զանգված ունեցող $ABCD$ քառանկյուն հատած բուրգի վերին հիմքով դեպի աջ. իսկ M_3 բեռը AB կողմնային նիստով բարձրանում է դեպի վեր: Լինանելով շփումը $ABCD$ հատած բուրգի և հատակի միջև, որոշել բուրգի տեղափոխությունը հատակի նկատմամբ, եթե M_1 բեռը իջնում է ներքև 1 մ-ով: Թելի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ Ինչպիսի ծախ 14 սմ-ով:

35.21. Փողոցային էլեկտրացանցի ստացման շարժական շրջան կոտնկը տեղակայված է 1 տ զանգվածով ավտոմեքենայի վրա: Կոտնկի K ճոճքը կարող է շրջվել նկարի հարթությունը ողղահայաց O հորիզոնական առանցքի շուրջը: Սկզբնական պահին հորիզոնական գիրք գրաված կոտնկը և ավտոմեքենան գտնվել են հանգստի



35.21 խնդիր

մեջ: Որոշել շարժելակցված ավտոմեքենայի տեղափոխությունը. եթե կոտնկը պտտվի 60° -ով: 3 մ երկարությամբ L համասեռ ձողի զանգվածը հավասար է 100 կգ, իսկ K ճոճքին՝ 200 կգ: Ճոճքի C զանգվածների կենտրոնը O առանցքից գտնվում է $OC=3,5$ մ հեռավորության վրա: Շարժման գիմադրությունն անտեսել:

Պատ.՝ դեպի աջ 32,7 սմ-ով:

§ 36. Նյութական համակարգի շարժման քանակների

գլխավոր վեկտորի փոփոխման բեռերմը:

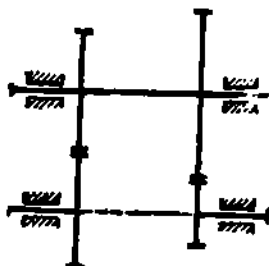
Կիրառումը հոծ միջավայրերի նկատմամբ:

36.1. Որոշել նկարում պատկերված աբազությունների աշխատող նվագիչի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը, եթե պատվող շորս առամանիայներից լարաքանչլորի ժանրության կենտրոնը գտնվում է պտտման առանցքի վրա:

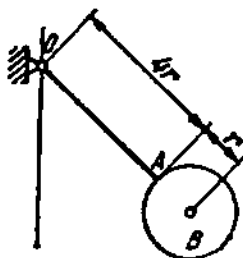
Պատ.՝ Շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը հավասար է զրոյի:

36.2. Որոշել նախորդ խնդրում դիտարկված նվազիչին կիրառված արտաքին ուժերի իմպուլսների գումարը կամայական վերջավոր ժամանակամիջոցում:

Պատ.՝ Արտաքին ուժերի իմպուլսների գումարը հավասար է զրոյի:



36.1 խնդրին



36.3 խնդրին

36.3. Որոշել ալն ճոճանակի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը, որը կազմված է M_1 զանգված, 41 երկարությամբ ունեցող (A) համասեռ ձողից և M_2 զանգված, 1 շառավիղ ունեցող B համասեռ սկավառակից, եթե տվյալ պահին ճոճանակի անկյունային արագությունը հավասար է ω -ի:

Պատ.՝ Շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը ուղղված է OA ձողին ուղղահայաց և մեծությամբ հավասար է $(2M_1 + 5M_2)R\omega$:

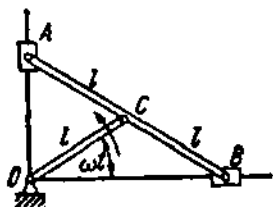
36.4. Որոշել էլիպսոցրաֆի մեխանիզմի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորի մեծությունը և ուղղությունը, եթե շուտովիկի պանգվածը հավասար է M_1 -ի, էլիպսոցրաֆի AB քանոնի զանգվածը հավասար է $2M_1$ -ի, A և B կցորդիչներից յուրաքանչյուրի զանգվածը հավասար է M_2 -ի, տված են չափերը՝ $OC=AC=CB=l$, Շուտովիկի և քանոնի զանգվածների կենտրոնները գտնվում են իրենց միջնակետերում: Շուտովիկը պտտվում է ω անկյունային արագությամբ:

Պատ.՝ Գլխավոր վեկտորի մեծությունը հավասար է $Q = \frac{\omega l}{2} (5M_1 + 4M_2)$; գլխավոր վեկտորի ուղղությունը ուղղահայաց է շուտովիկին:

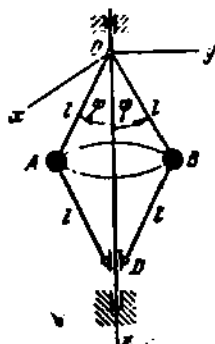
36.5. Որոշել ուղղաձիգ առանցքի շուրջը արագացումով պտտվող կենտրոնախույս կարգավորիչի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը: Այդ դեպքում φ անկյունները փոփոխվում են $\varphi = \varphi(t)$ օրենքով և վերևի ձողերը պտտվելով, բարձրացնում են A և B զնդերը: Ձողերի երկարությունները՝ $OA=OB=AI=BI=l$, M_2 զանգվածով D կցորդիչի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է Z առանցքի վրա: A և B

գնդերը բնդունել լուրարանչյուրը M_1 զանգվածով կետային զանգվածների Ձադերի զանգվածը անտեսել:

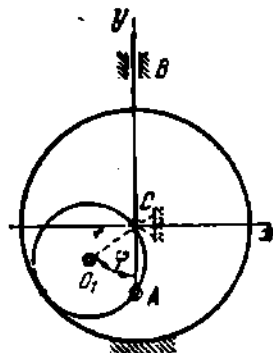
Պատ.՝ $Q_x = Q_y = 0$, $Q_z = -2(M_1 + M_2)l \sin \varphi$, որտեղ φ -ն շարժման քանակների գլխավոր վեկտորն է. Նշ հարթությունը համընկնում է կարգավորիչի ձողերով անցնող հարթության հետ:



36.4 խնդրին



36.5 խնդրին



36.6 խնդրին

Ճ6.6. Նկարում պատկերված մեխանիզմի մեջ Γ շառավղով շարժվող անիվն ունի M զանգված. բնյ որում անիվի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է O_1 կետում. KM զանգվածով AB ուղղաձիգ ձողի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է իր մեջտեղում: O_1 շոտովիկը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել համակարգի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորը՝ անտեսելով շոտովիկի զանգվածը:

Պատ.՝ Համակարգի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորի պրոյեկցիաները կոորդինատային առանցքների վրա հալասար են.

1) O_1 առանցքի վրա՝ $-Mr\omega \cos \omega t$.

2) O_2 առանցքի վրա՝ $Mr\omega \sin \omega t$.

Ճ6.7. Հրանոթի փողի զանգվածը 11 տ է. իւ կի զանգվածը 54 կգ է: Որկի արագությունը փողաբերանի հատվածի մոտ $v_0 = 90$ մ/վ է: Որոշել հրանոթի փողի ազատ ետսահքի արագությունը արկի գուրս թռչելու պահին:

Պատ.՝ Հրանոթի փողի ետսահքի արագությունը հալասար է 4.42 մ/վ և ուղղված է արկի շարժման հակառակ կողմը:

Ճ6.8. 13 մ/վ արագությամբ թռչող 12 կգ զանգվածով նոնակը ողում պայթեց երկու մասի: 8 կգ զանգվածով բեկորի արագությունը շարժման ուղղությամբ առեց մինչև 25 մ/վ: Որոշել երկրորդ բեկորի արագությունը:

Պատ.՝ 3 մ/վ առաքին բեկորի շարժման հսկառակ ուղղությունը:

36.9. v_0 արագությամբ ինկրցիալով շարժվող A հորիզոնական հենահարթակի վրայով u_0 հաստատուն հարաբերական արագությամբ տեղափոխվում է B սալակը: Ժամանակի մի օրինակ պահին սալակը արդելակվել է: Որոշել սալակի հետ հենահարթակի v ընդհանուր արագությունը սալակի կանգնելուց հետո, եթե M-ը հենահարթակի զանգվածն է, m -ը՝ սալակի զանգվածը:



36.9 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } v = v_0 + \frac{m}{M+m} u_0$$

36.10 Պահպանելով նախույգ խնդրի պայմանը, որոշել այն S ճանապարհը, որ կանցնի B սալակը A հենահարթակի վրայով արդելավման սկզբի պահից մինչև լրիվ կանգառնելը:

և արդելակման ժամանակը. եթե ընդունենք, որ արդելակման ժամանակ առաջանում է մեծությամբ հաստատուն $\overline{F}$ դիմադրության ուժը:

Ուղում: Սալակի շարժման գիֆերենցիալ հավասարման մեջ օգտագործել $Mv + m(u + v) = \text{const}$ առնչությունը, որտեղ u -ն և v -ն փոփոխական արագություններ են:

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{1}{2} \frac{mM}{M+m} \cdot \frac{u_0^2}{\overline{F}}, \quad \tau = \frac{mM}{m+M} \cdot \frac{u_0}{\overline{F}}$$

36.11. 16 սմ² լայնական կտրվածքով հրշեջ կաշիփողի ծալրակալից հորիզոնի նկատմամբ $\alpha=30^\circ$ անկյան տակ խփում է ջրի շիթը H մ/վ արագությամբ: Որոշել շիթի ճնշման ուժը ուղղաձիգ պատի վրա՝ անտեսելով ծանրության ուժի ազդեցությունը շիթի առաջի վրա և ընդունելով, որ հեղուկի մասնիկները պատին հանդիպելուց հետո ձեռք են բերում պատի երկայնքով ուղղված արագություններ:

Պատ.՝ 88,8 Ն:

36.12. Որոշել $\alpha=30^\circ$ մմ արամազծով փողովակի ծնկի հենարանի վրա ջրի շարժման ժամանակ առաջացած ճնշման ուժի N հորիզոնական բաղադրիչը, եթե ջուրը խողովակով հոսում է $v=2$ մ/վ արագությամբ:



Պատ.՝ $N=284$ Ն:

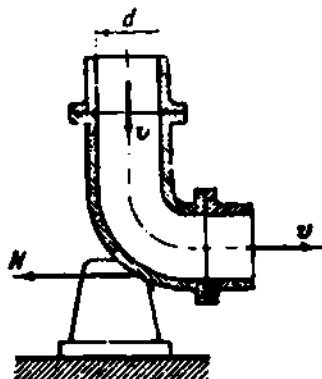
36.11 խնդիր

36.13. Ջուրը մտնում է ուղղաձիգ հարթու-

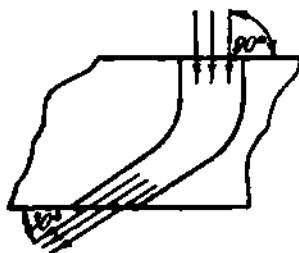
թյան նկատմամբ համաչափ և փոփոխական կտրվածք ունեցող ջրանցք $v_0=2$ մ/վ արագությամբ, հորիզոնի նկատմամբ $\alpha_0=90^\circ$ անկյան տակ:

ջրանցքի կտրվածքը մտնելու պահին $0,02 \text{ մ}^2$ է. ջրի արագությունը ջրանցքի ելքի մոտ $v_1=4 \text{ մ/վ}$ և ուղղված է հորիզոնի նկատմամբ $\alpha_1=30^\circ$ անկյան տակ: Որոշել այն ուժի հորիզոնական բաղադրիչի մեծությունը, որով ջուրը ազդում է ջրանցքի պատի վրա:

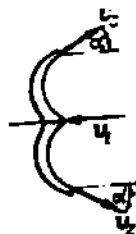
Պատ.՝ 138 Ն :



36.12 խնդրն



36.13 խնդրին



36.14 խնդրին

Ֆի.14. Որոշել առերինային անիվի անշարժ թիակի վրա ջրի շիթի ճնշման ուժի հորիզոնական բաղադրիչի մեծությունը, եթե ջրի ծավալային ծախսը Q է, խտությունը γ . Թիակի վրա ջրի մատակարարման $\bar{v}_1$ արագությունը հորիզոնական է, ջրի ելքի $\bar{v}_2$ արագությունը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն:

Պատ.՝ $N=\gamma Q(v_1+v_2\cos\alpha)$:

§ 37. Նյութական համակարգի շարժման քանակների գլխավոր մոմենտի փոփոխման թեորեմը: Անշարժ առանցքի շուրջ սլինդ մարմնի պտտման դիֆերենցիալ հավասարումը

37.1. $M=50$ կգ զանգվածով և $R=30$ սմ շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական հարթությանը՝ իր առանցքի շուրջը կատարելով 60 պտյուր: Հաշվել սկավառակի շարժման քանակների գլխավոր մոմենտը հետևյալ առանցքների նկատմամբ. 1) սկավառակի կենտրոնով անցնող և շարժման հարթությանը ուղղահայաց, 2) ակնթարթային առանցքի նկատմամբ:

Պատ.՝ 1) $14.1 \text{ կգ}\cdot\text{մ}^2/\text{վ}$, 2) $42.3 \text{ կգ}\cdot\text{մ}^2/\text{վ}$:

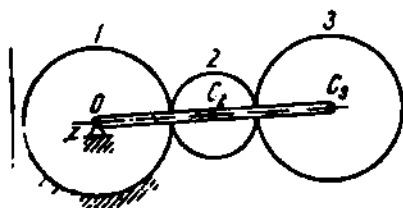
37.2. Հաշվել էլիպսոգրաֆի AB քանոնի շարժման քանակների գլխավոր մոմենտը OC շոտովիկի պտտման առանցքի հետ համընկնող 2 առանցքի նկատմամբ բացարձակ շարժման համար, ինչպես նաև քանոնի C զանգվածների կենտրոնով անցնող և 2 առանցքին

զուգահեռ առանցքի նկատմամբ հարաբերական շարժման համար: Շուտովիկը պատվում է մի անկյունային արագություն, որի պրոյեկցիան z առանցքի վրա հավասար է w_z -ի: քանոնի զանգվածը հավասար է m -ի: $OC=AC=BC=l$ (տես 34.3 խնդրի նկարը):

$$\text{Պատ.՝ } L_{Oz} = \frac{2}{3} ml \omega_z, \quad L_C = -\frac{ml^2}{3} \omega_z$$

37.3. Հաշվել պլանետար փոխանցման շարժման քանակների զրոյացումը մոմենտը OC , շուտովիկի պտտման առանցքի հետ համընկնող z անշարժ առանցքի նկատմամբ: 1 անշարժ անիվը և 3 շարժական անիվը նույն r շառավղով են: 3 անիվի զանգվածը հավասար է m -ի: m_2 զանգվածով 2 անիվն ունի r_2 շառավղի: Շուտովիկը պտտվում է մի անկյունային արագությամբ: որի պրոյեկցիան z առանցքի վրա հավասար է w_z -ի: Շուտովիկի զանգվածն անտեսել: Ունիվերսը ընդունել համասեռ սկզբառական:

$$\text{Պատ.՝ } L_{Oz} = \frac{m_2(2r+3r_2)+8m(r+r_2)}{2} (r+r_2) \omega_z$$



37.3 խնդրին

37.4. $r=20$ սմ շառավղով, $M=3.27$ կգ զանգվածով փոկանվիրն պտտման մեջ գնող փոկի առանոց և տարվող նյութերի լարումները համապատասխանաբար հավասար են $T_1=10$ Ն, $T_2=50$ Ն: Ինչի՞ պատճառով հավասար լինի դիմադրություն ունեցողի մոմենտը, որպեսզի փոկանվիրը պտտվի $\varepsilon=1,5$ ռադ/վ² անկյունային

արագացումով: Փոկանվիրն ընդունել համասեռ սկզբառակ:

$$\text{Պատ.՝ } 9,8 \text{ Ն.մ.}$$

37.5. Դարձյակներում շփման մոմենտը որոշելու համար լիււերի վրա հաղցված է 500 կգ զանգվածով թափանցիկ, որի ինկլիցիալի շառավղի $\rho=1,5$ մ: Թափանցիկն հաղորդված է $\sigma=240$ պարպետին համապատասխանող անկյունային արագությամբ: Թողնվելով ինքն իրեն, նա կանգնեց 10 րոպ հետո: Որոշել շփման մոմենտը՝ աչն ընդունելով հաստատուն:

$$\text{Պատ.՝ } 37,7 \text{ Ն.մ.}$$

37.6. Ի՞նչ թափանցիկների արագ արդյունավետ համար կիրառվում է տրամադծորեն դասավորված երկու բեռներից կազմված էլեկտրական արգելակ: որն իր վրա կրում է հաստատուն հոսանքով սնվող փաթույթ: Բեռների մոտով թափանցիկի շարժման ժամանակ նրա

զանգվածում ինդուկտիվոզ հոսանքները ուղեղծում են M_1 արգելակող մոմենտ, որը համեմատական է թափանցի շրջանակի կետի v արագությանը՝ $M_1 = kv$, որտեղ k -ն մագնիսական հոսքից և թափանցի շափերից կախված գործակից է: Առանցքայիններում շփումից առաջացած M_2 մոմենտը կարելի է բնորոշել հաստատուն, թափանցի տրամագիծը D է. նրա իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ՝ I : Գտնել, թե որքան ժամանակամիջոց հետո ω_0 անկյունային արագությունը պտտիվոզ թափանցի վանդ կառնի:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{2I}{kD} \ln \left(1 + \frac{kI\omega_0}{2M_2} \right),$$

37.7. Հանգստի վիճակում գտնվող պինդ մարմինը պտտման մեջ է դրվում անշարժ ուղղածից առանցքի շուրջը M -ին հավասար հաստատուն մոմենտով, այդ զեպրում առաջանում է պինդ մարմնի պտտման անկյունային արագության քառակուսուն համեմատական M_2 դիմագրության ուժերի մոմենտը՝ $M_2 = \alpha \omega^2$, Գտնել անկյունային արագության փոփոխման սրենքը, պինդ մարմնի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է I -ի:

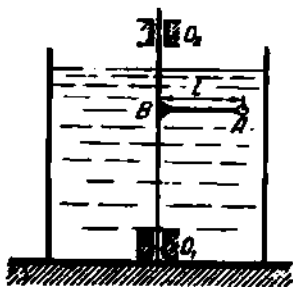
$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{\frac{M}{\alpha}} \frac{e^{\beta} - 1}{e^{\beta} + 1}, \quad \text{որտեղ } \beta = \frac{2}{J} I \sqrt{\alpha M},$$

37.8. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ դիմագրության ուժերի M_2 մոմենտը համեմատական է պինդ մարմնի պտտման անկյունային արագությանը՝ $M_2 = \gamma \omega$:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{M}{\alpha} (1 - e^{-\alpha/I}),$$

37.9. Հեղուկի անոթի մեջ գտնվող և l երկարությամբ AB ձողի ծայրին ամրացված Λ զնդիկը պտտման մեջ է դրվում O_2O_2 ուղղածից առանցքի շուրջը ω_0 սկզբնական անկյունային արագությամբ: Հեղուկի դիմագրության ուժը համեմատական է պտտման անկյունային արագությանը՝ $R = 2\pi \omega$, որտեղ π -ը զնդիկի զանգվածն է, α -ն համեմատականության գործակից է: Որոշել, թե որքան ժամանակամիջոց հետո պտտման անկյունային արագությունը կդառնա սկզբնականից երկու անգամ փոքր, ինչպես նաև պտույտների այն n թիվը, որ կանի ձողը սկզբի հետ միասին այդ ժամանակամիջոցում: Գնդիկի զանգվածը μ նդանել կենտրոնացված իր կենտրոնում, ձողի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{l}{\alpha} \ln 2, \quad n = \frac{l\omega_0}{4\pi\alpha}$$



37.9 խնդրի



37.10 խնդրի

37.10. Որոշել, թե ինչպիսի ω անկյունային արագությունով զետեղի վրա կընկնի M զանգվածով սղոցված ծառը, եթե նրա C զանգվածների կենտրոնը Z -ի միջին գտնվում է h հեռավորության վրա, իսկ սղի դիմադրության ուժերը ստեղծում են m_0 դիմադրության մոմենտ, ընդ որում $m_0 = -2\varphi^2$, որտեղ $\alpha = \text{const}$: Ծառի ինեյցիայի մոմենտը Z առանցքի նկատմամբ, ուր համընկնում է այն առանցքի հետ, որի շուրջը պտտվում է ծառը վայր ընկնելու ժամանակ, հավասար է J -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{\frac{2MghJ}{J^2 + 48h^2} \left(e^{-\frac{\alpha^2}{J}} + 2\frac{a}{J} \right)}.$$

37.11. Ի շատավզով լիսեռ պտտական շարժման մեջ է գրվում կշռաքարերի հորիզոնական առանցքի շուրջը, որը կախված է ճոպանի միջոցով: Որպեսզի շարժման սկզբից մի որոշ ժամանակ անց լիսեռի անկյունային արագությունը տենենա հաստատունին մոտ մեծություն, լիսեռի հետ միացված են n միատեսակ թիթեղներ, թիթեղի կրած սղի դիմադրությունը քերվում է թիթեղին ուղղահայաց մի ուժի, ուր կիրառված է լիսեռի առանցքից R հեռավորության վրա և համեմատական է նրա անկյունային արագության քառակուսուն, ընդ որում համեմատականության գործակիցը հավասար է k -ի: Կշռաքարի զանգվածը m է, բոլոր պտտվող մասերի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J -ի, ճոպանի զանգվածը և չփոմը հենարաններում անտեսել:

Որոշել լիսեռի ω անկյունային արագությունը, ենթացիկով, որ սկզբնական պահին այն հավասար է զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{\frac{mgr}{knR}} \cdot \frac{e^{\alpha} - 1}{e^{\alpha} + 1}, \text{ որտեղ } \alpha = \frac{2}{J + mR^2} \sqrt{mgnkR}.$$

Ի-ի քափականաչափ մեծ արժեքի դեպքում ω անկյունային արագությունը մոտ է $\sqrt{\frac{mgr}{knR}}$ հաստատուն մեծությանը:

37.12. Առաձգական մետաղալարը, որից կախված է շառավղով b և m զանգվածով համասեռ գունդը, ուղորմ են Φ_0 անկյունով, իսկ ալնուհետև նրան հնարավորություն են տալիս ազատ բացվելու: Մետաղալարը մեկ ռադիանով ուղղելու համար անհրաժեշտ մոմենտը հավասար է C -ի Որոշել շարժումը՝ անտեսելով տի ղիմադրությունը և ուղղված մետաղալարի առաձգականության ուժի մոմենտը ընդունելով համեմատական φ ուղորման անկյանը:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \Phi_0 \cos \sqrt{\frac{5c}{2mr^2}} t,$$

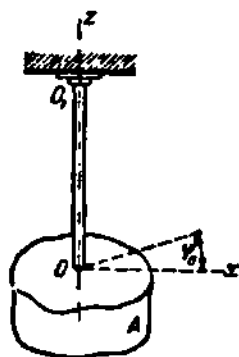
37.13. Ժամացույցի A կարգավորիչ լծակը կարող է պտտվել նրա հարթությունը ուղղահայաց և O ժանրության կենտրոնով անցնող առանցքի շուրջը՝ նրա նկատմամբ ունենալով J իներցիայի մոմենտ: Կարգավորիչ լծակը շարժման մեջ է գրվում պարուրած զսպանակով, որի մի ծայրը ամրակցված է նրա հետ, իսկ մյուսը միացված է ժամացույցի անշարժ կմախքին: Կարգավորիչ լծակը պտտվելիս առաջանում է զսպանակի առաձգականության ուժերի մոմենտ, որը համեմատական է պտտման անկյանը: Չսպանակը մեկ ռադիանով ուղղելու համար անհրաժեշտ մոմենտը հավասար է C -ի: Որոշել կարգավորիչ լծակի շարժման օրենքը, եթե սկզբնական պահին առաձգականության ուժերի բացակայության պայմաններում կարգավորիչ լծակին հաղորդել են ω_0 սկզբնական անկյունային արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \omega_0 \sqrt{\frac{J}{C}} \sin \sqrt{\frac{C}{J}} t,$$



37.13 խնդրին

37.14. A մարմնի J_z իներցիայի մոմենտը O_z ուղղաձիգ առանցքի նկատմամբ որոշելու համար նրան ամրացրին OO_1 առաձգական ուղղաձիգ ձողին, ուղղեցին ալզ ձողը՝ A մարմնին պատեցնելով O_1 առանցքի շուրջը Φ_0 փոքր անկյունով և բաց թողեցին. առաջացած տատանումների պարբերությունը ստացվեց հավասար T_1 -ի. առաձգականության ուժերի մոմենտը O_1 առանցքի նկատմամբ հավասար է $M_1 = -C\varphi$: C պրոժակից, որոշելու համար կատարեցին երկրորդ փորձը. ձողի վրա O կետում հաջգվեց շառավղով b և M զանգվածով համասեռ կլոր սկավառակ, և ալզ ղեկքում տատանումների պարբերությունը ստացվեց հավասար T_2 -ի: Որոշել մարմնի J_z իներցիայի մոմենտը:



37.14 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } J_z = \frac{Mr^2}{2} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2,$$

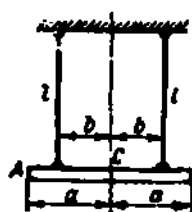
37.15. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ C պո-
ծակիցը որոշելու համար երկրորդ փորձը կատարում են այլ կերպ. M
զանգվածով և τ շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը ամրակցվում է
այն մարմնին, որի իներցիայի մոմենտը պահանջվում է որոշել:
Գտնել մարմնի J_z իներցիայի մոմենտը, եթե մարմնի տատանումների
պարբերությունը τ_1 է, իսկ նրան ամրակցված սկավառակի հետ միասին
մարմնի տատանումների պարբերությունը՝ τ_2 :

$$\text{Պատ.՝ } J_z = \frac{Mr^2}{2} \frac{\tau_2^2}{\tau_1^2 - \tau_2^2},$$

37.16. Երկնոցան կախոցը բաղկացած է 2a երկարությամբ AB
համասեռ ձողից, որը հորիզոնական դիրքով կախված է իրարից $2b$
հեռավորության վրա գտնվող երկարությամբ երկու ողղանկյալ թելերի
միջոցով: Որոշել ձողի ոլորապտույտ տատանումների պարբերությունը:
ընդունելով, որ ձողը շարժման ամբողջ ընթացքում մնում է հորիզո-
նական դիրքում և թելերից յուրաքանչյուրի լարումը հավասար է
ձողի կշռի կեսին:

Ցուցում: Թելերից յուրաքանչյուրի լարման հորիզոնական բա-
ղադրիչը որոշելիս՝ երկնոցանի տատանումները ընդունելով փ. քր, թելի
ողողթված և ողղանկյալ միջև եղած անկյան սինուսը փոխարինել
հենց անկյունով:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{2\pi R}{b} \sqrt{\frac{l}{3g}},$$



37.16 խնդիր

37.17. Առանցական մետաղալարից կախված
սկավառակը կատարում է ոլորապտույտ տատանում-
ներ հեղուկի մեջ: Սկավառակի իներցիայի մոմենտը
մետաղալարի առանցքի նկատմամբ հավասար է
3-ի: Մետաղալարը մեկ ուղղահանգ ոլորելու համար
անհրաժեշտ մոմենտը հավասար է Ը-ի: Շարժմանը
զիմացրող մոմենտը հավասար է $2S\psi$ -ի, որտեղ
 ψ -ն հեղուկի մածուցիկության գործակիցն է, S -ը

սկավառակի վերին և ստորին հիմքերի մակերեսների գումարն է, ψ -ն՝
սկավառակի անկյունային արագությունը:

Որոշել հեղուկում սկավառակի տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{4\pi J}{\sqrt{4cJ - 2^2 S^2}},$$

37.18. Առանցական մետաղալարից կախված պինդ մարմինը
կատարում է ոլորապտույտ տատանումներ m արտաքին մոմենտի

աղղեցություն տակ ընդ որում $m_{-2} = m_1 \sin \omega t + m_2 \sin 3\omega t$, որտեղ m_{-2} , m_1 -ը և m_2 նաատատաններ են, իսկ 2 -ը մետաղալարի երկայնքով աղղված առանցքն է: Մետաղալարի առանցքի առանցքի մոմենտը հավասար է m_{-2} , ընդ որում $m_{-2} = -C\varphi$, որտեղ C -ն առանցքի պտույտի դորթակիցն է, իսկ φ -ն՝ ոլորման անկյունը: Որոշել պինդ մարմնի ստիպողական ոլորապտույտ առանցքի ուղղությամբ, որտեղ, հիմնարկները գիտյի մոմենտը Z առանցքի նկատմամբ հավասար է J_2 -ի: Շարժմանը զիմադրող ուժերն անտեսել: Լնդունել, որ $\bar{C} \bar{J}_2 \neq 0$ և $\bar{C} \bar{J}_2 \neq 3\omega$:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \frac{h_1}{k^2 - \omega^2} \sin \omega t + \frac{h_2}{k^2 - 9\omega^2} \sin 3\omega t, \text{ որտեղ } k^2 = C/J_2;$$

$$h_1 = m_1 J_2, \quad h_2 = m_2 J_2;$$

37.19. Լուծել նախորդ խնդիրը պինդ մարմնի անկյունային արագությունը համեմատական, m_2 զիմադրություն ուժերի մոմենտի հաշվառմամբ, ընդ որում $m_{-2} = -\beta\varphi$, որտեղ β -ն հաստատուն գործակից է:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = A_1 \sin(\omega t - \varepsilon_1) + A_2 \sin(3\omega t - \varepsilon_2).$$

$$A_1 = \frac{h_1}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}}, \quad A_2 = \frac{h_2}{\sqrt{(k^2 - 9\omega^2)^2 + 36n^2\omega^2}},$$

$$\varepsilon_1 = \arctg \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2}, \quad \varepsilon_2 = \arctg \frac{6n\omega}{k^2 - 9\omega^2}, \quad n = \frac{\beta}{2J_2}.$$

37.20. D սկալառակը, որի շառավիղը հավասար է R -ի, իսկ գանգվածը՝ M , կախված է ոլորման C կոշտությունն անհրաժեշտ AB առանցքի առանցքի ձողից: Ձողի B ծայրը պտտվում է $\varphi_B = \omega_0 t + \Phi \sin pt$, որտեղ ω_0 -ն, Φ -ն, p ն հաստատուն մեծություններ են: Ինտենսիվ զիմադրություն ուժերը, որոշել D սկալառակի շարժումը՝ 1) սկզբնականի քաջակալության գնդում, 2) սկզբնականի զեպում: Սկզբնական պահին սկալառակը եղել է անշարժ, իսկ ձողը՝ չձևափոխված:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \varphi_A(t) = \omega_0 t - \frac{\omega_0}{k} \sin kt +$$

$$+ \frac{h}{k^2 - p^2} \left(\sin pt - \frac{p}{k} \sin kt \right),$$

$$k = \sqrt{\frac{2C}{MR^2}}, \quad h = \frac{2C\Phi}{MR^2};$$

$$2) \varphi_A(t) = \omega_0 t - \frac{\omega_0}{k} \sin kt +$$

$$+ \frac{h}{2k} \left(\frac{1}{k} \sin kt - t \cos kt \right),$$



17.20 Ինդրիկ

37.21. Առաձգական մետաղալարից կախված պինդ մարմինը կատարում է ոլորապտույտ տատանումներ հեղուկի մեջ: Մարմնի իներցիայի մոմենտը մետաղալարի շառանցքի նկատմամբ հավասար է J_z -ի: Մետաղալարի առաձգական ուժերի մոմենտը՝ $M_{առ} = -C\varphi$, որտեղ C -ն առաձգականության գործակիցն է, իսկ φ -ն՝ ոլորման անկյունը: շարժման դիմադրության մոմենտը՝ $M_{դ} = -\beta\dot{\varphi}$, որտեղ β -ը պինդ մարմնի անկյունային արագությանն է, իսկ $\beta > 0$: Սկզբնական պահին պինդ մարմինը ոլորված է եղել φ_0 անկյունով և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Գտնել պինդ մարմնի շարժման հավասարումը, եթե՝

$$\frac{\beta}{2J_z} < \sqrt{\frac{C}{J_z}},$$

Պատ.՝ Մարող ոլորապտույտ տատանումներ ըստ

$$\varphi = \varphi_0 e^{-nt} \left(\cos \sqrt{k^2 - n^2} t + \frac{n}{\sqrt{k^2 - n^2}} \sin \sqrt{k^2 - n^2} t \right),$$

որենքի, որտեղ $k^2 = \frac{C}{J_z}$, $n = \frac{\beta}{2J_z}$,

37.22. Առաձգական մետաղալարից կախված M զանգվածով և R շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը կարող է կատարել ոլորապտույտ տատանումներ հեղուկի մեջ: Մետաղալարի առաձգականության ուժերի մոմենտը՝ $M_{առ} = -C\varphi$, որտեղ C -ն առաձգականության գործակիցն է, իսկ φ -ն ոլորման անկյունը: շարժման դիմադրող մոմենտը՝ $M_{դ} = -\beta\dot{\varphi}$, որտեղ β -ը սկավառակի անկյունային արագությանն է, իսկ $\beta > 0$: Սկզբնական պահին սկավառակը ոլորված է եղել φ_0 անկյունով և բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Գտնել սկավառակի շարժման հավասարումը, եթե՝

$$1) \frac{\beta}{MR^2} = \sqrt{\frac{2C}{MR^2}}, \quad 2) \frac{\beta}{MR^2} > \sqrt{\frac{2C}{MR^2}},$$

Պատ.՝ Ոչ պարբերական շարժում ըստ

$$1) \frac{\beta}{MR^2} = \sqrt{\frac{2C}{MR^2}}, \quad \varphi = \varphi_0 e^{-nt} (1 + nt), \quad \text{որտեղ } n = \frac{\beta}{MR^2}$$

$$2) \frac{\beta}{MR^2} > \sqrt{\frac{2C}{MR^2}},$$

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{2\sqrt{n^2 - k^2}} e^{-n|(\sqrt{n^2 - k^2} - n)e^{-\sqrt{n^2 - k^2}z} + (\sqrt{n^2 - k^2} + n)e^{\sqrt{n^2 - k^2}z}|},$$

$$\text{որտեղ } k^2 = \frac{2c}{MR^2}, \quad n = \frac{\beta}{MR^2},$$

37.23. Առաձգական մետաղալարից կախված պինդ մարմինը ոլորապտույտ տատանումներ է կատարում $m_{\text{ալ}} = m_0 \cos pt$ արտաքին մոմենտի ազդեցության տակ. որտեղ m_0 -ն և p -ն դրական հաստատուններ են, իսկ z -ը մետաղալարի երկայնքով ուղղված առանցք է: Պինդ մարմնի իններցիայի մոմենտը Z առանցքի նկատմամբ հավասար է J_z -ի: Շարժմանը դիմադրող ուժերը անտեսել: Որոշել պինդ մարմնի շարժման հապսարումը հետևյալ դեպքերում. 1) $\sqrt{c/J_z} \neq p$, 2) $\sqrt{c/J_z} = p$, եթե սկզբնական պահին շարված մետաղալարի զեպքում պինդ մարմնին հաղորդվել է w_0 անկյունային արագություն:

$$\text{Պատ.՝ 1) } \sqrt{\frac{c}{J_z}} \neq p, \quad \varphi = \frac{w_0}{k} \sin kt + \frac{h}{k^2 - p^2} (\cos pt - \cos kt),$$

$$\text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{c}{J_z}}, \quad h = \frac{m_0}{J_z},$$

$$\text{2) } \sqrt{\frac{c}{J_z}} = p, \quad \varphi = \frac{w_0}{k} \sin kt + \frac{h}{2k} t \sin kt, \quad \text{որտեղ } k = \sqrt{\frac{c}{J_z}} = p, \\ h = \frac{m_0}{J_z},$$

37.24. Առաձգական մետաղալարից կախված M գանգվածով և R շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը ռեզոնանսային ոլորապտույտ տատանումներ է կատարում հեղուկի մեջ $m_{\text{ալ}} = M_0 \sin pt$ արտաքին մոմենտի ազդեցության տակ. որտեղ m_0 -ն և p -ն դրական հաստատուններ են, իսկ z -ը մետաղալարի երկայնքով ուղղված առանցք է. մետաղալարի առաձգականության ուժերի մոմենտը՝ $m_{\text{ալ}} = -C\varphi$, որտեղ C -ն առաձգականության գործակիցն է, իսկ φ -ն ոլորման անկյունը, շարժմանը դիմադրող մոմենտը՝ $m_{\text{դ}} = -\beta\dot{\varphi}$, որտեղ β -ը սկավառակի անկյունային արագության $\beta > 0$ Գառնել սկավառակի սահպողական ռեզոնանսային տատանումները:

$$\text{Պատ.՝ } p = \sqrt{\frac{2C}{MR^2}} \text{ դեպքում } \varphi = -\frac{h}{2np} \cos pt, \quad \text{որտեղ } h = \\ = \frac{2m_0}{MR^2}, \quad n = \frac{\beta}{MR^2},$$

37.25. Հեղուկի մածուցիկության գործակիցը որոշելու համար դիտում են առանցքական մետաղալարից հեղուկում կախված սկալառակի տատանումները: Սկալառակին կիրառված է $M_0 \sin pt$ -ին համասար ($M_0 = \text{const}$) արտաքին մոմենտ, որի ղեպքում դիտվում է սեղոնանսի երևույթը: Հեղուկում սկալառակի շարժմանը դիմադրող մոմենտը համասար է $\alpha S \dot{x}$, որտեղ α -ն հեղուկի մածուցիկության գործակիցն է, S -ը՝ սկալառակի վերնի և ներքին հիմքերի մակերեսների գումարը, $\dot{x}$ -ն՝ սկալառակի անկյունային արագությունը: Որոշել հեղուկի մածուցիկության α գործակիցը, եթե սեղոնանսի ղեպքում սկալառակի ստիպողական տատանումների լայնությունը համասար է φ_0 -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha = \frac{M_0}{\varphi_0 S p}$$

37.26. Լարի շարժման մամանակ նրա պտտումը համաչափության առանցքի շուրջը զանգադում է օդի դիմադրության ուժի մոմենտի ազդեցությամբ, որը համասար է $k\omega$ -ի, որտեղ ω -ն արկի պտտման անկյունային արագությունն է, k -ն համեմատականության հաստատուն գործակից: Որոշել անկյունային արագության նվազման օրենքը, եթե սկզբնական անկյունային արագությունը հավասար է ω_0 -ի, իսկ արկի խնդրի լայնությունը համաչափության առանցքի նկատմամբ համասար է J -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \omega_0 e^{-\frac{k}{J} t}$$



37.27. Ծանրության ուժի արագացումը որոշելու համար օգտվում են շրջադարձային ճոճանակից, որն իրենից ներկայացնում է A և B երկու եռանիստ դանակներով օժտված ձող: Դանակներից մեկը անշարժ է, իսկ երկրորդը կարող է տեղափոխվել ձողի երկայնքով: Ձողը կախելով մեկ ալս, մեկ ալն դանակից և փոխելով նրանց միջև եղած AB հեռավորությունը, կարելի է հասնել դանակներից լուրջաձայնային շուրջը ճոճանակի ճոճումների պարբերությունների համասարությանը: Ինչի՝ է համասար ծանրության

37.27 խեղդի ուժի արագացումը, եթե դանակների միջև եղած ալն հեռավորությունը, որի ղեպքում ճոճանակի ճոճումների պարբերությունները համասար են, $AB = l$, իսկ ճոճումների պարբերությունը համասար է T -ի:

$$\text{Պատ.՝ } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

37.28. Երկու պինդ մարմիններ կարող են ճռվել միևնույն հորիզոնական առանցքի շուրջը ինչպես իրարից առանձին, այնպես էլ

միասին ամրացված: Որոշել քաղաքը լայն ճոճանակի բերված երկարությունը, եթե պինդ մարմինների զանգվածները M_1 և M_2 են, նրանց ծանրության կենտրոններից մինչև պտտման ընդհանուր առանցքը եղած հեռավորությունները a_1 և a_2 են, իսկ բերված երկարությունները լուրաքանչյուրի առանձին ճոճման ղեպքում l_1 և l_2 են:

$$\text{Պատ.՝ } l_{\text{հր}} = \frac{M_1 l_1 a_1 + M_2 l_2 a_2}{M_1 a_1 + M_2 a_2}$$

37.29. Դործիքի մի մասը իրենից ներկայացնում է մի ծալրով Օ հորիզոնական առանցքից ազատ կախված և երկարությամբ համասեռ ձող, ձողի ճոճամենը զրանցելու համար նրա ստորին ծալրին առանձնվում է Մ զանգվածով մի փոքր հալելի: Իկյ ղեպքում որպեսզի ձողի տատանումների հաճախությունը չփոխվի, նրա վրա մեկ այլ տեղում ամրացվում է A բեռը: Հալելին և բեռը զիտելով որպես նյութական կետեր, գտնել այն նվազագույն զանգվածը, որը պետք է ունենար A բեռը: Օ առանցքից ի՞նչ հեռավորության վրա պետք է նրան ամրացնել:

$$\text{Պատ.՝ } m_A = 3m, \quad OA = \frac{1}{3}L$$

37.30. Ժամացույցի բանելը կարգավորելու համար և բերված երկարությամբ և ճոճանակի ծանրության կենտրոնից մինչև կախման առանցքը B հեռավորությունն ունեցող M_1 զանգվածով ճոճանակին կախման առանցքից X հեռավորության վրա ամրացնում են M_2 զանգվածով լրացուցիչ բեռը: Իկյ բեռն ընդունելով որպես նյութական կետ, որոշել ճոճանակի բերված երկարության Δl փոփոխությունը M_2 -ի և X -ի տվյալ արժեքների ղեպքում: Ինչպես նաև այն $x = x_1$ արժեքը, որի ղեպքում ճոճանակի բերված երկարության տրված Δl փոփոխությունը ձեռք է բերվում ամենափոքր զանգված ունեցող լրացուցիչ բեռի միջոցով:

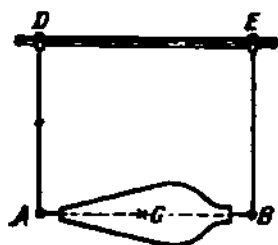
Պատ.՝ D ճոճանակի բերված երկարությունը պետք է փոքրացնել

$$\Delta l_{\text{հր}} = \frac{M_2 \lambda (x - l)}{M_1 a + M_2 x}, \quad x_2 = \frac{1}{2} (l + \Delta l)$$

37.31. Տվյալ մարմնի J իներցիայի մոմենտը նրա B ծանրության կենտրոնով անցնող մի օրե է AB առանցքի նկատմամբ որոշելու համար նրան կախեցին իր հետ կոշտ ամրացված և DE անշարժ հորիզոնական առանցքի վրա ազատ հազցված AD և BE ձողերով այնպես, որ AB առանցքը զույգահեռ է DE -ին. այնուհետև մարմինը ղեկելով աատանողական շարժման մեջ, որոշեցին մեկ թափի T տևողությունը: Որքա՞ն է J իներցիայի մոմենտը, եթե մարմնի զանգվածը M է. իսկ

AB և DE առանցքների միջև եղած հեռավորությունը հազասար է h -ի։ Ձողերի զանգվածներն անտեսելի։

$$\text{Պատ.՝ } J = hMg \left(\frac{l^2}{n^2} - \frac{h}{g} \right),$$



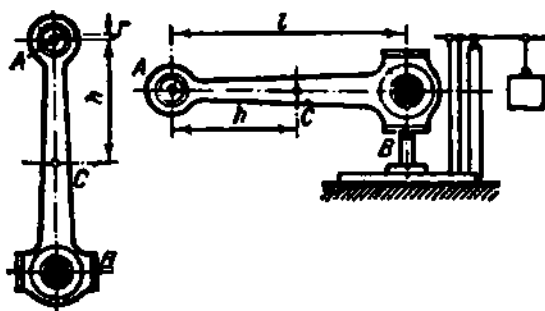
37.31 խնդրին

37.32. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով AD և BE բարակ համասեռ ողողադիծ ձողերի զանգվածները, եթե նրանցից լարաքանցյուրի զանգվածը հազասար է M_1 -ի։

$$\text{Պատ.՝ } J = h \left[\frac{(M + M_1)gT^2}{n^2} - \frac{3M + 2M_1}{3} h \right],$$

37.33. Ըստ ժամկետի իններգիայի մոմենտը որոշելու համար նրան ստիպում են ճոճվել հորիզոնական առանցքի շուրջը՝ առկա կի գործակի առնակայի միջով անցկացնելով մի բարակ զլանալին ձող։ Հարյուր թափերի տեսությունը՝ $(Y)T = 100$ մ, որտեղ T -ն պարբերության փնն է։ Այնուհետև զանգվածների C կենտրոնի $AC = l$ հեռավորությունը անցքի A կենտրոնից որոշելու համար շարժվելը դասավորելին հորիզոնական՝ A կետում նրան կախելով քաղաճաճախարակից և B կետով հենելով տասնորդական կշեռքի հենահարթակին, այդ զեպքում ճշտմամբ նրա դրա ստացվեց հազասար P -ի։ Որոշել շարժվելի J կենտրոնական իններգիայի մոմենտը նկարի հարթությանը ողողահայաց առանցքի նկատմամբ տնենայով հետևյալ տվյալները։ շարժվելի զանգվածը M է։ A և B կետերով տարված ողողածիպների միջև եղած հեռավորությունը հազասար է l -ի (տես աչ նկարը), սույնի գործակի շտապի գր՝ r ։

$$\text{Պատ.՝ } J = \frac{Pl + Mgr}{g} \left(\frac{g}{n^2} T^2 - \frac{P}{Mg} l - r \right),$$



37.33 խնդրին

37.31. Ճոճանակը բաղկացած է AB ձողից՝ նրան ամրակցված m զանգված և r շառավիղ ունեցող գնդով, որի C կենտրոնը պահվում է ձողի շարունակություն վրա, Լին տեսնելով ձողի զանգվածը, որոշել, թե ձողի որ կետում հարկավոր է տեղավորել կախման առանցքը, որպեսզի փոքր ճոճումների դեպքում մեկ թափի տեղությունը ունենա սովորական T մեծությունը:

$$\text{Պատ.՝ } OC = \frac{1}{2\pi^2} (gT^2 + \sqrt{g^2T^4 - 1.6\pi^4 r^2}),$$

Քանի որ պետք լինի $OC \geq r$, ապա լուծումը հնարավոր է, եթե $T^2 \geq 1,4 \frac{\pi^4}{g} r$; արժանիք առաջ մինչև g նշանին համապատասխանող լուծումը տեսնարին է:

37.35. Չանցվածների կենտրոնից ինչպիսի՝ հեռավորության վրա պետք է կախված լինի ճոճանակը, որպեսզի նրա ճոճումների պարբերությունը լինի ամենափոքրը:

Պատ.՝ Ի՞նչ հեռավորություն վրա, որը հավասար է ճոճանակի իներցիայի շառավղին նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող և ճոճման հարթությանը ողղահայաց առանցքի նկատմամբ:

37.36. Ճոճանակը բաղկացած է իր վրա երկու ամրացված բեռների կրող ձողից. բեռների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է l -ի, վերևի բեռն m_1 զանգված, ներքևինը՝ m_2 : Որոշել, թե ներքևի բեռից ինչպիսի x հեռավորության վրա պետք է տեղավորել կախման առանցքը, որպեսզի ճոճանակի փոքր ճոճումների պարբերությունը լինի ամենափոքրը. ձողի զանգվածը անտեսել և բեռները ընդունել նյութական կետեր:

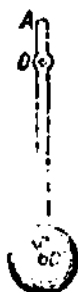
$$\text{Պատ.՝ } x = l \sqrt{m_2} \frac{\sqrt{m_1} + \sqrt{m_2}}{m_1 + m_2}$$

37.37. Կախման առանցքից ինչպիսի՝ հեռավորության վրա պետք է ֆիզիկական ճոճանակից կապված լինի բեռը, որպեսզի ճոճանակի ճոճումների պարբերությունը չփոխվի:

Պատ.՝ Ֆիզիկական ճոճանակի բերված երկարության հեռավորությունը:

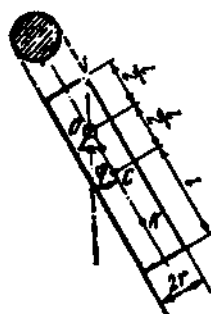
37.38. M զանգվածով, $2l$ երկարությամբ և $r = l/6$ շառավղով կլոր գլանը ճոճվում է նկարի հարթությանը ողղահայաց O առանցքի շուրջը: Ինչպե՞ս կփոխվի գլանի ճոճումների պարբերությունը, եթե նրան

$OK = \frac{85}{72}l$ հեռավորության վրա ամրակցենք m կետային զանգվածը:

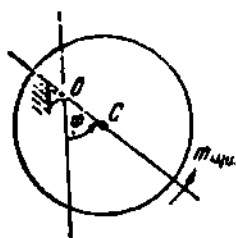


37.34 խնդրին

Պատ.՝ ճոճամենի պարբերությունը չի փոխվի. քանի որ կետային զանգվածը ազելագլում է զլանի ճոճամենների կենտրոնում:



37.38 խնդրին



37.39 խնդրին

37.39) Իսկով Δl զանգվածով և τ շառագղով ալն համասեռ սկալառակի փոքր տատանումների համասարումը. որը տատանումներ է կատարում իր հարթությանը ուղղահայաց սկալառակի C զանգվածների կենտրոնից ($C=r/2$ հեռավորության վրա գտնվող A հորիզոնական առանցքի շաքչի Սկալառակի կիրառված է $m_{\text{պ}} =$ պտտող մոմեն-

տը, ընդ որում $m_{\text{պ}} = m_0 \sin pt$, որտեղ m_0 -ն և p -ն հաստատուններ են: Սկզբնական պահին ներքևի դիրքում զտնվող սկալառակին հաղորդվել է w_0 անկումային արագություն: Դիմադրության բացակայի անտեսելով ճատանումները համարելով փոքր, ընդունել $\sin \varphi \approx \varphi$:

Պատ.՝ 1) $p \neq \sqrt{\frac{2g}{3r}}$ դեպքում $\varphi = \frac{1}{k} \left(w_0 - \frac{\sin p}{k} \right) \sin kt + \frac{h}{k^2 - p^2} \sin pt$, որտեղ $k = \sqrt{\frac{2g}{3r}}$ և $h = \frac{4m_0}{3\sqrt{r^2}}$:

2) $p = \sqrt{\frac{2g}{3r}}$ դեպքում $\varphi = \frac{1}{p} \left(w_0 + \frac{h}{2p} \right) \sin pt - \frac{h}{2p} t \cos pt$.

որտեղ $h = \frac{4m_0}{3\sqrt{r^2}}$:

37.40. Երկրաշարժեր գրանցող գործիքներում՝ երկրաշարժացույցներում սպտագործվում է ֆիզիկական ճոճանակ, որի կախման առանցքը ուղղաձիգի հետ կազմում է α անկյուն: Կախման առանցքից մինչև ճոճանակի զանգվածների կենտրոն հղած հեռավորությունը համասար է a -ի, ճոճանակի իներցիայի մոմենտը նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող և կախման առանցքին զուգահեռ առանցքի նկատմամբ համասար է J_c -ի, ճոճանակի զանգվածը համասար է M -ի: Որոշել ճոճանակի տատանումների պարբերությունը:

Պատ.՝ $T = 2\pi \sqrt{\frac{J_c + Ma^2}{Mg \sin \alpha}}$:

37.41. Մեքենաների հիմքերի հորիզոնական տատանումները գրանցող թրթուղների մեջ ծալքում բեռ ունեցող լծակից կազմված ՕԱ

ճանապարհարկ է ճեղքել իր (1) հորիզոնական առանցքի շուրջը՝ պահելով կաշուն համասարակշռության ուղղաձիգ դիրքում սեփական զանգվածով և պարույրածն զույգանակով: Որոշել ճեղքակալի սեփական առատությունների պարբերությունը փոքր շեղման անկյունների դեպքում, եթե ճեղքակալի ծանրությունը մի ատոմայական ռադիոակտիվ մոմենտը նրա պատման առանցքի նկատմամբ համասար է Mgh խնդրիցի մոմենտը այդ նույն առանցքի նկատմամբ համասար է J_z -ի, զսպանակի կշռությունը գործակիցը համասար է C -ի, իսկ նրա զիմադրությունը համեմատական է ուրբումն անկյունը, ճեղքակալի համասարակշռված դիրքում զույգանակը զանգված է չլարված գիծակում: Դիմադրությունները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{J_z}{c + Mgh}}$$

37.42. Թրիստոպիլը (տես նախորդ խնդիրը) ամրացված է $x = a \sin \omega t$ արենքով հորիզոնական ներշնչանակ առատանումներ կատարող հիմքի վրա: Որոշել հիմքի առատանումների a լայնությունը, եթե թրիստոպիլի ճեղքակալի ստիպողական առատանումների լայնությունը ատոմային համասար է C -ի:

$$\text{Պատ.՝ } a = \frac{\varphi_0 (C + Mgh - J_z \omega^2)}{Mh\omega^2}$$



37.41 Խնդիրն

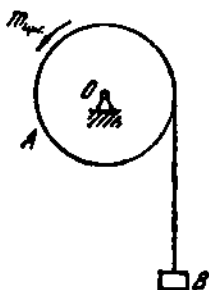
37.43. Էլեկտրական կարապիկը գործի զցեխիս A թմրկալանին կիրառված է ժամանակին համեմատական $m \sin \omega t$ մոմենտը, ընդ որում $m \omega = M$, որտեղ M -ն հաստատուն է, M_1 զանգվածով B բեռը բարձրագույն է r շառավիղի և M_2 զանգված անցող A թմրկալանի վրա փաթաթված ճեղքակալի միջոցով: Որոշել թմրկալանի անկյունային արագությունը՝ նրան ընդունելով հոծ զլան: Սկզբնական պահին կարապիկը գտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{(at - 2M_1 g r) t}{r^2 (2M_1 + M_2)}$$

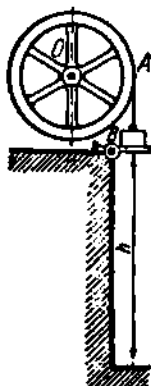
37.44. R շառավղով A թափանցիկ J խնդրիցի մոմենտը նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող առանցքի նկատմամբ որոշելու համար անխիթ փաթաթեցին բարակ մետաղալարով, ուիկ կապեցին M_1 զանգվածով B կշռաքարի և դիտեցին ψ բարձրությունից կշռաքարի իջնելու T_1 տևողությունը: Առանցքակալներում շփումը բացառելու համար կատարեցին երկրորդ փորձը M_2 զանգվածով կշռաքարի հետ, ընդ որում նախկին բարձրության դեպքում իջնելու տևողությունը

ստացվեց հավասար T_2 -ի: Ընդունելով շփման ուժի մոմենտը հաստատուն և կշռաքարի զանգվածից անկախ, հաշվել J խնդրեցիայի մոմենտը:

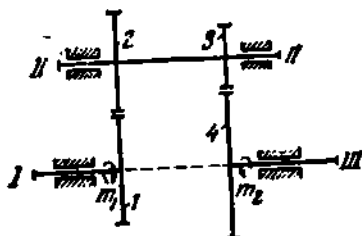
$$\text{Պատ.՝ } J = R^2 \frac{\frac{g}{2h}(M_1 - M_2) - \left(\frac{M_1}{T_1^2} - \frac{M_2}{T_2^2}\right)}{\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}},$$



37.43 խնդրին



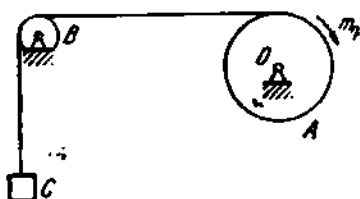
37.44 խնդրին



37.45 խնդրին

37.45. I լիսեռին միացված է էլեկտրական շարժիչ, որի պտտող մոմենտը հավասար է m_1 -ի: 1, 2, 3, 4 առամանիվներից կապված արագությունների նվազիչի միջոցով այդ պտտող մոմենտը փոխանցվում է այն խառատային հաստոցի III սոնակին, որին կիրառված է M_2 զիմագրության մոմենտը (այդ մոմենտը առաջանում է շրջատաշվող արտագրանքից առաջինը կտրիչով հանելիս): Որոշել III սոնակի անկյունային արագացումը, եթե I, II և III լիսեռների վրա հաղցված բոլոր պտտվող մանրամասների խնդրեցիայի մոմենտները համապատասխանաբար հավասար են J_1, J_{II}, J_{III} : Անիվների շառավիղները հավասար են r_1, r_2, r_3 և r_4 :

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon_{III} = \frac{m_1 k_{1,2} \cdot k_{3,4} - m_2}{(J_1 k_{1,2} + J_{II}) k_{3,4} + J_{III}}, \text{ որտեղ } k_{1,2} = \frac{r_2}{r_1}, \quad k_{3,4} = \frac{r_4}{r_3},$$



37.46 խնդրին

37.46. M_1 դանդաղանքով և r շառավղով A թմբկազևանը պտտման մեջ է դրվում անձգելի ճոպանի ծայրին կապված M_2 զանգված ունեցող C բևոի միջոցով: Ճոպանը զցված է B ճախարակի վրալով և փաթաթված է A թմբկազևանի վրա: Վերջինիս կիրառված է թմբկազևանի անկյունային արագության համեմատական m_1

դիմադրության մոմենտը. համեմատականության գործակիցը հավասար է 2-ի. Որոշել թմրկազլանի անկյունային արագությունը, եթե սկզբնական պահին համակարգը զտնվել է հանգստի մեջ: Ճոպանի և Յ ճախարակի զանգվածներն անտեսել: Թմրկազլանը համարել համասեռ զլան:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{M_2 g r}{2} (1 - e^{-\beta t}), \text{ որտեղ } \beta = \frac{2\pi}{r^2 (M_1 + 2M_2)};$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \omega = \frac{M_2 g r}{a} = \text{const}$$

37.47. Որոշել M զանգվածով և r շառավղով ապտոմեքենայի տառիկի անկյունային արագացումը, եթե անիվին կիրառված է $m_{\text{գ}}$ պտտող մոմենտը: Անիվի իներցիայի մոմենտը C զանգվածների կենտրոնով անցնող և նյութական համաչափության հաթիվները ողղահայաց ստանցքի նկատմամբ հավասար է AC -ի. $f_{\text{գ}}$ -ը զլորման շփման գործակիցն է, $F_{\text{գ}}$ -ը՝ շփման ուժը: Գտնել նաև պտտող մոմենտի ալն արժեքը, որի դեպքում անիվը զլորվում է հաստատուն անկյունային արագությամբ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{m_{\text{գ}} - Mg f_{\text{գ}} - F_{\text{գ}} r}{J_C}, \quad m_{\text{գ}} = Mg f_{\text{գ}} + F_{\text{գ}} r$$

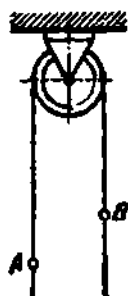
37.48. Որոշել ապտոմեքենայի M զանգված և r շառավղի անեցող տարվող անիվի անկյունային արագությունը: Հորիզոնական խճուղով սահելով զլորվող անիվը շառվման մեջ է դրվում նրա C զանգվածների կենտրոնում կիրառված և հորիզոնական ուղղված ուժի միջոցով: Անիվի իներցիայի մոմենտը նյութական համաչափության հաթիվներից ողղահայաց C առանցքի նկատմամբ հավասար է AC -ի. $f_{\text{գ}}$ -ը զլորման շփման գործակիցն է, F -ը շփման գործակիցն է սահելով զլորման դեպքում: Սկզբնական պահին անիվը զտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{Mg}{J_C} (1 - f_{\text{գ}}) r$$

37.49. Կփոխվի՞ արդյոք նախորդ խնդրում դիտարկված անիվի անկյունային արագությունը, եթե նրա C զանգվածների կենտրոնում կիրառված ուժի մեծությունը մեծանա երկու անգամ:

Պատ.՝ Չի փոխվի:

37.50. Ճախարակի վրալով, որի զանգվածը անտեսում ենք, զցված է ճոպան. ճոպանի A կետից կառչեց մարդը, B կետից կախված է մարդու հետ նույն զանգվածն ունեցող քնուր B' -ն, անդի կռնենա



37.50 խնդրին

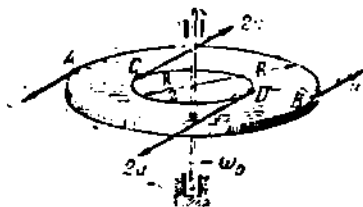
բռնի հետ, եթե մարդը սկսի բարձրանալ ճոպանով նրա նկատմամբ 3 հարաբերական արագությամբ:

Պատ.՝ Բեռը կրաբժրանա ճոպանի հետ $\frac{3}{2}$ արագությամբ:

37.51. Լուծել նախորդ խնդիրը, նկատի ունենալով ճախարակի զանգվածը, որը չորս անգամ փոքր է մարդու զանգվածից: Լնդունել, որ ճախարակի զանգվածը հավասարաչափ բաշխված է նրա շրջանակով:

Պատ.՝ Բեռը կրաբժրանա $\frac{4}{9}$ արագությամբ:

37.52. Կլոր հորիզոնական հենահարթակը առանց շփման կարող է պտտվել իր O կենտրոնով անցնող Ox անշարժ առանցքի շուրջը. հենահարթակով Ox առանցքից r անփոփոխ հեռավորություն վրա u հաստատուն հարաբերական արագությամբ շալլում է մի մարդ, որի զանգվածը հավասար է M_1 -ի: Ինչպիսի՞նք անկյունային արագությամբ կպտտվի այդ դեպքում հենահարթակը առանցքի շուրջ, եթե նրա զանգվածը կարելի է ընդունել հավասարաչափ բաշխված R շառավղի ունեցող շրջանի մակերեսով, իսկ սկզբնական պահին հենահարթակը և մարդը ունեցել են զրոյի հավասար սկզբնական արագություն:



37. 53 խնդիր

Պատ.՝ $\omega = \frac{2M_1 r}{M_2 R^2 + 2M_1 r^2} u$:

37.53. Կլոր հորիզոնական հենահարթակը առանց շփման պտտվում է իր զանգվածների կենտրոնով անցնող ուղղածից առանցքի շուրջը: u_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ, այդ դեպքում հենահարթակի վրա կանգնած են միևնույն զանգված ունեցող չորս մարդ՝ երկուսը

հենահարթակի եզրին, իսկ երկուսը պտտման առանցքից հենահարթակի շառավղի կեսին հավասար հեռավորությունների վրա: Ինչպե՞ս կփոփոխվի հենահարթակի անկյունային արագությունը, եթե եզրի վրա կանգնած մարդիկ շրջանագծով շարժվեն պտտման կողմը և հարաբերական զծային արագությամբ, իսկ պտտման առանցքից շառավղի կեսին հավասար հեռավորության վրա կանգնած մարդիկ շարժվեն շրջանագծով հակառակ կողմը: 2) և հարաբերական զծային արագությամբ: Մարդկանց ընդունել կետային զանգվածներ, իսկ հենահարթակին՝ կլոր համասեռ սկալառակ:

Պատ.՝ Հենահարթակը կպտտվի նույն անկյունային արագությամբ:

37.54. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ բոլոր մարդիկ շարժվում են հենահարթակի պտտման կողմը: Հենահարթակի շառավղի R է, նրա զանգվածը չորս անգամ մեծ է յուրաքանչյուր

մարդու զանգվածից և հավասարաչափ բաշխված է նրա ամբողջ մակերեսով: Պարզել նաև, թե ինչի պետք է հավասար լինի և հարաբերական դժուրին արագությունը, որպեսզի հենահարթակը զաղալի պատվելուց:

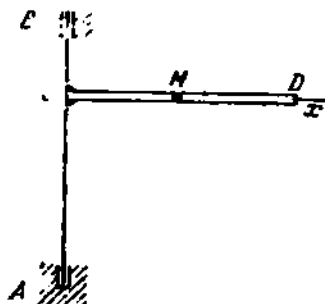
$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = \omega_0 - \frac{8}{9} \frac{u}{R}, \quad u = \frac{9}{8} R \omega_0$$

37.55. Ժուկովսկու աթոռին կանդնած մարդուն հաղորդում են 13 պտ/րոպ-ին համապատասխանող սկզբնական անկլոնային արագություն ալն պահին, երբ նա թեևրը պարզել է կողքերը, ալդ դեպքում մարդու և աթոռի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է 0,8 կգ·մ²: Ընչպիսի՞ անկլոնային արագությամբ կսկսի պտտվել մարդով աթոռը, եթե նա, ձեռքերը մոտեցնելով իրանին, համակարգի իներցիայի մոմենտը փոքրացնի մինչև 0,12 կգ·մ²:

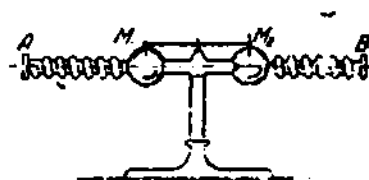
Պատ.՝ 100 պտ/րոպ:

37.56. Cl) Հորիզոնական փողակը կարող է ազատ պտտվել AB աղղածիկ առանցքի շուրջը: Փողակի ներսում առանցքից MC=a հեռավորության վրա պտնվում է M զնդիկը: Ժամանակի մի ինչ որ պահի փողակին հաղորդվում է ալ սկզբնական անկլոնային արագություն: Որոշել փողակի ա անկլոնային արագությունը ալն պահին, երբ զնդիկը դուրս է թռչում փողակից: Փողակի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J-ի, L-ը նրա երկարությունն է, շփումը անտեսել, զնդիկն ընդունել m զանգվածով նյութական կեալ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{J + ma^2}{J + mL^2} \omega_0$$



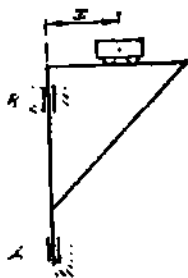
37.56 խնդրի



37.57 խնդրի

37.57. $2L=180$ սմ երկարությամբ և $M_1=2$ կգ զանգվածով AB համասեռ ձողը կաշուն հավասարակշռության վիճակում գրված է սրա-

ժայր հենարանին ալնպես, որ նրա առանցքը հորիզոնական է: Ձողի երկայնքով կարող են տեղափոխվել երկու միատեսակ զսպանակների ժայրերին ամրացված՝ լուրարանչուրը $M_2=5$ կգ զանգվածով երկու գունդ: Ձողին հաղորդված է $n_1=54$ պտ'րոպ-ին համապատասխանող անկյունային արագության արագության շարժում ուղղաձիգ առանցքի շուրջը: Բնդ որում զնդերը պտտման առանցքի նկատմամբ զսավորված են համաչափ և նրանց կենտրոնները թելի միջոցով պահվում են իրարից $2l_1=7.2$ սմ հեռավորության վրա: Անուհետև թելը ալրում են և գնդերը՝ կատարելով մի որոշ թվով տատանումներ, զսպանակների և շփման ուժերի ազդեցության տակ կալունանում են հավասարակշռության դիրքում իրարից $2l_2=0.3$ սմ հեռավորության վրա: Գնդերը գիտելով որպես նյութական կետեր և անտեսելով զսպանակների զանգվածները, որոշել մեկ բոպեում ձողի պտույտների n_2 նոր թիվը:



37.58 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } n_2 = \frac{6M_2 l_1^2 + M_1 L^2}{6M_2 l_2^2 + M_1 L^2} \quad n_1 = 34 \text{ պտ'րոպ.}$$

37.58. Շրջան վերամարած կռունկի սալլակը սլաքի նկատմամբ շարժվում է $\sqrt{v}$ հաստատուն արագությամբ: Ամբարձիչին պտտող շարժիչը թափառքի ընթացքում ստեղծում է m_0 -ի հավասար հաստատուն մոմենտ: Որոշել ամբարձիչի պտտման անկյունային արագությունը՝ կախված մինչև Al պտտման առանցքը սալլակի ունեցած x հեռավորությունից, եթե սալլակի զանգվածը μ է, հետ

հավասար է M -ի, J -ն ուղանց սալլակի ամբարձիչի իներցիայի մոմենտն է պտտման առանցքի նկատմամբ, պտտումը սկսվում է ալն պահին, երբ սալլակը AB սահնդքից դուրսվում է x_0 հեռավորության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{m_0}{J + Mx^2} \cdot \frac{x}{v} \cdot x_0,$$

37.59. Պահպանելով նախորդ խնդրի պայմանը, որոշել ամբարձիչի պտտման անկյունային արագությունը, եթե շարժիչը ստեղծում է m_0 -ապ պտտող մոմենտ, որտեղ m_0 -ն և x -ն զրական հաստատուններ են:

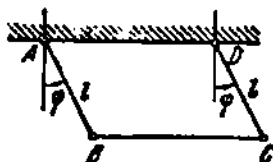
$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{m_0}{v(J + Mx^2)} e^{-\mu \arctg \frac{x}{k}} \int_{x_0}^x e^{\mu \arctg \frac{x}{k}} dx, \text{ որտեղ } k = \sqrt{\frac{J}{M}},$$

$\mu = \frac{g}{v} \sqrt{\frac{1}{JM}}$ (x առանցքը սլաքի երկայնքով ուղղված է դեպի աջ):

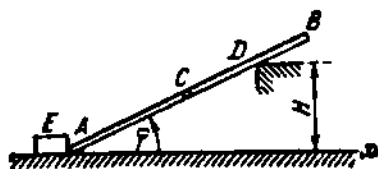
§35. Նյութական, համակարգի կինետիկ էներգիայի փոփոխության թեորեմը

ՅՑ.1. Հաշվել A և D պլանային հոդակապերով առաստաղին տմրակցված և իրար հետ B և C հոդակապերով միացված AB , BC և CD երեք ձողերից կազմված հարթ մեխանիզմի կինետիկ էներգիան l երկարությունը AB և CD ձողերից լուրջանշյուրի դանկվածը հավասար է M_1 -ի, BC ձողի զանգվածը հավասար է M_2 -ի, ընդ որում $BC=AD$ AB և DC ձողերը պատվում են ա անկյունային արագությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{2M_1 + 3M_2}{6} l \omega^2$$



38.1 խնդրի



38.2 խնդրի

ՅՑ.2. M զանգվածով AB համասեռ բարակ ձողը հենվում է D անկյան վրա և A ծալրով սահում է հորիզոնական ուղղորդով E հենակը տեղափոխվում է ղեպի աջ v հաստատուն արագությամբ: Որոշել ձողի կինետիկ էներգիան φ անկյունից կախված, եթե ձողի երկարությունը հավասար է $2l$ -ի, իսկ 1) անկյան բարձրացումը հորիզոնական ուղղորդից հավասար է 11 -ր:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{Mv^2}{2} \left(1 - 2 \frac{l}{H} \sin^2 \varphi + \frac{4}{3} \frac{l^2}{H^2} \sin^4 \varphi \right),$$

ՅՑ.3. Հաշվել սահողային մեխանիզմի կինետիկ էներգիան, եթե OA շոտովիկի իներցիայի մոմենտը նկարի հարթությանը ուղղահայաց պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J_0 -ի, շոտովիկի երկարությունը հավասար է 3 -ի, սահողի զանգվածը հավասար է m -ի, A քարի զանգվածը անտեսել: OA շոտովիկը պտտվում է ω անկյունային արագությամբ: Մեխանիզմի ո՛ր ղիբքերի զեպքում կինետիկ էներգիան հասնում է ամենամեծ և ամենափոքր արժեքների:

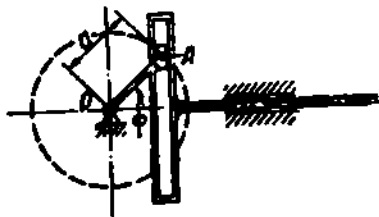
$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{1}{2} (J_0 + ma^2 \sin^2 \varphi) \omega^2,$$

Ամենափոքր կինետիկ էներգիան սահողի եզրային ղիբքերում է, ամենամեծը՝ երբ սահողը անցնում է միջին ղիբքով:

ՅՑ.4. Հաշվել v_0 արագությամբ շարժվող տրակտորի թրթուրի կինետիկ էներգիան: Անիվների առանցքների միջև եղած հեռավորու-

թխունը հազասար է Լ-ի, անիվների շտապիղջները հազասար են Ե-ի, թրթուրային շղթայի մեկ զնամեարի զանգվածը հազասար է Դ-ի:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\sqrt{(l+\pi r)}\sqrt{g}$$

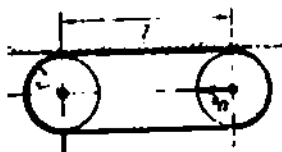


38.3 խնդիր

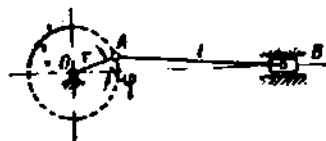
ՅՔ.5. Հաշվել շտապիղջ սողնակալին մեխանիկյան կինետիկ էներգիան եթե շտապիղջի զանգվածը m_1 է, շտապիղջի երկարությունը՝ l , սողնակի զանգվածը՝ m_2 , շարժաթևի երկարությունը՝ l , Շարժաթևի զանգվածը անտեսելու նոտավիղջը ընդունել համասեռ ձող: Նոտավիղջի անկյունային

արագությունը ω է:

$$\text{Պատ.՝ } T=\frac{1}{2}\left\{\frac{1}{3}m_1+m_2\left[\sin\varphi+\frac{r}{2l}\frac{\sin 2\varphi}{\sqrt{1-\left(\frac{r}{l}\right)^2\sin^2\varphi}}\right]\right\}r^2\omega^2$$



38.4 խնդիր



38.5 խնդիր

ՅՔ.6. Լուծել նախորդ խնդիրը առն դիրքի համար, երբ ՕԱ շտապիղջը սողաճալաց է սողնակի ուղղությամբ: Հաշվի առնել շարժաթևի m_3 զանգվածը:

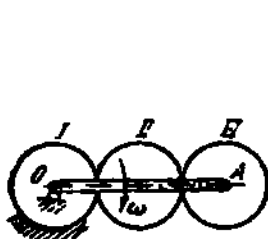
$$\text{Պատ.՝ } T=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}m_1+m_2+m_3\right)r^2\omega^2$$

ՅՔ.7. Հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող պլանետար մեխանիզմը շարժման մեջ է գրգռվում I, II և III երեք միատեսակ անիվների առանցքներով միացնող ՕԱ շտապիկով: I անիվն անշարժ է, շտապիկը պտտվում է ω անկյունային արագությամբ: Անիվներից լուրաքանչլուրի զանգվածը հազասար է M_1 -ի, անիվներից լուրաքանչլուրի շտապիղջը հազասար է Դ-ի, շտապիկի զանգվածը հազասար է M_2 -ի: Հաշվել մեխանիկյան կինետիկ էներգիան՝ անիվներն ընդունելով համասեռ սկզբնականներ, իսկ շտապիկը՝ համասեռ ձող: Ինչի է հազասար III անիվին կիրառված ուժագույլի աշխատանքը:

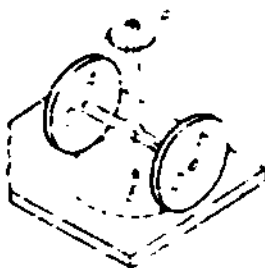
$$\text{Պատ.՝ } T=\frac{r^2\omega^2}{3}(33M_1+8M_2); \text{ աշխատանքը հազասար է գրգռի:}$$

38.8. Λ և B աղացող վաղկանների հաջորդական $C()$ հորիզոնական առանցքի վրա. որը պտտվում է El ուղղահայաց առանցքի շուրջը՝ լարաքանչլուր վաղկանի զանգվածը 200 կգ է. վաղկանները տրամագծերը նույնն են. լարաքանչլուրը հափասար է 1 մ-ի. նրանց միջև հեռավորությունը՝ $C_1() = 1$ մ-ի. Գտնել վաղկանների կինետիկ էներգիան, երբ $C()$ առանցքը կտատարում է 20 պարագ. ընդունելով, որ իներցիայի մոմենտները հաշվելիս վաղկանները կարելի է ցիտել, որպես համասեռ բարակ սկավառակներ:

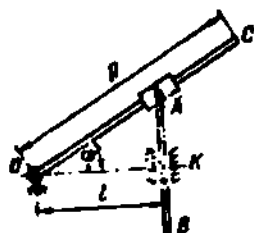
Պատ.՝ 33 Ն.մ:



38.7 խնդիր



38.8 խնդիր

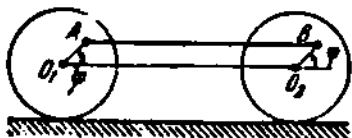


38.9 խնդիր

38.9. Սահեցալին մեխանիզմում OC լծակը նկարի հարթությունն ուղղահայաց O առանցքի շուրջը ճռնվելու ժամանակ A սողնակը՝ տեղափոխվելով OC լծակի երկայնքով շարժման մեջ է գնում ուղղահայաց ուղղորդներում շարժվող B ձողին R երկարությամբ OC լծակն ընդունել M , զանգվածով համասեռ ձող սողնակի զանգվածը հափասար է m_2 -ի. AB ձողի զանգվածը հափասար է m_3 -ի $OK = l$ M մեխանիզմի կինետիկ էներգիան արտահայտել, որպես ֆունկցիա O լծակի անկյունային արագությանից և շրջման անկյունից: Սողնակն ընդունել կետային զանգված:

Պատ.՝ $T = \frac{\omega^2}{6\cos^2\varphi} [m_1 l^2 \cos^2\varphi + 3 \cdot (m_1 + m_3) l^2]$

38.10. Հաշվել AB չոպեքարհալին զուգակցելով և O_1, O_2 ձողով միացված երկու անիվներից կազմված համակարգի կինետիկ էներգիան. եթե անիվների առանցքները շարժվում են V_0 արագությամբ: Ցտրաքանչլուր անիվի զանգվածը հափասար է M_1 -ի AB զուգակցիչը և O_1, O_2 միացնող ձողը ունեն M_2 միենույն զանգ-



38.10 խնդիր

վածը: Անիվների զանգվածը հավասարաչափ բաշխված է նրանց շրջանակներով $O_1A=O_2B=r/2$, որտեղ r -ը անիվի շառավիղն է: Անիվներն առանց սահքի գլորվում են ուղղագիծ ռելսով:

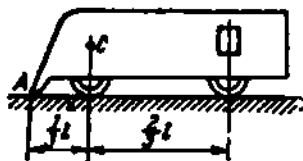
$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{v_0^2}{8} [16M_1 + M_2(9 + 4\sin\varphi)]$$

ՅՔ.11. M զանգվածով ավտոմեքենան շարժվում է հորիզոնական ճանապարհով ուղղագիծ v արագությամբ: Դիտման շփման գործակիցը ավտոմեքենայի անիվների և ճանապարհի միջև հավասար է f_0 -ի, անիվների շառավիղը r է, օդի $\bar{R}$, աէրոդինամիկական դիմադրության ուժը համեմատական է արագության քառակուսուն՝ $R_a = \mu Mg v^2$, որտեղ μ -ն ավտոմեքենայի ձևից կախված գործակից է: Որոշել շարժիչի N հզորությունը, որը փոխանցվում է տանող անիվների վրա կախունացած աշխատակարգով:

$$\text{Պատ.՝ } N = Mg \left(\frac{f_0}{r} + \mu v^2 \right) v$$

ՅՔ.12. Սառույց հղկող M զանգվածով մեքենան շարժվում է սահադաշտի հորիզոնական հարթություն վրայով հավասարաչափ և ուղղակի v արագությամբ: C զանգվածների կենտրոնը նշված է նկարում: Հաշվել r շառավղով անիվների առանցքին փոխանցվող շարժիչի N հզորությունը, եթե f_0 -ն մեքենայի անիվների և սառույցի միջև զրոման շփման գործակիցն է, իսկ $\bar{r}$ -ը հղկող A և գրի և սառույցի միջև սահքի շփման գործակիցն է: Անիվները գլորվում են առանց սահքի:

$$\text{Պատ.՝ } N = \frac{Mg}{3} \left(2f + \frac{f_0}{r} \right) v$$



38.12 Խնդիր

ՅՔ.13. 60 մմ տրամագծով լիսեռի վրա հաղցված է 180 պարույ անող 50 մմ տրամագծով թափանիվը: Որոշել լիսեռի և առանցքակալների միջև սահքի շփման f գործակիցը, եթե շարժարների անջատումից հետո թափանիվը կանգառնելը կատարենց

90 պտույտ: Թափանիվի զանգվածն ընդունել հավասարաչափ բաշխված նրա շրջանակով: Լիսեռի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } f = 0.07$$

ՅՔ.14. 10 մմ տրամագծով և 0,5 տ զանգվածով զլանալին լիսեռը, որի վրա հաղցված է 2 մ տրամագծով և 3 տ զանգվածով թափանիվը, տվյալ պահին պտտվում է 60 պարույ անկլունալին արագությամբ, իսկ ալնուհետև նա թողնված է ինքն իրեն: Նվա քանի՞ պտույտ կանի լիսեռը մինչև կանգառնելը, եթե առանցքակալներում

շփման պորժակիցը հավասար . Ի-ի թափանցիկ զանգվածն ընդունել հավասարաչափ թաշխմած նրա շրջանակով:

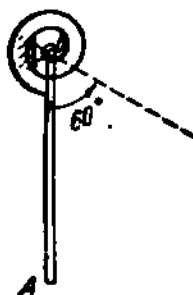
Պատ.՝ $100,4$ պտույտ:

Ճ.15. Լ երկարությամբ և M զանգվածով (Δ) համասեռ ձողը կարող է պտտվել իր ծայրով անցնող և նկարի հարթությանը ուղղահայաց O հորիզոնական անշարժ առանցքի շուրջը: Պարտաձև զսպանակը, որի առաձգականության գործակիցը հավասար է C -ի, մի ծայրով ամրացված է (Δ) անշարժ առանցքից, իսկ մյուսով՝ ձողի հետ: Ձողը հանգստի մեջ է պտնվում ուղղանից դիրքում, ընդ որում զսպանակը ալի դեպքում ձևափոխված չէ:

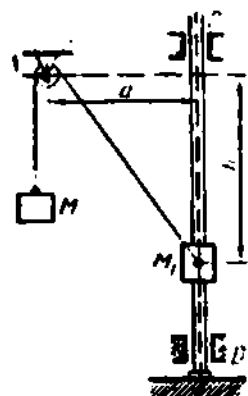
Ինչպիսի՞ արագության պետք է հաղորդել ձողի A ծայրին, որպեսզի նա ուղղանիցից շեղվի 60° -ի հավասար անկյունով:

Պատ.՝ $v = \sqrt{\frac{9Mgl + 2n^2c}{6M}}$,

Ճ.16 Աննշան փոքր A ճախարակի վրայով պցված ճկուն անձգելի թելից կախված Δ և B երկու բեռ: Δ զանգվածով բեռը կարող է սահել ճախարակի առանցքից B հոսսվորության վրա գտնվող (D) հարթ ուղղանից ձողի երկայնքով, ալի բեռի ծանրության կենտրոնը սկզբնական պահին պտնվել է ճախարակի առանցքի հետ միասին միենույն մակարդակի վրա ծանրության ուժի ազդեցության տակ ալի բեռը սկսում է ցած իջնել առանց սկզբնական արագության: Դանել կախվածությունն առաջին բեռի արագության և նրա՝ իջնման h բարձրության միջև: Որկրորդ բեռի զանգվածը հավասար է M -ի:



35. 15 խնդրին



35. 16 խնդրին

Պատ.՝ $v = 2g(a^2 + h^2) \frac{M_1 h - M(\sqrt{a^2 + h^2} - a)}{M_1(a^2 + h^2) + \Delta h^2}$,



35.17 խնդրին

Ճ.17. M զանգվածով P բեռը նրա վրա գրված M_1 զանգված տենցող լրացուցիչ բեռի հետ ճախարակի վրայով պցված լարի միջոցով հանգստի պիճակից շարժման մեջ է դնում BC անհարթ հորիզոնական հարթություն

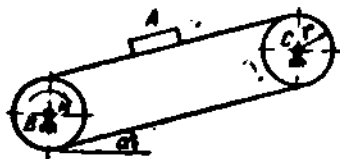
վրա գտնվող դանդաժով Λ մարմնին, իջնելով S_1 հեռավորություն. M քնոր անցնում է D սղակի միջով, որը հանում է M_1 լրացուցիչ բևեռ, որից հետո M քնոր, իջնելով S_2 հեռավորություն, գալիս է հանգստի վիճակի մեջ: Որոշել A մարմնի և հարթության միջև γ շփման գործակիցը՝ անտեսելով լարի և ճախարակի զանգվածը ու շփման ճախարակում. արված է $M_2=0.8$ կգ, $M=M_1=0.1$ կգ, $S_1=50$ սմ, $S_2=30$ սմ:

$$\text{Պատ.՝ } \gamma = \frac{S_1(M_1+M)(M+M_2)+s.M(M+M_1+M_2)}{M_2[s_1(M+M_2)+s_2(M+M_1+M_2)]} = 0.2.$$

38.18. L երկարությամբ համասեռ թելը, որի մի մասը գտնվում է հորիզոնական հարթ սեղանի վրա, մյուս մասը, որը կախված է սեղանից, շարժվում է ժանրության ուժի ազդեցության տակ: Որոշել այն T ժամանակամիջոցը, որի ավարտից հետո թելը կանջատվի սեղանից, եթե հայտնի է, որ սկզբնական պահին կախվող մասի երկարությունը հավասար է l -ի, իսկ սկզբնական արագությունը հավասար է զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } T = \sqrt{\frac{L}{g}} \ln \left(\frac{L + \sqrt{L^2 - l^2}}{l} \right),$$

38.19. Հարթ թույլից կախված և հանգստի մեջ գտնվող $2a$ երկարությամբ համասեռ թելը սկսում է շարժվել v_0 սկզբնական արագությամբ: Որոշել թելի արագությունը այն պահին, երբ նա անջատվում է թույլից:



Վ.20 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{ag + v_0^2},$$

38.20. Փոխակրիչը շարժման մեջ է զրգում հանգստի վիճակից ներքևի B փոկանվին միացված շարժաքնորի միջոցով: Շարժաքնորը ալը փոկանվին հաղորդում է M հաստատուն պատող մոմենտ: Որոշել փոխակրիչի ժապավենի v արա-

գությունը՝ կախված էրա S աեղափոխությունից, եթե բարձրացվող քնոր զանգվածը հավասար է M_1 -ի, իսկ լարաքանչյուր r շառավղով և M_2 զանգվածով B և C փոկանիվները իրենցից ներկայացնում են համասեռ կլոր ղրաններ: Փոխակրիչի ժապավենը, որի զանգվածը պեսք է անտեսել, հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն: Ժապավենի սահքը փոկանիվների վրայով բացակայում է:

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{2(M-M_2 r S \sin \alpha)}{r(M_1+M_2)}} g,$$

38.21. C1) հորիզոնական փողակը ազատ կարող է պտտվել AB ուղղածից առանցքի շուրջը (տես 37.56 խնդրի նկարը): Փողակի ներսում առանցքից $MC=x_0$ հեռավորության վրա դրվում է M մարմինը: Ժամանակի մի ինչ-որ պահի փողակին հաղորդված է ω_0 սկզբնական անկյունային արագություն:

Որոշել M մարմնի v արագությունը փողակի նկատմամբ այն պահին, երբ մարմինը դուրս է թռչում փողակից: Փողակի ինհերցիալի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է 1-ի, 1-ը փողակի երկարությունն է, շփումն անտեսել: Մարմինը ընդունել m զանգվածով նյութական կետ:

Քառ.՝ Ոգտվել 37.56 խնդրի պատասխանից:

$$\text{Պատ.՝ } v = \omega_0 l \sqrt{\frac{J + m x_0^2}{J + m L^2} (L^2 - x_0^2)},$$

38.22. Հիման լացականությամբ շարժվող A հորիզոնական հենահարթակի վրայով u_0 հաստատուն հարաբերական արագությամբ տեղափոխվում է B մարմինը (տես 36.9 խնդրի նկարը): B մարմինն արգելակելիս նրա և A հենահարթակի միջև առաջանում են չփման ուժեր: Որոշել B մարմնի և A տախտակամածի միջև չփման ներքին ուժերի աշխատանքը արգելակումը սկսվելու պահից մինչև B մարմնի լրիվ կանգառնելը A հենահարթակի նկատմամբ եթե նրանց զանգվածները համապատասխանաբար հավասար են m-ի և M-ի:

Եռ.դ.ո.ւ.՝ Ոգտվել 36.9 խնդրի պատասխանից:

$$\text{Պատ.՝ } A = -\frac{1}{2} \frac{mM}{M+m} u_0^2,$$

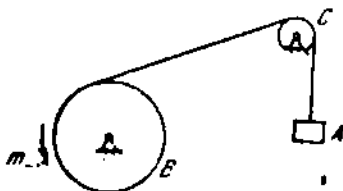
38.23. Կարապիկի էլեկտրաշարժիչի միջոցով 1 շառավղով և M_1 զանգվածով A թմբկազանի լիսեռին կիրառված է թմբկազանի շրջման φ անկյունը համեմատական $m_1 \varphi$ պտտող մոմենտը, ընդ որում համեմատականության գործակիցը հավասար է a-ի (տես 37.43 խնդրի նկարը): Որոշել M_1 զանգվածով B թարձրացվող բևեռ արագությունը՝ կախված նրա թարձրացման h թարձրությունից: A թմբկազանը ընդունել հոծ գլան: Ժուպանի զանգվածը անտեսել: Սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2h(a h - 2M_1 g r^2)}{M_1 + 2M_2}},$$

38.24. Նկարում պատկերված է կարապիկի տմբարժիչ մեխանիզմը: M_1 զանգվածով A բևեռ թարձրացվում է C ճախարակի վրայով գցված և 1 շառավղի ու M_2 զանգված ունեցող B թմբկազանի վրա փաթաթված ճոպանի միջոցով: Թմբկազանին կիրառված է պտտող մոմենտ, որը պարբերաբար պահից համեմատական է թմբկազանի φ շրջման

անկյան քառակուսուն՝ $m_2 = 3^2 \varphi$, որտեղ φ -ն հաստատուն գործակից է։ Որոշել Λ թևի աշաղթությունը այն պահին, երբ նա բարձրանում է h բարձրության վրա։ B թմբկապկանի զանգվածը բնդունել հավասարաչափ բաշխված նրա շրջանակով։ C ճախարակը M_1 զանգվածով հոծ սկավառակ է։ Ճոպանի զանգվածն անտեսել։ Սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ։

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{4h(ah^2 - 3M_1gr^2)}{3r(2M_1 + 2M_2 + M_3)}}$$



38.24 խնդիր

գործակիցը հավասար է μ -ի։ Անիվն բնդունել համասեռ սկավառակ։

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{2}{3} \sqrt{3gh \left(1 + \frac{1}{r} \text{ctg} \alpha \right)}$$

38.25. W թևնույն զանգվածով h շառավղով երկու ղլաններ առանց սահքի գլորվում են թևը հարթության վրա։ Առաջին ղլանը հոծ է, երկրորդ ղլանի զանգվածը կարելի է բնդունել հավասարաչափ բաշխված նրա շրջանակով։ Կտենել կախվածություն ղլանների զանգվածների կենտրոնների արագությունների միջև, եթե նրանք բաց են թողնում միևնույն բարձրությունից։ Սկզբնական պահին ղլանները գտնվել են հանգստի մեջ։

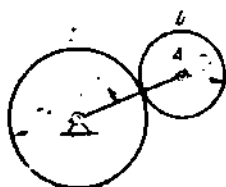
$$\text{Պատ.՝ } v_1/v_2 = 1/\sqrt{2}$$

38.27. Հորիզոնական հարթության մեջ դասավորված է պիցիկլիկ մեխանիզմը հանգստի վիճակից շարժման մեջ է դրվում ՕԱ շուռտփիկին կիրառված L հաստատուն պտտող մոմենտի միջոցով։ Որոշել շուռտփիկի անկյունային արագությունը՝ կախված նրա պտտման անկյունից, եթե I անշարժ անիվն ունի r շառավղի, W շարժական անիվը՝ r , շառավղի և M_1 զանգված, իսկ ՕԱ շուռտփիկը՝ M_2 զանգված։ W անիվն ընդունել համասեռ սկավառակ, իսկ շուռտփիկը՝ համասեռ ձող։

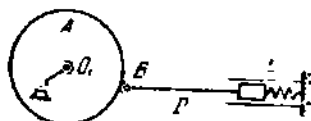
$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{2}{r_1 + r_2} \sqrt{\frac{3L\varphi}{9M_1 + 2M_2}}$$

38.28. Հորիզոնական հարթության մեջ դասավորված բռնցքավոր մեխանիզմում A արտակենտրոնակը հետադարձ-համընթաց շարժման

մեջ է գնում B անփիկին D մետաղածոցի հետ միասին: Մետաղածոցին միացված E զսպանակը ապահովում է անփիկի մշտական հպումը



38.27 խնդիր



38.28 խնդիր

արտակենտրոնակի հետ: Արտակենտրոնակի զտնկվածը հավասար է $M \cdot r$, e է քսցնաբխիտեաը հավասար է նրա շառավղի կեսին: զսպանակի առածգականութլան գործակիցը հավասար է C -ի: Մետաղածոցի ձախ հզրալին գիրքում զսպանակը լարված չէ: Ինչպիսի՝ անկյունալին արագութլուն պետք է հաղորդել արտակենտրոնակին, որպեսզի նա D մետաղածոցին տեղափոխի ձախ հզրալին գիրքից աջ եզրալին գիրքը: Անփիկի, մետաղածոցի և զսպանակի զանգվածները անտեսել: Արտակենտրոնակը ընդունել համասեռ կլոր սկավառակ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = 2\sqrt{\frac{c}{3M}}$$

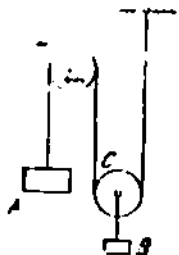
38.29. Ինչպիսի՝ ճանապարհ կանցնի հեծանվորդը մինչև կանգառնելը՝ առանց ստնակները պատելու, եթե սկզբնական պահին նա շարժվում էր θ կմ/ժ արագութլամբ: Հեծանվի և հեծանվորդի ընդհանուր զանգվածը հավասար է 80 կգ: Անիվներից լուրաքաշլուրի զանգվածը հավասար է 5 կգ, որն ընդունել հավասարաշախի բաշխված 50 սմ շառավղի ունեցող ջրշանապծով: Անիվների և զետնի միջև գլորման չփման գործակիցը հավասար է $0,5$ սմ:

$$\text{Պատ.՝ } 35,6 \text{ մ:}$$

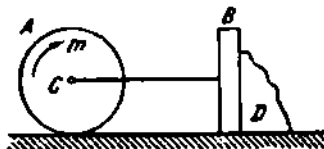
38.30. M_1 զանգվածով A բեռը իջնելով ներքև, D անշարժ ճախարակի վրալով գցված ճուպանի օղնութլամբ դեպի վեր է բարձրացնում C շարժական ճախարակի առանցքի: ամրակցված M_2 զանգվածով B բեռը: C և D ճախարակներն ընդունել լուրաքաշլուրը M_3 զանգվածով համասեռ հոծ սկավառակներ: Որոշել A բեռի արագութլունը ալն պահին, երբ նա իջնում է h բարձրութլամբ: Ճախարակների ջրշանակներով սահող ճուպանի զանգվածը և գիմաղորթլան ուժերը անտեսել: Սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } v = 2\sqrt{2gh \frac{2M_1 - M_2 - M_3}{8M_1 + 2M_2 + 7M_3}}$$

38.31. Ձյունամաքրիչի տանող անիվին՝ Λ թմրկաղյանին, կիրառված է m հաստատուն պատող մոմենտ: Λ թմրկաղյանի զանգվածը կարելի է ընդունել հավասարաչափ րաշխված նրա շրջանտեղով: Δ լյան.



38.30 խնդրն



38.31 խնդրն

Բ վահանի և համընթաց շարժվող մյուս քույր մասերի պոմարային պոնկվածը հաստատուն է և հավասար է M_2 -ի: Ձյան և վահանի միջև սահրի շփման գործակիցը հոյասար է f -ի, թմրկաղյանի և ձյան միջև գլորման շփման գործակիցը հոյասար է f_1 -ի, թմրկաղյանի զանգվածը հոյասար է M_1 -ի, նրա շառավիղը՝ r :

Որոշել ձյունամաքրիչի Բ վահանի անցած S ճանապարհի և նրա v արապոթյան մեծություն միջև եղած կախվածությունը, եթե սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{r}{2} \frac{2M_1 + M_2}{m - (M_1 f_1 + f M_2)g} v^2,$$

38.32. Ուղիղ հորիզոնական ճանապարհով շարժվող ապտոմեքենայի արապոթյունը շարժիչի հզորության մեծացման հաշվին v_1 -ից անց մինչև v_2 , լկղ ղեպքում անցել է S ճանապարհ: Հաշվել ապտոմեքենայի ալղ տեղափոխության վոա շարժիչի կոտարած աշխատանքը, եթե M_1 -ը չորս անիվներից յուրաքանչյուրի զանգվածն է, M_2 -ը՝ թափքի զանգվածը, f -ը՝ անիվների շառավիղը, f_1 -ը՝ անիվների և խճուղո միջև գլորման շփման գործակիցը: Առանց սահրի գլորվող անիվները ընդունել համասեռ հոծ սկապառակներ: Անիվներից և թափքից բացի մնացած քույր մանրամասերի կիներիկ էներգիան անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } A = \frac{GM_1 + M_2}{2} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{f_1}{r} (4M_1 + M_2) g S:$$

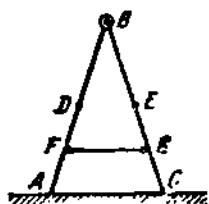
38.33 Բ հողակապով ABC ձոնասանդաղքը գրված է հարթ հորիզոնական հատակի վրա, երկարությունը $AB = BC = 2l$, զանգվածների կենարոնները գտնվում են ձողերի D և E միջնակետերում, յուրաքանչյուր սանդաղքի իներցիայի շառավիղը զանգվածների կենտրոնով անցնող առանցքի նկատմամբ հոյասար է r -ի, Բ հողակապի

հետադարձությունը հատակից հափստար է հ-ի մասնակի մի լնչ որ պահին 1-ի ձողի խզման հետևանքով ձեռնասանդուղքը սկսում է ընկնել: Անտեսելով շփումը հաշվապատմ, որոշել: 1) Ա կետի արագությունը հատակի հետ նրա հարվածի պահին, 2) Ա կետի արագությունը այն պահին, երբ նրա հետադարձությունը հատակից հափստար է լինում հ 2:

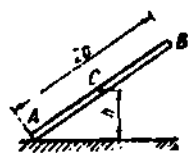
Պատ.՝ 1) $v = 2l \sqrt{\frac{gh}{l^2 + p^2}}$;

2) $v = \frac{1}{2} l \sqrt{gh \frac{16l^2 - h^2}{(2l^2 + p^2)}}$

ՅԱ.49. 23 երկարությամբ AB ձողը վալը է ընկնում՝ A ծայրով սահելով հարթ հորիզոնական հորթության վրայով: Սկզբնական պահին ձողը պրավել՝ ուղղածից դիրք և պտելել է հանգստի մեջ: Որոշել ձողի պտելվածների կենտրոնի արագությունը՝ կտրված հատակից նրա տնեցած հ բարձրությունից:

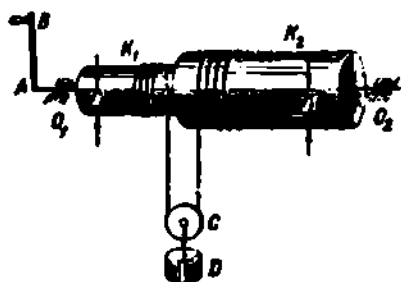


38.33 խնդիր

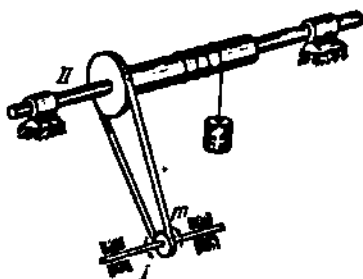


38.34 խնդիր

Պատ.՝ $v = (a-h) \sqrt{\frac{6g(a+h)}{4a^2 - 3h^2}}$



38.35 խնդիր



38.36 խնդիր

ՅԱ.35. Դիֆերենցիալ ոլորակում r_1 և r_2 շառավիղներ ու O_1, O_2 առանցքի նկատմամբ համապատասխանաբար J_1 և J_2 իներցիայի մոմենտներ ունեցող K_1 և K_2 երկու կոշտ միացված լիսեռների պատման մեջ են զրվում AB բռնակի միջոցով: Շարժական C ճախարակը կտրված է անկշիռ անձղելի թելից, որի ձախ ճյուղը փաթաթված է K_1 լիսեռի վրա, իսկ աջ ճյուղը՝ K_2 լիսեռի վրա: AB բռնակը պատելիս թելի ձախ ճյուղը քանգվում է K_1 լիսեռի վրայից, իսկ աջ ճյուղը փաթաթված է K_2 լիսեռի վրա: AB բռնակին կիրառված է m հաստա-

տուն պատող մոմենտ: C ճախարակից կախված է M զանգվածով D բեռը: Դտենել բռնակի պտտման անկյունային արագությունը այն պահին, որը համապատասխանում է S բարձրության վրա D բեռի բարձրացման վերջին: Սկզբնական պահին համակարգը դառնվել է հանգստի մեջ: Բռնակի և ճախարակի զանգվածները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = 2\sqrt{\frac{2m - Mg(r_2 - r_1)}{(r_2 - r_1)[M(r_2 - r_1)^2 + 4(J_1 + J_2)]}}$$

ՁԹ.36. Ուորակը շարժման մեջ է զբոլում փոկային փոխանցումով, որը միացնում է ուորակի լիսեռի վրա նստած II փոկանիվը շարժիչի լիսեռի վրա նստած I փոկանիվի հետ: M_1 զանգվածով և r շառավղով I փոկանիվին կիրառված է m հաստատուն պտտող մոմենտ: II փոկանիվի զանգվածը հավասար է M -ի, նրա շառավղի R է: Ուորակի թմբկազլանի զանգվածը M_2 է, նրա շառավղի r է: Բարձրացվող բեռի զանգվածը՝ M_3 : Ուորակը շարժման մեջ է զբոլում հանգստի վիճակից: Դտենել բեռի արագությունը այն պահին, երբ նա բարձրանում է h բարձրության վրա: Փոկի, ճոպանի զանգվածները և շփման առանցքակայներում անտեսել: Փոկանիվները և թմբկազլանը ընդունել համասեռ կլոր զլաններ:

$$\text{Պատ.՝ } v = 2\sqrt{\frac{h\left(m\frac{R}{r^2} - M_3g\right)}{M_1\left(\frac{R}{r}\right)^2 + M_2\left(\frac{R}{r}\right)^2 + M_3 + 2M_2}}$$

ՁԹ.37. Հաճել նախորդ խնդիրը, նկատի ունենալով այն ճոպանի զանգվածը որից կապված է բեռը: Ճոպանի երկարությունը l է, նրա միավոր երկարության զանգվածը՝ M_4 : Սկզբնական պահին ուորակի թմբկազլանի լիսեռից կախվել է ճոպանի $2h$ երկարությամբ մասը:

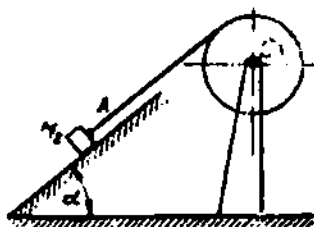
$$\text{Պատ.՝ } v = 2\sqrt{\frac{h\left(m\frac{R}{r^2} - M_3g - \frac{3}{2}M_4gh\right)}{M_1\left(\frac{R}{r}\right)^2 + M_2\left(\frac{R}{r}\right)^2 + M_3 + 2M_4 + 2M_4l}}$$

ՁԹ.38. L հաստատուն պտտող մոմենտը կիրառված է ուորակի r շառավղով և M_1 զանգվածով թմբկազլանի վրա: Թմբկազլանի վրա փաթաթված ճոպանի λ ծալրին կապված է M_2 զանգվածով բեռը, որը բարձրանում է հարկզունի նկատմամբ a անկյան տակ զստավորված թևք հարթությամբ: I նշագիտի՝ անկյունային արագություն ձևով կրկերի ուորակի թմբկազլանի՝ շրջվելով φ անկյամբ: Լիսեռի թևք հարթության միջև սահքի շփման գործակիցը հավասար է μ -ի: Ճոպանի

զանգվածն անտեսելի, թմրկաղլանը ընդունել համասեռ կլոր գլան, Սկզբնական պահին համակարգը հղի է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{2}{r} \sqrt{\frac{L - M_2 g r \sin \alpha + r \cos \alpha}{M_1 + 2M_2}} \varphi,$$

38.39. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով ալն ճոպանի զանգվածը, որին կապված է բևեռը, ճոպանի երկարությունը հավասար է l -ի, ճոպանի միավոր երկարության զանգվածը հավասար է M -ի, Սկզբնական պահին ոլորակի թմրկաղլանից կախվել է ճոպանի ձ երկարությամբ մասը: Թմրկաղլանի վրա փաթաթված ճոպանի պտտնեցիակ է ներգրիպի փոփոխությունը անտեսել:

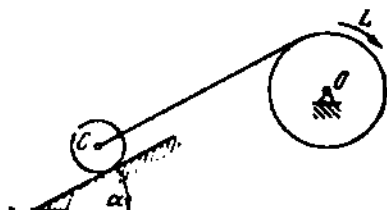


38.39 խնդրին

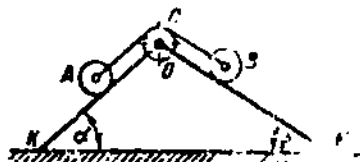
$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2l - 2M_2 g r (\sin \alpha + r \cos \alpha) - M g r (2\alpha - r \varphi) \sin \alpha}{M_1 + 2M_2 + 2Ml}},$$

38.40. Ուրբակի r , շառավղով և M_1 զանգվածով թմրկաղլանին կիրառված է l հաստատուն պտտող մոմենտ: Թմրկաղլանի վրա փաթաթված ճոպանի ծայրին սմբակցված է M_2 զանգվածով C անիվը: Անիվին առանց սահքի զլորվում է դեպի վեր հորիզոնի նկատմամբ 2 անկյան սուկ զստավորված թեք հարթությամբ: Ինչպիսի՞ անկյունային արագություն ձեռք կբերի թմրկաղլանը՝ կատարելով n պտույտ: Թմրկաղլանը և անիվը ընդունել համասեռ կլոր գլաններ: Սկզբնական պահին համակարգը զտնվել է հանգստի մեջ: Ճոպանի զանգվածը և շփումը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{2}{r_1} \sqrt{2\pi n \frac{L - M_2 g r_1 \sin \alpha}{M_1 + 3M_2}},$$



38.40 խնդրին



38.41 խնդրին

38.41. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով ճոպանի զանգվածը և զլորման շփումը անիվի և թեք հարթության միջև, եթե l -ը

ճառյանի երկարությունն է. M_1 -ը՝ նրա միավոր երկարություն զանգվածը, a -ն՝ սկզբնական պահին թմբկաղյանի վրա ճառյանի չփաթակված մասի երկարությունը, l_1 -ը՝ զլորման չփման զլորժակիցը, ε -ը անիվի շառավիղն է: Թմբկաղյանի վրա փաթակված ճառյանի պոտենցիալ էներգիայի փոփոխությունը անտեսելով՝

$$\Phi_{\text{ատ.}} = \frac{2}{r_1} \sqrt{\frac{1 - \varepsilon g \left[M_1 \left(\sin \alpha + \frac{l_1}{r_1} \cos \alpha \right) + M_2 + 3M_3 + 2M_4 \right] + M(a - \pi n r_1) \sin \alpha}{M_1 + 3M_2 + 2M_4}}$$

34.42. Λ անիվը առանց սահքի զլորվում է ՕԿ թեք հարթության վրա՝ անձղելի ճառյանի միջոցով բարձրացնելով B անիվին, որն առանց սահքի զլորվում է ՕՆ թեք հարթությամբ: Ճառյանը դնված է Օ անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտվող C ճախարակի վրալուով Գտնել Λ անիվի առանցքի արագությունը (Ω) ուղղին զուգահեռ S հեռավորության վրա նրա տեղագիտությունը զնայելով: Սկզբնական պահին համակարգը եղել է հանգստի մեջ: Երկու անիվները և ճախարակը բնդունել միեկույն զոնգվածով և շառավղով համասեռ սկազառակներ: Ճառյանի զանգվածն անտեսելով՝

$$\Phi_{\text{ատ.}} = v = 2 \sqrt{\frac{1}{7} g \varepsilon (\sin \alpha - \sin \beta)}$$

34.43. Լուսնի նախորդ խնդրեր՝ նկատի ունենալով զլորման չփման անիվների և թեք հարթությունների միջև: Գլորման չփման զլորժակիցը հավասար է l_1 -ի, անիվների շառավիղները հավասար են r -ի:

$$\Phi_{\text{ատ.}} = v = 2 \sqrt{\frac{1}{7} g \varepsilon \left[\sin \alpha - \sin \beta - \frac{l_1}{r} (\cos \alpha + \cos \beta) \right]}$$

34.44. M_1 զանգվածով Λ բևեռն ամրակցված է անձղելի թել, որը դնված է M_2 զանգված ունեցող Γ ճախարակի վրալուով և փաթակված է M_3 զանգված ունեցող զլանալին զլողների կողմնալին մակերևույթի վրա: Λ բևեռը հորիզոնի նկատմամբ 2 անկյան տակ զաստվորված թելը հարթությամբ զնայի γ երկն շարժվելիս Γ ճախարակը պտտվում է իսկ B գլղոնը առանց սահքի զլորվում է զնայի վրա:

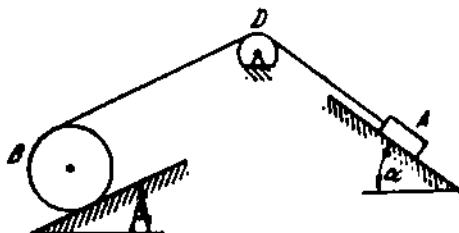
Որոշել Λ բևեռի արագությունը, կախված նրա անցած S ճանապարհից, եթե սկզբնական պահին համակարգը զտնվել է հանգստի մեջ: Γ ճախարակը և B գլղոնը բնդունել համասեռ կլոր զլաններ: Շփման ուժերը և թելի զանգվածը անտեսելով՝

$$\Phi_{\text{ատ.}} = v = 2 \sqrt{\frac{2M_1 \sin \alpha - M_2 \sin \beta}{5M_1 + 4M_2 + 3M_3}}$$

ՅՔ 45. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ սահքի շփման և զլորման շփման գործակիցները համապատասխանաբար հավասար են f -ի և f_0 -ի: B զլորնի շառավիղը r է:

$$\text{Պատ.՝ } v = 2 \sqrt{\frac{2M_1(\sin\alpha - f\cos\alpha) - M_2\left(\sin\beta + \frac{f_0}{r}\cos\beta\right)}{8M_1 + 4M_2 + 3M_3}}$$

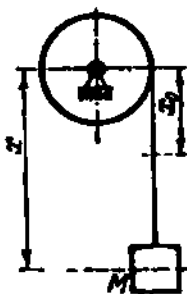
ՅՔ 46. M զանգվածով բեռը կախված է պտտման հորիզոնական առանցք ունեցող զլանալին թմբուկի վրա փաթաթված է երկարությամբ անձղելի համասեռ ճոպանից: Թմբկազլանի իններջիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J է, թրքկազլանի շառավիղը՝ R , ճոպանի



38.46 խնդիրն

միավոր երկարության զանգվածը՝ m : Որոշել բեռի արագությունը այն պահին, երբ ճոպանի կախված մասի երկարությունը հավասար է x -ի, եթե սկզբնական պահին բեռի արագությունը՝ $v_0 = 0$, իսկ ճոպանի կախված մասի երկարությունը եղել է հավասար x_0 -ի. շփումը թմբկազլանի առանցքում, ճոպանի հաստությունը և թմբկազլանի վրա փաթաթված ճոպանի պտտենքի ալ էներգիան անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } v = R \sqrt{\frac{g[2M + m(x + x_0)](x - x_0)}{J + (M + ml)R^2}}$$



38.47 խնդիրն

ՅՔ 47. M_1 զանգվածով A բեռը կախված է L երկարությամբ և M_2 զանգվածով համասեռ անձղելի ճոպանից: Ծոպանը պցված է նկարի հարթությանը ուղղահայաց O առանցքի շուրջը պտտվող B ճախարակի վրայով: Ծոպանի երկրորդ ծայրը ամրակցված է անշարժ հարթության վրայով առանց սահքի զլորվող C զլորնի առանցքին:

B ճախարակը և C զլորնը r շառավղով և M_3 զանգվածով համասեռ կլոր սկավառակներ են:

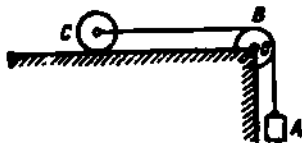
Գլորման շփման գործակիցը C զլորնի և հորիզոնական հարթության միջև հավասար է f_0 -ի: Սկզբնական պահին, երբ համակարգը զտնվել է հանգստի մեջ, B ճախարակից կախվել է ճոպանի l երկարությամբ

ճառը Որոշել Λ բևեռի արագությունը՝ կախված նրա ուղղածից h տեղափոխությունից:

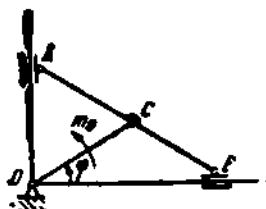
$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{2gh \left\{ M_1 + \frac{M_2}{2l}(2l+2r+h) - \frac{I_k}{r} \right\} M_1 + M_2 \left(\frac{1}{2} - \frac{l}{2L} - \frac{\pi r}{4l} - \frac{h}{4L} \right) \right\}}{M_1 + M_2 + 2M_3}}$$

38.48. Հորիզոնական հարթության մեջ դասավորված է չիպսոցրաֆի մեխանիզմը շարժման մեջ է դրվում (OC շուռտփիկին պիրտոված հաստաատուն m_0 պատուղ մոմենտի միջոցով: Սկզբնական պահին $z=0$ դեպքում մեխանիզմը դադարում է հանգստի մեջ: Գտնել OC շուռտփիկի անկյունային արագությունը այն պահին, երբ նա կատարեց φ անկյուն պտույտ: Տված է. Λ -ը AB ձողի զանգվածն է, $m_A = m_B = m$, Λ և B սողնակների զանգվածները, $OC = AC = BC = l$; OC շուռտփիկի զանգվածը և դիմադրության ուժերը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{3\pi m_0}{M+3m}}$$



38.47 խնդիր



38.48 խնդիր

38.49. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով հաստաատուն m_0 դիմադրության մոմենտը C հոդակապում:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{3\pi(m_0 - 2m_0)}{M+3m}}$$

38.50. Հորիզոնական հարթության մեջ դասավորված է պիցիկլիկ մեխանիզմի OO_1 շուռտփիկին կիրառված է $M_{\text{դա}} = M_0 - a\alpha$ պատուղ մոմենտ, որտեղ M_0 -ն և a -ն դրական հաստաատուններ են. իսկ α -ն շուռտփիկի անկյունային արագությունն է: Շուռտփիկի զանգվածը հավասար է m -ի, M -ը արբանյակի (շարժվող անիվի) զանգվածն է: Շուռտփիկը ընդունելով բարակ համասեռ ձող, իսկ արբանյակը՝ r շառա-

վըղող համասեռ կլոր սկավառակ, որոշել շուտովիկի ω անկյունային արագությունը, որպես ժամանակը ֆունկցիա: Ուղղահայան պահին համակարգը զտնվել է հանգստի մեջ: Անշարժ առամենիվի շառավիղը հավասար է R -ի. գիմադրություն ուժերը անտեսել:

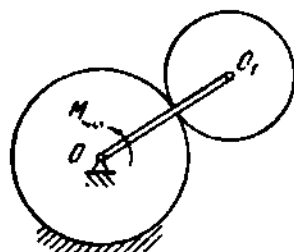
Քոչարձ. կիրառել կենտրոնի էներգիայի փոփոխության թեորեմը գիթերեն-ցիալ տեսքով:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{M_0}{z} \left(1 - e^{-\frac{z}{R+r}} \right), \quad \text{որտեղ } J_{\text{հր}} = \left(\frac{m}{3} + \frac{3}{2}M \right) (R+r)^2,$$

ՅՑ.51. Հոմեկ նախորդ խնդրը՝ հաշվի առնելով արքանյակի O_1 առանցքի վրա հաստատուն $M_{\text{հ}}$ շփման մոմենտը:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{M_0 - \frac{R}{r} M_{\text{հ}}}{z} \left(1 - e^{-\frac{z}{R+r}} \right), \quad \text{որտեղ } J_{\text{հր}} = \left(\frac{m}{3} + \frac{3}{2}M \right) (R+r)^2,$$

ՅՑ.52. Հորիզոնական ճարձմության մեջ դասավորված հիպոցիկլիկ մեխանիզմի O_1 , շուտովիկը պատվում է ω_0 հաստատուն անկյունային արագությամբ: Ժամանակի մի ինչ-որ պահին շարժիչը անբառվեց և արքանյակի (շարժական անիվի) առանցքի վրա շփման ուժերի $M_{\text{հ}}$ հաստատուն մոմենտի ազդեցության տակ մեխանիզմը կանգ առավ:



38.50 խնդիր

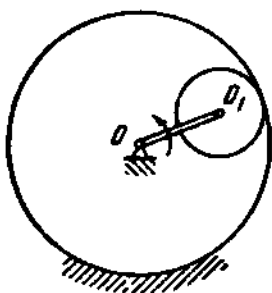
Որոշել արգելյալման z ժամանակը և այդ ժամանակամիջոցում շուտովիկի շրջման փ անկյունը, եթե նրա զանգվածը հավասար է M_1 -ի, M_2 -ը արքանյակի զանգվածն է, R -ը և r -ը՝ համապատասխան շառավիղները: Շուտովիկն ընդունել որպես համասեռ բարակ ձող, իսկ արքանյակը՝ որպես համասեռ սկավառակ:

Քոչարձ. կիրառել կենտրոնի էներգիայի փոփոխության թեորեմը գիթերեն-ցիալ տեսքով:

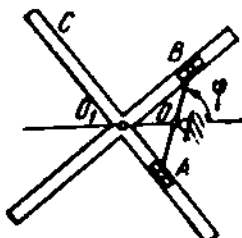
$$\text{Պատ.՝ } z = \frac{r J_{\text{հր}}}{R M_{\text{հ}}} - \omega_0^2, \quad \varphi = -\frac{r J_{\text{հր}}}{2 R M_{\text{հ}}} - \omega_0^2, \quad \text{որտեղ } J_{\text{հր}} = \left(\frac{M_1}{3} + \frac{3}{2} M_2 \right) (R-r)^2,$$

ՅՑ.53. C խաչկապը պատման մեջ է գրվում O_1 անշարժ առանցքի շուրջը AB համասեռ ձողի միջոցով, որը պտտվում է O անշարժ

առանցքի շուրջը (O և O_1 առանցքները ուղղահայաց են նկարի հորիզոնականը): Այդ զեպքում AB ձողի հետ հողակապերով միացված A և B սողնակները սահում են C խաչկապի փոխուղղահայաց փորակների երկայնքով: Ձողի պտտումը տեղի է ունենում հաստատուն M_1 պտտող մոմենտի ազդեցության տակ: Ուրոշել AB ձողի անկյունային արագությունը այն պահին, երբ նա կատարում է քառորդ պտույտ, եթե սկզբնական պահին $\varphi=0$ զեպքում նա տնեցել է ω_0 անկյունային



38.52 խնդրին



38.53 խնդրին

արագություն: A և B սողնակների հողակապերից լարաքանչյուրում առաջացող զիմադրության մոմենտի մեծությունը երկու անգամ փոքր է m_1 -ից: Դիմադրության ալլ ուժերը անտեսել: Ձողի զանգվածը համասար է m -ի: C խաչկապի իներցիայի մոմենտը O_1 առանցքի նկատմամբ համասար է J -ի: $OO_1=OA=OB=l$:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{\frac{6m_1}{4ml^2 + 3J} + \omega_0^2}$$

§ 39. Պինդ մարմնի ճարձգության հետևանք (ճարձ)

2 ա Ր Ժ Ո Ւ Մ Ը

39.1. Պինդ մարմինը բաղկացած է 80 սմ երկարությամբ և 1 կգ զանգվածով AB ձողից և նրան ամրացված 20 սմ շառավղով m 2 կգ զանգվածով սկավառակից: Սկզբնական պահին ձողի ուղղածից զիրքի դեպքում մարմնին հաղորդված է այնպիսի շարժում, որ ձողի զանգվածների M_1 կենտրոնի արագությունը հավասար է զրոյի: Իսկ սկավառակի M_2 զանգվածների կենտրոնի արագությունը հավասար է 360 սմ/վ և ուղղված է հորիզոնականով դեպի աջ: Գտնել մարմնի հետագա շարժումը՝ աշագործության առնելով միայն ծանրության ուժի ազդեցությունը:

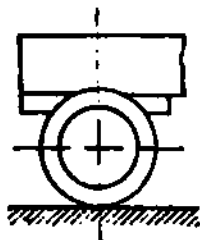
պատուղ մոմենտը. որպեսզի անիվը գլորվի առանց սահքի: Իլորման զիմադրությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } m \leq fMg \frac{r^2 + \rho^2}{r},$$

39.5. Լուծել նախորդ խնդիրը գլորման շփման հաշվառումով. եթե գլորման շփման գործակիցը հավասար է f_1 -ի:

$$\text{Պատ.՝ } m \leq fMg \frac{r^2 + \rho^2}{r} + Mgf_1,$$

39.6. Ավտոմեքենայի աարվող անիվի առանցքը շարժվում է հորիզոնական և ուղղադիր՝ Անիվի առանցքին կիրառված է հորիզոնական ուղղված F շարժող ուժը: Անիվի իներցիայի շառավիղը զանգվածների կենտրոնով նրա հարթությունը ուղղահայաց անցնող առանցքի նկատմամբ հավասար է ρ -ի: Անիվի շառավիղը հավասար է r -ի, անիվի զանգվածը հավասար է M -ի: Ինչպիսի՞ պայմանի պետք է բավարարի F ուժի մեծությունը, որպեսզի անիվը գլորվի առանց սահքի: Իլորման զիմադրությունը անտեսել:



39.6 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } F \leq fMg \frac{r^2 + \rho^2}{\rho^2},$$

39.7. Լուծել նախորդ խնդիրը գլորման շփման հաշվառումով, եթե գլորման շփման գործակիցը հավասար է f_1 -ի:

$$\text{Պատ.՝ } F \leq \frac{fMg(r^2 + \rho^2) - Mgf_1 \cdot r}{\rho^2},$$

39.8. Ավտոմեքենայի կցասայլը շարժվում է զանգաղող W_0 արագացումով մինչև կանգառնելը: Այդ գնացում նրա անիվներից մեկում արգելակը չի միանում: Անիվի ճնշումը ճանապարհի վրա հավասար է N -ի: Ճանապարհի հետ անիվի կառչման գործակիցը հավասար է f -ի: Նվաճ է. r -ը անիվի շառավիղն է. m -ը՝ նրա զանգվածը. r_0 -ն՝ իներցիայի շառավիղը: Որոշել անիվի հորիզոնական ճնշման S ուժը նրա առանցքի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } 1) w_0 \leq \frac{fN}{m} \frac{r^2}{\rho^2}, \quad S = mw_0 \left(1 + \frac{\rho^2}{r^2} \right),$$

$$2) w_0 > \frac{fN}{m} \frac{r^2}{\rho^2}, \quad S = mw_0 + fN:$$

39.9. r շառավղով անիվը գլորվում է ուղղադիր՝ հորիզոնական ուղիով կիրառված m_0g ուժով: $\frac{3}{2}fMg$ պատուղ մոմենտի ազդեցության տակ, որտեղ f -ը սահքի շփման գործակիցն է. M -ը՝ անիվի զանգվածը:

Որոշել α եւս $\sin \alpha$ ընդհանուր շարժումը (սահնակային շարժումը)։ Անհիմն զանգվածը համասարաչափ ընդհանուր է նրա շրջանակով։ Գլորման շարժումը անհանգիստ։ Մկրդնական պահին անհիմն զանգված է հանգստի մեջ։

$$\text{Պատ.՝ } \frac{1}{2} g t^2$$

39.10. Լուծել նախորդ խնդիրը գլորման շարժման հաշվառմամբ։

$$\text{Եթե գլորման շարժման գործակիցը՝ } f_0 = \frac{1}{4} \text{ է,}$$

$$\text{Պատ.՝ } \frac{1}{4} g t^2$$

39.11. Հորիզոնական առանցքով համասեռ գլանը ծանրության ուժի ազդեցության տակ գլորվում է ի շարժման գործակից ունեցող խորդաբորդ թեք հարթության վրայով։ Որոշել հորիզոնի նկատմամբ հարթության թեքության անկյունը եւ գլանի առանցքի արագացումը, ենթացելով, որ գլանի շարժման ժամանակ սահքը բացակայում է։ Գլորման շարժումը անհանգիստ։

$$\text{Պատ.՝ } \alpha \leq \arctg 3f, \quad w = \frac{2}{3} g \sin \alpha$$

39.12. Համասեռ հոծ կլոր սկավառակը առանց սահքի գլորվում է հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ դասավորված թեք հարթության վրա։ Սկավառակի առանցքը ամենամեծ թեքվածքի դեպքում եւս կազմում է β անկյուն։ Որոշել սկավառակի զանգվածների կենտրոնի արագացումը՝ ընդունելով, որ նրա գլորումը տեղի է ունենում մեկ ուղղաձիգ հարթության մեջ։

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{2}{3} g \sin \alpha \sin \beta$$

39.13. Հորիզոնական առանցքով համասեռ գլանի ծանրության ուժի ազդեցության տակ սահնակով գլորվում է թեք հարթության վրայով սահքի շարժման ի գործակիցի գեպքում։ Որոշել հարթության թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ եւ գլանի առանցքի արագացումը։

$$\text{Պատ.՝ } \alpha > \arctg 3f, \quad w = g(\sin \alpha - f \cos \alpha)$$

39.14. Ի շտապողով համասեռ անհիմն առանց սահքի գլորվում է հորիզոնի հետ α անկյուն կազմող թեք հարթության վրա։ Գլորման շարժման f_0 գործակիցի ինչպիսի՞ արժեքի գեպքում անհիմն զանգվածների կենտրոնը կշարժվի համասարաչափ, իսկ անհիմն ալի գեպքում հավա-

առաջափ կպտտվի դանդաղաների կենտրոնով նրա հարթությանը ուղղահայաց անցնող առանցքի շուրջը:

Պատ.՝ $I_z = r l g a:$

ՅՈՒ.15. Հորիզոնական խորդուրորդ հատակի վրա գտնվող զլղոնի M զանգվածով և r շառավղով թմբկազլանի վրա փաթաթված է թել, որին հորիզոնի նկատմամբ 2 անկյան տակ կիրառված է $\vec{T}$ ուժը: Թմբկազլանի շառավիղը a է. զլղոնի իննըցիալի շառավիղը ρ է: Որոշել զլղոնի O առանցքի շարժման օրենքը: Սկզբնական պահին զլղոնը գտնվում է հանգստի մեջ, ախուհանս գլորվել է առանց սահքի:

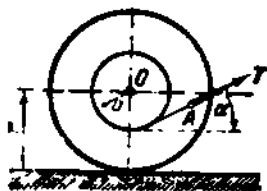
Պատ.՝ $x = \frac{T}{M} \frac{r(r \cos 2 - a)}{2(\rho^2 + r^2)} t^2$, ընդ որում x առանցքը ուղղված է

ձախից դեպի աջ:

ՅՈՒ.16 M զանգվածով AB համասեռ ձողը հորիզոնական դիրքով կախված է առաստաղից նրա ծալբերին ամրակցված երկու ուղղանկյուն թելերի միջոցով: Դտնել թելերից մեկի լարումը մյուսի կտրման պահին:

Խ ու ջ ու մ: Կազմել ձողի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները շատ փոքր ժամանակամիջոցի համար, որը հարորդում է թելի կտրման պահին, տեսնանելով ձողի ուղղությամբ փոփոխությունը և մյուս թելից ձողի զանգվածների կենտրոնի հեռավորության փոփոխությունը:

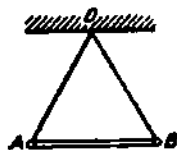
Պատ.՝ $T = \frac{Mg}{4}$



39.15 խնդրի



39.16 խնդրի



39.17 խնդրի

ՅՈՒ.17. M զանգվածով AB համասեռ ձողը կախված է O կետում երկարությամբ h նրան հավասար երկու թելերից:

Որոշել թելերից մեկի լարումը մյուսի կտրման պահին (տես 39.16 խնդրի ցուցումը):

Պատ.՝ $T = 0.266 Mg$

ՅՈՒ.18. 21 երկարությամբ և M զանգվածով համասեռ բարակ ձողը ընկած է A և B երկու հենարանների վրա. ձողի C զանգված-

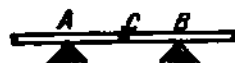
Ներքի կենտրոնը գտնվում է հենարաններից միևնույն հեռավորության վրա, ընդ որում $CA = CB = a$. Ճնշումը լուրջաքանչյուր հենարանի վրա հավասար է $\frac{1}{2}P$: Ինչպե՞ս կփոխվի ճնշումը Λ հենարանի վրա ալն պահին, երբ B հենարանը ակնթարթորեն հեռացվի (տես 39.18 խնդրի ցուցումը):

Պատ.՝ Λ հենարանի վրա ճնշումը կստանա աճ, որը հավասար է

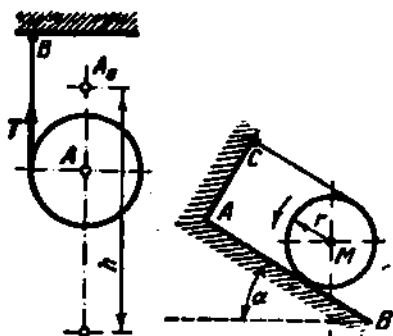
$$\frac{l^2 - 3a^2}{2(l^2 + 3a^2)} Mg,$$

39.19. m զանգվածով A ծանր կլոր զլանը մեղտեղում փաթաթված է քարակ թելով, որի B ծայրը ամրացված է անշարժորեն, Գլանն ընկնում է առանց սկզբնական արագության՝ քանդելով թելը: Որոշել զլանի առանցքի արագությունը ալն բանից հետո, երբ ալզ առանցքը իջնի h բարձրությամբ, և դանել թելի T լարումը:

Պատ.՝ $v = \frac{2}{3} \sqrt{3gh}$, $T = \frac{1}{3} mg$,



39.18 խնդրին



39.19 խնդրին

39.20 խնդրին

39.20. Երկու ճկուն թելեր փաթաթված են M զանգվածով և r շառավղով համասեռ կլոր զլանի շտրշը ալնպես, որ նրանց պարույրները համաչափ են գոսավորված հիմքերին զոգահեռ միջին հարթության նըկատմամբ: Գլանը տեղավորված է AB թիք հարթության վրա ալնպես, որ նրա ծնիշները ուղղահայաց են ամենամեծ թիքվածքին, իսկ թելերի C ծայրերը

համաչափ են ամրացված վերը նշված միջին հարթության նկատմամբ՝ AB հարթությունից $2r$ հեռավորության վրա: Գլանը սկսում է շարժվել առանց սկզբնական արագության ծանրության ուժի ազդեցության տակ՝ հաղթահարելով շփումը թիք հարթության հետ, ընդ որում շփման գործակիցը հավասար է $\frac{1}{2}$ -ի: Որոշել զլանի զանգվածների կենտրոնի անցած S ճանապարհը (ժամանակամիջոցում, և թի-

լերի T լարումը ենթադրելով որ դիտարկված ժամանակահատվածում թելերից ոչ մեկը չի կոկզմում մինչև գերջ:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{l}{3}g(\sin\alpha - 2\cos\alpha)t^2, \quad T = \frac{l}{6}Mg(\sin\alpha + l\cos\alpha).$$

Գլանը մնում է հանգստի մեջ. եթե $\lg\alpha < 2l$:

39.21. M_1 և M_2 պանգվածներով երկու պլանային լիսեռներ պրոպում են հորիզոնի հետ համապատասխանաբար α և β անկյունների կազմող երկու թեք հարթություններով: Լիսեռները միացված են անձղելի թելով. որի ծալրերը փաթաթված են լիսեռների վրա և նրանց ամրակցված են: Ուրշել թելի լարումը և նրա արագացումը թեք հարթությունների շարժման ժամանակ: Լիսեռներն ընդունել համասեռ կլոր գլաններ: Թելի պանգվածը անտեսել:

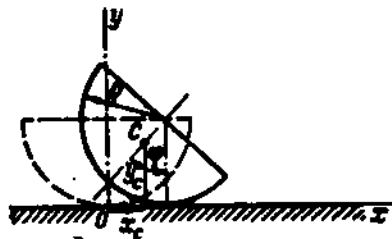
$$\text{Պատ.՝ } T = g \frac{M_1 M_2 (\sin\alpha + \sin\beta)}{3(M_1 + M_2)}, \quad w = g \frac{M_1 \sin\alpha - M_2 \sin\beta}{M_1 + M_2}.$$

39.22. Ուրշել ալն խորդուրդը հորիզոնական հարթության վրա գտնվող K շառավղով համասեռ կիսակլոր սկավառակի փոքր տատա-տանումների պարբերությունը. որի վրայով նա կարող է զլորվել առանց սահքի:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{\pi}{2g} \sqrt{2g(9n - 10)R},$$



39.21 խնդրին

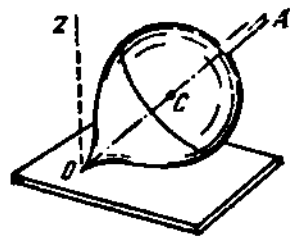


39.22 խնդրին

§ 40. Հոլակների մոտավոր տեսությունը

40.1. Հոլը պատկերվում է իր OA առանցքի շուրջը ժամացույցի սլաքի ողողությամբ $\omega = 600$ սաղ/վ հաստատուն անկյունային արագությամբ. OA առանցքը թեքված է ողղանիցի նկատմամբ առանցքի ոտորին O ծալրը մնում է անշարժ. հոլի C զանգվածների կենտրոնը գտնվում է OA առանցքի վրա O կետից $OC = 30$ սմ, հեռավորության

վրա. հոլի ինքնացիալի շառավիղը առանցքի նկատմամբ հավասար է 10 սմ: Որոշել հոլի ՕԱ առանցքի շարժումը՝ ընդունելով, որ հոլի շարժման քանակների զլխավոր մոմենտը ()Ա առանցքի նկատմամբ հավասար է 10-ի:



Պ 1 խնդիր

Պատ.՝ ՕԱ առանցքը պտտվում է ՕՀ առանցքի շուրջը ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ, գծելով շրջանային կոն. հաստատուն $\omega_1 = 0,49$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ:

40.2. 30 սմ տրամագծով սկավառակի տեսք ունեցող հոլը 80 ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվում է իր համաչափության առանցքի շուրջը: Սկավառակը հաջցված է հոլի համաչափության առանցքի երկայնքով դասավորված 20 սմ երկարությամբ առանցքի վրա: Որոշել հոլի կանոնավոր պրեցեսիայի անկյունային արագությունը՝ ընդունելով, որ նրա շարժման քանակների զլխավոր մոմենտը հավասար է 10-ի:

Պատ.՝ 2,18 ռադ/վ:

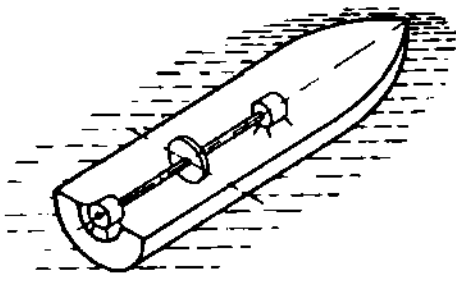
40.3. Ճուրբինը, որի յիսեոր զուգահեռ է նալի երկայնական առանցքին, կատարում է 1500 պտ/րոպ: Պտտվող մասերի զանգվածը 6 ա է. ինքնացիալի շառավիղը՝ $r = 0,7$ մ: Որոշել հոլակային ճնշումները առանցքակալների վրա, եթե նալը զնււմ է շրջապտույտ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը՝ վալրկլանւմ շրջվելով 10-ով: Առանցքակալների միջև հեռավորությունը՝ $l = 2,7$ մ:

Պատ.՝ 30,4 կն:

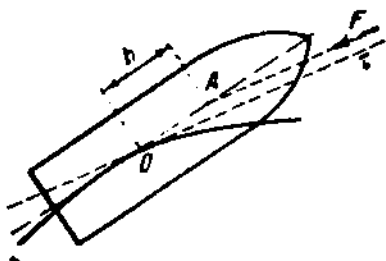
40.4. Որոշել առաժեշտագույն հոլակային ճնշումները նալի վրա տեղակայված արագընթաց տարրերի առանցքակալների վրա: Նալը հեթարկված է 9՝ լալնալթով և 15 վ պարբերությամբ երկայնական ճոճման ոտտորի առանցքին ուղղահայաց առանցքի շուրջը: Տարրերի 3300 կգ զանգված և 0,6 մ ինքնացիալի շառավիղ ունեցող ոտտորը կատարում է 3000 պտ/րոպ: Առանցքակալների միջև եղած հեռավորությունը 2 մ է:

Պատ.՝ 13,0 կն:

40.5. Որոշել արկի զանգվածների կենտրոնի հետապծին տարած շոշափողի շուրջը հրեաանային արկի համաչափության առանցքի լրիվ պտույտի T ժամանակամիջոցը: Այդ շարժումը տեղի է ունենում օդի դիմադրության $F = 6,72$ կն ուժի ազդեցության հետևանքով. որը մոտավորապես զուգահեռ է ուղղված շոշափողին և կիրառված է արկի առանցքին՝ նրա զանգվածների կենտրոնից $h = 0,2$ մ հեռավորության



40.4 խնդրին



40.5 խնդրին

վրա՝ Ուրկի շարժման քանակի մոմենտը նրա համաշափոթի ման առանցքի նկատմամբ հալսասար է 1830 կգ.մ²/վ:

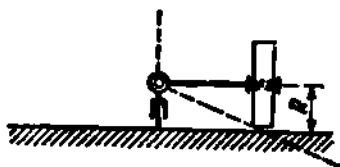
Պատ.՝ 8,66 վ:

40.6. Դազատուրբոքսի բն շարժման մեջ է գրվում մի տուրբինով, որի առանցքը գտնվում է անիվների առանցքին և պտտվում է ալն նույն կողմը: Ինչ որ անիվները, կատարելով 1500 պտ'րոպ, Տուրբինի պտտող մասերի (ներգիւլի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ $J=20$) կգ.մ²: Ուրբա'ն է լրացուցիչ ճնշման ուժի ունիւրի վրա, և թե զազատուրբոքսը բն 15 մ/վ արագութլամբ բնթանում է 250 մ շառա-վիդ ունեցող կլու աղսւմով: Ռեկսամիդի լալնութլունը 1.5 մ է:

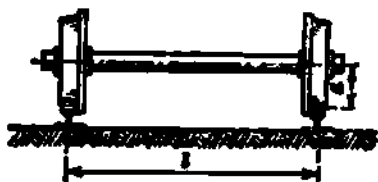
Պատ.՝ Մի ունիւրի վրա 125% ն գեպի ներքե, մլուս ունիւրի վրա 1256 ն գեպի վեր:

40.7. Վազկուններով շարդիշի մեջ յուրաքանչյուր վազկան ունի $M=1200$ կգ զանգված, ինեւրդ ալի շառափիդր նրա առանցքի նկատմամբ՝ $r=0.4$ մ, շառափիդր՝ $R=0.5$ մ, վազկանի պտտման ակնթարթալին տառանցքը անցնում է թասի հատակի հետ վազկանի շոշափման գծի մեջտեղով: Ուրոշել վազկանի ճնշման ուժի թասի հորիզոնական հատակի վրա, և թե վազկանի պտտման փոխադրական անկլումալին արագութլունը ուղղաձիգ առանցքի շուրջը համապատասխանում է $n=60$ պտր'պ.ին:

Պատ.՝ $N=26,9$ կն:



40.7 խնդրին



40.8 խնդրին

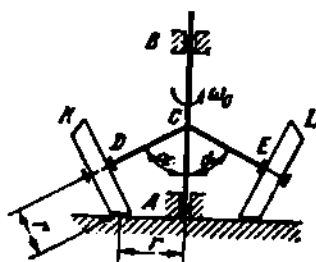
Պ 8. $M=1400$ կգ զանգված, $a=75$ սմ շառավիղ է իր առանցքի նկատմամբ $r=\sqrt{0.55}$ Բ ինեքցիայի շառավիղ ունեցող անվազույզը $v=M$ մ'ի արագությամբ հավասարաչափ շարժվում է հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող $R=210$ մ շառավիղ ունեցող կլորացումով: Որոշել անվազույզի ճնշման ուժը սեյսերի վրա, եթե սեյսերի միջև եղած հեռավորությունը՝ $l=1.5$ մ:

Պատ.՝ $N=(6.87+0.77)$ կն:

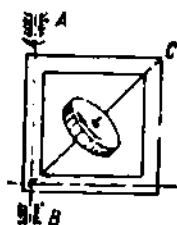
Պ 9. Նկարում պատկերված է բացովի կամուրջի շրջուն մասի հանգույցը: AB լիսեռ իր հետ α անկյան տակ հողակա պորեն ամրակցված CD և CE ձողերով պոտվում է ω_0 անկյունային արագությամբ: Թեթիվ զեպրում CD և CE ձողերի վրա ազատ հաղցված K և L կոնական առամանիվները առանց սահքի գլորվում են անշարժ հարթ հորիզոնական առամանիվի վրայով: Որոշել լուրաքանչյուրը M պանգվածով K և L անիվների լրացուցիչ գլխամիկական ճնշման ուժը անշարժ հորիզոնական առամանիվի վրա, եթե բոլոր առամանիվների շառավիղները հավասար են r -ի, ճարձական առամանիվները ընդունել համասեռ հոծ սկավառակներ:

Պատ.՝ $\frac{1}{2}Mg\omega_0^2 \sin \alpha$

Պ 10. $a=20$ սմ կողմով քառակուսի շրջանակը $\omega_1=2$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ պտտվում է AB ուղղաձիգ առանցքի շուրջը: Շրջանակի անկյունագծի



10.9 խորին



10.10 խորին

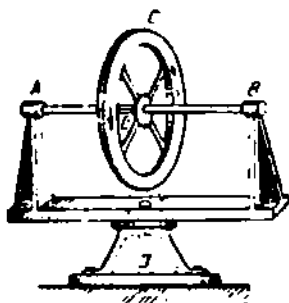
հետ համընկնող ED առանցքի շուրջը պտտվում է $\omega=10$ սմ շառավիղով M սկավառակը $\omega=300$ ռադ/վ անկյունային արագությամբ: Որոշել A և B հենարանների վրա կողմնային ճնշման լրացուցիչ ուժերի հարաբերությունը համապատասխան ստատիկական ճնշումներին: Շրջանակի զանգվածն անտեսել: Սկավառակի զանգվածն ընդունել համասարաչափ բաշխված իր շրջանակով:

Պատ.՝ 4.32:

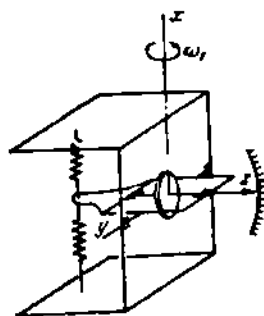
Պ 11. a շառավիղով և $2M$ զանգվածով տնիվը պտտվում է AB հորիզոնական առանցքի շուրջը ω_1 հաստատուն անկյունային արագությամբ: AB առանցքը պտտվում է զանգվածների կենտրոնով անցնող OD ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ω_2 հաստատուն անկյունային արագությամբ: պտտումների ուղղությունները ցույց են տրված սլաքներով:

Գտնել A և B առանցքակայների վրա N_A և N_B ճնշման ուժերը, եթե $AO=OB=h$, անիվի զանգվածը հավասարաչափ բաշխված է նրա շրջանակով:

$$\text{Պատ.՝ } N_A=Mg\left(1+\frac{a^2\omega_1\omega_2}{gh}\right), \quad N_B=Mg\left(1-\frac{a^2\omega_1\omega_2}{gh}\right),$$



40.11 խնդրին



40.12 խնդրին

40.12. Պարզագույն հոլապտուտաչափը բազկացած է հոլակից, որի շրջանակը միացված է գործիքի կմախքին ամրակցված երկու զսպանակներով: Հոլակի իներցիայի մոմենտը սեփական պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J -ի, հոլակի անկյունային արագության շրջանակը է ω -ի, Որոշել այն α անկյունը, որով կշռվի հոլակի առանցքը իր շրջանակի հետ միասին, եթե գործիքը տեղակայված է շրջանակի պտտման y առանցքին ուղղահայաց x առանցքի շուրջը ω_1 անկյունային արագությամբ պտտվող հենահարթակի վրա: Զսպանակների կոշտության գործակիցները հավասար են C -ի, α անկյունը ընդունել փոքր, շրջանակի պտտման առանցքից մինչև զսպանակները եղած հեռավորությունը հավասար է a -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha=\frac{J\omega}{2Ca}\omega_1$$

§ 41. Կինեմատատիկայի մեթոդը

41.1. Որոշել առանցքի շուրջը $\varphi=3t^2$ օրենքով պտտվող և 20 սմ շառավղով համասեռ կլոր սկավառակի վրա ազդող ծանրության ուժը: Առանցքը անցնում է սկավառակի կենտրոնով նրա հարթությանը ուղղահայաց, սկավառակի իներցիայի ուժերի գլխավոր մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է 4 Ն.սմ:

$$\text{Պատ.՝ } 3,27 \text{ Ն,}$$

Պ1.2. Լ հրկարությունը և M զանգվածով բարակ ուղիղ համասեռ ձողը պտտվում է նրա ծալրով ձողին ուղղահայաց անցնող առանցքի շուրջը $\varphi = 81^\circ$ սրենքով: Պտնել ձողի մասնիկների կենտրոնախույս և պտտական իներցիայի ուժերի J_0 և J_x համագործնի մեծությունները և ուղղությունները:

Պատ.՝ Պտտական իներցիայի ուժերի $J_x = M\alpha l$ համագործ ուղղված է ձողին ուղղահայաց՝ պտտման առանցքից $\frac{2}{3}l$ հեռավորության վրա:

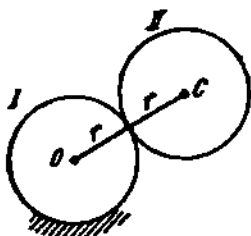
Կենտրոնախույս իներցիայի ուժերի $J_0 = 2Ma^2l^2$ համագործ ուղղված է պտտման առանցքից ձողի երկայնքով:

Պ1.3. M զանգվածով և r շառավղով անիվը սահանք սահքի գլուխում է ուղղադիր հորիզոնական ռելսով: Որոշել իներցիայի ուժերի գլխավոր վեկտորը և գլխավոր մոմենտը անիվի զանգվածների կենտրոնով անցնող և շարժման հորթթության ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ: Լինիյն ընդունել համասեռ հոծ սկավառակ: Զանգվածների C կենտրոնը շարժվում է $xc = 81^\circ/2$ օրենքով: Որտեղ a -ն հաստատուն զրական մեծություն է: x առանցքը ուղղված է ռելսի երկայնքով:

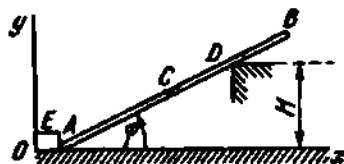
Պատ.՝ Իներցիայի ուժերի գլխավոր վեկտորը մեծությունը հավասար է Ma -ի և ուղղված է առանցքին զուգահեռ բացասական ուղղությունով: Իներցիայի ուժերի գլխավոր մոմենտը բացասական մեծությունը հավասար է $Mar/2$:

Պ1.4. Որոշել պլանետար մեխանիզմի II շարժական անիվի իներցիայի ուժերի գլխավոր վեկտորը և գլխավոր մոմենտը նրա C զանգվածների կենտրոնով անցնող և շարժման հորթթության ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ: OC շոտովիկը պտտվում է ա հաստատուն անկյունային արագությամբ: II անիվի զանգվածը հավասար է M -ի: Լինիյնների շառավղները հավասար են r -ի:

Պատ.՝ Իներցիայի ուժերի գլխավոր վեկտորը զուգահեռ է OC շոտովիկին և հավասար է $2Mrg$ ։ Իներցիայի ուժերի գլխավոր մոմենտը հավասար է զրոյի:



41.4 խնդիր



41.5 խնդիր

41.5. 2l երկարությամբ և M զանգվածով AB համասեռ բարակ ձողի A ծայրը E դիմհարի օգնությամբ տեղափոխվում է հորիզոնական ուղղությամբ $\bar{v}$ հաստատուն արագությամբ, ընդ որում ձողը ամբողջ ժամանակ հենվում է D անկյան վրա: Որոշել ձողի լներցիալի ուժերի գլխավոր մեկտորը և գլխավոր մոմենտը նրա C զանգվածների կենտրոնով անցնող և շարժման հարթությանը ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ՝ կախված φ անկյունից:

$$\text{Պատ.՝ } V_x^{(J)} = 3M \frac{v^2}{H^2} l \sin^4 \varphi \cos \varphi, \quad V_y^{(J)} = M \frac{v^2}{H^2} l (1 - 3 \cos^2 \varphi) \sin^3 \varphi,$$

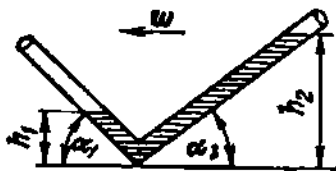
$$m_{Cz}^{(J)} = -\frac{2}{3} M l^2 \frac{v^2}{H^2} \sin^4 \varphi \cos \varphi,$$

41.6. Նախորդ խնդրի տվյալներով որոշել ձողի N_D գինամիկական ճնշումը D անկյան վրա:

$$\text{Պատ.՝ } N_D = \frac{8}{3} \frac{v^2 l^2}{H^2} M \sin^4 \varphi \cos \varphi,$$

41.7. Տրոլեյբուսի զանդաղեցումը փորձնականորեն որոշելու համար օգտագործվում է հեղուկավոր արագացաչափիչ, որը բաղկացած է յուզով լցված և ուղղանիվ հարթության մեջ գտնվող ծոված փողակից: Որոշել տրոլեյբուսի զանդաղեցման մեծությունը արպկավման դեպքում, եթե այդ գեպքում շարժման ուղղությամբ զասավորված փողակի ծայրում հեղուկի մակարդակը բարձրանում է մինչև h_2 մեծության, իսկ հակադիր ծայրում ցածրանում է մինչև h_1 : Արագացաչափիչի դիրքը ցույց է տրված նկարում, $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$, $h_2 = 25$ մմ, $h_1 = 75$ մմ:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{(h_2 - h_1) \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2}{h_1 \operatorname{tg} \alpha_2 + h_2 \operatorname{tg} \alpha_1} = 0,5g,$$



41.7 խնդրին

41.8. Ինչպիսի՞ արագացումով պետք է շարժվի հորիզոնական հարթությամբ այն պրիզման, որի կողմնային նիստը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն, որպեսզի կողմնային նիստի վրա զրտնվող բեռը պրիզմայի նկատմամբ չտեղափոխվի:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \operatorname{tg} \alpha,$$

41.9. Արագորեն իրար հաջորդող ձգող և սեղմող ուժերի ազդեցությամբ մետաղական հեռանի վրա ուսումնասիրելու համար (հոլոնաթություն փորձարկում) փորձարկվող A հեռանը ամրացնում են BCO

շառավիղային մեխանիզմի B սողնակին նրա վերին ծայրից, իսկ ստորին ծայրից կախում են M զանգվածով բեռը: Գտնել հեռանը ձգող ածր այն դեպքում, երբ OC շառավիղը պտտվում է O առանցքի շուրջը և հաստատուն անկյունային արագությամբ:

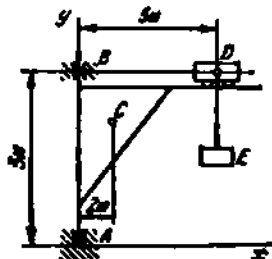
Ցուցում. $\sqrt{1-(1/5)\sin^2\varphi}$ արտահայտությունը անընդհատ է վերածել շարքի և գնել զրո: Ընթացքում երկրորդից բարձր աստիճանով պարունակող յարգը բոլոր անդամները:

$$\text{Պատ.՝ } Mg + Mr\omega^2 \left(\cos \omega t + \frac{r}{l} \cos 2\omega t \right)$$



41.9 խնդիր

41.10. Որոշել շրջան ճախարծիչի A կրկակալի և B առանցքայալի հենարանային հակազդումները 3 ա զանգ-



41.10 խնդիր

վածով E բեռը $\frac{1}{3}g$ արագացումով բարձրացնելու: Ամբարձիչի զանգվածը հավասար է 2տ, իսկ նրա զանգվածների կենտրոնը գտնվում է C կետում: D սալակի զանգվածը հավասար է 0,5 տ: Ամբարձիչը և սալակը անշարժ են: Չափերը նշված են նկարում:

Պատ.՝ $X_A = -X_B = 52,14 \text{ կն}; Y_A = 63,9 \text{ կն}:$

41.11. Որոշել նախորդ խնդրում գիտարկված շրջան ճախարծիչի A կրկակալի և B առանցքայալի հենարանային հակազդումները՝ սալակը E բեռի բացակայության դեպքում 0,5g տրագացումով դեպի ձախ տեղափոխվելու: Սալակի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է B հենարանի մակարդակի վրա:

Պատ.՝ $X_A = 12,8 \text{ կն}, X_B = -15,2 \text{ կն}, Y_A = 24,5 \text{ կն}:$

41.12. Երկու զուգահեռ ճախարծիչի ափի կապված լսաստի վրա 12 կմ/ժ արագությամբ բարձրանում է 7տ զանգվածով բեռնատար ավտոմեքենան. արգելակները բեռնատարին կանգնեցնում են 3 մ

տարածության վրա: Ընթացիկում, որ անիվների և լաստի վրա-քաշի միջև չիման ուժը հաստատուն է, որոշել ճուշակների լարումը: Լաստի զանգվածը և արագացումը անտեսել:

Պատ.՝ $T = 6.48$ կն:

Չ1.13. Մ զանգվածով ավտոմեքենան շարժվում է ուղղագիծ W արագացումով: Որոշել ավտոմեքենայի առջևի և հետևի անիվների ուղղածիզ ճնշումը, եթե նրա C զանգվածների կենտրոնը գտնվում է պետևի մակերևույթից h բարձրության վրա: Ավտոմեքենայի առջևի և հետևի առանցքների հեռավորությունները զանգվածների կենտրոնով անցնող ուղղածիզից համապատասխանաբար հավասար են a և b : Անիվների զանգվածները անտեսել: Ինչպե՞ս պետք է շարժվի ավտոմեքենան, որպեսզի առջևի և հետևի անիվների ճնշումները լինեն հավասար:

$$\text{Պատ.՝ } N_1 = \frac{M(gh - ah)}{(a+b)}, \quad N_2 = \frac{M(ga + wh)}{(a+b)}, \quad \text{ավտոմեքենան}$$

$$w = g \frac{a-b}{2h} \quad \text{դանդաղեցումով արգելափման դեպքում:}$$

Չ1.14. Ինչպիսի՞ W արագացումով է իջնում M_1 զանգվածով բեռը՝ բարձրացնելով նկարում պատկերված բազմաճախարակի միջոցով M_2 զանգված ունեցող բեռն: Ինչպիսի՞ն է M_1 բեռի հավասարաշափ շարժման պայմանը: Ճախարակների և ճուպանի զանգվածները անտեսել:

Ծանոթ: M_2 բեռի արագացումը չորս անգամ փոքր է M_1 բեռի արագացությանը:



Չ1.14 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } w = 4g \frac{4M_1 - M_2}{16M_1 + M_2}, \quad \frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{4}$$

Չ1.15. Մ զանգվածով և զաղաթին առնթներ $2x$ անկյունով հարթ սեպր իրարից հեռացնում է հորիզոնական ողորկ սեղանի վրա հանդստի մեջ գտնվող լուրաքանչյուրը M_1 զանգվածով երկու թիթեղների: Գրել սեպի և թիթեղների շարժման



Չ1.15 խնդիր

հավասարումները և որոշել սեպի ճնշման ուժը թիթեղներից յուրաքանչյուրի վրա:

Պատ.՝ Սեպի շարժման հավասարումը՝

$$s = \frac{1}{2} \omega t^2, \text{ որտեղ } \omega = g \frac{M \operatorname{ctg} \alpha}{M \operatorname{ctg} \alpha + 2M_1 \operatorname{tg} \alpha};$$

Թիթեղների շարժման հավասարումը՝

$$s_1 = \frac{1}{2} \omega t^2, \text{ որտեղ } \omega_1 = \omega \operatorname{tg} \alpha;$$

Ճնշումը՝

$$N = \frac{M_1 g \omega_1}{g \cos \alpha},$$

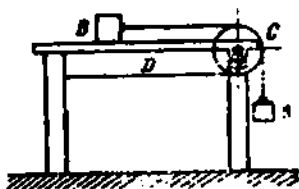
41.16. M_1 զանգվածով A բեռը իջնելով ներքե, անձգելի թելի միջոցով շարժման մեջ է գնում C անշարժ ճախարակի վրայով գցված M_2 զանգված ունեցող B բեռին: Որոշել D սեղանի ճնշման ուժը հատակի վրա, եթե սեղանի զանգվածը հավասար է M_3 -ի: Թելի զանգվածը անտեսել:

Պատ.՝
$$N = \left(M_1 + M_2 + M_3 - \frac{M_1^2}{M_1 + M_2} \right) g,$$

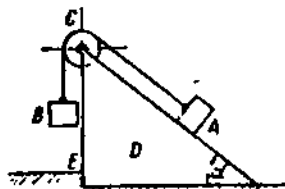
41.17. M_1 զանգվածով A բեռը իջնելով հորիզոնի հետ α անկյուն կազմող D թեք հարթության վրայով, C անշարժ ճախարակի վրայով գցված անձգելի թելի միջոցով շարժման մեջ է գնում M_2 զանգվածով B բեռին: Որոշել D թեք հարթության ճնշման հորիզոնական բաղադրիչը հատակի E կետի վրա: Թելի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝
$$N = M_1 g \frac{M_1 \sin \alpha - M_2 \cos \alpha}{M_1 + M_2}$$

41.18. M զանգվածով և l երկարությամբ համասեռ ձողը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է ձողին ուղղա-



41.16 խնդրի

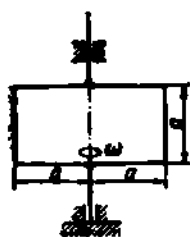


41.17 խնդրի

հալաց և նրա ժայռով անցնող անշարժ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը՝ մրոշել ձգող ուժը ձողի այն լայնական կտրվածքում, որը պտտման առանցքից գտնվում է z հեռավորության վրա:

$$\text{Պատ.՝ } F = \frac{M(l^2 - a^2)\omega^2}{2l}$$

41.19. M զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը ω անկյունային արագությամբ համասարաչափ պտտվում է ուղղաձիգ առանցքի շուրջը՝ մրոշել պտտման առանցքին ուղղահայաց ուղղությամբ այդ առանցքով անցնող կտրվածքում թիթեղին քայքայող ուժը:



$$\text{Պատ.՝ } \frac{1}{4} M a \omega^2$$

41.20. R շառավղով և M զանգվածով համասեռ կլոր սկավառակը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է իր ուղղաձիգ արամագծի շուրջը՝ մրոշել տրամագծի ուղղությամբ սկավառակին քայքայող ուժը:

41.19 խնդրին

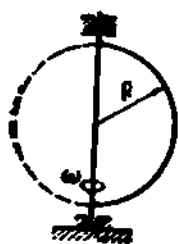
$$\text{Պատ.՝ } \frac{2MR\omega^2}{3\pi}$$

41.21. l երկարությամբ և M զանգվածով բարակ ուղղաձիգ համասեռ ձողը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է O (գնդային հոդակապ) անշարժ կետի շուրջը՝ գծելով OA առանցք և O կետում դադարի տենցող կոնական մակերևույթ: Հաշվել ձողի չեղման անկյունը ուղղաձիգ ուղղությամբ, ինչպես նաև O հոդակապի վրա ձողի ճնշման մեծությունը:

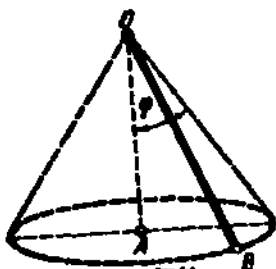
$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \arccos \frac{3g}{2l\omega^2}, \quad N = \frac{1}{2} M l \omega^2 \sqrt{1 + \frac{7g^2}{4l^2\omega^4}}$$

41.22. Կենտրոնախույս պտտառաջափռի մեջ a և b երկարություններով երկու բարակ համասեռ ուղղաձիգ ձողեր կոշտ միացված են ողիղ անկյան տակ, որի O դադարի հոդակապորեն միացված է ուղղաձիգ լիսեռի հետ, լիսեռը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Գտնել կախվածությունն ω -ի և φ երկարությամբ ձողի ուղղության և ուղղաձիգով կազմված φ չեղման անկյան միջև:

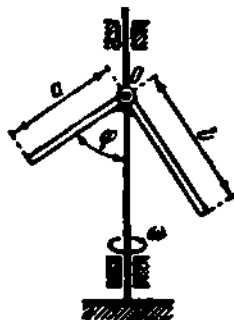
$$\text{Պատ.՝ } \omega^2 = \frac{b' \cos \varphi - a^2 \sin \varphi}{(b^2 - a^2) \sin 2\varphi}$$



41.20 խնդրին



41.21 խնդրին



41.22 խնդրին



41.23 խնդրին

41.23. AB քարակ համասեռ ուղղաձիգ ձողը հողակապորեն միացված է ուղղաձիգ լիսեռի հետ O կետում: Լիսեռը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Ուղղի ձողի շեղման փոփոխությունը ուղղաձիգից, եթե $OA=a$ և $OB=b$:

$$\text{Պատ.՝ } \cos\varphi = \frac{3}{2} \frac{g}{\omega^2} \frac{a-b}{a^2-ab+b^2},$$

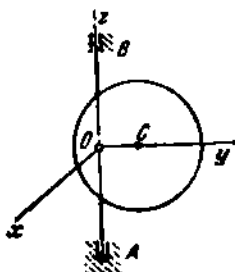
§ 42. Պտտվող պինդ մարմնի ճնշումը պտտման առանցքի վրա

42.1. 3000 կգ զանգվածով թափանցիկ զանգվածների կենտրոնը լիսեռի հորիզոնական առանցքից գտնվում է 1 մ հեռավորության վրա. առանցքակալների հեռավորությունները անիվից իրար համասար են: Գտնել ճնշման ուժերը առանցքակալների վրա, երբ լիսեռը կատարում է 1200 պտ/րոպ: Թափանցիկ ուսի պտտման առանցքին ուղղահայաց համաչափության հարթություն:

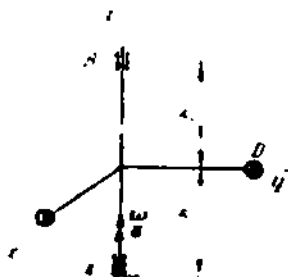
Պատ.՝ Առանցքակալներից լուրջքանչյուրի վրա ճնշման ուժը այն երկու ուժերի համագործ է, որոնցից մեկը համասար է 14,7 կՆ և ուղղված է ուղղաձիգով իսկ մյուսը համասար է 23,8 կՆ և զուգահեռ է լիսեռի առանցքի վրա գտնվող անիվի երկրաչափական կենտրոնը նրա զանգվածների կենտրոնի հետ միացող ուղղին:

42.2. M զանգվածով համասեռ կլոր սկավառակը ա անկյունային արագությամբ համասարաչափ պտտվում է սկավառակի հարթության մեջ դասավորված և նրա C զանգվածների կենտրոնից $OC=a$ հեռավորության վրա գտնվող անշարժ առանցքի շուրջը: Ուղղի առանցքի դինամիկական ճնշման ուժերը A կրկակալի և B առանցքակալի վրա, եթե $OB=OA$, x և y առանցքները անփոփոխ կապված են սկավառակի հետ:

$$\text{Պատ.՝ } X_A = X_B = 0, \quad Y_A = Y_B = \frac{1}{2} M g \omega^2,$$



42.2 խնդրին



42.4 խնդրին

42.3. Լուծել նախորդ խնդիրը ալն ենթադրությամբ, որ դիմադրության ուժերի առկայության դեպքում սեպատակի անկյունային արագությունը նվազում է $\omega = \omega_0 - \varepsilon_0 t$ օրենքով, որտեղ ω_0 -ն և ε_0 -ն դրական հաստատուններ են:

$$\text{Պատ.՝ } X_A = X_B = -\frac{1}{2} M g \varepsilon_0, \quad Y_A = Y_B = \frac{1}{2} M g \omega_0^2,$$

42.4. Ե անկյունային արագացմամբ հավասարաչափ արագացող պտտվող AB ուղղանիվ առանցքին ամրակցված են C և D երկու բեռներ՝ AB առանցքին ուղղահայաց և ըստ որում իրար փոխուղղահայաց $OC = OD = r$ երկու ձողերի միջոցով: Որոշել AB առանցքի դինամիկական ճնշման ուժերը A կրնկակալի և B առանցքակալի վրա: C և D բեռները բնդունել լուրաքանչյուրը M զանգվածով նյութական կետեր: Ձողերի զանգվածները անտեսել: Սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ: X և Y առանցքները անփոփոխ կապված են ձողերի հետ:

$$\text{Պատ.՝ } X_A = X_B = \frac{M}{2} r \varepsilon (z^2 + 1), \quad Y_A = Y_B = \frac{M}{2} r \varepsilon (z^2 - 1),$$

42.5. 2l երկարությամբ AB ձողը, որի ծայրերում գտնվում են M հավասար զանգվածով բեռներ, օ անկյունային արագությամբ հավասարաչափ պտտվում է ձողի երկարության մեջտեղով անցնող OZ ուղղանիվ առանցքի շուրջը: O կետի հեռավորությունը C առանցքակալից հավասար է a-ի: D կրնկակալից՝ հավասար է b-ի: Ձողի

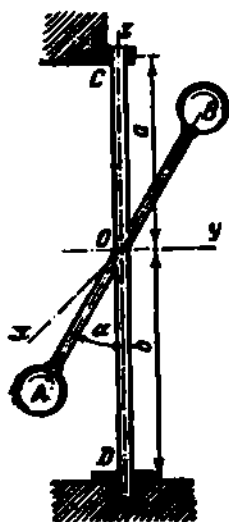
և Օ՝ առանցքի միջև եղած անկյունը պահպանում է հաստատուն և մեծությունը: Անտեսելով ձողի պանդածը և բեռների շափերը, որոշել C առանցքակալի և D կրնկակալի վրա ճնշման ուժերի պրոյեկցիաները ալն պահին, երբ ձողը գտնվում է OY հարթության մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } X_L = X_D = 0, \quad Y_C = -Y_D = \frac{Ml \omega^2 \sin 2\tau}{(a+b)}, \quad Z_D = -2Mg,$$

42.6. AB առանցքի ծալրերին հաղկված են լուրջքանշյուրը 1 և երկարությամբ և M_1 պանդվածով AC և BD հրկու միատեսակ շուռտփիկներ, որոնք սեպապնշված են իրար նկատմամբ 180° անկյան տակ: $2a$ երկարությամբ և M_2 պանդվածով AB առանցքը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ E և F առանցքակալներում, որոնք դա ազդողված են իրարից $2b$ հեռավորության վրա համաշափոթ են: Որոշել առանցքակալների վրա $\vec{N}_E$ և $\vec{N}_F$ ճնշման ուժերը ալն պահին՝ երբ AC շուռտփիկը ուղղածից ուղղված է դեպի վեր: Մտաբանշյուր շուռտփիկի գանգվածը ընդունել հավասարաչափ բաշխված նրա առանցքի երկայնքով:

$$\text{Պատ.՝ } N_E = \frac{1}{2} M_2 g + M_1 g - M_1 a \omega^2 / (2b) \quad \text{ճնշման ուժը } N_E > 0$$

դեպքում ուղղածից ուղղված է դեպի ներքև, $N_E < 0$ դեպքում՝ դեպի վեր:

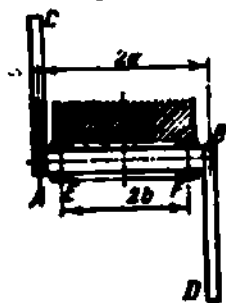


42.5 խնդրին

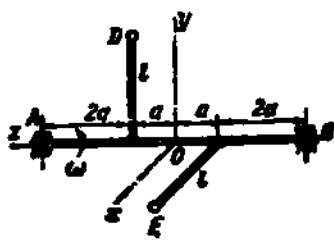
$$N_F = \frac{1}{2} M_2 g + M_1 g + M_1 a \omega^2 / (2b) \quad \text{ճնշման}$$

ուժը ուղղածից ուղղված է դեպի ներքև:

42.7. Հաստատուն ω անկյունային արագությամբ պտտվող AB հորիզոնական լիսեռնին ամրացված են նրան ուղղահայաց և փոխուղղա-

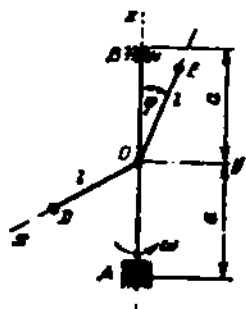


42.6 խնդրին



42.7 խնդրին

հալաց հարթությունների մեջ գտնվող l երկարությամբ երկու հավասար ձողեր (տես նկարը): Ձողերի ծայրերին դասավորված են յուրաքանչյուրը m զանգվածով A և B գնդերը: Որոշել լիսեռի զինամիկական ճնշման ուժերը A և B հենարանների վրա: Գնդերն ընդունել նյութական կետեր. ձողերի զանգվածները անտեսել:



42.8 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } N_A = N_B = \frac{\sqrt{5}}{3} m l \omega^2,$$

42.8. Հաստատուն ω անկյունային արագությամբ պտտվող AB ողղանկյուն լիսեռին կոշտ ամրացված են երկու ձող: OE ձողը լիսեռի հետ կազմում է φ անկյուն, OD ձողը ողղահայաց է AB լիսեռը և OF ձողը պարունակող հարթությամբ:

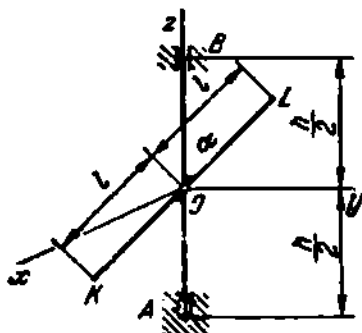
Տված են չափերը՝ $OE = OD = l$, $AB = 2a$, Ձողերի ծայրերին ամրացված են յուրաքանչյուրը m զանգվածով E և D երկու գնդերը: Որոշել լիսեռի զինամիկական ճնշման ուժերը A և B հենարանների վրա: D և E գնդերը ընդունել կետային զանգվածներ. ձողերի զանգվածներն անտեսել:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } X_A = X_B &= \frac{m l \omega^2}{2}, & Y_A &= \frac{m l \omega^2 (a - l \cos \varphi) \sin \varphi}{2a}, \\ Y_B &= \frac{m l \omega^2 (a + l \cos \varphi) \sin \varphi}{2a}, \end{aligned}$$

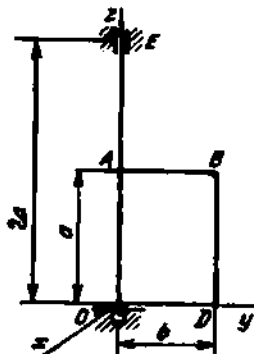
42.9. Օգտագործելով 34.1 խնդրի պայմանը, որոշել ծնկաձև լիսեռի զինամիկական ճնշման ուժերը K և L առանցքակայների վրա: Լիսեռը պտտվում է հավասարաչափ ω անկյունային արագությամբ: Լուծելու ժամանակ կարելի է օգտվել 34.1 և 34.23 խնդիրների պատասխաններից:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } X_K = -X_L &= \frac{3}{2} m d \frac{a+b}{4a+3b} \omega^2, \\ Y_K = -Y_L &= \frac{\sqrt{3}}{2} m d \frac{a+b}{4a+3b} \omega^2, \end{aligned}$$

42.10. AB ողղանկյուն առանցքի կենտրոնում ω անկյան տակ ամրացված KL համասեռ ձողը պտտվում է հավասարաչափ արագացող այդ առանցքի շուրջը ε անկյունային արագացումով: Որոշել AB առանցքի զինամիկական ճնշման ուժերը A կրկակալի և B առանցքակալի վրա: եթե M -ը ձողի զանգվածն է, $2l$ -ը՝ նրա երկարությունը,



42.10 խնդիր



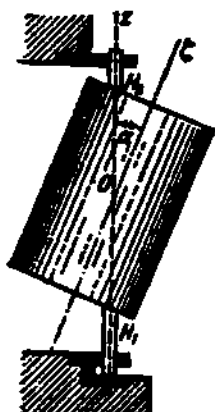
42.11 խնդիր

$OA=OB=h/2$; $OK=OL=l$, Սկզբնական պահին համակարգը գտնվել է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } X_B = -X_A = \frac{Ml^2}{6h} \varepsilon \sin 2\alpha, \quad Y_B = -Y_A = \frac{Ml^2}{6h} \varepsilon^2 \sin 2\alpha,$$

42.11. Մ զանգվածով և a ու b կողմերով $OABD$ համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը, որը OA կողմով ամրացված է OE լիսեռին, պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Հենարանների միջև հեռավորությունը՝ $OE=2a$: Հաշվել լիսեռի դինամիկական ճնշման կողմնային ուժերը O և E հենարանների վրա:

$$\text{Պատ.՝ } N_{Ox} = N_{Ex} = 0, \quad N_{Oy} = \frac{3}{8} Mb\omega^2, \quad N_{Ey} = \frac{1}{8} Mb\omega^2,$$



42.12 խնդիր

42.12. Մ զանգվածով, $2l_1$ երկարությամբ և l_2 շառավղով ուղիղ համասեռ կլոր պլանը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է զլանի ($\circ$) զանգվածների կենտրոնով անցնող OZ ազդածից առանցքի շուրջը: զլանի O առանցքի և OZ առանցքի միջև եղած անկյունը այս դեպքում պահպանում է հաստատուն α մեծությունը: Կրկակալի և առանցքակալի միջև եղած H_1H_2 հեռավորությունը հավասար է l_1 -ի: Որոշել կողմնային ճնշման ուժերը՝ կրկակալի վրա $\bar{N}_1$ -ը և առանցքակալի վրա N_2 -ը:

Պատ.՝ N_1 և N_2 ճնշումները ունեն միևնույն մեծությունը և ուղղությունը հակադիր են:

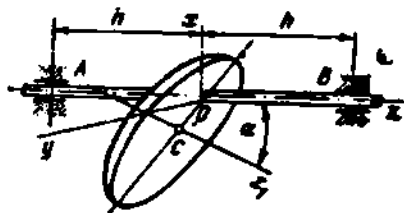
$$M \frac{\omega^2 \sin 2\alpha}{2h} \left(\frac{1}{3} l^2 - \frac{1}{4} r^2 \right)$$

մեծությունը և ուղղությունը հակադիր են:

42.13. Հաշվել AB առանցքի շուրջ շոգհատորքինի CD համասեռ բարակ կլոր սկավառակի պտտման ժամանակ ուժերը A և B առանցքակայաներում՝ ենթադրելով, որ AB առանցքը անցնում է սկավառակի O կենտրոնով, բաց սռնակի ոչ ճիշտ շաղափման հետեանքով սկավառակի հարթության ուղղահայացի հետ կազմում է $\angle AOE = \alpha = 0.02$ րադ անկյունը: Տված է՝ սկավառակի զանգվածը 3.27 կգ է, նրա շառավիղը՝ 20 սմ, անկյունային արագությունը համապատասխանում է 30 (10) պտ րոպ-ին, հեռավորություն $AO = 5$ սմ, $OB = 3$ սմ, AB առանցքը համարել բացարձակ պինդ և ընդունել $\sin 2\alpha = 2\alpha$:



42.13 խնդիր



42.14 խնդիր

Պատ.՝ ճնշման ուժերը սկավառակի կշռից՝ 12.1 Ն A առանցքակայի վրա և 20.0 Ն B առանցքակայի վրա: սկավառակի պտտման պտտության ճշման ուժերը առանցքակայաների վրա ունեն միևնույն 8.06 կՆ մեծություն և հակադիր ուղղություններ:

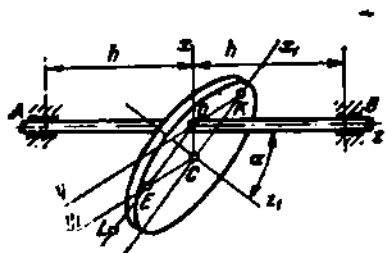
42.14. Գազատորքինի կլոր սկավառակի ոչճիշտ հավաքման հետեանքով սկավառակի հարթությունը AB առանցքի հետ կազմում է α անկյուն: Իսկ սկավառակի C զանգվածների կենտրոնը չի գտնվում ալից առանցքի վրա: Արտաբնականորեն $OC = a$: Դտնել դիտարկական ճնշման կողմնային ուժերը A և B առանցքակայաների վրա, եթե սկավառակի զանգվածը հավասար է M -ի, նրա շառավիղը R է: Իսկ $AO = NB = h$: սկավառակի պտտման անկյունային արագությունը հաստատուն է և հավասար է ω -ի:

Տոճ ց ու ժ: Օգտվել 34.27 խնդրի պատասխանից:

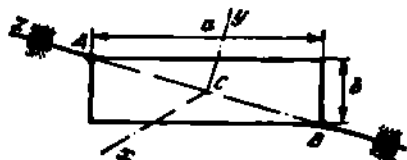
$$\text{Պատ.՝ } Y_A = Y_B = 0, X_A = -\frac{M}{2} \left[\left(\frac{R^2}{4} + a^2 \right) \frac{\sin 2\alpha}{2h} + a \cos 2\alpha \right] \omega^2,$$

$$X_H = \frac{M}{2} \left[\left(\frac{R^2}{4} + a^2 \right) \frac{\sin 2\alpha}{2h} - a \cos \alpha \right] \omega^2,$$

42.15. Մ զանգվածով և R շառավղով համասեռ կլոր սկավառակը հաղցելով է նրա O կենտով անցնող և իր CZ_1 համաչափության առանցքի հետ α անկյուն կազմող AB առանցքի վրա: Օձ-ը AB առանցքի հետ համընկած Z առանցքի պրոյեկցիան է սկավառակի հարթության վրա, ընդ որում $OE=a$, $OK=b$: Հաշվել գինամիկական ճնշման կողմնալին ուժերը A և B առանցքակայների վրա, եթե սկավառակը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ, իսկ $AO=OB=h$:



42.15 խնդիր



42.16 խնդիր

$B = 0, 5$ ժ: Օգտվել 34.13 խնդրի պատասխանից:

$$\text{Պատ.՝ } X_A = -\frac{1}{2} M a \omega^2 \cos \alpha - \frac{M}{4h} \left(\frac{1}{4} R^2 + a^2 \right) \omega^2 \sin 2\alpha,$$

$$X_B = -\frac{1}{2} M a \omega^2 \cos \alpha + \frac{M}{4h} \left(\frac{1}{4} R^2 + a^2 \right) \omega^2 \sin 2\alpha,$$

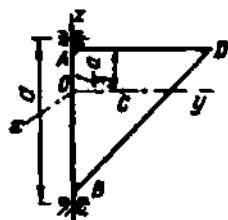
$$Y_A = -\frac{M b}{2} \left(1 + \frac{a}{h} \sin \alpha \right) \omega^2,$$

$$Y_B = -\frac{M b}{2} \left(1 - \frac{a}{h} \sin \alpha \right) \omega^2,$$

42.16. Մ զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը ա անկյունային արագությամբ հաճախարաչափ պտտվում է իր AB անկյունագծի շուրջը: Որոշել թիթեղի գինամիկական ճնշման ուժերը A և B հենարանների վրա, եթե կողմերի երկարությունները հաճախոր են a և b :

$$\text{Պատ.՝ } X_A = 0, \quad Y_A = \frac{-M a b \omega^2 (a^2 - b^2)}{12(a^2 + b^2)^{3/2}},$$

$$X_B = 0, \quad Y_B = \frac{M a b \omega^2 (a^2 - b^2)}{12(a^2 + b^2)^{3/2}},$$



42.17 խնդրի

42.17. Ինչպիսի՞ անկյունային արագությունը պետք է $AB=a$ էջի շուրջը պտտվի AB հազասարաբաժան ուղղանկյուն եռանկյան տեսք ունեցող համասեռ թիթեղը, որպեսզի կողմնային ճնշման ուժը ստորին B հենարանի վրա հազասարվի զրոյի: Հենարանների միջև եղած հեռավորությունը ընդունել հազասար AB էջի երկարությունը

$$\text{Պատ.՝ } \omega = 2\sqrt{\frac{g}{a}}$$

42.18. Վերաձրարձ կոտնկի պտտվող մասը բաղկացած է L երկարությամբ և M_1 զանգվածով CD սլաքից լուրսալանշյուրը M_2 զանգվածով E հակաշփոց և K քեռից (տես 34.31 խնդրի նկարը): Հաստատուն արգելակող մոմենտը միացնելիս կոտնկը՝ մինչ այդ պտտվելով $\eta=1,5$ պտրուպ-ին համապատասխանող անկյունային արագությամբ, կանգ է առնում 2 վ հետո:

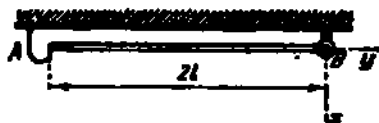
Միացր դիտելով որպես համասեռ բարակ հեծան, իսկ հակաշփոց քեռի հետ որպես կետային զանգվածներ, որոշել կոտնկի A և B հենարանների դինամիկական հակազդումները նրա արգելակման վերջում: Կոտնկի հենարանների միջև եղած հեռավորությունը՝ $AB=3$ մ, $M_1=5$ տ, $M_2=8$ տ, $\alpha=45^\circ$, $L=30$ մ, $l=10$ մ, ամբողջ համակարգի զանգվածների կենտրոնը դառնում է պտտման առանցքի վրա, քեռի շեղումը կոտնկի հարթությունից անտեսել, x և y առանցքները կապված են կոտնկի հետ, CD սլաքը գտնվում է y չափաբանության մեջ:

B և C ու A մ. Օգտվել 34.31 խնդրի պտտասխանից (ընդունելով $M_1=M_2$):

$$\text{Պատ.՝ } Y_A = -Y_B = 0, \quad X_B = -X_A = 60,9 \text{ կՆ.}$$

§ 43. Խառը խնդիրներ

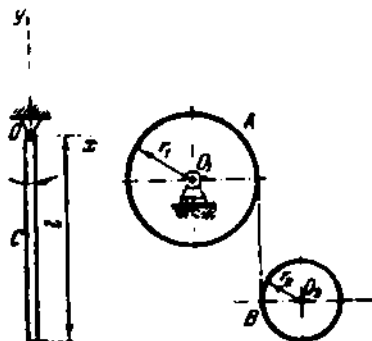
43.1. $2l$ երկարությամբ AB համասեռ ծանր հեծանը ամրակցված ծալրերի դեպքում գտնվում է հորիզոնական դիրքում: Մի ինչ-որ պահին A ծալրը ազատվում է, և հեծանը սկսում է ընկնել՝ պտտվելով B ծալրով անցնող հորիզոնական շուրջը: ալն պահին, երբ հեծանը դառնում է ուղղանկյուն, ազատվում է նաև B ծալրի: Որոշել հեծանի հետագա շարժման ժամանակ նրա զանգվածների կենտրոնի հետագիծը և Ե անկյունային արագությունը:



43.1 խնդրի

Պատ.՝ 1) Պարաբոլ՝ $y^2 = 3lx + 3l^2$; 2) $\omega = \sqrt{3g/2l}$

ԿՅ.2. Լ երկարությամբ ծանր համասեռ ձողը իր զերին ծայրով կախված է Օ հորիզոնական առանցքից: Ուղղաձիգ զիջում պանվոդ ձողին հաղորդել է $\omega_0 = 3\sqrt{g/l}$ անկյունային արագություն: Կատարելով կես պտույտ, նա անշարժում է Օ առանցքից: Որոշել ձողի հետագա շարժման ժամանակ նրա պանդվածների կենտրոնի հետագիծը և պտույտան ω անկյունային արագությունը:



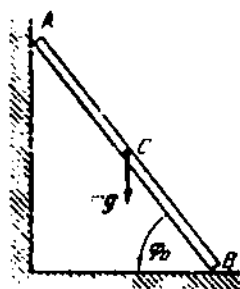
Պատ.՝ 1) Պարաբոլ՝ $yc = \frac{l}{2} - \frac{2}{3l}x^2$; 2) $\omega = \sqrt{3g/l}$

ԿՅ.3. A և B երկու համասեռ 43.2 խեղրին 43.3 խեղրին կլոր գլաններ, որոնց զանգվածները համապատասխանաբար հավասար են M_1 -ի և M_2 -ի, իսկ հիմքերի շառավիղները՝ r_1 -ի և r_2 -ի, փաթաթված են ճկուն թելերով, որոնց զալարները համաչափ են զառավորված գլանների հիմքերին զուգահեռ միջին հարթությունների նկատմամբ: զլանների առանցքները հորիզոնական են, ընդ որում նրանց ծնիչները ուղղահայաց են ամենամեծ թեթիվածքների գծերին: A գլանի առանցքը անշարժ է: B գլանը հանգստի վիճակից ընկնում է ծանրության ուժի ազդեցության տակ:

Որոշել շարժումը սկսվելուց հետո t պահին՝ ճնթաղւելով, որ ալդ պահին թելերը զեռես մնում են փաթաթված երկու գլանների վրա էլ: 1) գլանների ω_1 և ω_2 անկյունային արագությունները, 2) B գլանի զանգվածների կենտրոնի անցած S ճանապարհը և 3) թելերի T լարումը:

Պատ.՝ 1) $\omega_1 = \frac{2gM_2}{r_1(3M_1 + 2M_2)}t$, $\omega_2 = \frac{2gM_1}{r_2(3M_1 + 2M_2)}t$;
2) $s = \frac{g(M_1 + M_2)}{3M_1 + 2M_2}t^2$; 3) $T = \frac{M_1M_2g}{2(3M_1 + 2M_2)}$

ԿՅ.4. a երկարությամբ AB համասեռ ձողը ուղղաձիգ հարթության մեջ գրված է հորիզոնի նկատմամբ φ_0 անկյան տակ ալնպես, որ նա A ծայրով հենվում է հարթ ուղղաձիգ պատի վրա, իսկ B ծայրով՝ հարթ հորիզոնական հատակին: ալնահետե ձողին թողել են ընկնելու առանց սկզբնական արագություն:



3.4 խնդիր

1) Որոշել ձողի անկյունային արագությունը և անկյունային արագացումը: 2) Վրտակել թե ինչպիսի φ_1 անկյուն կկազմի ձողը հորիզոնի հետ այն պահին, երբ նա հեռանում է պատից:

$$\text{Պատ.՝ 1) } \varphi = l \sqrt{\frac{3g}{2} (\sin \varphi_0 \sin \varphi)},$$

$$\varphi = -\frac{3g}{2g} \cos \varphi; \quad 2) \sin \varphi_1 = \frac{2}{3} \sin \varphi_0$$

4.3.5. Սկզբնականում նախորդ խնդրի պայմանը, որոշել ձողի φ անկյունային արագությունը և նրա ստորին ծայրի արագությունը՝ ձողը հատակին ընկնելու պահին:

$$\text{Պատ.՝ } \dot{\varphi} = \sqrt{\frac{3g}{2} \left(1 - \frac{1}{9} \sin^2 \varphi_0\right) \sin \varphi_0},$$

$$v_A = \frac{1}{3} \sin \varphi_0 \sqrt{g \sin \varphi_0}$$

4.3.6. Ուղղանկյուն տեսքի ABCD բարակ համասեռ տախտակը զեմառված է ուղղանիվ պատին և հենվում է առանց զխիլների E և F հրկու մեխերի վրա: Հնոավ բռնվում է AE=FD: Մի ինչ-որ պահին տախտակը սկսում է ընկնել աննշան փոքր սկզբնական անկյունային արագությամբ՝ պտտվելով AD ուղղի շուրջը:

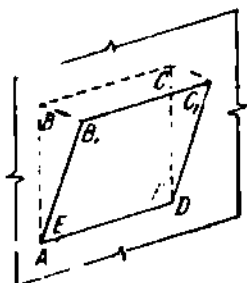
Ընդունելով, որ տախտակի սահքը մեխերի երկայնքով բացառվում է, որոշել, թե ինչպիսի $\alpha_1 = \angle B A \beta_1$ անկյան դեպքում հակազդման հորիզոնական բաղադրիչը կփոխի իր ուղղությունը և ինչպիսի α_2 անկյան դեպքում տախտակը կպոկվի մեխերից:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha = \arccos \frac{2}{3} = 70^\circ 32',$$

4.3.7. Որև սկզբնականում պտտվում են միևնույն առանցքի շուրջը ω_1 և ω_2 անկյունային արագություններով: սկզբնականների ինեբրցիայի մոմենտները այդ առանցքի նկատմամբ հավասար են J_1 -ի և J_2 -ի: Որոշել կրենտիկ ընեբրցիայի կորուստը այն դեպքում, երբ հրկու սկզբնականներն էլ հանկարծակի միացվեն շփման կցորդիչով: նրա զանգվածը անտեսել:

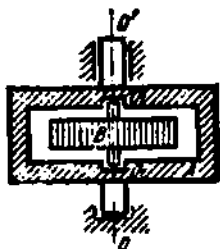
$$\text{Պատ.՝ } \Delta T = \frac{1}{2} \frac{J_1 J_2}{J_1 + J_2} (\omega_1 - \omega_2)^2,$$

43.8. A մարմինը առանց շփման պր-տրտվում է $O O'$ առանցքի նկատմամբ ω անկլոնային արագությամբ: A մարմնի մեջ $O_1 O_1'$ առանցքի վրա տեղափոխված է նույն կողմը ԵՑ հարաբերական անկլոնային արա-պությամբ պտտվող B ռոտորը: $O O'$ և $O_1 O_1'$ առանցքները զաստվորված են մի ուղղի վրա: A մարմնի և B ռոտորի իներցիայի մոմենտ-ները ալի ուղղի նկատմամբ հավասար են J_A և J_B : Անտեսնելով կորուստները, որոշել այն աշխատանքը, որ պետք է կատարի A մար-մնի մեջ տեղակայված շարժիչը՝ B ռոտորին այնպիսի անկլոնային արագություն հաղորդելու համար, որի զեպքում A մարմինը կանց առնի:

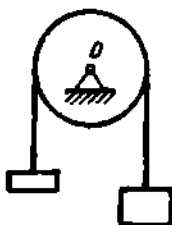


43.6 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } A = \frac{1}{2} J_A \left[\omega_A^2 \left(1 + \frac{J_A}{J_B} \right) + \omega_A \omega_B \right],$$



43.8 խնդրին



43.9 խնդրին



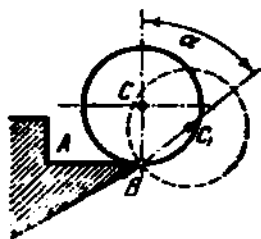
43.10 խնդրին

43.9. Առանց գիմադրություն O հորիզոնական առանցքի շուրջը ω_0 անկլոնային արագությամբ պտտվող փոկանիվի վրա զցնցին ծալրերին երկու բեռ տնեցող փոկը: Փոկանիվի M զանգվածով և r շառավղով համասեռ սկավառակ է, բեռներով յուրաքանչյուրի զանգ-վածը՝ $M = 2m$: Անշանելով բեռների սկզբնական արագությունները հավասար գրոլի, որոշել, թե ինչպիսի արագությամբ նրանք կշար-ժըվեն այն թանից հետո, հենց որ փոկի սահքը փոկանիվով զաղարիչ Դտնել նաև փոկի և փոկանիվի միջև շփման ուժերի աշխատանքը:

$$\text{Պատ.՝ } v = \frac{1}{9} \omega_0 r, \quad A_{\text{շ}} = \frac{2}{9} m \omega_0^2 r^2,$$

43.10. M զանգվածով պինդ մարմինը ճոճվում է նկարի հար-թությամբ ուղղահայաց O հորիզոնական առանցքի շուրջը: Կախման

առանցքից մինչև C զանգվածների կենտրոնն հղած հեռավորությունը հավասար է B -ի, մարմնի իներցիայի շառավիղը զանգվածների կենտրոնով անցնող և նկարի հարթությանը ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ հավասար է ρ -ի: Սկզբնական պահին մարմինը հավասարակշռության դիրքից շեղված է եղել φ_0 անկյունով և բաց է թողնված առանց սկզբնական արագության: Որոշել առանցքի հակադրման $\bar{R}$ և



43.11 խնդրի

$\bar{N}$ երկու բաղադրիչները, որոնք դասավորված են կախման կետով և մարմնի զանգվածների կենտրոնով անցնող ուղղության երկայնքով ու նրան ուղղահայաց ուղղությամբ: Դրանք արտահայտել, ուղղածիրից մարմնի շեղման φ անկյունից կախված:

$$\text{Պատ.՝ } R = Mg \cos \varphi + \frac{2MgR^2}{\rho^2 + a^2} (\cos \varphi - \cos \varphi_0),$$

$$N = \rho g \frac{\rho^2}{\rho^2 + a^2} \sin \varphi,$$

43.11. Դանք համասեռ պլանը, առանալով աննշան փոքր սկզբնական արագություն, առանց սահքի գլորվում ընկնում է AB հորիզոնական հարթակից, որի B եզրը սրված է և զուգահեռ է պլանի ժնիշին: Դլանի հիմքի շառավիղը է է: Դլանը հարթակից անջատվելու պահին նրա առանցքով և B եզրով անցնող հարթությունը ուղղածիր գիրքից շեղված է մի որոշ $\angle BCC_1 = \alpha$ անկյունով: Որոշել պլանի անկյունային արագությունը՝ հարթակից նրա անջատման պահին, ինչպես նաև α անկյունը: Դլորման շփումը և ողի դիմադրությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = 2\sqrt{\frac{g}{7r}}, \quad \alpha = \arccos \frac{4}{7} = 55.1^\circ,$$

43.12 Սառույց հղկող ապտոմեքենան ուղղադիր շարժվում է սահաղաշտի հորիզոնական հարթությամբ: Զանգվածների C կենտրոնի դիրքը նշված է 35.12 ինչրի նկարում: Շարժիչի անջատման պահին մեքենան տնեցել է v արագությամբ: Դրանի մեքենայի անկած ճանապարհը մինչև կանգառնելը, եթե φ_0 -ը ապտոմեքենայի անիվների և սառույցի միջև գլորման շփման գործակիցն է, իսկ ρ -ը սահքի շփման գործակիցն է A հղկող եզրի և սառույցի միջև: Ե շառավղով և առանց սահքի գլորվող անիվների զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{v^2}{2g} \frac{3r}{2r + \rho},$$

13.13. Ուղղաձիգ առանցք ունեցող կլոր գլանի կողմնային մակերևույթի վրա փոքրված է 2 վերելքի անկյուն ունեցող ուղորկ պտուտակային փողրակ: Դլանը կարող է առանց շփման պտտվել իր առանցքի շուրջը. սկզբնական պահին նա զտնվում է հանգստի մեջ. փողրակի մեջ բաց են թողնում ծանր գնդիկ նույննեղում է փողրակի մեջ առանց սկզբնական արագության և ստիպում է խողովակին պտտվել: Տված է. գլանի զանգվածը M նրա շառավիղը՝ R , գնդիկի զանգվածը՝ m . Գնդիկից մինչև առանցք եղած հեռավորությունը ընդունում ենք հավասար R -ի և գլանի իներցիայի մոմենտը հավասար $\frac{1}{2}MR^2$ -ի: Որոշել այն ω անկյունային արագությունը, որ կունենա գլանը այն պահին, երբ գնդիկը իջնում է h բարձրությամբ:

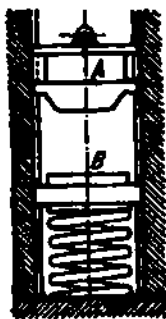
$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{2m \cos \alpha}{R} \sqrt{\frac{2gh}{(M+2m)(M+2m \sin^2 \alpha)}}$$

§ 44. Հարված

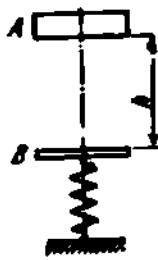
44.1. Ցլահարի A տոփանը ընկնում է 4,905 մ բարձրությունից և հարվածում է զսպանակի վրա ամրացված B սալին: Տոփանի զանգվածը 10 կգ է. սալի զանգվածը՝ 5 կգ: Որոշել, թե ինչպիսի արագությամբ կսկսվի սալի շարժումը հարվածից հետո, եթե տոփանը սկսի շարժվել նրա հետ միասին:

Պատ.՝ 6,56 մ/վ:

44.2. M_1 զանգվածով A բեռը առանց սկզբնական արագության ընկնում է h բարձրությունից C կոշտության գործակից ունեցող զսպանակին ամրացված M_2 զանգվածով B սալի վրա: Գտնել հարվածից հետո զսպանակի սեղմման s մեծությունը այն ենթադրությամբ, որ վերականգնման գործակիցը հավասար է գրուլի:



44.1 խնդրին



44.2 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{M_1 g}{c} + \sqrt{\frac{M_1^2 g^2}{c^2} + 2gh \frac{M_1}{c(M_1 + M_2)}}$$

44.3. Վերականգնման գործակիցի փորձնական որոշման համար օգտագործվող սարքի մեջ փորձարկվող նյութից պատրաստված զրնդիկը առանց սկզբնական արագության ուղղաձիգ թափանցելի փողակի

Ներսոս $h_1=50$ սմ տրված քարձրությունից ընկնում է համապատասխան նյութից պատրաստված և անշարժ ամրացված հորիզոնական թիթեղի վրա: Գտնել վերականգնման գործակիցը, եթե հարվածից հետո գնդիկի վեր թռչելու քարձրությունը եղավ համասար $h_2=45$ սմ:

Պատ.՝ $k=\sqrt{h_2/h_1}=0.95$,

ԳՆ.Գ. Առանցքական գնդիկը ուղղանիզով h քարձրությունից ընկնում է հորիզոնական սալի վրա, ետ է թռչում նրանից գեպի վեր. նորից ընկնում է սալի վրա և այլն՝ շարունակելով այդ շարժումները: Գտնել գնդիկի անցած ճանապարհը մինչև կանգառնելը, եթե վերականգնման գործակիցը հարվածի ղեպքում հավասար է k -ի:

Պատ.՝ $s=\frac{1+k^2}{1-k^2}h$,

ԳՆ.Ծ. m_1 և m_2 զանգվածներով ու k վերականգնման գործակցով երկու մարմին շարժվում են համընթաց միևնույն ուղղությամբ: Ինչպիսի՞ն պետք է լինեն նրանց v_1 և v_2 արագությունները, որպեսզի հարվածից հետո հասնող m_1 բեռը կանգնի, իսկ m_2 բեռը ստանա տրված U_2 արագությունը:

Պատ.՝ $v_1=\frac{1+k}{k} \frac{m_2}{m_1+m_2} U_2$; $v_2=\frac{m_1-km_2}{k(m_1+m_2)} U_2$,

ԳՆ.Ծ. 12 ա զանգվածով շոգեմուրճը A միջ աբաղությունում է գնդակի վրա, որի զանգվածը կովոդ մանրամասի հետ միասին հավասար է 250 ա: Գտնել կովոդ մանրամասի կշռած A_1 աշխատանքը և հիմքի ցնցման վրա կորցրած A_2 աշխատանքը, ինչպես նաև հաշվել մուրճի օդաակար զարժույթյան η գործակիցը. հարվածը ոչ-առանցական է:

Պատ.՝ $A_1=143$ կՆ մ, $A_2=6.87$ կՆ.մ, $\eta=0.95$,

ԳՆ.Է. $m_1=10$ կգ զանգվածով մուրճը տափակեցնում է կիսահամընթաց միջև անհրաժեշտ ջափերի 70 հարվածի ընթացքում: Քանի՞ հարվածի ընթացքում կկատարի այդ գործողությունը $m_2=100$ կգ զանգվածով մուրճը, եթե շարժման մեջ դնող մեխանիզմը նրան հաղորդում է նույնպիսի արագություն, ինչ որ առաջին մուրճին: Ջնշանի զանգվածը՝ $M=200$ կգ: Հարվածը ընդունել բացարձակ ոչ-առանցական:

Պատ.՝ 10 հարված:

ԳՆ.Ը. Գտնել իրար հանդիման v_1 և v_2 արագություններով շարժվող երկու միառեսակ գնդերի արագությունները բացարձակ հարվածից հետո:

Պատ.՝ Հարվածից հետո գնդերը արագություններով փոխանակվում են:

ԳՂ.9. A և B երկու միասեռակ առածգական գնդեր շարժվում են իրար հանդիման: Մինչև հարվածն ունեցած արագությունների ինչպիսի՞ հարաբերության դեպքում A գունդը հարվածից հետո կանգ կառնի: Վերականգնման գործակիցը հարվածի դեպքում հավասար է k -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{v_A}{v_B} = \frac{1+k}{1-k},$$

ԳՂ.10. λ մարմինը հետապնդում է B մարմինն՝ ունենալով 3 անգամ մեծ արագություն: Ինչպիսի՞ն պետք է լինի ալդ մարմինների զանգվածների հարաբերությունը, որպեսզի հարվածից հետո A մարմինը կանգ առնի: Հարվածը ընդունելու ուղիղ կենտրոնական: Վերականգնման գործակիցը՝ $k=0.8$:

$$\text{Պատ.՝ } m_B/m_A = 5,$$

ԳՂ.11. Ռոշել երկու գնդերի m_1 և m_2 զանգվածների հարաբերությունը հետևյալ երկու դեպքերում. 1) առաջին գունդը գտնվում է հանգստի մեջ, տեղի է ունենում կենտրոնական հարված, որից հետո երկրորդ գունդը մնում է հանգստի մեջ, 2) գնդերը հանդիպում են հավասար և հակադիր արագություններով, կենտրոնական հարվածից հետո երկրորդ գունդը մնում է հանգստի մեջ: Վերականգնման գործակիցը հավասար է k -ի:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \frac{m_2}{m_1} = k, \quad 2) \frac{m_2}{m_1} = 1 + 2k,$$

ԳՂ.12. m_1 , m_2 և m_3 զանգվածներով երեք բացարձակ առածգական գնդեր գտնվում են հարթ փոդրակում իրարից մի որոշ հեռավորության վրա: Մի որոշ սկզբնական արագությամբ բաց թողնված առաջին գունդը հարվածում է հանգստի մեջ գտնվող երկրորդ գնդին, որը սկսելով շարժվել, իր հերթին հարվածում է հանգստի մեջ գտնվող երկրորդ գնդին: Երկրորդ գնդի m_2 զանգվածի ինչպիսի՞ մեծություն դեպքում երրորդ գունդը կստանա ամենամեծ արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } m_2 = \sqrt{m_1 m_3},$$

ԳՂ.13. m_1 զանգված ունեցող և v_1 արագությամբ համընթաց շարժվող գունդը հանդիպում է m_2 զանգվածով հանգստի մեջ գտնվող գնդին, այնպես որ նրա արագությունը հարվածի պահին գնդերի կենտրոնները միացնող ուղղի հետ կազմում է α անկյուն: Որոշել 1) առաջին գնդի արագությունը հարվածից հետո՝ հարվածն ընդա-

Ներքև բացարձակ ոչ-առաձգական, 2) զնդերից լուրաքանչյուրի արագությունը հարվածից հետո ալն ենթադրություններ, որ հարվածը առաձգական է k վերականգնման գործակիցով:

$$\text{Պատ.՝ 1) } v_1 = v_1 \sqrt{\sin^2 \alpha + \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 \cos^2 \alpha};$$

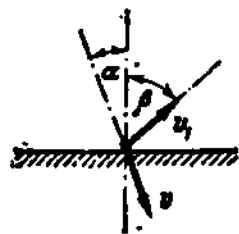
$$2) v_1 = v_1 \sqrt{\sin^2 \alpha + \left(\frac{m_1 - km_2}{m_1 + m_2} \right)^2 \cos^2 \alpha}, \quad v_2 = v_1 \frac{m_1(1+k)\cos \alpha}{m_1 + m_2}.$$

ԳՆ.14. Բացարձակ առաձգական գունդը, որի կենտրոնը շարժվում է ուղղահիվ v արագությամբ, հանդիպում է հարթ ուղղանիվ հարթությանը α անկյան տակ: Որոշել զնդի արագությունը հարվածից հետո:

Պատ.՝ Ընդհանրացման անկյունը հաստատ է անկման անկյանը, արագությունները հարվածից առաջ և հետո մեծություններ հաստատ են:

ԳՆ.15. Պողպատե զնդիկը ընկնում է հորիզոնական հարթության վրա 45° անկյան տակ և ետ է թռչում ուղղանիվի Նկատմամբ 60° անկյան տակ: Որոշել վերականգնման գործակիցը հարվածի դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } k = 0.58;$$



44.16 խնդիր

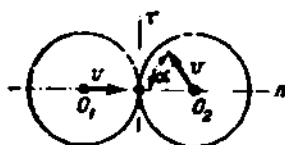
ԳՆ.16. Գնդիկը թեքությամբ ընկնում է անշարժ հորիզոնական հարթության վրա v արագությամբ և հարթությունից ետ է թռչում $v_1 = v\sqrt{2}/2$ արագությամբ: Որոշել անկման α անկյունը և β անդրադարձման անկյունը, եթե հարվածի դեպքում վերականգնման գործակիցը՝ $k = \sqrt{3}/3$:

$$\text{Պատ.՝ } \alpha = \pi/6, \quad \beta = \pi/4;$$

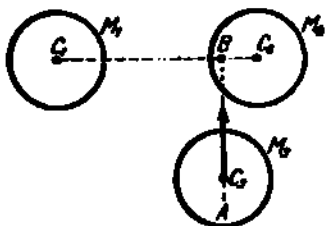
ԳՆ.17. Բացարձակ առաձգական երկու միատեսակ զնդեր՝ շարժվելով համընթաց, իրար հարվածում են մեծությամբ հաստատ v արագություններով: Ձախ զնդի արագությունը մինչ հարվածը ուղղված է կենտրոնագծով դեպի աջ, իսկ աջ զնդի արագությունը մինչ հարվածը կենտրոնագծի հետ կապվում է α անկյուն (տես նկարը): Գտնել զնդերի արագությունները հարվածից հետո:

Պատ.՝ $u_{1n} = -v \cos \alpha$, $u_{1\tau} = 0$, $u_{2n} = v$, $u_{2\tau} = v \sin \alpha$: n առանցքը կենտրոնների գծով ուղղված է դեպի աջ, τ առանցքը՝ դեպի վեր:

ԳՆ.18. Կան R շառավղով M_1 , M_2 , M_3 երեք միատեսակ զնդեր, կենտրոնների միջև հեռավորությունը՝ $C_1C_2 = R$: Որոշել, թե C_1C_2 գծին ուղղահայաց ինչպիսի՞ AB ուղղի վրա պետք է գտնվի երրորդ



44.17 խնդրին



44.18 խնդրին

գնդի C_2 կենտրոնը, որպեսզի այդ գունդը՝ ստանալով մի որոշ արագության AB ուղղությամբ, M_2 գնդին հարվածելուց հետո M_1 գնդին հասցնի կենտրոնական հարված. գնդերը բացթողնակ պինդ են և շարժվում են համընթաց:

Պատ.՝ AB ուղղի հեռավորությունը C_2 կենտրոնից հավասար է $BC_2 = 4R^2/a$:

44.19. Շենքի հիմքի տակ հողը ամրապնդելու համար $M=51$ կգ զանգվածով ցցերը ներս են խփվել մի ցցահարով, որի $M_1=451$ կգ զանգվածով զարկիչը ընկել է $h=2$ մ բարձրությունից առանց սկզբնական արագության. վերջին առաք հարվածների ժամանակ ցիցը խորացավ $\delta=5$ սմ-ով: Որոշել հողի միջին դիմադրությունը ցցերը ներս խփելիս: Հարվածն ընդունել ոչ առաձգական:

Պատ.՝ $S=159$ կՆ,

44.20. m_1 և m_2 զանգվածներով երկու գնդեր կախված են l_1 և l_2 երկարություններով զուլահեռ թելերից այնպես, որ նրանց կենտրոնները գտնվում են միեւնոյն բարձրության վրա: Առաջին գույքը շեղված է ձիւլ ուղղածիցից α_1 անկյունով և ապա բաց է թողնվել առանց սկզբնական արագության: Որոշել երկրորդ գնդի սահմանափակ շեղման α_2 անկյունը, եթե վերականգնման գործակիցը հավասար է k -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \sin \frac{\alpha_2}{2} = \frac{m_1(1+k)}{m_1+m_2} \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \sin \frac{\alpha_1}{2},$$

44.21. Հարվածող մեքենայի ճոճանակը բաղկացած է 10 սմ շառավղով և 5 սմ հաստությամբ պողպատե A սկավառակից ու 2 սմ տրամագծով և 50 սմ երկարությամբ պողպատե B կլոր ձողից: Հորիզոնական հարթությունից, որի վրա գտնվում է պտտման O առանցքը, ինչպիսի՝ l հեռավորություն վրա պետք է տեղափոխված լինի մեքենայով շարժվող սրուցաքարը, որպեսզի առանցքը հարված չկրի: Հարվածի իմպուլսը գտնվում է նկարի հարթության մեջ և ուղղված է հորիզոնական:

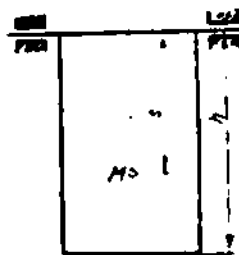
Պատ.՝ $l=97,5$ սմ:

43.22. Որոշել հրաձգության համար օգտագործվող ուղղանկյուն թիրախի հարվածի կենտրոնի դիրքը: Թիրախի բարձրությունը հավասար է h -ի:

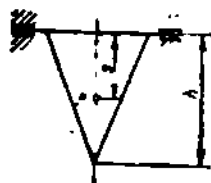
Պատ.՝ $S=2h/3$:



44.21 խնդրին



44.22 խնդրին



44.23 խնդրին

43.23. Որոշել հրաձգության համար օգտագործվող եռանկյուն թիրախի K ծանրության կենտրոնի դիրքը: Թիրախի բարձրությունը հավասար է h -ի:

Պատ.՝ $s=h/2$:

43.24. Երկու փոկանիւթներ պատվում են միևնույն հարթության մեջ իրենց առանցքների շառքը ω_{10} և ω_{20} անկյունային արագություններով: Որոշել փոկանիւթների ω_1 և ω_2 անկյունային արագությունները այն բանից հետո, երբ նրանց վրա կզցվի փոկ. ընդունելով փոկանիւթները միևնույն խտության R_1 և R_2 շառավիղներով կլոր սկավառակներ և անտեսելով սահքը ու փոկի զանգվածը:

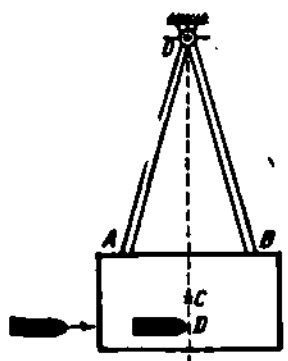
$$\text{Պատ.՝ } \omega_1 = \frac{R_1^3 \omega_{10} + R_2^3 \omega_{20}}{R_1(R_1^2 + R_2^2)}, \quad \omega_2 = \frac{R_2^3 \omega_{10} + R_1^3 \omega_{20}}{R_2(R_1^2 + R_2^2)}$$

43.25. Արկի արագությունը որոշելու համար օգտագործվող բալիստիկ ճոճանակը բաղկացած է O հորիզոնական առանցքից կախված AB գլանից՝ գլանը A մի ծալից բացված է և լցված է ավազով. գլան ներս թռչող արկը առաջացնում է ճոճանակի պտտում O առանցքի շուրջը մի որոշ անկյունով, ծված է՝ ճոճանակի M կանգվածը, նրա C զանգվածների կենտրոնից մինչև O առանցքը եղած $OC=h$ հեռավորությունը, իներցիայի J շառավիղը O առանցքի նկատմամբ, արկի m զանգվածը, հարվածի իմպուլսի ազդման գծից մինչև առանցքը եղած $OD=a$ հեռավորությունը, ճոճանակի շեղման α անկյունը: Որոշել արկի արագությունը՝ ենթադրելով, որ ճոճանակի O առանցքը հարված չի կրում, ընդ որում $a \ll h$:

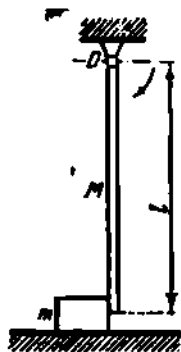
$$Q_{\text{ատ.}} v = \frac{2(Mh + ma)}{m} \sqrt{\frac{g}{a} \sin \frac{a}{2}}$$

44.26. Իր վերին ծայրով () գլանալին հոդակապին ամրացված M զանգվածով և l երկարությամբ համասեռ ձողը ընկնում է հորիզոնական դիրքից առանց սկզբնական արագության: Ուղղանկյուն դիրքում նա հարվածում է m զանգվածով բեռին՝ հաղորդելով նրան ջարժում հորիզոնական խորդուրտի հարթությամբ: Սահքի շփման գործակիցը λ է: Որոշել բեռի անցած ճանապարհը՝ ընդունելով հարվածը ոչ առաձգական:

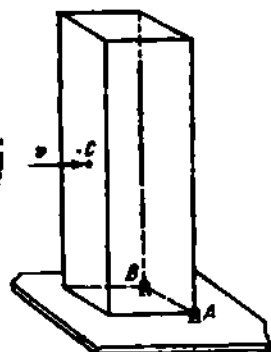
$$Q_{\text{ատ.}} s = \frac{3l}{2\lambda} \frac{M^2}{(M + 3m)^2}$$



44.25 խնդիր



44.26 խնդիր

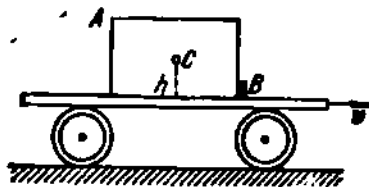


44.27 խնդիր

44.27. Քառակուսի հիմքով ուղիղ համասեռ պրիզման դրված է հորիզոնական հարթության վրա և կարող է պտտվել աչք հարթության վրա գտնվող AB կողի շուրջը: Պրիզմայի հիմքի կողը հավասար է a -ի, նրա բարձրությունը $3a$ է, զանգվածը՝ $3m$: AB կողի դիմացն ընկած կողմնային նիստի C մեջտեղում հարվածում է m զանգվածով գունդը հորիզոնական v արագությամբ:

Լինթադրելով, որ հարվածը ոչ-առաձգական է և որ գնդի զանգվածը կենտրոնացված է նրա կենտրոնում, որը հարվածից հետո մնում է C կետում, որոշել $\bar{v}$ արագության այն ամենափոքր արժեքը, որի դեպքում պրիզման կշրջվի:

$$Q_{\text{ատ.}} v = \frac{1}{3} \sqrt{53ga}$$



44.28 խնդրի

44.28. Հենահարթակը իր վրա պրիզմաձև թեփ հետ միասին $\bar{v}$ արագությամբ զրոյվում է հորիզոնական ուղիներով, Հենահարթակի վրա կա ելուստ, որին հանվում է թեփի B կողմը՝ խոչընդոտելով վերջինին սահելու հենահարթակով դեպի առաջ, սակայն չխոչընդոտելով նրա

պտտման B կողմի շուրջը: Տված է՝ հենահարթակից թեփի զանգվածների կենտրոնի h բարձրությունը, B կողմի նկատմամբ թեփի ինեռյալի I շառավիղը: Որոշել B կողմի շուրջը թեփի պտտման ω անկյունային արագությունը հենահարթակի ակնթարթային կանգառման պահին:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = hv/\rho^2,$$

44.29 Նախորդ խնդրի պայմաններում ընդունելով, որ թեփ իրենից ներկայացնում է համասեռ ուղղանկյան զուգահեռանիստ, որի կողմի երկարությունը հենահարթակի երկայնքով հավասար է d մ.ի., բարձրությունը՝ 3 մ.ի. գտնել, թե ինչպիսի արագություն դեպքում տեղի կունենա թեփի շուրջ պալը:

$$\text{Պատ.՝ } v = 30.7 \text{ կմ/ժ.}$$

§ 45. Փոփոխական պակզվածով (փոփոխական կապի) կետի և համակարգի դինամիկան

45.1. Կազմել փոփոխական զանգվածով ճոճանակի շարժման հավասարումը այն միջավայրում, որի դիմադրությունը համեմատական է արագությանը: Ճոճանակի զանգվածը փոփոխվում է արված $m = m(l)$ օրենքով՝ զրոյի հավասար հարաբերական արագությամբ մասնիկների անջատման միջոցով: Ճոճանակի թելի երկարությունը l է: Ճոճանակի վրա ազդում է նաև նրա անկյունային արագությունը համեմատական $R = -\beta \dot{\varphi}$ դիմադրության ուժը:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi + \frac{\beta}{m(l)l} \dot{\varphi} + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0,$$

45.2. Կազմել հրթիռի փերընթաց շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը: Գազերի արտահոսման v_e արդյունավետ արագությունը*

* Ռեակտիվ շարժչի թորչող ուժը որոշվում է $P_2 = -\frac{dm}{dt} v_e$ բանաձևով, որտեղ v_e -ն արտահոսման արդյունավետ արագությունն է:

ընդունել հաստատուն, Հրթիռի զանգվածը փոփոխվում է $m = m_0 f(t)$ օրենքով (այլման օրենք): Օդի դիմադրություն ուժը տրված ֆունկցիա է Հրթիռի արագությունից և զիւրքից:

$$\text{Պատ.} \quad \ddot{x} = -g - \frac{f(t)}{f(t)} v_c - \frac{R(x, \dot{x})}{m_0 f(t)},$$

4.5.3. Անտեդրի նախորդ խնդրի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը $m = m_0(1 - at)$ և $R = 0$ զեպքում: Հրթիռի սկզբնական արագությունը երկրի մակերևույթի մոտ հավասար է: զրոյի: Ի՞նչ բարձրության վրա կգտնվի Հրթիռը $t = 0; 30; 50$ մ պահերին $v_c = 2000$ մ/վ և $a = 0.01$ 1/վ զեպքում:

$$\text{Պատ.} \quad x(t) = \frac{v_c}{a} \left[(1 - at) \ln(1 - at) + at \right] - \frac{gt^2}{2}, \quad x(10) = 0.54 \text{ կմ,}$$

$$x(30) = 5.65 \text{ կմ, } x(50) = 18.4 \text{ կմ,}$$

4.5.4. m_0 սկզբնական զանգվածով Հրթիռը ծանրության ուժի համասեռ դաշտում ուղղաձիգ բարձրանում է զեպի վեր ող հաստատուն արագացումով (g -ն երկրի ձգողականության արագացումն է): Անտեսելով մթնոլորտի դիմադրությունը և զագերի արտահոսման v_0 արդյունավետ արագությունը ընդունելով հաստատուն, որոշել՝ 1) Հրթիռի զանգվածի փոփոխման օրենքը, 2) Հրթիռի զանգվածի փոփոխման օրենքը ձգողականության դաշտի բացակայության զեպքում:

$$\text{Պատ.} \quad 1) m = m_0 \exp\left(-\frac{n+1}{v_c} gt\right); \quad 2) m = m_0 \exp\left(-\frac{ng}{v_c} t\right).$$

4.5.5. 4.5.2 խնդրում նկարագրված Հրթիռի զանգվածը մինչև $t = t_0$ փոփոխվում է $m = m_0 e^{-at}$ օրենքով: Անտեսելով դիմադրության ուժը՝ գտնել Հրթիռի շարժումը և, ընդունելով, որ ժամանակի t_0 պահին ամբողջ վառելիքովը գործնականորեն այլվել է, որոշել Հրթիռի բարձրացման առավելագույն բարձրությունը: Սկզբնական պահին Հրթիռը ունեցել է զրոյի հավասար արագություն և գտնվել է երկրի վրա:

$$\text{Պատ.} \quad H = \frac{av_c}{2g} (av_c - g) t_0^2, \text{ որտեղ } v_c\text{-ն Հրթիռից զագերի ար-}$$

տահոսման արդյունավետ արագությունն է:

4.5.6. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել Հրթիռի բարձրացման հնարավոր առավելագույն $H_{\max}$ բարձրությունը համապատասխանող a արժեքը և հաշվել $H_{\max}$ -ը ($a = 21.9 \ln(m_0 m_1)$ մեծությունը

անհրաժեշտ է ընդունել հաստատուն. III-ը հրթիռի զանգվածն է (1_0 պահին):

Պատ.՝ $v=50$ (մկնթարթային ալրում). $H_{max}=v^2/(2g)$:

45.7. 45.5 և 45.6 խնդիրների պայմաններում, տալով զերբեկ-նըվածություն $k=2v_c/g$ զործակիցը, որոշել հրթիռի բարձրացման H բարձրությունը՝ կախված H_{max} -ից:

Պատ.՝ $H=H_{max}(k-1)/k$:

45.8. Հրթիռը մեկնարկում է Լուսնից նրա մակերևույթին ուղղա-ծիղ ուղղությամբ: Լիտահոսման արդյունավետ արագությունը՝ $v_c=2000$ մ/վ: Յիռլկովսկու թիվը՝ $z=5^*$: Որոշել, թե ինչպիսի՞ն պետք է լինի վառելանյութի այրման ժամանակը, որպեսզի հրթիռը հասնի $v=3000$ մ/վ արագության (ընդունել, որ Լուսնի մոտակայքում ծան-րության ուժի արագացումը հաստատուն է և հավասար է 1.62 մ/վ²):

Պատ.՝ 2 րոպ 4 վ:

45.9. Հրթիռը շարժվում է ծանրության ուժի համասեռ դաշտում W հաստատուն արագացումով: Անտեսելով մթնոլորտի զիմացրու-թյունը և ընդունելով գազերի արտահոսման v_c արդյունավետ արա-գությունը հաստատուն, որոշել այն T ժամանակը, որի ընթացքում հրթիռի զանգվածը կփոքանա երկու անգամ:

Պատ.՝ $T=v_c \ln 2/(W+g)$:

45.10 Հրթիռից գազելի արտահոսման արդյունավետ արագու-թյունը՝ $v_c=2.4$ կմ/վ: Հրթիռի մեկնարկային կշռի ո՞ր տոկոսը պետք է կազմի վառելանյութի կշիռը, որպեսզի ձգողականության դաշտից և մթնոլորտից զուրս շարժվող հրթիռը ձեռք բերի 9 կմ/վ արագու-թյուն:

Պատ.՝ Մոտավորապես 98% :

45.11. Հրթիռը շարժվում է համընթաց ձգողականության և միջազատի բազակալության գիպյում: Կազերի արտահոսման արդու-նավետ արագությունը՝ $v_c=2.4(Y)$ մ/վ: Որոշել Յիռլկովսկու թիվը և թե վառելանյութի լրիվ այրման պահին հրթիռի արագությունը հավասար լինի 4300 մ/վ:

Պատ.՝ $z \approx 6$:

45.12. Փոփոխական զանգվածով մարմինը, ունենալով զրոյի հավասար սկզբնական արագություն, W հաստատուն արագացումով շարժվում է հորիզոնական ուղղությամբ: Կազերի արտահոսման v_c արդյունավետ արագությունը հաստատուն է: Անտեսելով զիմացրու-

* Յիռլկովսկու թիվ կոչվում է հրթիռի մեկնարկային զանգվածի հա-րեթյունը հրթիռի զանգվածին առանց վառելանյութի:

թյունը, որոշել մարմնի անցած ճանապարհը մինչև այն պահը, երբ նրա զանգվածը փոքրանա k անգամ:

$$\text{Պատ.՝ } s = v_c^2 (\ln k)^2 / (2w);$$

45.13. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ ենթադրելով, որ մարմնի վրա ազդում է սահքի շփման ուժը:

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{w v_c^2}{2(w + |g|)^2} (\ln k)^2, \text{ որտեղ } |g| \text{ -ը սահքի շփման գոր-}$$

ծակիցն է:

45.14. Փոփոխական զանգվածով մարմինը շարժվում է հասարակածի երկայնքով զցված հաստիկ ուղղորդներով: Ընդափոք արագացում $W_{\text{զա}} = a$ հաստատուն է: Հաշվի չառնելով շարժման դիմադրությունը, որոշել, թե քանի անգամ կփոքրանա մարմնի զանգվածը, երբ նա իրերի շուրջ կատարում է մեկ պտույտ, եթե զագերի արտահոսման արդյունավետ արագությունը՝ $v_c = \text{const}$: Ընչպիսի՞ն պետք է լինի a արագացումը, որպեսզի մեկ պտույտից հետո մարմինը ձեռք բերի առաջին տիեզերական արագությունը: Երկրի շառավիղը R է:

$$\text{Պատ.՝ } \exp(2/\pi R a / v_c) \text{ անգամ:}$$

45.15. Նախորդ խնդրում որոշել այլովո՞ւղ վառելանյութի զանգվածը այն պահին, երբ մարմնի ճնշումը ուղղորդների վրա հավասար է լինում գրուի:

$$\text{Պատ.՝ } m_1 = m_0 (1 - e^{-1/g v_c}),$$

45.16. Մարմինը սահում է հորիզոնական ուղիներով: Գազի արտահոսքը տեղի է ունենում ուղղաձիգ զեպի ներքև v_c հաստատուն արդյունավետ արագությամբ: Մարմնի սկզբնական արագությունը հավասար է v_0 -ի: Գտնել մարմնի արագության փոփոխության օրենքը և նրա շարժման օրենքը, եթե զանգվածի փոփոխությունը տեղի է ունենում $m = m_0 - at$ օրենքով: Սահքի շփման գործակիցը հավասար է 1-ի:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } v &= v_0 - \left[gt - v_c \ln \frac{m_0}{m_0 - at} \right], \\ s &= v_0 t - \left[\frac{gt^2}{2} - v_c \left\{ t \ln m_0 + \frac{m_0 - at}{a} \left(\ln(m_0 - at) - 1 - \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \left. - \frac{m_0}{a} (\ln m_0 - 1) \right) \right\} \right], \end{aligned}$$

45.17. Լուծել նախորդ խնդիրը եթե վառելանյութի փոփոխությունը տեղի ունենա $m = m_0 e^{-at}$ որենցով Որոշել թե ինչպիսի γ -ի ղեկավարմամբ մարմինը կշարժվի v_0 հաստատուն արագությամբ:

$$\text{Պատ.՝ } v = v_0 - (g - av_c)t, \quad s = v_0 t - (g - av_c) \frac{t^2}{2}, \quad a = \frac{g}{v_c}$$

45.18. Ինչպիսի՝ ճանապարհ կանցնի հրթիռը ուղղադիմ ափսիս տեղամասում գառարկության մեջ ձգողականության ուժի բացակայության դեպքում գոյական սկզբնական արագությունից մինչև արման մթերքների արտահոսման v_c արդյունավետ արագությունը հափսար արագության թափառքի ընթացքում, եթե հայտնի է հրթիռի m_0 սկզբնական զանգվածը և վառելանական ծախսը:

$$\text{Պատ.՝ } s = \frac{v_c m_0}{\beta} \cdot \frac{e-2}{e}, \text{ որտեղ } e\text{-ն նկարդան թիվն է.}$$

45.19. Հրթիռը շարժվում է ուղղադիմ ձգողականության դաշտից դուրս և գիմադրության բացակայության դեպքում: Գտնել քարշի ուժի աշխատանքը այն պահին, երբ ամբողջ վառելանյութը կայրվի: Հրթիռի սկզբնական զանգվածը m_0 է, վերջնականը՝ m_1 : Լեռտահոսման v_c արդյունավետ արագությունը հաստատուն է:

$$\text{Պատ.՝ } A = m_1 v_c (z - 1 - \ln z), \quad z = m_0 / m_1$$

45.20. Դատարկության մեջ ձգողականության ուժի բացակայության դեպքում ուղղադիմ շարժվող հրթիռի m_0 սկզբնական և m_1 վերջնական զանգվածների ինչպիսի՝ z հարաբերության ղեկավարմամբ նրա մեխանիկական ս.գ.գ-ը, որը որոշվում է որպես վառելանյութի արումից հետո հրթիռի կենտրոն էներգիայի հարաբերություն ծախսված էներգիային, ունի ամենամեծ արժեք:

$$\text{Պատ.՝ } z \text{ ր } \ln z = \frac{2(z-1)}{1+z} \text{ հափսարման արմատն է.}$$

45.21. m_0 զանգված ունեցող ինքնաթիռը v_0 արագությամբ վայրէջք է կատարում քնեռալին սղանափակայան: Ստացակալման հետնանքով ինչնելուց հետո շարժվելու ժամանակ ինքնաթիռի զանգվածը մեծանում է համաձայն $m = m_0 + at$ բանաձևի, որտեղ $a = \text{const}$: Օգնակակալանով ինքնաթիռի շարժման դիմադրությունը համեմատական է նրա կշռին (համեմատականության գործակիցը 1 է): Որոշել մինչև ինքնաթիռի կանգառնելն անցած ժամանակամիջոցը՝ նրա զանգվածի փոփոխությունը չափի առնելով (T) և առանց հաշվի

տոնելու (T_1)։ Դտնել արագության փոփոխման օրենքը ժամանակից կախված։

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{m_0}{a} \left(\sqrt{1 + \frac{2a \cdot t}{v_0 m_0}} - 1 \right), \quad T_1 = \frac{v_0}{g},$$

$$v = \frac{2m_0 v_0 - g(2m_0 + at)t}{2(m_0 + at)},$$

4.5.22. Երկաստիճան հրթիռի առաջին և երկրորդ աստիճանախորշերի արտահոսման արդյունավետ արագությունները համապատասխանաբար հավասար են $v_0^{(1)} = 240$ մ/վ և $v_0^{(2)} = 26$ մ/վ, Լնդու-նելով, որ շարժումը տեղի է ունենում ձգողականության դաշտից և միևնույնրորից զույգ, որոշել Յիոլկովսկու թվերը առաջին աստիճանախորշի $v_1 = 2400$ մ/վ վերչաւոր արագության և երկրորդ աստիճանախորշի $v_2 = 540$ մ/վ վերչաւոր արագության սպահովման համար։

$$\text{Պատ.՝ } t_1 = 2.72; \quad t_2 = 3.17.$$

4.5.23. Լնդունելով, որ եռաստիճան հրթիռի բոլոր երեք աստիճանախորշերի համար Յիոլկովսկու թվերը և արտահոսման v_0 արդյունավետ արագությունները նույնն են, գտնել Յիոլկովսկու թիվը $v_0 = 2.4$ կմ/վ ղեկչում, եթե ամբողջ վառելանյութի ալյումինյ հետո հրթիռի արագությունը հավասար է 9 կմ/վ (ձգողականության դաշտի ազդեցությունը և միևնույնրորի գիմադրությունը անտեսել)։

$$\text{Պատ.՝ } z = 3.49.$$

4.5.24. Եռաստիճան հրթիռը շարժվում է համընթաց ձգողակա-նության և միևնույնրորի գիմադրության ղեկչում։ Արտահոսման արդյունավետ արագությունները և Յիոլկովսկու թվերը բոլոր աստի-ճանախորշերի համար նույնն են և համապատասխանաբար հավասար են $v_0 = 2500$ մ/վ, $t = 4$, Սրոշ'ը հրթիռի արագությունները վառելա-նյութը առաջին աստիճանախորշում, երկրորդում և երրորդում ալյ-վելուց հետո։

$$\text{Պատ.՝ } v_1 = 3465 \text{ մ/վ, } v_2 = 6930 \text{ մ/վ, } v_3 = 10395 \text{ մ/վ}$$

4.5.25. Այն պահին, երբ Լուսինն մոտեցող տիեզերանավը նրա մակերևույթից գտնվում է H հեռավորության վրա և ունի ղեկի Լուսնի կենտրոնն ողողված v_0 արագություն, միացվում է արգելակ-ման շարժիչը։ Հաշվի առնելով, որ ձգողականության ուժը հակադարձ համեմատական է նավից մինչև Լուսնի կենտրոն եղած հեռավորու-թյան քառակուսուն և ընդունելով, որ նավի գանգվածը փոփոխվում է $m = m_0 e^{-at}$ օրենքով (m_0 -ն հրթիռի զանգվածն է արգելակման շար-ժիչը միացնելու պահին, a -ն հաստատուն թիվ է), գտնել ալն a -ն, որի ղեկչում նավը կկատարի փափուկ վայրէջք (ալսիւքն կունենա

գրոյի հաճախար լուսնէջք արագութիւն)։ Գազերի արտահոսման v_c արդյունավետ արագութիւնը հաստատուն է։ Լուսնի շառավիղը R է, ծանրութիւն ուժի արագացումը Լուսնի վրա g , է։

$$\text{Պատ.՝ } a = \frac{v_c^2}{2v_c H} + \frac{gR}{v_c(R+H)},$$

45.26. Գտնել գրոյական սկզբնական արագութեամբ ուղղաձիգ գնացի վեր շարժում սկսող հրթիռի զանգվածի փոփոխման օրենքը, եթե նրա W արագացումը հաստատուն է, իսկ միջազգային դիմացրութիւնը համեմատական է արագութեան քառակուսուն (b -ն համեմատականութեան գործակիցն է)։ Մանրութեան ուժի զաւար բնդունել համասեռ։ Գազի արտահոսման v_c արդյունավետ արագութիւնը հաստատուն է։

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } m = & \left(m_0 + \frac{2bv_c^2 w^2}{(w+g)^3} \right) e^{-\frac{w+g}{v_c}} - \frac{bw^2}{w+g} t^2 + \frac{2v_c bw^3}{(w+g)^2} t - \\ & - \frac{2v_c^2 bw^4}{(w+g)^3}, \end{aligned}$$

45.27. Հրթիռը տեղաշարժում է ծանրութեան ուժի համասեռ զաւարում ուղիղ զօռով W հաստատուն արագացումով։ Իկց ուղիղը 2 անկյուն է կազմում հրթիռի արձակման կետում ճիւղի մակերևութին շոշափող տարած հորիզոնական հարթութեան հետ։ Ընթացելով որ գազերի արտահոսման արդյունավետ արագութիւնը մեծութեամբ և ուղղութեամբ հաստատուն է, որոշել, թե ինչպիսին պետք է լինի հրթիռի սկզբնական զանգվածի հարաբերութիւնը առանց վառելիւնութի նրա զանգվածին (Յիւլիզակո թիւը), եթե վառելիւնութի ալիման պահին հրթիռը վերը նշված շոշափող հարթութիւնից ելել է H քարձրութեան վրա։

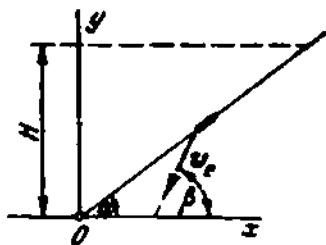
$$\text{Պատ.՝ } z = e^{\frac{\cos \alpha}{v_c \cos \beta}} \sqrt{\frac{2wH}{\sin \alpha}},$$

որտեղ β -ն v_c արագութեան կազմած անկյունն է շոշափող հարթութեան հետ և հաճախար է

$$\beta = \arctg \frac{w \sin \alpha + g}{w \cos \alpha},$$

45.28. Փոփոխական զանգվածով մարմինը W հաստատուն արագացումով շարժվում է գնացի վեր հորիզոնի հետ α անկյուն կազմող խորդաբոլոր ուղղաձիգ ուղղորդով։ Ընդունելով, որ ծանրութեան ուժի զաւարը համասեռ է, իսկ միջոլորտի դիմացրութիւնը մարմնի շարժ-

մանր համեմատական է արագության առաջին աստիճանին (b -ն համեմատականության գործակիցն է), գտնել մարմնի զանգվածի փոփոխման օրենքը: Կադի արտահոսման v_c արդյունավետ արագությունը հաստատուն է. մարմնի և ուղղորդների միջև սահքի շփման գործակիցը համասար է β -ի:



45.27 խնդիր

Պատ.՝ $m = \left(m_0 - \frac{bwv_c}{w_1} \right) e^{-\frac{w_1}{v_c}} - \frac{bw}{w_1} \left(1 - \frac{v_c}{w_1} \right)$, որտեղ $w_1 = w + \sqrt{g^2 + \beta^2 v_c^2}$, $\beta = \tan \alpha$, α և β անկյուններն են α և β մարմնի սկզբնական զանգվածն է:

45.28. Սկզբում օդապարիկը բարձրանում է ուղղաձիգ և իր հետեից թռչում-տանում է երկրի վրա զրոյից հեռավորության վրա P մեծությամբ ուժը, ժանրության ուժը և արագության ըստակուսուն համեմատական գիծադրության ուժը՝ $R = -\beta \dot{x}$, ճիշդագույնի միավոր երկարության կշիռը γ է: Կադնել օդապարիկի շարժման գիծերինցիալ համասարումը:

$$\ddot{x} = -g + \frac{\gamma g}{Q + \gamma x} - \frac{\beta g + \gamma}{Q + \gamma x} \dot{x}^2,$$

45.30. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել օդապարիկի բարձրագույն արագությունը: Սկզբնական պահին օդապարիկը անշարժ է և գտնվում է l , բարձրության վրա:

$$\dot{x}^2 = \frac{\gamma g}{(\beta + \gamma)} \left[1 - \left(\frac{Q + \gamma l}{Q + \gamma x} \right)^{\frac{1 + \frac{\beta}{\gamma}}{1}} \right] - \frac{2g}{2\beta + 3\gamma} \left[1 - \left(\frac{Q + \gamma H_0}{Q + \gamma x} \right)^{\frac{3 + 2\frac{\beta}{\gamma}}{1}} \right] (Q + \gamma x),$$

45.31. Գնդակ չրի կաթիլը ուղղաձիգ ընկնում է ջրային զոյուր-շով հագեցած մթնոլորտում: Հեղուկացման հետևանքով կաթիլի զանգվածն աճում է նրա մակերևութի մակերեսին համեմատական ձևով (համեմատականության գործակիցը α է): Կաթիլի սկզբնական շառա-վիղը r_0 է, նրա սկզբնական արագությունը՝ v_0 , սկզբնական բարձրու-թյունը՝ h_0 : Որոշել կաթիլի արագությունը և նրա բարձրության փո-

վերական օրենքը ժամանակից կախված (շարժման գիմադրությունը անտեսել)։

Յուշ ու մ, Ուշյ տալ, որ $dl=adl$, և անցնել 1 նոր անկախ փոփոխական։

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } x &= h_0 + \frac{v_0 r_0}{2a} \left[1 - \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \right] - \frac{g}{8a^2} \left[r^2 - 2r_0^2 + \frac{r_0^4}{r^2} \right], \\ v &= v_0 \frac{r_0^3}{r^3} - \frac{g}{4a} \left[r - \frac{r_0^4}{r^3} \right], \text{ որտեղ } r = r_0 + at, \end{aligned}$$

45.32. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ կաթիլի վրա ծանրության ուժից բացի ազդում է նաև գիմադրության ուժը, որը համեմատական է կաթիլի առավելագույն լայնական կտրվածքի մակերեսին և արագությանը՝ $R = -4\beta \pi r^2 v$ (չն հաստատուն պրիմալից է)։

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } x &= h_0 - \frac{1}{3\beta + 2a} \left[\frac{g r_0}{4a + 3\beta} + v_0 r_0^{\frac{3}{a}(1+a)} \right] \times \\ &\times \left[r^{-\frac{1}{a}(3\beta+2a)} - r_0^{-\frac{1}{a}(3\beta+2a)} \right] - \frac{g(r^2 - r_0^2)}{2a(4a+3\beta)}, \\ v &= -\frac{gr}{4a+3\beta} + \left[\frac{g r_0}{4a+3\beta} + v_0 r_0^{\frac{3}{a}(1+a)} \right] r^{-\frac{3}{a}(1+a)} \end{aligned}$$

որտեղ $r = r_0 + at$

45.33. Կծիկ արված ծանր համասեռ շղթան դրնվում է հորիզոնական սեղանի եզրին, ընդ որում շղթայի մի օղակը սկզբում անշարժ կախված է սեղանից։ x առանցքն ուղղելով ուղղածից դեպի ներքև և ընդունելով, որ սկզբնական պահին $x=0$, $\dot{x}=0$, որոշել շրջաթայի շարժումը։

$$\text{Պատ.՝ } x = g t^2 / 6,$$

45.34. Շղթան դարսված է գետնի վրա և մի ծայրով ամրակցված է հորիզոնի հետ a անկյուն կազմող ճանապարհի թևք մասում կանգնած վազոնիկին։ Շղթայի և գետնի միջև շփման գործակիցը է։ Շղթայի միավոր երկարության կշիռը γ է, վազոնիկի կշիռը՝ P ։ Սկզբնական պահին վազոնիկի արագությունը v_0 է։ Որոշել վազոնիկի արագությունը ժամանակի ցանկացած պահին և պարզել այն անշարժեշտ պայմանը, որի դեպքում վազոնիկը կարող է կանգ առնել։

$$\mathcal{Q}_{\text{առ.}} \cdot \frac{x}{2} = \frac{p^2 v_n^2}{2(p+\gamma x)^2} + \frac{Pg \sin \alpha}{3\gamma} \left| 1 - \frac{p^2}{(p+\gamma x)^2} \right| + \\ + \frac{1}{3} g x \sin \alpha + \frac{fPg}{6\gamma} \left| 1 - \frac{p^2}{(p+\gamma x)^2} \right| \cos \alpha - \frac{1}{3} f g x \cos \alpha$$

Կանգառումը կարող է տեղի ունենալ $l > l_{\text{գ}}^2$ անհավասարության բավարարման դեպքում:

4.1.3. Մ գանդվածով նյութական կետը ձգվում է դեպի անշարժ կենտրոնը նյութների տիեզերական ձգողականության օրենքով: Կենտրոնի զանգվածը ժամանակի հետ փոփոխվում է $M = \frac{M_0}{1+\alpha t}$ օրենքով:

Որոշել կետի շարժումը:

Ցուցում. Լնցել նոր կոորդինատներ $\xi = \frac{x}{1+\alpha t}$, $\eta = \frac{y}{1+\alpha t}$ առնչումներով և $\tau = \frac{t}{\alpha(1+\alpha t)}$ բերված ժամանակին:

Պատ. Շարժման հավասարումները ξ , η կոորդինատներով ունեն հետևյալ տեսքը.

$$\frac{d^2 \xi}{d\tau^2} + f \frac{M_0 \xi}{\rho^3} = 0, \quad \frac{d^2 \eta}{d\tau^2} + f \frac{M_0 \eta}{\rho^3} = 0, \quad \rho = \sqrt{\xi^2 + \eta^2},$$

(1-ը ձգողականության հաստատունն է), ալիքն համապատասխանում են հաստատուն գանդվածների դեպքում ստացված առօրյական հավասարումներին: Այդ պատճառով սկզբնական պայմաններից կախված է և τ փոփոխականներով տեղի ունեն էլիպսական, պարաբոլական կամ հիպերբոլական ողծքեր:

4.5.3. Հոլանի ոռոտրին անհրաժեշտ թվով պտույտներ արագ հաղորդելու համար կիրառվում է ռեակտիվ գործարկում: Ռոտորի մարմնում գեոմետրիա են M_1 ընդհանուր զանգված ունեցող վառողի պայթաղլանիկներ, որոնց ալրման մթերքները գուրս են շարժվում հատուկ ելքափողակներով: Վառողի պայթաղլանիկներն ընդունել որպես ոռոտրի պտտման ստանցքից է հեռավորության վրա դասավորված կետեր: Ալրման մթերքների արտահոսման V արդյունավետ արագության շոշափող բաղադրիչը հաստատուն է:

Լնդունելով, որ վառողի գանդվածի բնդհանուր ժախը մեկ վայրկյանում հավասար է Q -ի, որոշել վառողի ալրման պահին ոռոտրի անկյունային արագությանը, եթե ոռոտրի վրա ազդում է M -ին հավասար զիմացրության հաստատուն մոմենտ: Ռոտորի չափավորը R է: Սկզբնական պահին ոռոտրը զտնվում է հանգստի մեջ:

$$Q_{\text{ատ.}} \cdot \omega = \frac{Rq v_e - M}{r^2 q} \ln \frac{J_0}{J_2}, \text{ որտեղ } J_0 = J_2 + m_0 v^2, \quad J_2\text{-ն ուտորի}$$

իներցիայի մոմենտն է պտտման առանցքի նկատմամբ:

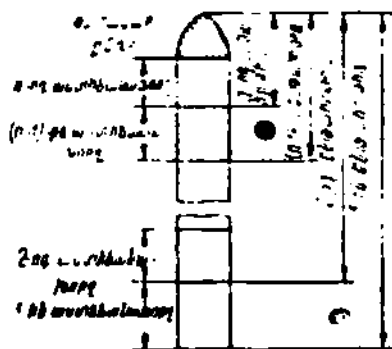
Ֆ.Ն.ՅԷ. Ըստ նախորդ խնդրի տվյալների գտնել ուտորի անկյունային արագությունը վառողի ավիանյութի հետո, եթե ուտորի վրա ազդում է նրա անկյունային արագությանը համեմատական դիմադրության մոմենտ (b-ն համեմատականության թվանշանն է):

$$Q_{\text{ատ.}} \cdot \omega = \frac{R v_e q}{b} \left[1 - \left(\frac{J_0}{J_0} \right)^{b/b_0} \right],$$

Ֆ.Ն.ՅԸ. Բազմաստիճան հրթիռը քաղկաջած է օդաակար թևոյից և աստիճանախորշերից: Վառելանյութի սպառվելուց հետո յուրաքանչյուր աստիճանախորշ անջատվում է միացած կառուցվածքից: Ենթահրթիռ ասելով հասկացվում է աշխատող աստիճանախորշի, չաշխատող թուր աստիճանախորշերի և օդաակար թևոյի համակցությունը, ընդ որում տվյալ ենթահրթիռի համար թուրը չաշխատող աստիճանախորշերը և օդաակար թևը հանդիսանում են օդաակար թևոյ, այսինքն յուրաքանչյուր հրթիռ գիտվում է որպես միաստիճան հրթիռ: Նկատում նշված են աստիճանախորշերի և ենթահրթիռների համարակալումը:

Դիցուք q-ն օդաակար թևոյի կշիռն է, P₁-ն՝ 1-րդ աստիճանախորշում վառելանյութի կշիռը, Q₁-ն՝ 1-րդ աստիճանախորշի մաքուր կշիռը (առանց վառելանյութի), G₁-ն՝ 1-րդ ենթահրթիռի լրիվ կշիռը:

Քննարկման մեջ մտնելով յուրաքանչյուր ենթահրթիռի համար ծիղկովսկու թիվը՝



45.38 խնդրին

$$z_1 = \frac{G_1}{G_1 - P_1}$$

և յուրաքանչյուր աստիճանախորշի համար կառուցվածքային բնութագրիչը (աստիճանախորշի կշռի հարաբերությունը նրա մաքուր կշռին)

$$s_1 = \frac{Q_1 + P_1}{Q_1},$$

որոշել ամբողջ հրթիռի մեկնարկային լրիվ կշիռը, K-րդ ենթահրթիռի կշիռը, K-րդ աստիճանախորշի վառելանյութի

կշիռը, K-րդ աստիճանախորշի մաքուր կշիռը:

Յ ու ջ ու մ . Ներդրելու շնորհիվ 1-ըզ հնթարթիտի 3, 4 արարերա-
կան կշիռը, ախիճըն հնթարթիտի սկզբնական կշիռի արարերոթյունը նրա
սպտակար բետի կշիռն՝ $z_1=G_1$, G_2 , $z_2=G_2$, G_3 , . . . , $z_n=G_n$ Գ :

$$\text{Պատ.՝ } G_1=q \prod_{i=1}^n z_i \prod_{j=1}^n \frac{s_j-1}{s_j-z_1}; \quad G_k=q \prod_{i=k}^n z_i \prod_{j=k}^n \frac{s_j-1}{s_j-z_k};$$

$$P_k=\frac{z_k-1}{z_k} G_k; \quad Q_k=\frac{P_k}{s_k-1} \text{ (Ճերտրեգտի բանաձևերը) :}$$

45.39. Նրկաստիճան հրթիռը նախատեսված է 4=1 կն սգտա-
կար բետին հաղորդելու $v=600$ մ/վ արագոթյուն: Փազերի արտա-
հոսման արդյունավետ արագոթյունները աստիճանախորշերի համար
միևնուրն են և հավասար են $v_e=2400$ մ/վ: Սկաշին և երկրորդ
աստիճանախորշերի կառուցվածքային բնութագրիչները համապատաս-
խանաբար հավասար են $S_1=4$, $S_2=5$ (տես 45.38 խնդրը): Սնտեսե-
լով Նրկրի ձգողակնության ուժը և միևնուրտի շիմագրոթյունը,
որոշիլ ատաշին և երկրորդ աստիճանախորշերի համար Յիոկոմկո
այնպիսի թվեր, որոնց զկպքում հրթիռի G , մեկնարկային կշիռը
կլինի նվազագոյն:

$$\text{Պատ.՝ } z_1=3,12; \quad z_2=3,91; \quad G_1=152 \text{ կն:}$$

45.40. Օգտագործելով նախորդ խնդրի տվյալները, լուրաքան-
չլուր աստիճանախորշի համար որոշել վառելանյութի կշիռը և մաքուր
կշիռը:

Յ ու ջ ու մ . Ոգտագործել 45.38 խնդրի պատասխանի բանաձևերը:

$$\text{Պատ.՝ } P_1=100,4 \text{ կն, } P_2=10,5 \text{ կն, } Q_1=33,5 \text{ կն, } Q_2=2,6 \text{ կն:}$$

45.41. Քառաստիճան հրթիռը բաղկացած է շորս հրթիռներից:
Տ կառուցվածքային բնութագրիչը և v_e արդյունավետ արագոթյունը
բոլոր հրթիռների համար նույնն են և հավասար են՝ $S=4,7$, $v_e=$
 $=2,4$ կմ/վ: Ինչպիսի՞ն պետք է լինի հրթիռի մեկնարկային կշիռը,
որպեսզի նա 10 կն բետին հաղորդի $v=9000$ մ/վ արագոթյուն (ոգտ-
վել 45.38 խնդրի պատասխանի բանաձևերից):

$$\text{Պատ.՝ } 3720 \text{ կն:}$$

Գ Լ Ո Ւ Ն XI

ՎԵՐԼՈՒԾԱԿԱՆ ՄԵՆԱՆԻԿԱ

§ 46. Հնարավոր տեղափոխությունների սկզբունքը

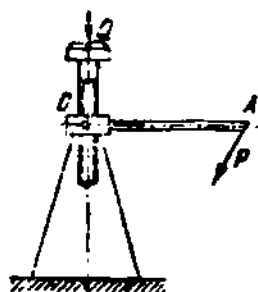
46.1. Չ բեռը բարձրացվում է ամբարձիչի միջոցով, որը շարժ-
ման մեջ է գրվում $OA=0,6$ մ բռնակով: Բռնակի ծայրին՝ նրան
ողղահայաց ուղղությամբ կիրառված է 100 Ն ուժը:

Որոշել (γ) բեռի ծանրության ուժի մեծությունը, եթե ամրափ-
 ձիչի պտտության ցալը՝ $l=1$ մ:

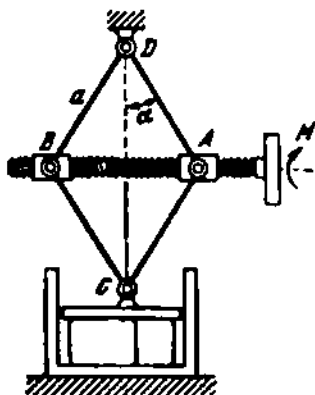
Պատ.՝ $\gamma = 52.2$ կն:

46.2. Մեկաձև մամլիչի թափանցիկ վրա ազդում է M պտտող
 մոմենտը, թափանցիկ առանցքը ծալրերին ռևի ψ քայլով հակառակ
 ուղղության պտտականային ախտներ և անցնում է երկու պնդագանելի
 միջով, որոնք հողակապորեն ամրացված են և կողմ ռենցող ձողային
 շեղանկյան երկու պագաթներին, շեղանկյան վերին պագաթը ամրաց-
 ված է անշարժորեն, ներքինը ամրացված է մամլիչի հորիզոնական
 սալին, Որոշել մամլիչի ննջման ուժը սեղմվող առարկայի վրա այն
 պահին, երբ շեղանկյան պագաթին առնթիւր անկյունը հասնում է
 2α -ի:

Պատ.՝ $P = \pi \frac{M}{h} \cdot \lg 2$



46.1 խնդիր

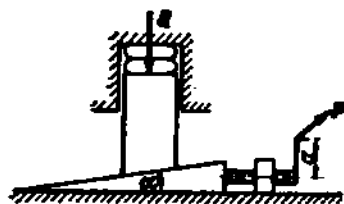


46.2 խնդիր

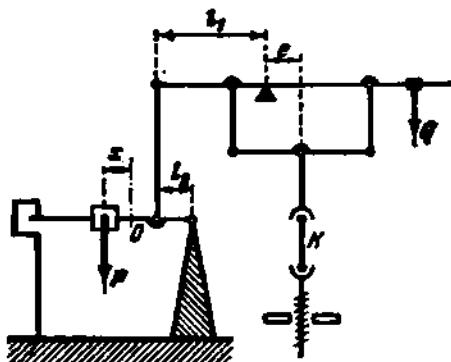
46.3. Որոշել սեպաձև մամլիչում $\bar{P}$ և $\bar{Q}$ ուժերի մեծություն-
 ների միջև եղած կախվածությունը, եթե $\bar{P}$ ուժը կիրառված է և հրկա-
 րությամբ բռնակի ծալրին՝ պտտական առանցքին և լուսկին ուղղա-
 հալաց: Պտտական ցալը հսկանար է h -ի: Ունի պագաթին սռնթիւր
 անկյունը հասնում է α -ի:

Պատ.՝ $Q = P \frac{2\pi a}{h \lg 2}$

46.4. Նկարը ներկայացնում է ձգմանը նմուշներ փորձարկելու
 համար օգտագործվող մեքենայի սխեման: Որոշել K նմուշում առա-



46.3 խնդրին



46.4 խնդրին

ջառած X ճիգի և M զանգվածով P բևեռից մինչև նրա O գրույական դիրքը եղած X հեռավորության միջև եղած կախվածությունը, եթե Q բևեռի միջոցով մեքենան հավասարակշռված է ալնպես, որ P բևեռի գրույական դիրքի և K -ի մեջ ճիգի բացակայության դեպքում բոլոր լծակները հորիզոնական են: Ցված են l_1 , l_2 և e հեռավորությունները:

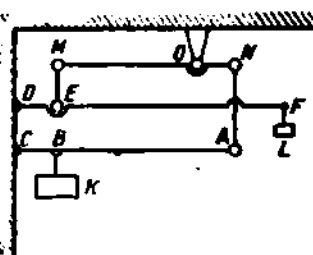
$$\text{Պատ.՝ } X = Mg \frac{x l_1}{e l_2}$$

46.5. Նկարում պատկերված լծակների համակարգով միացված K և L բևեռները գտնվում են հավասարակշռության մեջ: Որոշել բևեռների զանգվածների միջև եղած կախվածությունը, եթե տված է $\frac{BC}{AC} = \frac{1}{10}$, $\frac{ON}{OM} = \frac{1}{3}$, $\frac{DE}{DF} = \frac{1}{10}$:

$$\text{Պատ.՝ } M_L = \frac{BC}{AC} \cdot \frac{ON}{OM} \cdot \frac{DE}{DF} M_K = \frac{1}{3 \cdot 10} M_K$$

46.6. Որոշել նկատում պատկերված լծակավոր մամլիչում նմուշին սեղմող Q ուժի մեծությունը: Ցված է՝ $F = 100$ Ն, $a = 6$ սմ, $b = 10$ սմ, $c = 6$ սմ, $d = 20$ սմ:
Պատ.՝ $Q = 1800$ Ն:

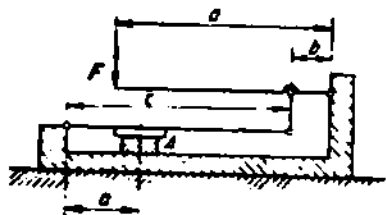
46.7. Տախտակամածի վրա F կետում գտնվում է M զանգվածով բևեռը: Որկարություն $AB = a$, $BC = b$, $CD = c$, $IK = d$, տախտակամածի երկարությունը՝ $EG = l$, Որոշել b , c , d , l երկարությունների միջև



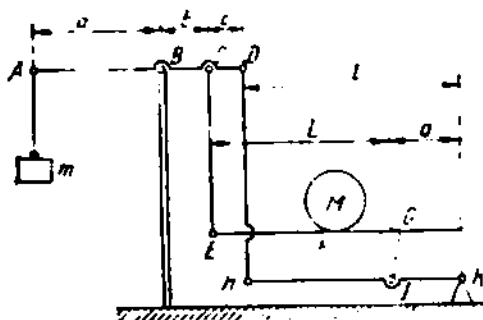
46.5 խնդրին

ալն կախվածությունը, որի դեպքում մեզին հավասարակշռող կշռաքարի m զանգվածը կախված չէ տախտակամածի վրա նրա զիրքից և գտնել կշռաքարի m զանգվածը այդ դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{b+c}{b} = \frac{l}{d}, \quad m = \frac{b}{a} M,$$



46.6 խնդրի



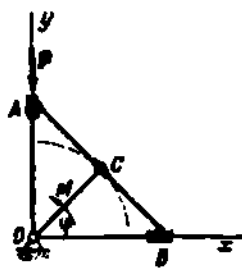
46.7 խնդրի

46.8. Էլիպսոգրաֆի մեխանիզմի A սողնակին կիրառված է նրա ուղղորդի երկայնքով դեպի OC շոտտվիկի պտտման O առանցքը $\vec{P}$ ուժը: Ինչպիսի՞ պատույզ մոմենտ պետք է կիրառել OC շոտտվիկին, որպեսզի մեխանիզմը լինի հավասարակշռության մեջ ալնպիսի զիրքում, երբ OC շոտտվիկը սողնակի ուղղորդի հետ կազմում է φ անկյուն: Մեխանիզմը զասպարկված է հորիզոնական հարթության մեջ, ընդ որում $OC=AC=CB=l$:

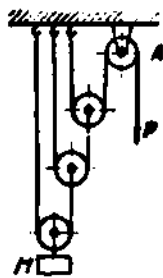
$$\text{Պատ.՝ } M=2Pl\cos\varphi:$$

46.9. Բազմաճախարակը բաղկացած է Λ անշարժ ճախարակից և Π անշարժ ճախարակներից: Հավասարակշռության դեպքում որոշել բարձրացվող բեռի M զանգվածի հարաբերությունը Λ անշարժ ճախարակից գուրս եկող ճուպանի ծալրին $\vec{P}$ ուժի մեծությանը:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{Mg}{P} = 2^n,$$



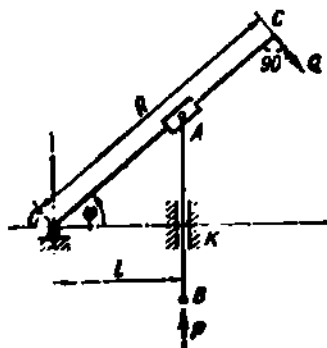
46.8 խնդրի



46.9 խնդրի

46.10. Սահողալին մեխանիզմում OC լծակը O հորիզոնական առանցքի շարքը ճոճվելիս A սողնակը՝ տեղափոխելով OC լծակի երկայնքով, շարժման մեջ է դնում K ուղղաձիգ ուղղորդներում շարժվող AB ձողին: Տված են շափերը՝

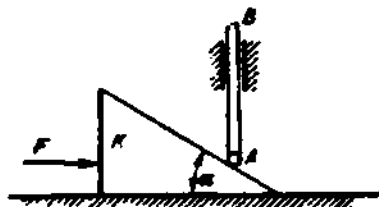
$OC=R$, $OK=l$, Ինչպիսի՞ Q ուժը պետք է կիրառել C կետում OC շառավիղին ուղղահայաց, որպեսզի հավասարակշռել AB ձողի երկայնքով դեպի վեր ուղղված P ուժին:



46.10 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } Q = \frac{Pl}{R \cos^2 \varphi}$$

46.11. M_1 զանգվածով K բառնցքը



46.11 խնդրին

հարթ հորիզոնական հարթության վրա գտնվում է հանգստի մեջ՝ պահելով M_2 զանգված անկյող AB ձողին, որը գտնվում է ուղղահայաց ուղղորդներում: Համակարգը գտնվում է հանգստի մեջ K բառնցքին հորիզոնականով դեպի աջ կիրառված $\vec{F}$ ուժի ազդեցության տակ: Որոշել $\vec{F}$ ուժի մեծությունը, եթե բառնցքի կողմնալին մակերևույթը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն: Գտնել նաև $\vec{F}$ ուժի մեծության արժեքների տիրույթը խորհուրդը հորիզոնական հարթության դեպքում, եթե սահքի շփման գործակիցը բառնցքի հիմքի և հորիզոնական հարթության միջև հավասար է 1-ի:

$$\text{Պատ.՝ 1) } F = M_2 g \operatorname{tg} \alpha,$$

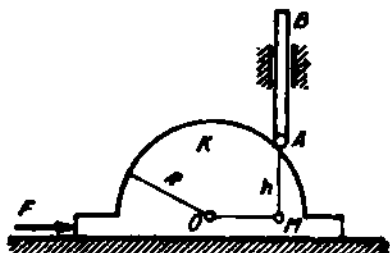
$$2) M_2 g \operatorname{tg} \alpha - f(M_1 + M_2)g \leq F \leq M_2 g \operatorname{tg} \alpha + f(M_1 + M_2)g,$$

46.12. M_1 զանգվածով և R շառավղով շրջանալին բառնցքը կապելած է անհարթ հորիզոնական հարթության վրա: Նա շփվում է ուղղահայաց ուղղորդներում դասավորված M_2 զանգվածով AB ձողի A ծայրի հետ: Համակարգը գտնվում է հանգստի մեջ հորիզոնականով դեպի աջ բառնցքին կիրառված $\vec{F}$ ուժի ազդեցության տակ: Այդ դեպքում $AM = h$: Գտնել $\vec{F}$ ուժի մեծության արժեքների տիրույթը, եթե սահքի շփման գործակիցը բառնցքի և հորիզոնական հարթության միջև հավասար է 1-ի:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{\sqrt{R^2 - h^2}}{h} M_2 g - f(M_1 + M_2)g \leq F \leq \frac{\sqrt{R^2 - h^2}}{h} M_2 g + f(M_1 + M_2)g,$$

46.13. M_1 զանգվածով Λ կլոր արտակենտրոնակը հաղցված է նկարի հարթությանը ուղղահայաց O անշարժ հորիզոնական առանցքի վրա: Արտակենտրոնակը պահում է ուղղաձիգ ուղղորդներ ունեցող M_2 զանգվածով B շրջանակին: Շփումն անտեսել: Էքսցենտրիսիտետն $OC=a$: Գտնել արտակենտրոնակին կիրառված m_0 մոմենտի մեծությունը, եթե նյութական համակարգի հանգստի դեպքում OC -ն հորիզոնականի հետ կազմում է α անկյուն:

$$\text{Պատ.՝ } m_0 = (M_1 + M_2)g \cos \alpha$$



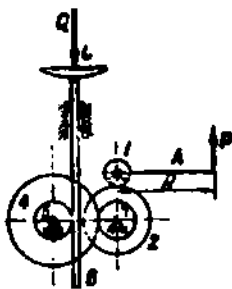
46.12 խնդիրն



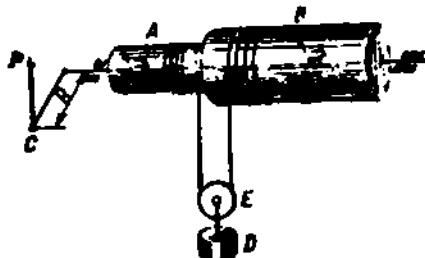
46.13 խնդիրն

46.14. Ամբարձիչի մեխանիզմում R երկարությամբ A բռնակը պտտելիս սկսում են պտտվել 1, 2, 3, 4 և 5 ատամնանիվները: Օրոնք շարժման մեջ են գնում ամբարձիչի B ատամնանոցին: Ինչպիսի՞ տե պետք է կիրառել բռնակին ուղղահայաց նրա ծայրում, որպեսզի ամբարձիչի հաջասարակշռության զեպքում C թասիկը զարգացնի 4,8 կՆ-ի հազասար Ենշում: Ատամնանիվների շտապիդները համապատասխանաբար հազասար են՝ $r_1=3$ սմ, $r_2=12$ սմ, $r_3=4$ սմ, $r_4=16$ սմ, $r_5=3$ սմ, բռնակի երկարությունը՝ $R=18$ սմ:

$$\text{Պատ.՝ } P = Q \frac{r_1 r_3 r_5}{r_2 r_4 R} = 50 \text{ Ն}$$

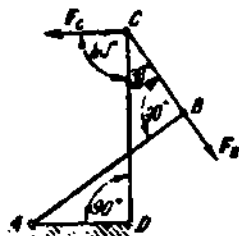


46.14 խնդիրն



46.15 խնդիրն

Պե 15. Դիֆերենցիալ ուղղանկյուն բաղկացած է կոշտ կապված Λ և B երկու լիսեռներից, որոնք պտտման մեջ են զրկում R երկարությամբ C բռնակի կողմից: M զանգվածով D բարձրացվող բեռը ամրակցված է ճոպանով ընդդրկված E շարժական ճախարակին: C բռնակը պտտելիս ճոպանի ձախ ճյուղը քանցվում է r_1 շառավիղ ունեցող Λ լիսեռի վրայից, իսկ աջ ճյուղը փաթաթվում է r_2 ($r_2 > r_1$) շառավիղ ունեցող B լիսեռի վրա: Լնշպիսի $\bar{P}$ ուժ պետք է կիրառել բռնակին ուղղահայաց նրա ծալքում, որպեսզի հավասարակշռի D բեռին, եթե $M=720$ կգ, $r_1=10$ սմ, $r_2=12$ սմ, $R=60$ սմ:



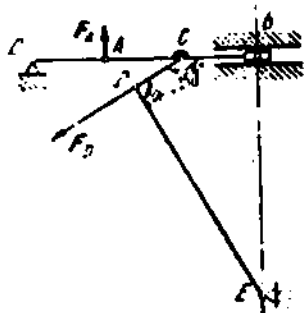
46.16 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } P = Mg \frac{r_2 - r_1}{2R} = 118 \text{ Ն.}$$

46.16. ABCD հակադրահենոագծի մեխանիզմում AB , CD և BC օղակները միացված են B և C զլանալին հողակապերով, իսկ A և D զլանալին հողակապերով ամրակցված են AD հենակին: CD օղակին C հողակապում կիրառված է $\bar{F}_C$ հորիզոնական ուժը: Որոշել B հողակապում AB օղակին ուղղահայաց կիրառված $\bar{F}_B$ ուժի մեծությունը, եթե մեխանիզմը հավասարակշռության մեջ է գտնվում նկարում ցույց տրված դիրքում: Տված է՝ $AD=BC$, $AB=CD$, $\angle ABC=\angle ADC=90^\circ$, $\angle DCB=30^\circ$:

$$\text{Պատ.՝ } F_B = 2F_C:$$

Պե 17. Շուռուպիկ-սողնակային ՕԱԲ մեխանիզմը AB շարժաթևի մեղրեցում C զլանալին հողակապով միացված է CD ձողի հետ: CD և DE ձողերը միացված են D զլանալին հողակապով: Որոշել OA և DE ձողերին համապատասխանաբար ուղղահայաց $\bar{F}_A$ և $\bar{F}_D$ ուժերի մեծությունների միջև եղած կախվածությունը նկարում ներկայացված դիրքում մեխանիզմի հավասարակշռության դեպքում: Տված է $\angle DCR=150^\circ$, $\angle CDE=90^\circ$:



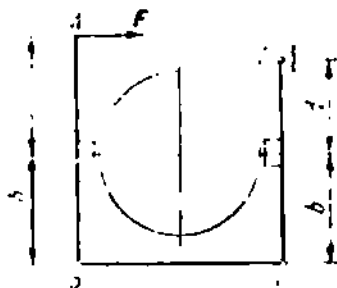
46.17 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } F_D = 4F_A:$$

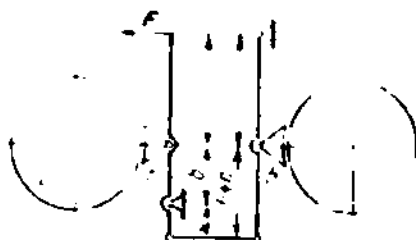
46.18. Տրամվայի վագոնի կոնդակա-անվանեցալին արգելակը թաղկացած է B և C հողակապերով միացված AB , BC և CD երեք ձգաձողերից: Հորիզոնական $\bar{F}$ ուժի ազդեցության դեպքում AB և CD ձգաձողերին համապատասխանաբար ամրացված K և L արգելակման

կոնդակները սեղմվում են անիվին՝ Որոշել կոնդակների $\bar{N}_K$ և $\bar{N}_L$ ճնշման ուժերը անիվի վրա: Ձափերը նշված են նկարում: Վազոնը զանգվում է հանգստի մեջ:

$$\text{Պատ.՝ } N_K = F \frac{a+b}{b}, \quad N_L = F \frac{a}{b} \frac{b+d}{d},$$



46.18 խնդրին



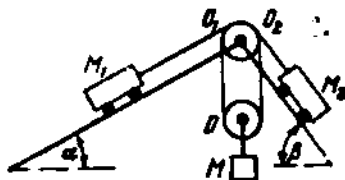
46.19 խնդրին

46.19. Նկարում պատկերված է տրամվայի վազոնի կոնդակա-
անվաճեցալին արգելակի սխեման: Որոշել a -ի, b -ի և c -ի միջև աջ-
պիսի կախվածություն, որի առկայության դեպքում A և B կոնդակ-
ները F ուժի ազդեցության տակ սեղմվում են C և D անիվների ան-
վաճեցերին մեծությամբ հավասար ուժերով: Դանել նաև այդ ուժի
մեծությունը: Անիվներն ընդունել անշարժ:

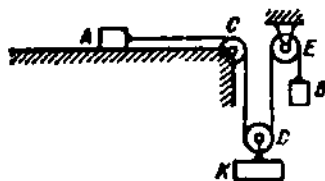
$$\text{Պատ.՝ } \frac{a}{b} = \frac{a+b+c}{c}, \quad Q = F \frac{a+b}{2b},$$

46.20. Դանել M զանգված տնեցող բևույժ հորիզոնի նկատմամբ
 α և β անկյունների տակ թեքված հարթությունների վրա հավասարա-
կշռության մեջ պահվող երկու բեռների M_1 և M_2 զանգվածները, եթե
այդ երկու բեռները կապված են մի ճոպանի ծայրիցին, որը M_1
զանգվածով բեռից անցնում է հորիզոնական առանցքի վրա հաղված
 O_1 ճախարակի վրայով գեպի O շարժական ճախարակը և այնուհետև
 O_1 ճախարակի առանցքի վրա հաղված O_2 ճախարակի վրայով գեպի
 M_2 զանգվածով բեռը: O_1 և O_2 ճախարակները համառանցք են: Շը-
փումը, ինչպես նաև ճախարակների և ճոպանի զանգվածները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } M_2 = \frac{M}{2\sin\alpha}, \quad M_2 = \frac{M}{2\sin\beta},$$



46.20 խնդրին



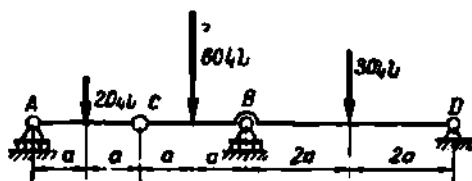
46.21 խնդրին

Պ6.21. Անձպելի թելի ծալրերին կապված են միեւնույն զանգվածով A և B բեռները: A բեռից թելը անցնում է զուգահեռ հորիզոնական հարթությանը, շրջանցում է C անշարժ ճախարակին, ընդգրկում է D շարժական ճախարակին, ախտահատ շրջանցում է F. անշարժ ճախարակին, որտեղ թելի մյուս ծալրին կապված է B բեռը: Շարժական D ճախարակի առանցքից կախված է M զանգվածով K բեռը:

Որոշել A և B բեռներից յուրաքանչյուրի M_1 զանգվածը և Λ բեռի ու հորիզոնական հարթության միջև սահքի շփման f գործակիցը, եթե բեռների համակարգը գտնվում է հանդստի մեջ: Թելի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ $M_1 = M/2$, $f = 1$:

Պ6.22. Երեք հենարանների վրա ընկած AD կազմովի հեծանք քաղկացած է C կետում հողակապորեն միացված երկու հեծաններից: Հեծանի վրա ուղղաձիգ ազդում են 20 կՆ-ի, 60 կՆ-ի, 30 կՆ-ի հաջադասար ուժերը: Չափերը նշված են նկարում: Որոշել A, B և D հենարանների հակազդումները:



46.22 խնդրին

Պատ.՝ $R_A = 10$ կՆ, $R_B = 105$ կՆ, $R_D = -5$ կՆ:

Պ6.23. Որոշել ալն պտտող մոմենտը, որը պետք է կիրառել նախորդ խնդրում գիտարկված AD հեծանի BD տեղամասի վրա, որպեսզի հենարանային հակազդումը D-ում հաջադասար լինի զրոյի:

Պատ.՝ $M = 20a$ կՆ.մ:

Պ6.24. A և C երկու հենարանների վրա ընկած AE կազմովի հեծանը քաղկացած է B և D կետերում հողակապորեն միացված AB, BD և DE երեք հեծաններից: DE հեծանը E կտրվածքում սեղմված է պատի մեջ: Որոշել E կտրվածքում հակազդման ուղղաձիգ բաղա-



46.24 խնդրին

զրիչը: Հեծաններին կիրառված են շորս համասար ուղղածից $\bar{P}$ ուժեր: Չափերը նշված են նկարում:

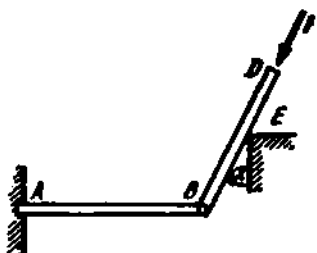
Պատ.՝ $R=0,5P$:

46.25. Որոշել նախորդ խնդրում դիսարկված DE հեծանի ամրակցման տեղում առաջացած ուժազույցի m_E մոմենտը:

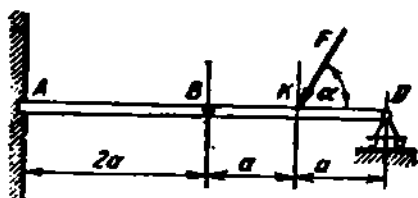
Պատ.՝ $m_E=()$:

46.26. AB և BD հեծանները միացված են B զլանալին հողակապով: AB հորիզոնական հեծանը A կտրվածքով ամրակցված է ուղղածից պատի մեջ: E հարթ ելուստին հենված BD հեծանը ուղղածից հետ կազմում է α անկյուն: BI հեծանի երկայնքով աղղում է $\bar{F}$ ուժը: Որոշել հակազդման հորիզոնական բաղադրիչը A ամրակցված հատույթում:

Պատ.՝ $R_{Ax}=F \sin \alpha$:



46.26 խնդրին



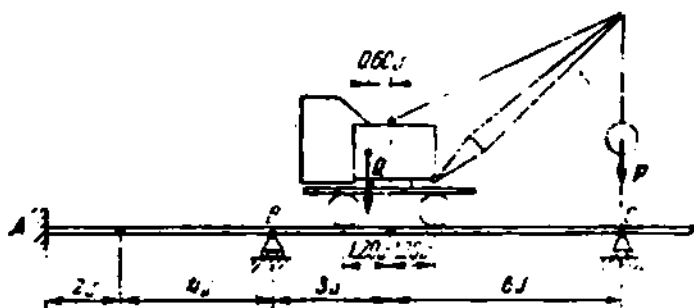
46.27 խնդրին

46.27. AB և BD երկու հորիզոնական հեծաններ միացված են B զլանալին հողակապով: D հենարանը գրգռված է թափալուկների վրա, իսկ A կտրվածքը ամրակցված է պատի մեջ: BI հեծանին K կետում կիրառված է հորիզոնի հետ α անկյուն կազմող $\bar{F}$ կենտրոնացած ուժը: Չափերը նշված են նկարում: Որոշել A ամրակցված կտրվածքում հակազդման բաղադրիչները և այդ կտրվածքում առաջացած ուժազույցի m_B հակազդող մոմենտը: Հեծանների զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } R_{Ax} = F \cos \alpha, \quad R_{Ay} = \frac{1}{2} F \sin \alpha, \quad m_p = F \sin \alpha$$

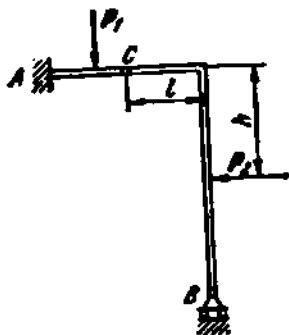
46.28. Երկաթուղային ամրաբծիչը հենվում է միջանկյալ հողապարհի ունեցող երկու հորիզոնական երկթուղի ճեղքաներին ամրացված ունիների վրա: Ամրաբծիչը կրում է $P=30$ կՆ, բնու, ամրաբծիչի ծանրության ուժը՝ $Q=16$ կՆ: Որոշել հակադրող ուժազույգի մոմենտը ամրակցման տեղում ամրաբծիչի ալն դիրքում: Որը ցույց է տրված նկարում:

$$\text{Պատ.՝ } M_A = -\frac{1}{2}(1,95Q + 2,60P) = -210 \text{ կՆ.մ.}$$



46.28 խնդիր

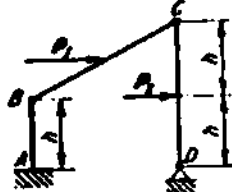
46.29. Կառավարողի հիմնակմախքը բաղկացած է C միջանկյալ հողապարհի լ-աձև ջրջանակներից: Շրջանակների վերին ծալքերը կոշտ ամրակցված են բնառնե պատի մեջ, ստորինները հենվում են դրանային շարժական հենարանների վրա: Որոշել ամրակցման ուղղանիշ հակադրումը $\bar{P}_1$ և $\bar{P}_2$ ուժերի ազդեցության դեպքում:



46.29 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } Y_A = P_1 - P_2 \frac{h}{l}$$

46.30. BC և CD երկու ճեղքաները

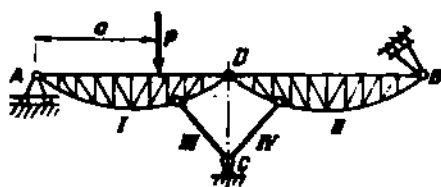


46.30 խնդիր

հողակապորեն միացված են C-ում, B պլանային հողակապով ամրացված են A կտրվածքում ամրակցված AB ուղղաձիգ կանգնակին, իսկ D պլանային հողակապով միացված են հասակի հետ: Հեծաններին կիրառված են $\bar{P}_1$ և $\bar{P}_2$ հորիզոնական ուժերը: Որոշել հակազդման հորիզոնական բաղադրիչը A կտրվածքում: Զափերը նշված են նրկարում:

$$\text{Պատ.՝ } R = P_1 + \frac{1}{2} P_2$$

46.31. Որոշել նախորդ խնդրում գիտարկված AB կանգնակի A ամրակցման տեղում առաջացած հակազդող ուժադրույթի m_A մոմենտը:



46.32 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } m_A = \left(P_1 + \frac{1}{2} P_2 \right) l$$

46.32. D հողակապով միացված I և II երկու ֆերմաներ C հողակապի միջոցով I և IV ձողերով ամրացված են գեղեին. A և B կետերում նրանք ունեն թափալուկների վրա դրված չննարաններ: I ֆերման բեռնավորված է A հենարանից a հեռավորության վրա գտնվող $\bar{P}$ ուղղաձիգ ուժով: Գտնել B թափալուկի հակազդումը:

Ցուցում. նախապես որոշել I և II ֆերմաների C_1 և C_2 արագություններն ակնթարթային կենտրոնների դիրքը:

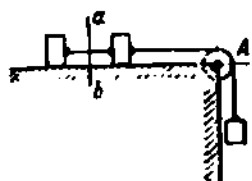
$$\text{Պատ.՝ } R_B = P \frac{a}{b} \frac{DC_2}{DC_1}, \text{ որտեղ } b\text{-ն } R_B \text{ հակազդման բազուկն է}$$

C_2 ակնթարթային կենտրոնի նկատմամբ: $\bar{R}_B$ հակազդումը ուղղված է B թափալուկի ձախից աջ տեղադրվելու հարթությանը ուղղահայաց զիպի ներքև:

§ 47. Դինամիկայի ընդհանուր հավասարումը

47.1. Յուրաքանչյուրը M զանգվածով երեք բեռներ միացված են A անշարժ ճախարակով պրված անձգելի թելով: Երկու բեռներ զտնվում են ողորկ հորիզոնական հարթության վրա, իսկ երրորդ բեռը կախված է ուղղաձիգ: Որոշել համակարգի արագացումը և թելի լարումը ab կտրվածքում, թելի և ճախարակի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{1}{3} g, \quad T = \frac{1}{3} Mg$$



47.1 խնդրին

47.2. Հոծ էլ նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով ճախարակի զանգվածը, ընդունելով, որ քեռների շարժման մասնակ Ա ճախարակը պտտվում է անշարժ առանցքի շուրջը, Հոծ համասեռ ճախարակի զանգվածը հավասար է $2M$ -ի:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{1}{4}g, \quad T = \frac{1}{4}Mg,$$

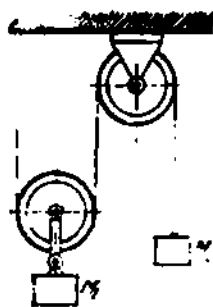
47.3. M_1 և M_2 զանգվածներով երկու քեռներ կախված են երկու ճկուն անձղիչի թելերից, որոնք, ինչպես ցույց է տրված նկարում, փաթաթված են r_1 և r_2 շառավիղներ ունեցող ու ընդհանուր առանցքի վրա հոգցված թմբկաղյանների վրա. քեռները շարժվում են ծանրության ուժի ազդեցությամբ տակ: Որոշել թմբկաղյանների է անկյունային արագացումը՝ անտեսելով նրանց զանգվածները և թելերի զանգվածը:

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = g \frac{M_2 r_2 - M_1 r_1}{M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2}$$

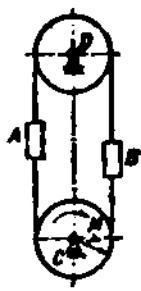
47.4. Նախորդ խնդրի պայմանի զեպչում որոշել է անկյունային արագացումը և թելերի T_1 ու T_2 լարումները. նկատի ունենալով թմբկաղյանների զանգվածները, հետևյալ սովորյալների զեպչում. $M_1 = 2$ կգ, $M_2 = 34$ կգ, $r_1 = 5$ սմ, $r_2 = 10$ սմ. թմբկաղյանների զանգվածներն են՝ փոքրիկը 4 կգ և մեծինը 8 կգ: Թմբկաղյանների զանգվածները ընդունել հավասարաչափ բաշխված նրանց արտաքին մակերևույթներով:



47.4 խնդրին



47.5 խնդրին



47.6 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = 49 \text{ ուղ/վ}^2, \quad T_1 = 246 \text{ Ն}, \quad T_2 = 167 \text{ Ն},$$

47.5. Նկարում պատկերված ճախարակների համակարգից կախված են քեռներ՝ M_1 -ը 10 կգ զանգվածով և M_2 -ը 8 կգ զանգվածով, Որոշել M_2 քեռի արագացումը և թելի լարումը, անտեսելով ճախարակների զանգվածները:

$$\text{Պատ.՝ } w_2 = 2.8 \text{ մ/վ}^2, \quad T = 56.1 \text{ Ն},$$

47.6. Վերհանելի ստորին փականի վին կիրառված է M պտտող մոմենտը: Որոշել վերև բարձրացվող M_1 զանգվածով λ բևեռ արագացումը, եթե B հակակշռի զանգվածը հավասար է M_2 -ի, իսկ լարաքանչյուրը և շառավղով R M_3 զանգվածով C և D փականի վին բրահեցից ներկայացնում են համասեռ գլաններ: Փոկի զանգվածն անտեսել:

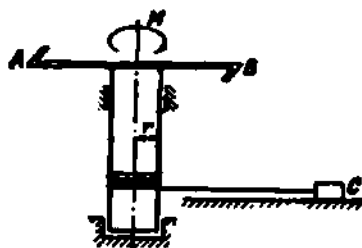
$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{M + (M_2 - M_1)gR}{(M_1 + M_2 + M_3)R}$$

47.7. Բեռները տեղադրվելու համար ոգտապորժվող մեխանիզմի՝ կարեստանի և շառավղով r բևեռ շարժման մեջ է գրվում AB բռնակին կիրառված M հաստատուն պտտող մոմենտով: Որոշել M զանգվածով C բևեռ արագացումը, եթե բևեռի և հորիզոնական հարթության միջև սահքի շփման գործակիցը հավասար է 1-ի: Զուգանի և կարեստանի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{M - \text{Imgr}}{m}$$

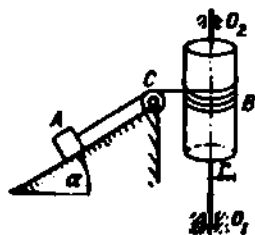
47.8. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ հաշվի առնելով կարեստանի զանգվածը, որի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J -ի:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{r(m - \text{Imgr})}{J + Mr^2}$$

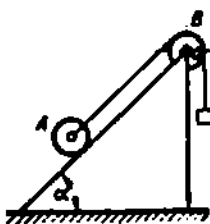


47.7 խնդիր

47.9. M_1 զանգվածով A բևեռ իջնելով հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ զասալորված թեք ողորկ հարթությունում, անձգելի թելի միջոցով պտտման մեջ է դնում M_2 զանգվածով և և շառավղով R թմրկաղանին: Որոշել թմրկաղանի անկյունային արագացումը, եթե ալն լնդունենը համասեռ կլոր գլան: Անշարժ C ճախարակի և թելի զանգվածն անտեսել:



47.9 խնդիր



47.11 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = \frac{2M_1 g \sin \alpha}{r(2M_1 + M_2)}$$

47.10. Մարդը հրում է սալլակին՝ նրան կիրառելով F հորիզոնական ուժը: Որոշել սալլակի թափքի արագացումը, եթե թափքի զանգվածը հավասար է M_1 -ի, M_2 -ը շրու անիվներից լարաքան-

չլուրի գանգվածն է. r -ը անխփի շառավիղն է. γ_1 -ը՝ զլորման շփման գործակիցը: Անխփներն ընդունել սեղանային առանց սահքի գլորվող հոծ կլոր սկավառակներ:

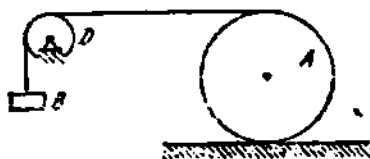
$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{F - \frac{\gamma_1}{r} (M_1 + 4M_2)g}{M_1 + 6M_2}$$

47.11. M_1 զանգվածով A թավալուկը առանց սահքի գլորվելով թեք հորիզոնական դեպի ներքև: Ենթադրելով վրայով զցված անձգելի թելի միջոցով բարձրացնում է M_2 զանգվածով C բեռը: Այդ դեպքում B ճախարակը պտտվում է իր հորիզոնական ուղղահայաց O անշարժ առանցքի շուրջը: Δ թավալուկը և B ճախարակը միևնույն զանգվածով և շառավղով համասեռ կլոր սկավառակներ են: Թեք հորիզոնակնը հորիզոնի հետ կապվում է α անկյուն: Որոշել թավալուկի առանցքի արագացումը: Թեքի զանգվածը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{M_1 \sin \alpha - M_2}{2M_1 + M_2}$$

47.12. M_1 զանգվածով B բեռը A թավալուկի վրա փաթաթված թելի միջոցով շարժման մեջ է դնում M_2 զանգվածով և r շառավղով այդ պլանային թավալուկին: Որոշել B բեռի արագացումը, եթե թավալուկը գլորվում է առանց սահքի, իսկ զլորման շփման գործակիցը հավասար է γ_1 : Ինչպե՞ս ճախարակի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{M_1 - \frac{\gamma_1}{2r} M_2}{8M_1 + 3M_2}$$



47.12 խնդիր



47.13 խնդիր

47.13. M_1 զանգվածով DE ձողը գրված է լուրջաճանշտի M_2 զանգվածով A , B և C երեք թավալուկների վրա: Ձողին կիրառված է հորիզոնականով գեղի աջ և ձողին ու թավալուկներին շարժման մեջ գնող $\vec{F}$ ուժը: Սահքը ձողի և թավալուկների միջև, ինչպես նաև

Թափալուկների և հորիզոնական հարթության միջև բացակայում է Դանել DE ձողի արտաքուստը: Թափալուկներն ընդունել համասեռ կլոր զլաններ:

$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{8F}{8M_1 + 9M_2},$$

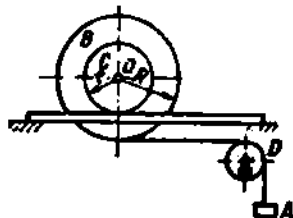
47.14. Որոշել 47.3 խնդրում զիտարկված M_1 բևեռ արագացումը, հաշվի առնելով ճախարակների՝ լուրաքանչյուրը 4 կգ զանգվածով հոծ համասեռ սկավառակների զանգվածները:

$$\text{Պատ.՝ } w_1 = 0.7 \text{ մ/վ}^2:$$

47.15. M_1 զանգվածով Λ բևեռ իջնելով ներքև (1) անշարժ ճախարակով զգված և B փոկանյի վրա վաթաթված անձղելի թելի միջոցով ստիպում է C լիսեռին առանց սահքի գլորվելու հորիզոնական ուղիով: R շառավղով B փոկանի վրա կոշտ հաղպված է չշառավղող C լիսեռի վրա. նրանց ընդհանուր զանգվածը հավասար է M_2 -ի, իսկ իներցիայի շառավղի ճանաչողը նկարի հարթությանը ուղղահայաց (1) առանցքի նկատմամբ հավասար է (1) Դանել Λ բևեռ արագացումը: Թելի և ճախարակի զանգվածներն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{M_1(R-r)^2}{M_1(R-r)^2 + M_2(r^2 + r^2)},$$

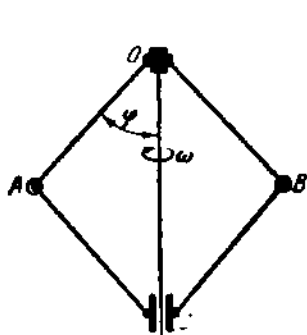
47.16. Կենտրոնախույս կարգավորիչը պտտվում է ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Որոշել OA և OB թելիկների չեղման անկյունը ուղղաձիգից՝ նկատի առնելով միայն գնդերից լուրաքանչյուրի M_1 զանգվածը և C կցորդիչի M_2 զանգվածը: բոլոր ձողերը ունեն միևնույն l երկարություն:



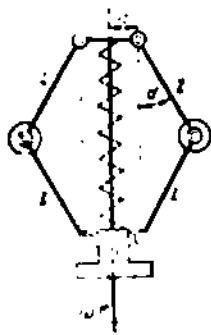
47.15 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } \cos \varphi = \frac{(M + M_1)g}{Ml\omega^2},$$

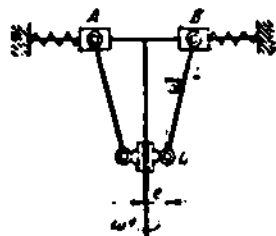
47.17. Կենտրոնախույս կարգավորիչը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Դանել կախվածություն կարգավորիչի անկյունային արագության և ուղղաձիգից նրա ձողի չեղման α անկյան միջև, եթե M_1 զանգվածով կցորդիչը հղվում է զնայի ներքև մի զսպանակով, որը առժամանակ գտնվում է շնամփոփված դիմակում և գերին ծալրով ամրացված է կարգավորիչի առանցքի վրա. գնդերի զանգվածները հավասար են M_2 -ի, ձողերի երկարությունը հավասար է l-ի, ձողերի կախման առանցքները կարգավորիչի առանցքից



47.16 խնդրին



47.17 խնդրին



47.18 խնդրին

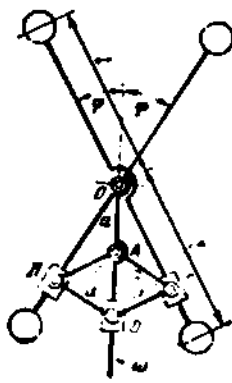
դառնվում են 2 հեռավորության վրա. ձողերի և զսպանակի զանգվածները անտեսել: Զսպանակի առաձգականության շորժակիցը հավասար է C -ի:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \frac{(M_1 + M_2)g + 2lc(1 - \cos \alpha)}{M_2(a + l \sin \alpha)} \lg \alpha$$

47.18. Կենտրոնախույս զսպանակավոր կարգավորիչը բաղկացած է յուրաքանչյուրը M զանգվածով A և B բնոններից, որոնք հաղցված են կարգավորիչի ստնակի հետ ամրացված M_2 զանգվածով C կցորդիչի հարթ հորիզոնական ձողի վրա, l երկարությամբ ձգաձողերից և բնոններին պտտման առանցքին սեղմող զսպանակներից. ձգ-ձողերի հողակապերի հեռավորությունը ստնակի առանցքից հավասար է e -ի. C -ն զսպանակների կոշտության գործակիցն է: Որոշել կարգավորիչի անկյունային արագությունը բացվածքի α անկյան դեպքում, եթե α_0 ($\alpha_0 < \alpha$) անկյան դեպքում զսպանակները գտնվում են շլարված վիճակում. ձգաձողերի զանգվածը և շփումը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \omega = \sqrt{\frac{M_2 g l g \alpha + 2cl(\sin \alpha - \sin \alpha_0)}{2M(e + l \sin \alpha)}}$$

47.19. Կարգավորիչի մեջ միեւնույն M_1 զանգվածով շորս բնոններ գտնվում են $2l$ երկարությամբ երկու հագասարարադուկ լծակների ծալերում. որոնք կարող են պտտվել կարգավորիչի հարթության մեջ ստնակի O ծալրի շուրջը և ստնակի առանցքի հետ կազմում են φ փոփոխական անկյունը: Ստնակի O ծալրից $OA = a$ հեռավորության վրա գտնվող A կետում սնուակի հետ հողակապերին միացված են 2



47.19 խնդրին

երկարություններ AB և AC լծակները, որոնք իրենց հերթին B և C կետերում հոդավորված են D կցորդիչը կրող a երկարությամբ $B(D)$ և $C(D)$ ձողերի հետ B և C կետերում կան լծակների երկաթեյուղ սահող և բեռներ կրող սողնակներ: Կցորդիչի զանգվածը հավասար է M_1 -ի: Կարգավորիչը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Գտնել կապ ω անկյան և ω անկյունային արագության միջև կարգավորիչի հավասարակշռված դիրքում:

Պատ.՝ Կարգավորիչի հավասարակշռված դիրքը հնարավոր է միայն $\omega = \sqrt{\frac{2gM_2a}{M_1l^2}}$ զեպքում՝ անկախ ω անկյունից:

§ 48. Լադրանժի 2-րդ սեռի ճավասարումները

ԿՑ.1. Պատման փոխանցումը երկու լիսեռների միջև իրաչանացվում է համապատասխանաբար Z_1 և Z_2 առամներ ունեցող երկու աստամաննիվներով, լիսեռների իներցիայի՝ մոմենտները նրանց վրա հաყցված անիվների հետ միասին համապատասխանաբար հավասար J_1 -ի և J_2 -ի: Կազմել առաջին լիսեռի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումը, եթե նրա վրա ազդում է M_1 պտտող մոմենտը, իսկ մյուս լիսեռի վրա՝ M_2 գիմադրություն մոմենտը: Առանցքակալներում շփումն անտեսել:

Պատ.՝ $(J_1 + i^2 J_2)\ddot{\varphi} = M_1 - i M_2$, որտեղ $i = Z_1 Z_2$:

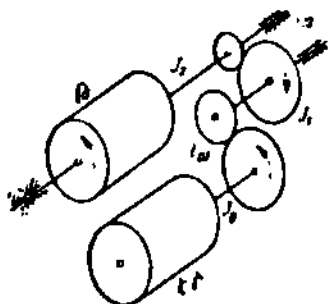
ԿՑ.2. Կենտրոնազտիչի թմբկազյանը պտտման մեջ է դրվում L_0 էլեկտրաշարժիչով՝ երկաստիճան պտտատափոխանցիչի միջոցով: Տքրված են էլեկտրաշարժիչի J_0 իներցիայի մոմենտը, թմբկազյանի J_2 իներցիայի մոմենտը, պտտատափոխանցիչի միջանկյալ լիսեռի J_1 իներցիայի մոմենտը, պտտատափոխանցիչի աստիճանների i_{01} և i_{12} փոխանցման թվերը: Էլեկտրաշարժիչի ոռոտրին կիրառված է M_0 պտտող մոմենտը և գիմադրության ուժերի M'_0 մոմենտը, պտտատափոխանցիչի լիսեռին և թմբկազյանին՝ համապատասխանաբար զիմադրության ուժերի M'_1 և M'_2 մոմենտները: Կազմել կենտրոնազտիչի թմբկազյանի պտտման գիֆերենցիալ հավասարումը:

Պատ.՝ $(J_0 i_{01}^2 i_{12}^2 + J_1 i_{12}^2 + J_2)\ddot{\varphi} = (M_0 - M'_0) i_{01} i_{12} - M'_1 i_{12} - M'_2$:

ԿՑ.3. Էլեկտրամեքենայի շարժաքիբը քաղկացած է L_0 էլեկտրաշարժիչից և 1 փոխանցման թվով միաստիճան պտտատափոխանցիչից: Կազմել էլեկտրամեքենայի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումը, եթե J_0 -ն էլեկտրամեքենայի ոռոտրի իներցիայի մոմենտն է, J_1 -ը

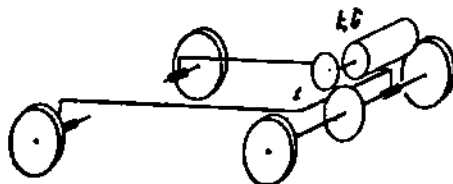
շառապիդ տնեցող շուրճ անիվներից լուրաքանչլուրի իններցիայի մոմենտը, III-ը՝ էլեկտրամեքենայի պոմարային զանգվածը, M-ը՝ էլեկտրաշարժիչի պոտող մոմենտը, M'-ը՝ էլեկտրաշարժիչի լիսեոի վրա զիմադրութլան ուժերի մոմենտը, F-ը՝ էլեկտրամեքենայի շարժմանը զիմադրող պոմարային ուժը:

$$\text{Պատ.՝ } \left(m + \frac{4J_1}{r^2} + \frac{J_0}{i^2 r^2} \right) x = \frac{M - M'}{i r} - F,$$



48.2 խնդրիև

ԿՑ.Գ. Կալուսացնող շարժաքերի էճ էլեկտրաշարժիչը տեղակայված է պոտ-



48.3 խնդրիև

վող շրջանակի վրա, որի զիրքը տրվում է γ անկյունով: էլեկտրաշարժիչի լիսեոի վրա եղած I առամնանվակը գլորվում է անշարժ հիմքի հետ կապված II առամնանիվի շուրջը: Կաղմել շրջանակի շարժման զիճերինսկիալ հավասարումը, եթե J_1 -ը շրջանակի իներցիայի մոմենտն է էլեկտրաշարժիչի հետ միասին, J_0 ն՝ էլեկտրաշարժիչի ուտողի իներցիայի մոմենտը, i_{12} -ը՝ առամնանվակների զուլկի փոխանցման թիվը, M_0 -ն՝ էլեկտրաշարժիչի պոտող մոմենտը, M_0' -ը՝ էլեկտրաշարժիչի լիսեոի վրա զիմադրութլան ուժերի մոմենտը, M_1' -ը՝ շրջանակի վրա կիրառված ուժերի մոմենտը նրա առանցքի նկատմամբ:

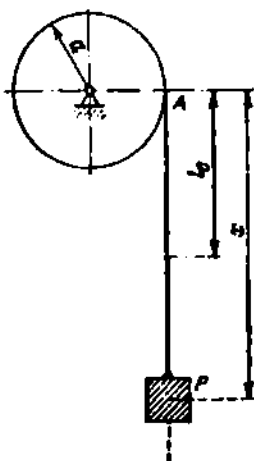
$$\text{Պատ.՝ } \left[J_0 \left(1 + \frac{1}{i_{12}^2} \right) + J_1 \right] \ddot{\varphi} = (M_0 - M_0') \left(1 + \frac{1}{i_{12}^2} \right) - M_1',$$

ԿՑ.Ե. Որոշել m_1 զանգվածով և l երկարութլամբ համասեո եռպանից կախված Ո) զանգված ունեցող բնուի շարժումը, ճուպանը փաթեթված է Ձ շառավղով և Մ₂ զանգվածով թմբկաղլանի վրա, պըտրուման առանցքը հորիզոնական է, չիտմն անտեսել, թմբկաղլանի զանգվածն ընդուենել հավասարաչափ բաշխված նրա շրջանակով: Սկզբնական պահին ($t=0$) համակարգը գտնվել է հանգստի մեղ, ճուպանի կախված մասի երկարութլոնը l_0 է:

Յ ա լ ց ու մ : Թմրկադրանի շափերը ձողանի կախված մասի երկարություն համեմատությամբ անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } x = -\frac{ml}{m_1} + \left(l_0 + \frac{ml}{m_1}\right) \operatorname{ch} \sqrt{\frac{m_1 g}{(m + m_1 + m_2)l}}$$

48.6. Էպիցիկլիկ մեխանիզմում Γ_1 շառավղով փախչող ատամնանվակը հաղցված է հակակշիռ կրող շուռտվիկի վրա, որը կիրառված M մոմենտի ազդեցությամբ տակ պտտվում է անշարժ ատամնանվակի առանցքի շուրջը: Որոշել շուռտվիկի պտտման անկյու-



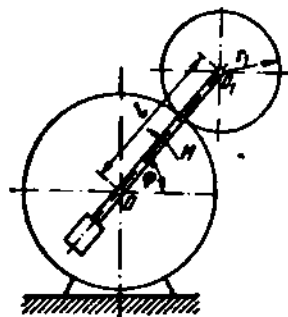
48.4 խնդրին

48.5 խնդրին

նակին արագացումը և շրջանալին S ճիզը ատամնանվակների շոշափման կետում, եթե ատամնանվակների առանցքների միջև հեռավորությունը հավասար է l -ի, հակակշիռ հետ միասին շուռտվիկի իներցիալի մոմենտը նրա պտտման առանցքի նկատմամբ հավասար է J_0 -ի, փախչող ատամնանվակի զանգվածը m_1 է, ատամնանվակի իներցիալի մոմենտը նրա առանցքի նկատմամբ J_1 է, շփումն անտեսել, ատամնանվակի և հակակշիռի շուռտվիկի զանգվածների կենտրոնի զտնվում է շուռտվիկի պտտման առանցքի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } \varepsilon = \frac{M}{J_0 + m_1 l^2 + J_1 \frac{l^2}{r_1^2}}, \quad S = \frac{J_1 l}{r_1^2} \varepsilon,$$

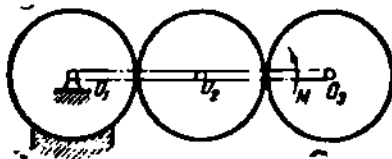
48.7. Պլանետար մեխանիզմում O_1 առանցքով անիվը անշարժ է. $O_1 O_2$ ղեկալծակին կիրառված է M պտտող մոմենտը. մեխանիզմը փաստվորված է հորիզոնական հարթության մեջ: Որոշել ղեկալծակի անկյունալին արագացումը՝ անիվներն ընդունելով միեմալին m զանգվածով և r շառավղով համասեռ սկավտոսկներ և անտեսելով ղեկալծակի զանգվածը:



48.6 խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } e_1 = \frac{M}{22mr^2},$$

ԳՆՔ. K. K վազկանների շարժման մեջ



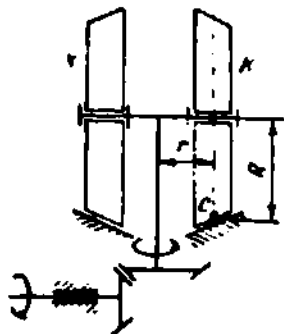
48.7 խնդիր

են դրվում շարժիչի առանցքից ալն փոխանցման միջոցով, որի սլոն-
ման ցույց է տրված նկարում: Մեկ վազկանի զանգվածը հավասար է
3 տ, միջին շառավիղը՝ $R=1$ մ, պատման շառավիղը՝ $r=0,5$ մ:
Ընդունում ենք, որ վազկանի պտտման սկիզբարժային առանցքը
անցնում է շրջանակի C միջին կետով: Շարժիչից ողողածից լիսեռին
անցնող կոնական փոխանցման անիվների շառավիղների հարաբերու-
թյունը հավասար է 2/3-ի: Վազկանը ընդունում ենք K շառավիղով
համասեռ սկալառակ և վազկանների զանգվածի համեմատությամբ
անտեսում ենք բոլոր շարժվող մասերի զանգվածը: Հաշվիչ. թե
ինչպիսի հաստատուն պտտող մոմենտ պետք է կիրառված լինի
շարժիչի առանցքի վրա, որպեսզի շարժիչը գործի զգույն պահից
10 վ հետո ողողածից առանցքին հաղորդվի 120 պտ րոպ անկյունա-
լին արագություն. դիմադրության ուժերը անտեսել:

Պատ.՝ 3140 Ն.մ:

ԴՔ.Պ. 101 կգ զանգվածով M բեռը բազ-
մաճախարակի օղնությամբ բարձրացնում է
M₁ բեռին, որը շարժական պահունակի հետ
միասին ունի 320 կգ զանգված: Ընդամենը
չորս ճախարակներ են. մեծ ճախարակներն
ունեն 10-ական կգ զանգված, փոքրերը՝ 8-
ական կգ, մեծ ճախարակների շառավիղները
հավասար են 1-ի, փոքրերի շառավիղները
հավասար են 1/2-ի: Որոշել M բեռի արագա-
ցումը: Ըճախարակների էներգիան հաշվելիս
ենթադրում ենք, որ նրանց զանգվածները հավասարաչափ բաշխված
են շրջանագծով:

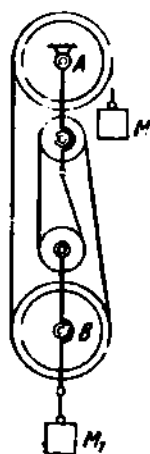
Պատ.՝ 0,1ց:



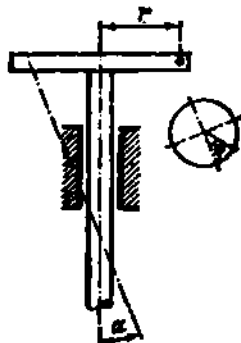
48.8 խնդիր

48.10. Ուստորների ստատիկական հավասարակշռության համար օգտագործվող մեքենայի մեջ առանցքակալները ուղղանկյուն նկատմամբ թեքված են α անկյան տակ: Առանցքակալի մեջ տեղափոխված ուստորը ունի J իներցիայի մոմենտ (իր առանցքի նկատմամբ) և առանցքից r հեռավորության վրա կրում է m շահասարակչով զանգվածը: Դրել ուստորի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը և որոշել հավասարակշռության դիրքի շուրջ փոքր առատանու մեծերի հաճախությունը:

Պատ.՝ $(mr^2 + J)\ddot{\varphi} + mgr \sin \alpha \sin \varphi = 0, \quad k = \sqrt{\frac{mgr \sin \alpha}{mr^2 + J}},$ որտեղ φ -ն



48.9 խնդրին



48.10 խնդրին

ուստորի շրջման անկյունն է:

48.11. Համասեռ շրջանալին կոներ գլորվում է հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ թեքված խորդաքորդ հարթության վրա: Կոնի ծնիշի երկարությունը l է, լայնվածքի անկյունը՝ 2β : Կազմել կոնի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը:

Ցուցում. Որպես բնականացված կոորդինատ ընդունել կոնի շրջանալի կարթության ամենամեծ ուղղով կազմված θ անկյունը:

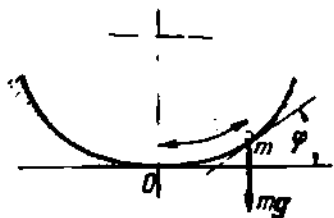
Պատ.՝ $\ddot{\theta} + \frac{g \sin \alpha}{l \left(\cos^2 \beta + \frac{1}{5} \right)} \sin \theta = 0,$

48.12. m զանգվածով նյութական կետը ծանրության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է ցիկլոիդաձև ուղղորդով, որը տրված է $s = -l A \sin \varphi$ հավասարումով, որտեղ S -ը O կետից հաշվվող աղեղն է, իսկ φ -ն ցիկլոիդի շոշափողի կազմած անկյունն է հորիզոնական առանցքի հետ: Որոշել կետի շարժումը:

Պատ.՝ $s = A \sin \left(\frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{a}} t + \varphi_0 \right),$ որտեղ A -ն և φ_0 -ն ինտեգրման

հաստատուններ են:

48.13. Որոշել ալն ճոճանակի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումը, որը բաղկացած է ձ շառավիղ ունեցող անշարժ զլանի վրա



48.12 խնդրի



48.13 խնդրի

փախաթված թեղից կախված Ո զանդածով Մ նյութական կետից: Հավասարակշռության դիրքում թեղի կախված մասի երկարությունը հավասար է l -ի, θ -ի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ $(l+a\theta)'' + a\theta^2 + g\sin\theta = 0$, որտեղ θ -ն ճոճանակի շեղման անկյունն է ուղղածիդից:

48.14. Կազմել թեղից կախված m զանգվածով նյութական կետից բաղկացած ճոճանակի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումը, եթե թեղի երկարությունը փոփոխվում է կամայական տրված $l=l(t)$ օրենքով:

Պատ.՝ $\ddot{\varphi} + 2\frac{\dot{l}}{l}\dot{\varphi} + \frac{g}{l}\sin\varphi = 0$, որտեղ φ -ն թեղի շեղման անկյունն է ուղղածիդից:

48.15. 1 երկարությամբ անձեղի թեղի վրա գտնվող Ո զանգվածով նյութական կետից բաղկացած ճոճանակի կախման կետը $l=l(t)$ տրված օրենքով շարժվում է հորիզոնի հետ x անկյուն կազմող թեք ուղղով: Կազմել ճոճանակի գիֆերենցիալ հավասարումը:

Պատ.՝ $\ddot{\varphi} + \frac{g}{l}\sin\varphi + \frac{\ddot{x}}{l}\cos(\varphi - \alpha) = 0$:

48.16. Մի հարթության մեջ գտնվող և իրար հետ α անկյուն կազմող երկու լիսեռները միացված են Կարդանի հողակապով: Լիսեռների իներցիալի մոմենտները հավասար են J_1 -ի և J_2 -ի: Կազմել առա-



48.16 խնդրի

ջին լիսեռի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումը, եթե նրա վրա ազդում է M_1 պտտող մոմենտը, իսկ մյուս լիսեռի վրա կիրառված է M_2 դիմադրության մոմենտը: Առանցքակալներում շփումն անտեսել:

Պատ.՝ Լեռքին լիսեռի շրջման անկյունը նշանակելով φ , ունենք

$$\left| J_1 + i_2 \left(\frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi} \right)^2 \right| \varphi - \frac{J_2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \sin 2\varphi}{(1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi)^2} \varphi^2 = \\ = M_1 - M_2 \frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi},$$

48.17. Հոտադիկային մեխանիզմը բաղկացած է m_1 զանգվածով միուցից, m_2 զանգվածով AB շարժաթևից, O-ի շոտադիկից, լիսեռից և թափանցիկից, J_0 -ը շարժաթևի իներցիայի մոմենտն է նրա C զանգվածների կենտրոնի նկատմամբ, J_2 -ը OB շոտադիկի, լիսեռի և թափանցիկի իներցիայի մոմենտն է առանցքի նկատմամբ, Ω -ն միուցի մակերեսն է, φ -ն՝ միուցի վրա ազդող ճնշումը, l -ը շարժաթևի երկարությունն է, s -ը A կետի և շարժաթևի զանգվածների կենտրոնի միջև եղած հեռավորությունն է, r -ը OB շոտադիկի երկարությունն է, M -ը լիսեռի վրա ազդող դիմադրության մոմենտն է, ψ կազմել մեխանիզմի շարժման զիջերենցիալ հավասարումները՝ ընդունելով շարժաթևի շրջման $\dot{\varphi}$ անկյունը փոքր, ախտնքն ընդունելով $\sin \psi = \psi$ և $\cos \psi = 1$ ։ Որպես ընդհանրացված կոորդինատ պնդենք շոտադիկի շրջման φ անկյունը։ Ի՞նչ լիսեռի զանգված է հորիզոնական հարթության մեջ։

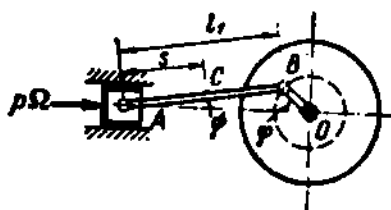
$$\text{Պատ.՝ } \left| (m_1 + m_2)r^2 \sin^2 \varphi + (J_2 + m_2) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \cos^2 \varphi + J_2 \right| \dot{\varphi} + \\ + \left| (m_1 + m_2)r^2 - (J_2 + m_2) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \right| \cos \varphi \sin \varphi \dot{\varphi}^2 = -M + 2\Omega r \sin \varphi,$$

48.18. A զանգվածով և 2B երկարությամբ համասեռ ձողով, որի ծայրերը սահում են հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող և K շոտադիկ տնկող շրջանագծով, V հաստատուն հարաբերական արագությամբ շարժվում է M զանգվածով նյութական կետը։ Որոշել ձողի շարժումը։ Ինչպե՞ս պահել նյութական կետը գտնվում է ձողի զանգվածների կենտրոնում։

$$\text{Պատ.՝ } \theta - \psi_0 = \text{Carctg} \frac{v_1}{l \sqrt{R^2 - a^2 + \frac{M}{m} \left(R^2 - 2 + \frac{a^2}{3} \right)}}, \quad \text{որտեղ } v_0\text{-ն}$$

և C-ն կամալական հաստատուններ են։

48.19. M զանգվածով և 2B երկարությամբ AB համասեռ ձանր ձողի ծայրերը առանց շփման սահում են մի շրջանակի հորիզոնական և ուղղաձիգ ձուլերով, որը Թ հաստատուն անկյունային արագությամբ



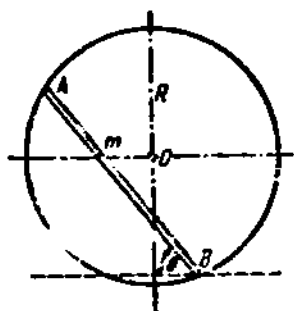
48.17 խնդրի

Հավասարակշռության դիրքում $\theta=0$ (անկյուն հավասարակշռության)։

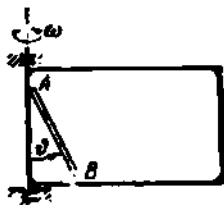
48.20. R շառավղով սկավառակի շրջանագծին հոդակապորեն միացված է իր ծայրերին m_1 և m_2 կենտրոնացված զանգվածներ կրող լծակը։ Զանգվածների հեռավորությունները հոդակապից համապատասխանաբար հավասար են l_1 -ի և l_2 -ի։ Սկավառակը պտտվում է իր հարթությանը ուղղահայաց ուղղածից առանցքի շուրջը և անկյունային արագության $\dot{\varphi}$ պահին լծակի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը և որոշել նրա հարաբերական հավասարակշռության դիրքը։ Լծակի զանգվածը անտեսել։ Լծակի պտտման առանցքը պողպատե է սկավառակի պտտման առանցքին։ Խնդիրը լուծել նաև այն ենթադրությամբ, որ սկավառակը պտտվում է ուղղածից հարթության մեջ (հաշվի առնել ծանրության ուժի ազդեցությունը)։

Պատ.՝ Ուղղածից առանցքի շուրջը պտտման համար՝

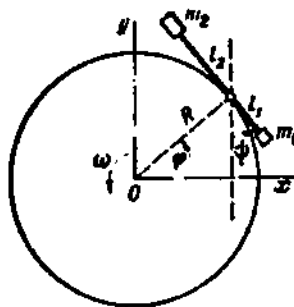
$$(m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2) \ddot{\varphi} - R \omega^2 (m_1 l_1 - m_2 l_2) \cos(\varphi - \omega t) = 0,$$



48.18 խնդրի



48.19 խնդրի



48.20 խնդրի

$m_1 l_1 = m_2 l_2$ դեպքում լծակը անտարբեր հարաբերական հավասարակշռության մեջ է։ $m_1 l_1 \neq m_2 l_2$ դեպքում գոյություն ունի հարաբերական հավասարակշռության երկու դիրք, որոնց դեպքում $\dot{\varphi} = \omega t \pm \pi/2$, այսինքն լծակը ուղղված է շառավղով։

Հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտման համար՝

$$(m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2) \ddot{\varphi} + R \omega^2 (m_1 l_1 - m_2 l_2) \cos(\psi - \omega t) + (m_1 l_1 - m_2 l_2) g \sin \psi = 0,$$

եթե $m_1 l_1 = m_2 l_2$, հարաբերական հաճախարկչություն անհնարին է:

45.21. Ա զանգվածով բարակ սկափառակը կարող է իր հարթությունում սահնդ շփման սահել, հորիզոնական հարթության վրայով: Այդ սկափառակով որի վերևի մակերևույթը խորդաբորդ է, շարժվում է III դանդաղված շլուխական կետը: Կետի հարաբերական շարժման հաճախությունները x և y կոորդինատներով, որոնց առանցքները կապված են սկափառակի հետ և ունեն սկզբնական նրա զանգվածների կենտրոնում, որված են $x = x(t)$, $y = y(t)$ տեսքով: Սկափառակի իներցիայի մոմենտը իր զանգվածների կենտրոնի նկատմամբ հաճախոր է J -ի Որոշել սկափառակի անկյունային արագությունը փոփոխման սրենքը: Սկզբնական դիրքում սկափառակը անշարժ է:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } & \left| J + \frac{mM}{m+M} (x^2 + y^2) \right| \ddot{\varphi} + \frac{mM}{m+M} (x\ddot{y} - y\ddot{x}) = \\ & = \frac{mM}{M+m} (x_0 y_0 - y_0 x_0). \end{aligned}$$

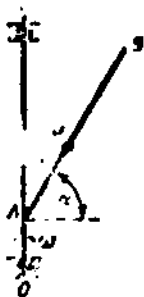
որտեղ x_0 և y_0 և x_0 -ը, y_0 -ը ժամանակի սկզբնական պահին կետի կոորդինատների և արագության պրոյեկցիաների արժեքներն են:

45.22. Եւթորդ խնդրում նկարագրված սկափառակի վրա R շառավղի ունեցող շրջանագծի երկախքով շարժվում է շլուխական կետը $v = \omega l$ հարաբերական արագությամբ: Գտնել սկափառակի շարժման սրենքը:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } & \ddot{\varphi} = - \frac{mM}{2(m+M)} \frac{R\omega}{J + \frac{mM}{m+M} R^2} t^2 = - \frac{\beta}{2R} t^2, \\ & \xi = - \frac{mR}{m+M} \cos \frac{\alpha + \beta}{2R} t^2, \quad \eta = - \frac{mR}{m+M} \sin \frac{\alpha + \beta}{2R} t^2, \end{aligned}$$

որտեղ ξ -ն սկափառակի շրջման անկյունն է իսկ ξ -ն և η -ն սկափառակի զանգվածների կենտրոնի կոորդինատներն են համակարգի զանգվածների կենտրոնը սկզբնական ունեցող անշարժ գեկարտյան համակարգում:

45.23. Ա շլուխական կետը ժանրության ուժի ազդեցության տակ



տակ շարժվում է անշարժ ուղղանկյալ առանցքի շուրջը և հաստատուն անկյունային արագությունը պատվող AB ուղղանկյալ ծողով: AB ծողը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն: Գտնել կետի շարժման սլեյքը:

Պատ.՝ Ընդգծվող առանցքի հետ ուղղի հաստատուն կետից շարժվող կետի հեռավորությունը՝

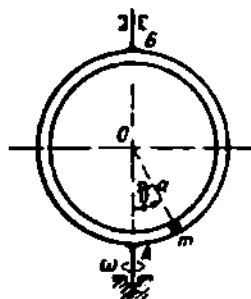
$$r = C_1 e^{-i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t} + \frac{g}{\omega^2} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

48.23 խնդիրն

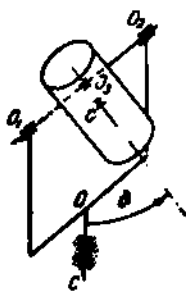
որտեղ C_1 -ը և C_2 -ը ինտեգրման հաստատուններ են:

48.24. III գանգվածով նյութական կետը շարժվում է և շատավիդ ունեցող շրջանային շրջանակով: Երբ և հաստատուն անկյունային արագությունը պատվում է AB ուղղանկյալ տրամագծի շուրջը: Կազմել կետի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը և որոշել անկյունային արագության հաստատունությունը պահպանելու համար անհրաժեշտ M մոմենտը:

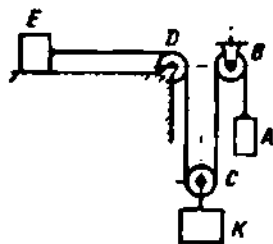
$$\text{Պատ.՝ } \theta + \left(\frac{l^2}{a} - \omega^2 c^2 \right) \sin \theta = 0, \quad M = 2ma^2 \sin \theta \cdot \cos \theta \cdot \omega^2$$



48.24 խնդիրն



48.25 խնդիրն



48.26 խնդիրն

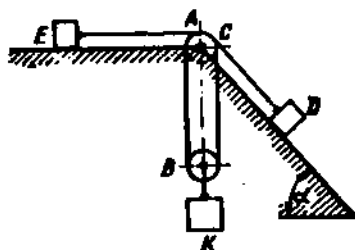
48.25. III գանգվածով մարմինը կարող է պտտվել $O_1 O_2$ հորիզոնական առանցքի շուրջը: Երբ իր հերթին պտտվում է OG ուղղանկյալ առանցքի շուրջը և հաստատուն անկյունային արագությունը պատվող $O_1 O_2$ ծողով: Գտնել գանգվածների կենտրոնը գտնվում է $O_1 O_2$ -ին ուղղահայաց ուղղի վրա O_3 կետից և հեռավորության վրա: Ենթադրելով, որ $O_1 O_2$ և OG առանցքները հանդիսանում են մարմնի իներտիայի գլխավոր առանցքներ O_3 կետում: Կազմել շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը: Մարմնի իներտիայի մոմենտները գլխավոր առանցքների նկատմամբ հավասար են A, B, C:

$$\text{Պատ.՝ } A\ddot{\theta} + \omega^2(C-B)\sin\theta\cos\theta = -mg/\sin\theta.$$

որտեղ θ -ն շրջման անկյունն է O_1O_2 առանցքի շուրջը:

ԿՑ.26. Համասեու թելը, որի ծալրին կապված է m զանգվածով A բևեռը, շրջանցում է B անշարժ ճախարակին, բնդղրկում է C շարժական ճախարակին, բարձրանում է դեպի վեր D անշարժ ճախարակի վրա և անցնում է հորիզոնական հարթությանը զուգահեռ, որտեղ նրա ծալրին կապված է m զանգվածով E բևեռը: C ճախարակի առանցքին ամրակցված է m_1 զանգվածով K բևեռը, E բևեռի և հորիզոնական հարթության միջև սահքի շփման գործակիցը համասար է f -ի: Ինչպիսի՞ պայմանի դեպքում K բևեռը կիջնի ներքև, եթե բոլոր բեռների սկզբնական արագությունները համասար են եղել զրոյի: Փոփոխի՞ K բևեռի արագացումը: Ճախարակների և թելի զանգվածները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } m_1 > m(1+f), \quad w = g \frac{m_1 - m(1+f)}{m_1 + 2m},$$



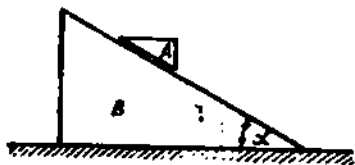
48.27 խնդիր

ԿՑ.27. Գործառնյուրը m զանգվածով D և E երկու բեռների կապված են անձգելի թելի ծալրերին: Թելը E բևեռից անցնում է A անշարժ ճախարակով, ալնուհետև բնդղրկում է B շարժական ճախարակը, վերադառնում է դեպի վեր A ճախարակի հետ համառանցք C անշարժ ճախարակի վրա, անցնում է ողորկ թեք հարթությանը զուգահեռ, որտեղ թելի ծալրին կապված է D բևեռը:

Թեք հարթությունը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն: B շարժական ճախարակին ամրակցված է m_1 զանգվածով K բևեռը: E բևեռի և հորիզոնական հարթության միջև սահքի շփման գործակիցը համասար է f -ի: Ճախարակների և թելի զանգվածները անտեսել: Պարզել, ալն պայմանը, որի դեպքում K բևեռը կիջնի ցած: Փոփոխի՞ արագացումը: Սկզբնական պահին բոլոր բեռների արագությունները համասար են եղել զրոյի:

$$\text{Պատ.՝ } m_1 > m(f + \sin\alpha), \quad w = g \frac{m_1 + m(f + \sin\alpha)}{m_1 + 2m},$$

ԿՑ.28. m զանգվածով A պրիզման սահում է m_1 զանգված առնցքով B պրիզմայի ողորկ կողմնալիքի նիստով, որը հորիզոնի հետ կազմում է α անկյուն: Որոշել B պրիզմայի արագացումը: B պրիզմայի և հորիզոնական հարթության միջև շփումը անտեսել:



48.28 խնդիր



48.29 խնդիր

Պատ.՝
$$W = g \frac{m \sin 2\alpha}{2(m_1 + m \sin^2 \alpha)}$$

48.29. Ողորկ հորիզոնական հարթության վրա տեղադրված է m զանգվածով ABC եռանկյուն պրիզման, որն առանց շփման կարող է առնել այդ հարթության վրա։ պրիզմայի AB հիստով առանց սահքի պլուզում է m_1 զանգվածով համասեռ կլոր գլանը։ Որոշել պրիզմայի արագացումը։

Պատ.՝ Լերագացումն աղղղված է դեպի ձախ և հավասար է

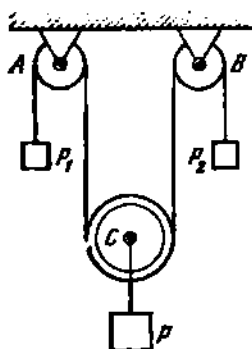
$$g \frac{m_1 \sin 2\alpha}{3(m + m_1 - 2m_1 \cos^2 \alpha)}$$

48.30. Խնժարժ ռսանցքներ ունեցող A և B ճախարակների վրայով զգված է C շարժական ճախարակին պահող քողը։ ճախարակների վրա շփումից չուղի մասերը աղղղածից են։ C ճախարակը թռնափորված է $n=4$ կգ զանգված ունեցող կշռաքարով, քողի մարների ամրակված են $m_1=2$ կգ և $m_2=3$ կգ զանգվածով թռններ։ Որոշել քողը երեք թռնների արագացումները՝ առանցքի վրա ճախարակների և քողի զանգվածները։ Նաև շփումը առանցքներից։

Պատ.՝ $W = \frac{1}{11}g$ (դեպի վեր), $W_2 = \frac{1}{11}g$ (դեպի վեր), $W_3 = \frac{3}{11}g$

(դեպի վեր)։

48.31. Միեռույն m զանգվածով M_1 և M_2 թռնները շարժվում են աղղղածից հարթության մեջ հորիզոնի նկատմամբ α և β անկյունների տակ դասավորված OA և OB երկու թիք ողղորդներով։ այդ թռնները միացնող թիքը M_1 թռնից անցնում է հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտվող O ճախարակի վրայով։ լնդդրվում է m , զանգվածով M թռնը կրող Q շարժական փականվին և ալնուհետե (γ), ճախարակի վրայով, որը հաղցված է ալնույն առանցքի վրա, ինչ որ O ճախարակը, անցնում է M_2 թռնին։ O_1 և O ճախարակները համառանցք են։



48.30 խնդրի

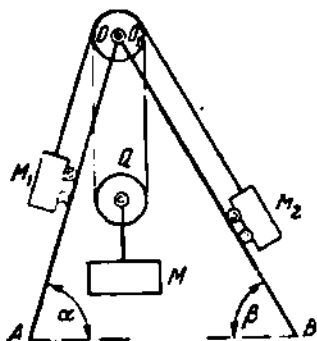
Որոշել M բևեռի W արագացումը՝ անտեսելով շփումը, ինչպես նաև ճախարակի, փոկանվի և թելի զանգվածները:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{m_2 - m(\sin \alpha + \sin \beta)}{m_2 + 2m}$$

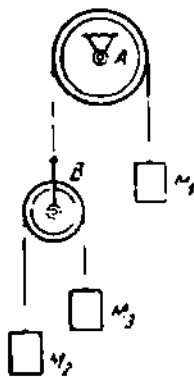
48.32. Լուծել նախորդ խնդիրը՝ M_1 և M_2 բեռները փոխարինելով լուրջանայուրը m զանգված և r շառավիղ ունեցող թավալուկներով: Թավալուկներն ընդհանել հոծ համասեռ կտր սկզբատակներ: Թավալուկների և թեք հարթությունների միջև զրոման շփման գործակիցը հավասար է $\frac{1}{r}$ -ի: Թելերն ամրացված են թավալուկների առանցքներին:

$$\text{Պատ.՝ } w = g \frac{m_2 - m \left[\sin \alpha + \sin \beta + \frac{1}{r} (\cos \alpha + \cos \beta) \right]}{m_2 + 2m}$$

48.33. Տված է A անշարժ և B շարժական երկու ճախարակներից m , ինչպես նաև g և W արված նկարում, անձեղի թելերի միջոցով կախված M_1 , M_2 և M_3 երեք բեռներից կազմված համակարգ: Բեռների զանգվածները համապատասխանաբար հավասար են m_1 , m_2 և m_3 , ըստ որում $m_1 < m_2 + m_3$ և $m_2 \neq m_3$: Ծախարակների զանգվածներն անտեսել: Գտնել, թե m_1 , m_2 և m_3 զանգվածների ինչպիսի հաշվարկային դեպքում m_2 բեռը կիջնի ցած ալն դեպքում, երբ բեռների սկզբնական արագությունները հավասար են զրոյի:



48.31 խնդրի



48.33 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } q_{\text{հաք է լինի } m_2 > \frac{4m_2m_3}{m_2+m_3},$$

48.34. Իտնել ալն սալլակի աբաղադումը. որի հենահարթակով առանց սահքի դլորվում է կլոր գլանը, եթե սալլակն ինքը նույնպես առանց սահքի գլոր-գլոր գնում է հորիզոնի նկատմամբ α անկան տակ թեքված և սալլակի հենահարթակին դուգանեո հարթութլան վրալով գլանի ծնիչները ողղահալաց են հենահարթակի ամենամեծ թեքութլան գծերին: Մալլակի գանգվածն առանց անիվների M է. բոլոր անիվների գանգվածն m է. գլանի գանգվածը M_1 է. անիվներն ընդունել համասեո հած սկավառակներ:

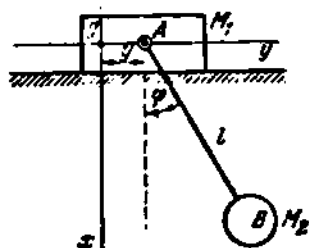
$$\text{Պատ.՝ } w = \frac{6M+6m+2M_1}{6M+9m+2M_1} g \sin \alpha,$$

44.35. Կազմել ալն էլիպսական ճոճանակի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները. որը կազմված է հորիզոնական հարթութլամբ առանց շփման սահող m , գանգված ունեցող M_1 սողնակից և l երկարութլամբ AB ձ. դով սողնակի հետ միացված m_2 գանգված ունեցող M_2 զնդիկից: Ջողը կարող է պտտվել սողնակի հետ կապված և նկարի հարթութլանը ողղահալաց A առանցքի շուրջը: Ջողի գանգվածն անտեսել: Որոշել էլիպսական ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերութլանը:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{d}{dt}[(m_1+m_2)y+m_2l\varphi\cos\varphi]=0,$$

$$l\ddot{\varphi} + \cos\varphi y + g\sin\varphi = 0, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{m_1+m_2} \frac{l}{g}},$$

48.36. A սալլակը B առանգական գիմհարին հանգիպելիս սկսվում են ձողից կախված D բեռի տատանումները: Կազմել նյութական համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները, եթե m_1 -ը սալլակի գանգվածն է, m_2 -ը՝ բեռի գանգվածը, l -ը՝ ձողի երկարութլանը, C -ն՝ B հենակի զսպանակի կոշտութլան գործակիցը: Լնիվների գանգվածը և գիմհարութլան ուժերը անտեսել: x առանցքի հաշվանքի սկիզբը վերցնել շձնափոխված զսպանակի ձախ ծալրում: Որոշել բեռի փոքր տատանումների պարբերութլանը B գիմհարի բացակայութլան դեպքում: Ջողի գանգվածն անտեսել:

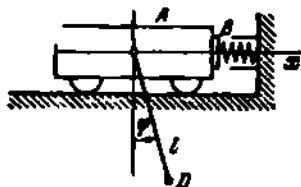


48.35 Խնդրի

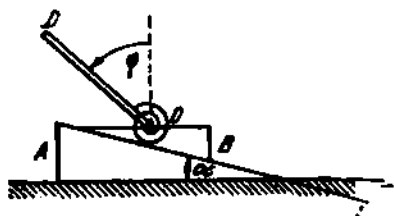
Յուլյոս Ժ. Անտեսկի ֆիզիկական տեսության խնդիրներ
 Շ. Ս. $\sin \varphi \approx \varphi$, $\cos \varphi \approx 1$:

$$\text{Պատ.՝ } (m_1 + m_2)x + m_1 l \varphi \cos \varphi - m_2 l \varphi^2 \sin \varphi = -cx,$$

$$x \cos \varphi + l \varphi = -g \sin \varphi; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2} \frac{l}{g}}$$



48.36 խնդիրն



48.37 խնդիրն

Ֆիզ. Ֆ. Զորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ դասավորված A անշարժ սրիզմայի վրայով սահում է m_2 զանգվածով B պրիզման։ Օ պլանային հողակապի ե C կոշտության գործակից ունեցող պարտրածե զսպանակի միջոցով B պրիզմային միացված է m_1 զանգվածով և l երկարությամբ Օ) բարակ համասեռ ձողը։ Ձողը կատարում է առատանումներ նկարի հարթությանը ողգահայաց Օ առանցքի շուրջը։ B պրիզմայի և Օ) ձողի դիրքերը որոշված են s և φ կոորդինատների միջոցով։ Իրեւ B պրիզմայից և Օ) ձողից բաղկացած նյութական համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները՝ անտեսելով շիման ուժերը։ Որոշել Օ) ձողի փոքր առատանումների պարբերությունը, եթե $m_1 g / \cos^2 \alpha < 2c$ ։

Յուլյոս Ժ. Անտեսկի $\sin \varphi \approx \varphi$, $\cos(\varphi + \alpha) \approx \cos \alpha - \varphi \sin \alpha$, անտեսելով անտեսել ֆիզիկական տեսության խնդիրներ պարտրածե խնդիրներ։

$$\text{Պատ.՝ } (m_1 + m_2)s + \frac{1}{2} m_1 l \varphi^2 \sin(\varphi + \alpha) - \frac{1}{2} m_1 l \varphi^2 \cos(\varphi + \alpha) =$$

$$= (m_1 + m_2) g \sin \alpha - \frac{1}{3} m_1 l \varphi^3 - \frac{1}{2} m_1 l s \cos(\varphi + \alpha) \approx$$

$$= \frac{1}{2} m_1 g l \sin \varphi - c \varphi,$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 [m_1 (1 + 3 \sin^2 \alpha) + 4 m_2]}{6(m_1 + m_2)(2c - m_1 g l \cos^2 \alpha)}}$$

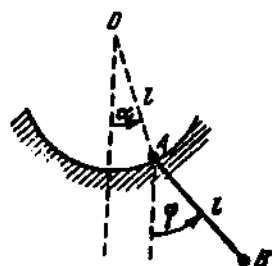
48.37. Լուծել 48.37 խնդիրը՝ ընդունելով, որ m_2 զանգվածով A պրիզման շարժվում է ողորկ հորիզոնական հարթությանը, իսկ նրա զիջը որոշվում է x կոորդինատով:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } (m_1 + m_2 + m_3)x + (m_1 + m_2)scos\alpha + m_1 \frac{l}{2} \dot{\varphi}^2 \sin\varphi - \\ - m_1 \frac{l}{2} \ddot{\varphi} \cos\varphi = 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2)x \cos\alpha + (m_1 + m_2)s + m_1 \frac{l}{2} \dot{\varphi}^2 \sin(\varphi + \alpha) - \\ - m_1 \frac{l}{2} \ddot{\varphi} \cos(\varphi + \alpha) = (m_1 + m_2)g \sin\alpha. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{3} m_1 l^2 \ddot{\varphi} - \frac{1}{2} m_1 l x \cos\varphi - \frac{1}{2} m_1 l s \cos(\varphi + \alpha) = \\ = \frac{1}{2} m_1 g l \sin\varphi - c\varphi, \end{aligned}$$

48.38. m_1 զանգվածով A նյութական կետը շարժվում է ուղղանիվ հարթության մեջ լշտաակից անեցող անշարժ գլանի ներքին ողորկ մակերևույթով: Լ երկարությամբ AB ձողի միջոցով A կետին միացված m_2 զանգվածով B նյութական կետը կարող է առատանվել նկարի հարթությանը ուղղահայաց A առանցքի շուրջը: A և B կետերի զիջերը որոշված են ուղղանիվ առանցքից հաշված α և φ անկյունների միջոցով: Կապմեջ համակարգի շարժման գիծերենցիալ հավասարումները: Դրե՛լ համակարգի փոքր առատանումների գիծերենցիալ հավասարումները: AB ձողի զանգվածն անտեսել:



48.38 խնդիր

Ցււցո՛ւմ, թէ $\sin(\varphi - \alpha) \approx \varphi - \alpha$, $\cos(\varphi - \alpha) \approx 1$, $\sin\alpha \approx \alpha$, $\sin\varphi \approx \varphi$:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } (m_1 + m_2)l\ddot{\alpha} + m_1 l \ddot{\varphi} \cos(\varphi - \alpha) - m_2 l \ddot{\varphi}^2 \sin(\varphi - \alpha) = \\ = -(m_1 + m_2)g \sin\alpha, \quad l\ddot{\varphi} + l\ddot{\alpha} \cos(\varphi - \alpha) + l\ddot{\alpha}^2 \sin(\varphi - \alpha) = -g \sin\varphi, \\ (m_1 + m_2)l\ddot{\alpha} + m_2 l \ddot{\varphi} = -(m_1 + m_2)g\alpha, \quad l\ddot{\varphi} + l\ddot{\alpha} = -g\varphi. \end{aligned}$$

48.40. m զանգվածով և r շառավղով խորհուրդի գլանը առանց սահքի զնորվում է մի սնամեջ գլանի ներքին մակերևույթով, որը

կարող է պտտվել հորիզոնական դասավորված իր O առանցքի շուրջը: Դիտարկենք իներցիայի մոմենտների իրենց առանցքների նկատմամբ հավասար են $mR^2/2$ և MR^2 : Կազմեն համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և գտնեն նրանց առաջին ինտեգրալները:

$$\text{Պատ.՝ } MR\ddot{\varphi} - \frac{1}{2}mR[(R-r)\ddot{\varphi} - R\ddot{\psi}] = C_1,$$

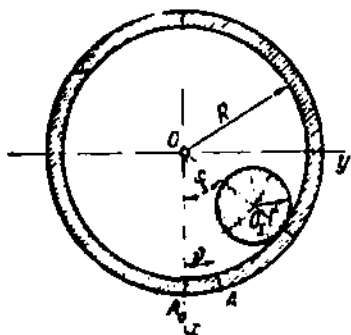
$$\frac{1}{2}MR\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{4}m[(R-r)\dot{\varphi} - R\dot{\psi}]^2 + \frac{m}{2}(R-r)\dot{\varphi}^2 - mg(R-r)\cos\varphi = C_2,$$

որտեղ φ -ն գլանների առանցքները միացնող հատվածի շրջման անկյունն է, իսկ ψ -ն արտաքին պլանի շրջման անկյունն է:

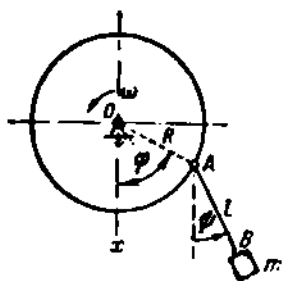
ՉԿ.41. M գանգված և R շառավիղ ունեցող համասեռ սկավառակը կարող է պտտվել իր O հորիզոնական առանցքի շուրջը: Սկավառակի վրա l երկարությամբ AB թելից կախված է m գանգված ու նյութական կետը: Կազմեն համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները:

$$\text{Պատ.՝ } \left(1 + \frac{M}{2m}\right)R\ddot{\varphi} + l\cos(\varphi - \psi)\ddot{\psi} + l\sin(\varphi - \psi)\dot{\psi}^2 + g\sin\varphi = C$$

$$R\cos(\varphi - \psi)\ddot{\varphi} + l\ddot{\varphi} - R\sin(\varphi - \psi)\dot{\varphi}^2 + g\sin\varphi = 0,$$



48.40 խնդիրն



48.41 խնդիրն

որտեղ φ -ն սկավառակի շրջման անկյունն է, իսկ ψ -ն թելի շնորհիվ շրջման անկյունն է ողղանկյուն:

ՉԿ.42. Նախորդ խնդրում նկարագրված համակարգի սկավառակը պտտվում է ω հաստատուն անկյունային արագությամբ: Կազմեն նյութական կետի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը:

$$\text{Պատ.՝ } \ddot{\varphi} - \omega^2 \frac{R}{l} \sin(\omega t - \varphi) + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0,$$

ԿՔ.43. Կազմել առանձնական թելից կախված 11) զանգվածով մաթեմատիկական ճոճանակի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները. թելի երկարությունը հավասարակշռության դիրքում l է. նրա կոշտությունը հավասար է C -ի: Գտնել ճոճանակի շարժումը փոքր տատանումների դեպքի համար: Որպես ընդհանրացված կոորդինատներ զերցնել ուղղածիզից ճոճանակի շեղման φ անկյունը և թելի z հարաբերական երկարացումը:

$$\text{Պատ.՝ } (1 + \epsilon)\ddot{\varphi} + 2z\ddot{\varphi} + \frac{C}{l} \sin \varphi = 0,$$

$$\ddot{z} - (1 + \epsilon)\ddot{\varphi} + \frac{C}{m} z + \frac{g}{l} (1 - \cos \varphi) = 0,$$

$$z = A \sin\left(l' \frac{C}{m} t + \alpha\right), \quad \varphi = B \sin\left(l' \frac{g}{l} t + \beta\right),$$

որտեղ A -ն, α -ն, B -ն, β -ն կամայական հաստատուններ են:

ԿՔ.44. Լինձզելի քարակ թելի մի ծայրը փաթաթված է R շառագողով համասեռ կլոր զլանի շտրջը, երկրորդ ծայրը ամրակցված է O անշարժ կետին: Թելը քանզվելով՝ զլանը իջնում է ղեպից ցած, միաժամանակ ճնձվելով թելի կախման կետով անցնող հորիզոնական առանցքի շտրջը: Լինտեսելով թելի զանգվածը՝ կազմել զլանի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները:

$$\text{Պատ.՝ } \ddot{\varphi} - R\ddot{\varphi} - \frac{2}{3}\dot{\varphi}^2 = \frac{2}{3}g \cos \varphi,$$

$$\frac{d}{dt}(\dot{\varphi}^2) - R\dot{\varphi}^2 = -g \sin \varphi$$

ԿՔ.45. Ողորկելով նախորդ խնդրի լուծման ժամանակ ստացված աղյուսեքներից՝ կազմել զլանի փոքր տատանումների դիֆերենցիալ հավասարումը. եթե շարժումը սկսվել է հանդստի դիճակից և $t=0$ պահին $\rho=\rho_0$, $\varphi=\varphi_0 \neq 0$:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{d}{dt}[F^2(t)\varphi] + gF(t)\varphi = 0, \quad \text{որտեղ } F(t) = \frac{gl^2}{3} + \rho_0 - R\rho_0$$

ԿՔ.46. Որոշել հարթ հորիզոնական ձողի վրա (OX առանցքի) հաղցված m_1 և m_2 զանգվածներից կազմված համակարգի շարժումը:

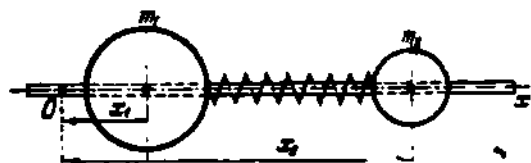


48.44 խնդրին

զանգվածները կապված են C կոշտություն ունեցող զսպանակով և կարող են ձողի երկայնքով շարժվել համընթաց. շարժված զսպանակի ղեպքում զանգվածների կենտրոնների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է l -ի համակարգի սկզբնական վիճակը $t=0$ պահին որոշվում է զանգվածների կենտրոնների արագությունների և կոորդինատաների հետևյալ արժեքներով. $x_1=0$, $\dot{x}_1=u_0$, $x_2=l$, $\dot{x}_2=0$:

$$\text{Պատ.՝ } x_1 = \frac{l}{m_1 + m_2} \left\{ m_1 u_0 t + \frac{m_2 u_0}{k} \sin kt \right\},$$

$$x_2 - l = \frac{1}{m_1 + m_2} \left\{ m_1 u_0 t - \frac{m_1 u_0}{k} \sin kt \right\}, \quad k = \sqrt{c \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)},$$



48.46 խնդիր

48.47. Յուրաքանչյուրը a շառավղով երկու միատեսակ անիվներից կազմված համակարգը զրոյվում է հորիզոնական հարթությամբ. անիվները կարող են իրարից անկախ պտտվել նրանց ուղղահայաց l եր-

կարությամբ O_1O_2 ընդհանուր առանցքի շուրջը. նրանք կապված են որոմանը աշխատող C կոշտություն ունեցող զսպանակով (առանձնական տորսիոն) Յուրաքանչյուր անիվի զանգվածը M է, C -ն անիվի իներցիայի մոմենտն է տրամադծի նկատմամբ: Կազմել համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և որոշել $\varphi_1=0$, $\dot{\varphi}_1=0$, $\varphi_2=0$, $\dot{\varphi}_2=u$ սկզբնական պայմաններին համապատասխանող շարժումը (φ_1 -ը, φ_2 -ը անիվների շրջման անկյուններն են): Առանցքի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi_1 = \frac{1}{2} \left(\omega t - \frac{\omega}{k} \sin kt \right), \quad \varphi_2 = \frac{1}{2} \left(\omega t + \frac{\omega}{k} \sin kt \right),$$

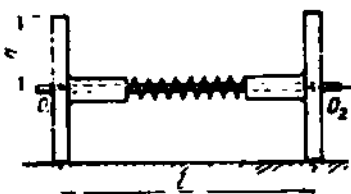
$$k = \sqrt{\frac{2c}{Ma^2 + C + 4A \left(\frac{a}{l} \right)^2}},$$

48.48. Ռոբոտ-մանիպուլյատորի մեխանիզմը բաղկացած է ուղղածիզ տեղափոխութւան սլուներից, 1 և 2 օղակներից կազմված հորիզոնական տեղափոխութւան հարմարանքից և 3 ճանկիչով առաջ քաշող հորիզոնական կոթից: Մեխանիզմի օղակների զանգվածները

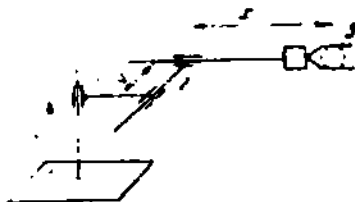
m_1 , m_2 և m_3 են: Համընթաց շարժվող գույգ՝ բում շարժաքերների միջոցով ստեղծված շարժիչ ուժերը համապատասխանաբար հավասար են F_{10} , F_{12} և F_{22} : Կազմել մեխանիզմի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները: Շփումն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } m_3 \ddot{x} = F_{22}, \quad (m_2 + m_3) \ddot{y} = F_{12}.$$

$$(m_1 + m_2 + m_3) \ddot{z} = F_{10} - (m_1 + m_2 + m_3)g.$$

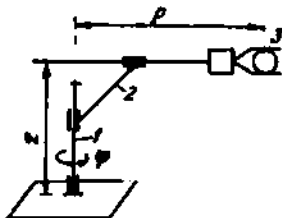


48.47 խնդրի



48.48 խնդրի

ԿՋ.49. Թորոտ-մանիպուլյատորի մեխանիզմը քաղկացած է 1 շրջուն սլուռից, ուղղանկյուն եղավորաթևյուն 2 հարմարանքից և 3 ճանկիչով առաջ քաշող կոթից: 1 օղակի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J_1 է: 2 օղակի զանգվածը m_2 է: Իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J_2 է: Հարձող կոթի զանգվածը ճանկիչի հետ միասին m_3 է: պտտման առանցքից մինչև զանգվածների կենտրոնը եղած հեռավորությունը ρ է: Իներցիայի մոմենտը կենտրոնական առանցքի նկատմամբ J_3 է: Պտտման առանցքին կիրառված է M մոմենտը, համընթաց շարժվող գույգերում շարժաքերների միջոցով ստեղծված շարժիչ ուժերը համապատասխանաբար հավասար են F_{12} -ի և F_{22} -ի: Կազմել մեխանիզմի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները: Շփումն անտեսել:

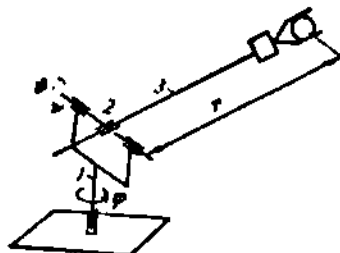


48.49 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } \frac{d}{dt}[(J_1 + J_2 + J_3 + m_3 \rho^2) \dot{\varphi}] = M,$$

$$(m_2 + m_3) \ddot{z} = F_{12} - (m_2 + m_3)g, \quad m_3(\ddot{\rho} - \rho \dot{\varphi}^2) = F_{22}.$$

ԿՋ.50. Թորոտ-մանիպուլյատորի ռեակը կրող 1 ուղղանկյուն սլուռը կարող է շրջվել φ անկյանով: Ժանկիչով կոթը շրջվում է θ



48.50 խնդրին

օղակի պտտման առանցքին՝ M_0 մոմենտը, համընթաց շարժվող զուլգում շարժաքնի կողմից ստեղծված շարժիչ ածը F_{12} է: Կազմել մեխանիզմի շարժման գիժերենցիալ հավասարումները: Շփումն անտեսել:

$$Q_{\text{առ.}} \cdot \frac{d}{dt} \left[\left(J_1 + \frac{1}{12} m_1 l_1^2 + J(r) \sin^2 \theta \right) \dot{\varphi} \right] = M_0,$$

$$\frac{d}{dt} [J(r) \dot{\theta}] - J(r) \dot{\varphi}^2 \sin \theta \cos \theta = M_0 + \left[m_2 \left(r - \frac{l_2}{2} \right) + m r \right] g \sin \theta,$$

$$(m_1 + m) \ddot{r} - \left[m_2 \left(r - \frac{l_2}{2} \right) + m r \right] (\dot{\theta}^2 + \dot{\varphi}^2 \sin^2 \theta) = F_{12} - (m_1 + m) g \cos \theta,$$

$$\text{որտեղ } J(r) = m_2 (r^2 - r l_2 + l_2^2/3) + m r^2,$$

ԳՒ.51. Անիվն առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական հարթությանը: Անիվի շառավիղը a է, նրա զանգվածը M է: C -ն անիվի իներցիայի մոմենտն է նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող և անիվի հարթությանը ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ: A -ն անիվի իներցիայի մոմենտն է նրա տրամագծի նկատմամբ: Կազմել անիվի շարժման գիժերենցիալ հավասարումները:

Ցուցում: Օգտագործել ոչ հորիզոն համակարգերի համար ստացված բազմադասերիչներով կազմակերպված հավասարումները:

$$Q_{\text{առ.}} \cdot \frac{d}{dt} (A \dot{\psi} \sin^2 \theta) - C (\dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \theta) \dot{\theta} \sin \theta = 0,$$

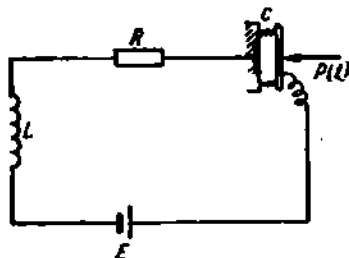
$$(C + m a^2) \frac{d}{dt} (\dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \theta) - m a^2 \dot{\psi} \sin \theta = 0,$$

$$(A + m a^2) \ddot{\theta} - A \dot{\psi}^2 \sin \theta \cos \theta +$$

$$+ (C + m a^2) (\dot{\varphi} + \dot{\psi} \cos \theta) \dot{\psi} \sin \theta = - m g a \cos \theta,$$

որտեղ φ -ն իր հարթությանը ուղղահայաց առանցքի շուրջ անիվի շրջման անկյունն է, ψ -ն անիվի տրամագիծը պարունակող և շոշափման կետով անցնող ուղղաձիգ հարթության աղիմուտն է:

48.52. Էլեկտրական տակիչավոր միկրոֆոնը բաղկացած է հաշոր-
գարար միացված L ինքնինդուկցիա ունեցող կոճից, R դիմադրու-
թյան ռեզիստորից և մի էլեկտրական տակիչից, որի թիթեղները միաց-
ված են C ընդհանուր կոշտությամբ ունեցող երկու զսպանակներից:
Դոշիան միացված է E հաստատուն է. շ. ու. ունեցող անման աղբյու-
րին. իսկ էլեկտրական տակիչի թիթեղի վրա ազդում է $P(t)$ փոփոխա-
կան ուժը: Համակարգի հավասարակշռության դիրքում էլեկտրական տա-
կիչի ունակությամբ C_0 է, այդ դիրքում թիթեղների միջև եղած
հեռավորությունը a է, էլեկտրական տակիչի շարժական թիթեղի զանգ-
վածք m է: Ներմուծել էլեկտրական և մեխանիկական ընդհանրացված
կոորդինատներ և կազմել համակարգի
շարժման դիֆերենցիալ հավասարում-
ները և ապրանժի տեսքով:



48.52 խնդիր

Ցուցումներ: 1. Էլեկտրական տակիչի
պոտենցիալ էներգիան հավասար է $V = \frac{q^2}{2C}$ (C -ն
էլեկտրական տակիչի ունակությամբ է, q -ն՝
իջքը նրա շրջադիրների վրա): Էլեկտրական
տակիչի էներգիան հաշվում է $T = \frac{1}{2} L v^2$ բանա-

ձևով (1-ը ինքնինդուկցիայի գործակիցն է, $i = \frac{dq}{dt}$ -ն հոսանքի ուժն է շղթայում):

2. Որպես ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունել էլեկտրական տակիչի
լիցքի q փոփոխությունը և զսպանակների շեղումը հավասարակշռության դիրքից:
Այդ դեպքում լրիվ լիցքը կլինի q_0 , իսկ լրիվ շեղումը՝ x_0 : Այստեղ q_0 -ն
էլեկտրական տակիչի լիցքն է, իսկ x_0 -ն՝ զսպանակների շեղումը շեղ-
ումից համակարգի հավասարակշռության դիրքում:

$$\text{Պատ.՝ } mx + cx - \frac{E}{a}q - \frac{q^2}{2C_0a} = P(t),$$

$$Lq + Rq - \frac{E}{a}x + \frac{q}{C_0} - \frac{qx}{aC_0} = 0,$$

48.53. Որոշել նախորդ խնդրում նկարագրված էլեկտրական տա-
կիչավոր միկրոֆոնի ազատ փոքր տատանումների հաճախություն-
ները: Ռեզիստորի դիմադրությունը անտեսել:

$$k_{1,2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{c}{m} + \frac{1}{C_0 L} \pm \sqrt{\left(\frac{c}{m} - \frac{1}{C_0 L}\right)^2 + 4 \frac{E^2}{a^2 m L}}},$$

48.54. Նկարում պատկերված համակարգը համապատասխանում
է արագազափելի էլեկտրամագնիսական տվիչի սկզբունքային սխե-
մային: Քարիսխի զանգվածը M է, զսպանակների ընդհանուր կշիռու-



48.54 խնդիր

Թյունը՝ C և $4\pi\epsilon_0$ ինքնին զուգակցիան փոփոխվում է $L=L(x)$ (x -ը խարիսխի ուղղաձիգ շեղումն է այն դիրքից, երբ զսպանակները լարված չեն) մասնիկահաղորդակում ողախնայանքի փոփոխման հետևանքով, $4\pi\epsilon_0$ միացված է տրված E է. շ. ու. տնեցող էլեմենտից կազմված էլեկտրական շղթա, որի դիմադրությունը համասար է R -ի: Կազմել համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և որոշել նրա հավասարակշռության դիրքը:

Ք ու զ ու զ. Որպես ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունել խարիսխի x շեղումը և շղթայում $i(i=dq/dt)$ հոսանքին համապատասխանող q լիցքը:

Պատ.՝ Շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները՝

$$Lq + R\dot{q} + q \frac{\partial L}{\partial x} = E; \quad M\ddot{x} - \frac{1}{2} \frac{\partial L}{\partial x} q^2 + cx = Mg;$$

Հավասարակշռության դիրքում $x=x_0$ և $i=q=I_0$, որտեղ $I_0=E/R$ - $cx_0=Mg + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial L}{\partial x} \right)_{x_0} I_0^2$:

48.55. Կազմել նախորդ խնդրում նկարագրված էլեկտրամագնիսական տվիչի հավասարակշռության դիրքի մոտերքում փոքր շարժումների դիֆերենցիալ հավասարումները:

Ք ու զ ու զ. Որպես ընդհանրացված կոորդինատներ վերջին լիցքի q փոփոխությունը և համասարակշռության դիրքից խարիսխի x ուղղաձիգ տեղափոխությունը: $L(x)$ ֆունկցիան վերանշել $L=L(x_0+\xi)=L_0+L_1\xi+\dots$ շարքի և այդ շարքում սահմանափակել առաջին երկու անդամներով:

Պատ.՝ $L_0\ddot{q} + R\dot{q} + L_1I_0\dot{\xi} = 0; \quad M\ddot{x} + c\xi - L_1I_0\dot{\xi} = 0;$

48.56. 48.54 խնդրում նկարագրված տվիչի հիմքը կատարում է ուղղաձիգ փոքր տատանումներ $\xi=\xi_0\sin\omega t$ օրենքով: Որոշել խարիսխի շարժման օրենքը և տվիչի էլեկտրական շղթայում հոսանքը:

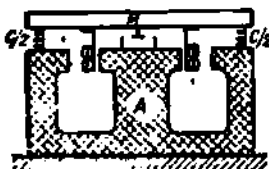
Պատ.՝ $i = \frac{M\xi_0\omega^3}{\Delta} L_1 I_0 \{ R(c - M\omega^2) \cos\omega t +$

$$+ [L_1^2\omega^2 + L_0\omega(c - M\omega^2)] \sin\omega t \},$$

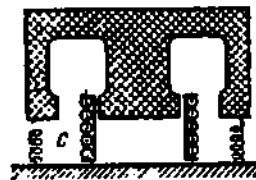
$$x = \frac{M\xi_0\omega^3}{\Delta} \{ -[L_1^2L_0\omega^2 + (R^2 + L_0^2\omega^2)(c - M\omega^2)] \sin\omega t + \omega L_1^2 I_0^2 R \cos\omega t \},$$

որտեղ $\Delta = R^2(c - M\omega^2)^2 + \omega^2 [L_1^2\omega^2 + L_0(c - M\omega^2)]^2$,

ՊՌ.57. Էլեկրամեխանիկական շարժվող համակարգը բաղկացած է շառավղային դաշտ ստեղծող Λ համակենտրոն բևեռներով ղլանալին հաստատուն մազնիսից և C կոշտությամբ զսպանակի վրա հենվող M զանգված ունեցող խարիսխից: Խարիսխը միացված է Π զսլարներին բաղկացած կոճին և մեխանիկական մարիշին, որի դիմադրությունը համեմատական է խարիսխի արագությունը (դիմադրություն գործակիցը β է): Կոճի միջին շառավղիը r է, նրա ինքնինդուկցիան L է, դիմադրությունը R է, մագնիսական ինդուկցիան մազնիսի արանքում B է: Կոճի սեղմակներին կիրառված է $V(t)$ փոփոխական շարժաժույթուն: Կազմել համակարգի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները:



48.57 խնդրին



48.58 խնդրին

Յուշուժ: Կոճի և մազնիսի փոխադեցությունը համադաստեսանող ընդհանրացված ուժերը հավասար են $Q_0 = -2\pi r n B x$, $Q_1 = 2\pi r n B q$ (Q_0 -ն էնկտըրական շղթայում մակածված էլեկտրաշարժիչ ուժն է, իսկ Q_1 -ը կոճի փոխադեցություն ուժն է մազնիսի հետ):

$$\text{Պատ.՝ } Lq + Rq + 2\pi r n B x = V(t).$$

$$M\ddot{x} + \beta\dot{x} + cx - 2\pi r n B q = 0.$$

ՊՌ.58. Ինդուկցիոն փոխարկիչով երկրաշարժաչափի հիմքին ամրացված է Γ շառավղով Π պալարների ունեցող մի կոճ, որը միացված է L ինքնինդուկցիայով և R դիմադրությամբ սխեմատապիտղ էլեկտրական գրանցիչ համակարգի հետ: B մագնիսական ինդուկցիայով բացվածքում քնորոշվող շառավղային մագնիսական դաշտ ստեղծող մագնիսական միջուկը հենվում է հիմքի վրա C ընդհանուր կոշտությունով զսպանակների միջոցով: Միջուկի վրա ազդում է նաև նրա արագությունը համեմատական դիմադրության ուժը, որը ստեղծվում է մարիշի կողմից և հավասար է $\beta\dot{x}$ -ի: Կազմել միջուկի տեղափոխությունը և շղթայում հասանքը որոշող դիֆերենցիալ հավասարումները երկրաշարժաչափի հիմքի՝ ըստ $\xi = \frac{1}{g} \sin \omega t$ օրենքի ուղղածից փոքր տատանումների դեպքում:

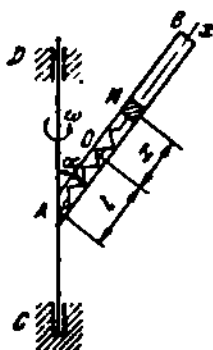
Ուսումնական և մագնիսի փոխազդեցությունը համապատասխանող ընդհանրացված ուժերը տրվում են $Q_1 = -2\pi r_0 B x$ և $Q_2 = 2\pi r_0 B q$ բանաձևերով:

$$\text{Պատ.՝ } Mx + \beta x + cx - 2\pi r_0 B q = M\ddot{x} \sin \omega t,$$

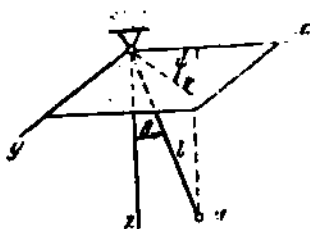
$$L\ddot{q} + R\dot{q} + 2\pi r_0 B x = 0,$$

§ 49. Շարժման ինտեգրալները, Ռաուսի ձևափոխությունը, Համիլտոնի կանոնական հավասարումները, Յաուրի-Համիլտոնի հավասարումները, Համիլտոնի-Օստրոգրադսկու սկզբունքը

Յն 1. AB փողակը և հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է CD ուղղանիվ առանցքի շուրջը՝ նրա C-ում կազմելով α անկյուն: Փողակում պտտվում է C կոշտությամբ զսպանակ, որի մի ծայրը ամրացված է A կետում: զսպանակի երկրորդ ծայրին ամրացված է առանց սահելի խողովակի ներսում սահող m զանգվածով M մար-



49.1 խնդրին



49.2 խնդրին

մինը: Ձևափոխված վիճակում զսպանակի երկարությունը հաշվար է $AO = l$: Որպես ընդհանրացված կոորդինատ ընդունելով M մարմնից մինչև O կետը եղած հեռավորությունը՝ որոշել M մարմնի կինետիկ էներգիան և էներգիայի ընդհանրացված ինտեգրալը:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{1}{2} m [\dot{x}^2 + (\dot{l} + \dot{x})^2 \sin^2 \alpha],$$

$$m\ddot{x} - m(\dot{l} + \dot{x})^2 \sin^2 \alpha + cx^2 + 2mg \cos \alpha x = h,$$

որտեղ h -ը ինտեգրման հաստատուն է:

Յն.2. Գտնել l երկարությամբ ալի սֆերիկ ճոճանակի շարժման առաջին ինտեգրալները: որի ղրքը որոշվում է θ և $\dot{\theta}$ անկյուններով:

Պատ.՝ 1) $\dot{\theta}$ սֆերիկ կոորդինատին համապատասխանող ինտեգրալը (շ առանցքի նկատմամբ շարժման քանակի մոմենտի ինտեգրալը)՝ $\dot{\theta} \sin^2 \theta = n$.

$$2) \text{ էներգիայի ինտեգրալը՝ } U^2 + \varphi^2 \sin^2 \theta - 2 \frac{g}{l} \cos \theta = h, \text{ որտեղ}$$

θ -ը և h -ը ինտեգրման հաստատուններ են:

4) ձ. Հոյակապին պատտաշափը տեղակայված է : առանցքի շուրջը և հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող հենահարթակի վրա: Որոշել շարժման առաջին ինտեգրալները, եթե պարու-րածն զուգանակի կոշտաթվան պրծակիցը հաճախար է C -ի: Հոյակի իներցիայի մոմենտները X , Y , Z պրիազիոր կենտրոնական առանցքների նկատմամբ համապատասխանաբար հաճախար են A , B և C , ընդ որում $B=A$: Հոյակի սեփական պտտման Z առանցքի վրա շփման աժերը հաճախարակչությամբ են հոյակին պատման մեջ դնող էլեկտրա-շարժիչի ստատորի ստեղծած մոմենտով: Շփման աժերը պրեզիսիայի Y առանցքի վրա անտեսել:

Պատ.՝ 1) φ ցիկլիկ կոորդինատին համապատասխանող ինտեգրալը (Z առանցքի նկատմամբ շարժման քանակի մոմենտների ինտեգրալը)՝ $\varphi + u \sin \theta = n$:

2) էներգիայի ընդհանրացված ինտեգրալը՝

$$\frac{1}{2} [(C\dot{\varphi}^2 + A\dot{\theta}^2) - (Cu^2 \sin^2 \theta + Au^2 \cos^2 \theta)] + \frac{1}{2} c\dot{\theta}^2 = h,$$

4) ձ. M նյութական կեար l երկարությամբ ձողի միջոցով միացված է O տափակ հողակապի հետ, որի հորիզոնական առանցքը ա հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվում է ուղղաձիգի շուրջը: Որոշել ճոճանակի ստորին ուղղաձիգ դիրքի կայունության պայմանը: Նրա փոքր տատանումների պարբերությունը՝ ուղղ դիրքից նրան հանելու զեպքում և էներգիայի ընդհանրացված ինտեգրալը: Ձողի զանգվածն անտեսել:

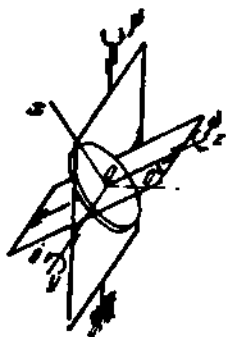
$$\text{Պատ.՝ } 1) \omega^2 < \frac{g}{l}; \quad 2) T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} - \omega^2}};$$

$$3) \dot{\varphi}^2 - \omega^2 \sin^2 \varphi - 2 \frac{g}{l} \cos \varphi = h,$$

4) ձ. Հաճախարակչությամբ հոյակը կարդանյան կախույցում շարժ-վում է իներցիալով: Որոշել համակարգի կինետիկ էներգիան և շարժման դիֆերենցիալ հավասարումների առաջին ինտեգրալները, եթե արտաքին ջրջանակի իներցիայի մոմենտը Σ պտտման անշարժ առանցքի նկատմամբ հաճախար է A -ի: Ներքին ջրջանակի իներցիայի

մոմենտները X , Y , Z գլխավոր կենտրոնական առանցքների նկատմամբ համասար են J'_x , J'_y , J'_z , իսկ հոլակի համապատասխան ինեռցիայի մոմենտները՝ J_x , J_y և J_z ($J_3 = J_y$),

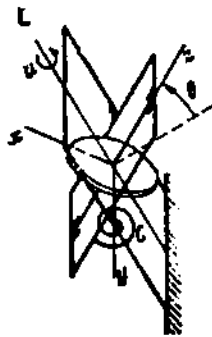
$$1) T = \frac{1}{2} \{ [J_x + J'_x + (J'_x + J_x - J'_z) \cos^2 \theta] \dot{\varphi}^2 + (J_y + J'_y) \dot{\theta}^2 + J_z (\dot{\varphi} + \dot{\theta} \sin \theta)^2 \};$$



49.3 խնդրին



49.4 խնդրին



49.5 խնդրին

2) φ ցիկլիկ կոորդինատին համապատասխանող ինտեգրալը (Z առանցքի նկատմամբ հոլակի շարժման քանակի մոմենտների ինտեգրալը)՝

$$\varphi + \dot{\varphi} \sin \theta = n;$$

3) $\dot{\varphi}$ ցիկլիկ կոորդինատին համապատասխանող ինտեգրալը (Z առանցքի նկատմամբ ամբողջ համակարգի շարժման քանակի մոմենտների ինտեգրալը)՝

$$[J'_x + J'_y + (J'_x + J_x - J'_z) \cos^2 \theta] \dot{\varphi} + J_z n \sin \theta = n_1;$$

4) Հնդգիայի ինտեգրալը՝

$$[J'_x + J'_y + (J'_x + J_x - J'_z) \cos^2 \theta] \dot{\varphi} + (J_y + J'_y) \dot{\theta}^2 = h;$$

49.6. Հոլակը տեղակայված է կարգանշան կախոցով, կախոցի շրջանակների պատման ξ և η առանցքների շուրջ ազդած են արտաքին ուժերի M_ξ և M_η մոմենտները: Անտեսեւում φ ցիկլիկ կոորդինատը՝ գտնել 1) շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները φ և θ կոորդինատների համար, 2) հոլակալին տեղամասերը: (Տես. 49.5 խնդրի նկարը):

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } 1) & (J_1 + J_2 + (J'_x + J_x - J'_z)\cos^2\theta)\ddot{\varphi} - \\ & - 2(J'_x + J_x - J'_z)\cos\theta\sin\theta\dot{\varphi} + J_z\cos\theta = M_1, \\ & (J_1 + J_2)\ddot{\theta} + (J'_x + J_x - J'_z)\cos\theta\sin\theta\dot{\varphi}^2 - J_z\cos\theta = M_2; \\ 2) & J_1\cos\theta, \quad -J_z\cos\theta; \end{aligned}$$

49.7. Կազմել Համիլտոնի ֆունկցիան և շարժման կանոնական հավասարումները մ զանգվածով և l երկարությամբ ալն մակերևույթի վրա ճոճանակի համար. որի դիրքը որոշվում է ուղղածիկից նրա շեղման φ անկյունով: Ստույգ է, որ ստացված հավասարումները համարժեք են մակերևույթի վրա ճոճանակի շարժման սովորական դիֆերենցիալ հավասարումներ:

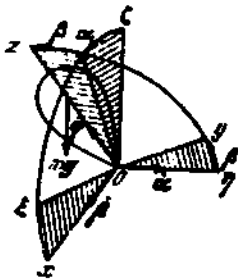
$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } 1) & H = \frac{1}{2} \frac{p^2}{ml^2} - mgl\cos\varphi; \\ 2) & \dot{\varphi} = \frac{p}{ml^2}, \quad p = -mgl\sin\varphi; \end{aligned}$$

49.8. մ զանգվածով նյութական կետը l երկարությամբ ձողի միջոցով կախված է տափակ հողակապից. որի հորիզոնական առանցքը պտտվում է ուղղածիկի շուրջը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ (տես 49.3 խնդրի նկարը): Կազմել Համիլտոնի ֆունկցիան և շարժման կանոնական հավասարումները: Զողի զանգվածն անտեսել:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } 1) & H = \frac{1}{2} \frac{p^2}{ml^2} - \frac{ml^2}{2} \omega^2 \sin^2\varphi - mgl\cos\varphi; \\ 2) & \dot{\varphi} = \frac{p}{ml^2}, \quad p = ml^2 \omega^2 \sin\varphi \cos\varphi - mgl\sin\varphi; \end{aligned}$$

49.9. Մանրությամբ ուժի ազդեցության տակ O անշարժ կետի նկատմամբ պտտվող հոլի համաչափության առանցքի ուղղածիկ դիրքը որոշվում է α և β անկյուններով: Արտաքսելով φ ցիկլիկ կոորդինատը (սեփական պտտման անկյունը)՝ α և β անկյունների համար կազմել H -ի, նրա զանգվածների կենտրոնից մինչև O կետը եղած հեռավորությունը հավասար է l -ի, իներցիայի մոմենտը համաչափության Z առանցքի նկատմամբ հավասար է C -ի, իսկ x և y առանցքների նկատմամբ հավասար է A -ի:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } R &= \frac{1}{2} A(\cos^2\alpha + \beta^2) - Cn\sin\alpha + mgl\cos\alpha\cos\beta, \\ H &= \frac{1}{2A} \left[\frac{(P_\alpha + Cn\sin\beta)^2}{\cos^2\beta} + P_\beta^2 \right] + mgl\cos\alpha\cos\beta. \end{aligned}$$



49.9 խնդրին

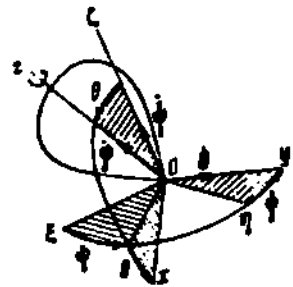
որտեղ $\alpha = \varphi - \sin \beta \alpha = \cos \alpha$ (կետեղ և հետագայում P_x , P_y և այլն պայմանանշանները նշանակում են ընդհանրացված իմպուլսներ)։

49.10. Ոգտվելով նախորդ խնդրի լուծման մասնակի ստացված արդյունքներից՝ կազմել Համիլտոնի կանոնական փոփոխականների համար հոլի փոքր տոտանոմների դիֆերենցիալ համասարմունքը վերին օղակի դիրքի շուրջը։

$$\text{Պատ.՝ } \gamma = \frac{1}{A} (P_\alpha + C \sin \beta), \quad P_\alpha = mgl, \quad \beta = \frac{1}{A} P_\gamma,$$

$$P_\gamma = -\frac{C \sin \beta}{A} (P_\alpha + C \sin \beta) + mgl \beta.$$

49.11. Մանրություն ունի ապոկցություն տակ Օ անշարժ կետի նկատմամբ շարժվող հոլի համաչափության 1 առանցքի դիրքը որոշվում է էլլերի անկյուններով, պրեցեսիայի ψ անկյունով և նուստցիայի θ անկյունով։ Գաղմել Համիլտոնի ֆունկցիան ψ , θ և φ (սեփական պտտման անկյուն) անկյունների ու համապատասխան իմպուլսների համար, եթե III-րդի զանգվածն է, I-ը նրա զանգվածների կենտրոնից մինչև O կետը եղած հեռավորությունն է, C-ն իներցիայի մոմենտն է 2 առանցքի նկատմամբ, A-ն իներցիայի մոմենտը () կետով անցնող հասարակածային հարթության մեջ գտնվող ցանկացած առանցքի նկատմամբ։



49.11 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } H = \frac{1}{24} \left[\frac{(P_\psi - P_\alpha \cos \theta)^2}{\sin^2 \theta} + P_\psi^2 \right] + \frac{1}{2C} P_\psi^2 + mgl \cos \theta,$$

49.12. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել հոլի շարժման հանոնական համասարմունքը։

$$\text{Պատ.՝ } \dot{\psi} = \frac{P_\psi - P_\alpha \cos \theta}{A \sin^2 \theta}, \quad \dot{P}_\psi = 0,$$

$$\dot{\theta} = \frac{P_\alpha}{A}, \quad \dot{P}_\alpha = -\frac{(P_\alpha \cos \theta - P_\psi)(P_\alpha \cos \theta - P_\psi)}{A \sin^2 \theta} + mgl \sin \theta.$$

$$\varphi = -\frac{P_z - P_z \cos \theta}{A \lg \theta \sin \theta} + \frac{P_z}{C}, \quad P_z = 0,$$

49.13. Բրապոր զանգվածով ազատ կետը ծանրության ուժի ազդեցությամբ տակ շարժվում է xy ուղղանկյա հարթության մեջ: Կազմել մասնակի ածանցյալներով Ֆակորիի-Համիլտոնի գիֆերենցիալ հավասարումը և գտնել նրա լրիվ ինտեգրալը (y առանցքը ուղղել ուղղանկյա գեպի վեր):

$$\text{Պատ.} \quad \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 + gy = 0,$$

$$V = b_1 t + b_2 x \pm \frac{1}{3g} \sqrt{(-2gy - 2b_1 - b_2^2)^2} + C,$$

որտեղ b_1 -ը, b_2 -ը և C -ն կամայական հաստատուններ են: $+$ և $-$ նշանը պետք է վերցնել μ արժեքներիս, $+$ և $-$ նշանը՝ β չնեխիս:

49.14. Ոգտվելով նախորդ խնդրի լուծման ժամանակ ստացված արգյունքներից և Ֆակորիի-Համիլտոնի հավասարման լրիվ ինտեգրալի հատկություններից՝ գտնել կետի շարժման գիֆերենցիալ հավասարումների առաջին ինտեգրալները:

$$\text{Պատ.} \quad \frac{\partial V}{\partial b_1} = t + \frac{1}{g} \sqrt{-2gy - 2b_1 - b_2^2} = a_1,$$

$$\frac{\partial V}{\partial b_2} = x + \frac{b_2}{g} \sqrt{-2gy - 2b_1 - b_2^2} = a_2,$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = b_2 = x, \quad \frac{\partial V}{\partial y} = \sqrt{-2gy - 2b_1 - b_2^2} = y,$$

որտեղ a_1 -ը, a_2 -ը, b_1 -ը և b_2 -ը կամայական հաստատուններ են:

49.15. Մ զանգվածով ֆիզիկական ճոճանակը պտտվում է անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը: Ճոճանակի իներցիալի մոմենտը այդ առանցքի նկատմամբ հավասար է J -ի, ճոճանակի զանգվածների կենտրոնից մինչև առանցքը եղած հեռավորությունը հավասար է l -ի: Կազմել Ֆակորիի-Համիլտոնի գիֆերենցիալ հավասարումը, գտնել նրա լրիվ ինտեգրալը և ճոճանակի շարժման առաջին ինտեգրալները (պտտեցիալ էներգիալի զրոյական մակարդակը վերցնել ճոճանակի առանցքի մակարդակի վրա):

$$\text{Պատ.} \quad 1) \quad \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2J} \left(\frac{\partial V}{\partial \varphi} \right)^2 - Mgl \cos \varphi = 0;$$

$$2) V = b_1 \pm \sqrt{2l} \int_1^{\cdot} \sqrt{Mgl \cos \varphi - b} d\varphi;$$

$$3) 1 \mp \sqrt{\frac{1}{2}} \int_{\varphi_0}^{\cdot} \frac{d\varphi}{\sqrt{Mgl \cos \varphi - b}} = a, \\ \pm \sqrt{2l} \int_1^{\cdot} \sqrt{Mgl \cos \varphi - b} = l\varphi,$$

որտեղ a -ն և b -ն ինտեգրման կամայական հաստատուններ են:

49.16. Մեկ () անշարժ կետ տնեցաց հոլի շարժումը որոշվում է էլլերի ψ , η և ε անկյուններով: Ոգտվելով 49.11 ինչի լուծման արդյունքներից՝ կազմել Ցակորի-Համիլտոնի մասնական ածանցյալներով հազասարմը և գտնել նրա լրիվ ինտեգրալը:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2A \sin^2 \theta} \left(\frac{\partial V}{\partial \psi} - \frac{\partial V}{\partial \varphi} \cos \theta \right)^2 + \frac{1}{2A} \left(\frac{\partial V}{\partial \theta} \right)^2 + \\ + \frac{1}{2C} \left(\frac{\partial V}{\partial \varphi} \right)^2 + mgl \cos \theta = \text{const};$$

$$2) V = b_1 t + b_2 \psi + b_3 \varphi + \\ + \int \sqrt{-2Ab_1 - \frac{Ab_2^2}{C} - \frac{(b_3 - b_2 \cos \theta)^2}{\sin^2 \theta} - 2Amgl \cos \theta} d\theta;$$

49.17. Լարի ծայրերը ամրացված են A և B անշարժ կետերում, որոնց միջև կգած հեռավորությունը հազասար է l -ի մեղմանով: որ Լարի T ձգումը թույր կետերում նույնն է, որոշել Լարի փոքր տատանումների համար ազդեցությունը ըստ Համիլտոնի: Ենթադրվում է, որ տատանումները տեղի են տնենում միևնույն xy տղղածիղ հարթության մեղ և որ Լարի զրա աղղում են միայն ձղման ուղղրը: Լարի զղային իտությունը հաղասար է զրո:



49.17 ինղրին

$$\text{Պատ.՝ } S = \frac{1}{2} \int_{t_1}^{t_2} \int_0^l \left[\rho \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 - T \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 \right] dx dt.$$

որտեղ $y = y(x, t)$:

49.18. Ողղվելով Համիլտոնի-Ոստրոգրադսկու սղղրունղիղ և նախորղ ինղրի լուծման արղյունղներիղ՝ կաղմել Լարի տատանումների գղղերնղիալ հաղասարմը:

Պատ.՝ $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = g \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$, որտեղ $g = \frac{T}{\rho}$. Եզրային պայմաններն են՝ $y(0, t) = y(l, t) = 0$:

Գ. 19. Լ երկարություն ունեցող խելի մի ծալրով կախված է () կետում: Որոշել ազդեցությունը ըստ Համիլտոնի՝ ուղղաձիգի շարժման ժամանակահատվածի ազդեցության տակ տեղի ունեցող լարի փոքր առատանումների համար: Լարի միավոր 49.19 խելին երկարության զանգվածը հավասար է 2-ի:



$$\text{Պատ.՝ } S = \frac{\rho}{2} \int_0^l \int_0^t \left| \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 - g(l-x) \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 \right| dx dt,$$

որտեղ $y = y(x, t)$:

Գ. 20. Ողավելով Համիլտոնի-Օստրոգրադսկու սկզբունքից և նախորդ խելի լուծման արդյունքներից՝ կազմել մի ծալրով կախված խելի փոքր առատանումների դիֆերենցիալ հավասարումը:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = g \frac{\partial}{\partial x} \left[(l-x) \frac{\partial y}{\partial x} \right]; \text{ եզրային պայմաններ՝}$$

$$1) y(0, t) = 0, \quad 2) y(l, t) = 0, \quad \frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \text{ և } \frac{\partial y}{\partial t} \Big|_{x=l} = 0 \text{ վերջավոր են:}$$

Գ. 21. Ողավելով Համիլտոնի-Օստրոգրադսկու սկզբունքից՝ կազմել մի ծալրով ամրացված և մյուս ծալրին m զանգված ունեցող բարակ ձողի երկայնական առատանումների դիֆերենցիալ հավասարումը և ստանալ եզրային պայմանները: Ձողի նյութի խտությունը ρ է, երկայնակի առածգականության գործակիցը՝ E , լայնական կտրվածքի մակերեսը՝ F , երկարությունը՝ l :

Պատ.՝ $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, որտեղ $u(x, t)$ -ն երկայնական առանցքի ուղղությամբ տեղափոխությունն է, $a = \sqrt{E/\rho}$; եզրային պայմաններ՝

$$u|_{x=0} = 0, \quad m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \Big|_{x=l} = -EF \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=l},$$

Գ. 22. Կազմել մի ծալրով ամրացված, իսկ մյուսով սկզբառակի հետ միացված ձողի ուղղապտույտ առատանումների դիֆերենցիալ հավասարումը: Ձողի նյութի խտությունը ρ է, սահքի գործակիցը G

է, լայնական կտրվածքը Γ շառավղով շրջան է, ձողի երկարությունը՝ l : Սկզբնականի իններցիայի մոմենտը J է:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = g^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}, \text{ որտեղ } \theta(x, t)\text{-ն լայնական կտրվածքի}$$

չըջման անկյունն է, $g = \sqrt{G/\rho}$:

$$\text{էզրային պայմանները՝ } \theta|_{x=0} = 0, \quad J \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} \Big|_{x=0} = -G \rho \frac{\partial \theta}{\partial x} \Big|_{x=0},$$

$$\text{որտեղ } J_p = \frac{\pi \Gamma^4}{2},$$

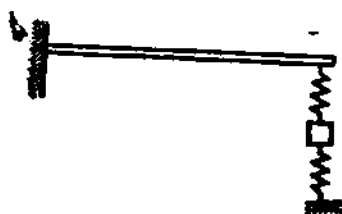
49.23. Օղտվելով Համիլտոնի-Ոստրոգրադսկու սկզբունքից՝ կազմել հոդակապորեն հենված հեծանի լայնական առտառնումների դիֆերենցիալ հավասարումը. ինչպես նաև ստանալ էզրային պայմանները: Հեծանի նյութի խտությունը՝ ρ է, երկայնակի առաձգականության գործակիցը՝ E , լայնական կտրվածքի մակերեսը՝ F , լայնական կտրվածքի իններցիայի մոմենտը՝ J , հեծանի երկարությունը՝ l :

$$\text{Պատ.՝ } \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + c^2 \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} = 0, \text{ որտեղ } v(x, t)\text{-ն հեծանի ճկվածքն է,}$$

$$c = \sqrt{EJ/\rho F}, \text{ էզրային պայմանները՝ } v|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0,$$

$$v|_{x=l} = 0, \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \Big|_{x=l} = 0,$$

49.24. Օղտվելով Համիլտոնի-Ոստրոգրադսկու սկզբունքից՝ ստանալ l երկարությամբ բարձակային հեծանի լայնական առտառնումների խնդրոմ էզրային պայմանները:



49.24 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } v|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0,$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \Big|_{x=l} = 0, \quad \frac{\partial^3 v}{\partial x^3} \Big|_{x=l} = 0,$$

49.25. Օղտվելով Համիլտոնի-Օստրոգրադսկու սկզբունքից՝ կազմել l երկարությամբ հեծանի n հեծանին ու հիմքին C կոշտության զործակից ունեցող զսպանակներով ամրակցված m զանգվածով բեռից բաղկացած համակարգի փոքր առտառնումների հավասարումները: Հեծանի նյութի խտությունը ρ է, երկայնակի առաձգականության գործակիցը՝ E , լայնական կտրվածքի մակերեսը՝ F , լայնական կտրվածքի իններցիայի մոմենտը՝ J :

$$\text{Պատ.՝ } \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + c^2 \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} = 0, \text{ որտեղ } c = \sqrt{\frac{EJ}{\rho}}, v_{x=0} = 0, \left. \frac{\partial v}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \\ \left. \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right|_{x=-l} = 0, EJ \left. \frac{\partial^3 v}{\partial x^3} \right|_{x=l} = c(v|_{x=l} - u), m\ddot{u} = c(v|_{x=l} - 2u).$$

§ 50. Գլորումով համակարգեր: Ոչ-հոլոնոմ կապեր

50.1. Յույց տալ, որ մակերևույթի վրա տված կորով առանց սահքի սկավառակի գլորման պայմանը արտահայտվում է ընդհանրացված կոորդինատների միջև վերջավոր առնչություն տեսքով:

Պատ.՝ $s = r\varphi$, որտեղ S -ը հպման կետի անցած ճանապարհն է կորի երկայնքով, r -ը սկավառակի շառավիղն է, φ -ն շրջման անկյունն է սկավառակի հարթությանը ուղղահայաց առանցքի շուրջը ($\varphi=0$, երբ $s=0$):

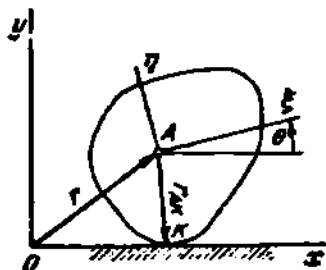
50.2. Ստանալ հարթության վրայով առանց սահքի այն մարմնի գլորման պայմանը, որի մակերևույթը գլանային մակերևույթ է:

Ծանոթ է, Բնդունել, որ ված ուղղորդի հավասարումը՝ այն կորի, որը ստացվում է գլանային մակերևույթի լայնական հորվածքի հարթության մեջ մարմնի նեո գոյա կապված կոորդինատների համակարգում: Որպես հարթության վրա մարմնի հորվածքի գիծը որոշող պարամետրեր ընդունել A բևեռի x, y կոորդինատները, մարմնի նեո կապված $A\xi\xi$ կոորդինատային համակարգի պաշտման θ անկյունը:

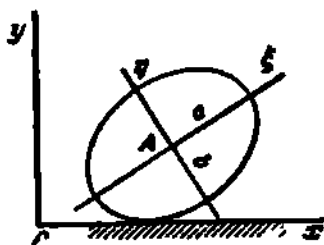
$$\text{Պատ.՝ } \dot{x} - (\xi_K \sin \theta + \eta_K \cos \theta) \dot{\theta} = 0, \dot{y} + (\xi_K \cos \theta - \eta_K \sin \theta) \dot{\theta} = 0,$$

որտեղ ξ_K -ն, η_K -ն շոշափման կետի կոորդինատներն են:

50.3. Լուծել նախորդ խնդիրը այն դեպքում, երբ գլանային մակերևույթի ուղղորդը էլիպս է:

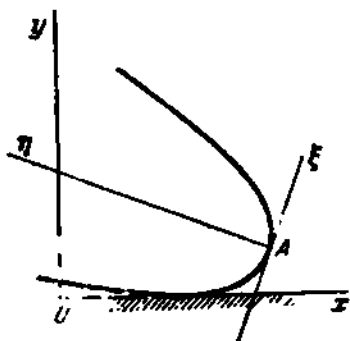


50.2 Խնդիր



50.3 Խնդիր

$$\text{Պատ.՝ } \dot{x} + (a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta) \dot{\theta} = 0,$$



50.4 խնդրին

$$\dot{y} - \frac{(a^2 - b^2)\theta \sin\theta \cos\theta}{(a^2 \sin^2\theta + b^2 \cos^2\theta)} = 0.$$

որտեղ x -ը, y -ը էլիպսի կենտրոնի կոորդինատներն են, a -ն, b -ն էլիպսի մեծ և փոքր կիսառանցքներն են, $b = a$ մասնավոր դեպքում սառնամ մենք հարթության վրայով շրջանային գլանի գլորման $x + a^2 = 0$, $y = 0$ հալտնի պայմանը:
50.3. Լուծել 50.2 խնդիրը ալն դեպքում, երբ գլանային մակերևույթի ուղղորդը պարաբոլ է:

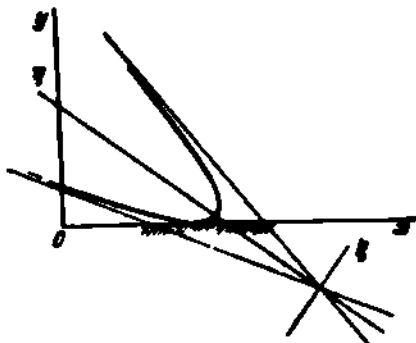
Պատ.՝ $2x + p\theta \sin\theta \tan\theta = 0$, $2y - p\theta(2 + \tan^2\theta) \sin\theta = 0$, որտեղ x -ը, y -ը $\xi^2 = 2p\eta$ պարաբոլի գապաթի կոորդինատներն են:

50.5. Լուծել 50.2 խնդիրը ալն դեպքում, երբ գլանային մակերևույթի ուղղորդը հիպերբոլի մի ճյուղն է:

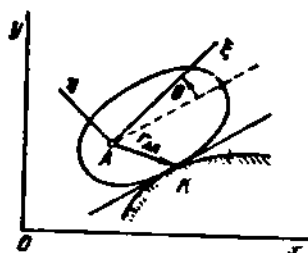
Պատ.՝ $\dot{x} - (a^2 \cos^2\theta - b^2 \sin^2\theta) : \dot{\theta} = 0$,

$$\dot{y} - \frac{(a^2 + b^2)\theta \sin\theta \cos\theta}{(a^2 \cos^2\theta - b^2 \sin^2\theta)} = 0.$$

որտեղ x -ը, y -ը $\eta^2/a^2 - \xi^2/b^2 = 1$ հիպերբոլի ասիմոտոտների հատման կետի կոորդինատներն են:



50.5 խնդրին



50.6 խնդրին

50.6. Ստանալ գլանային մակերևույթով սահմանափակված մարմնի՝ առանց սահքի գլանային մակերևույթի վրայով գլորվելու պայմանը: Որպես հարթության վրա մարմնի դիրքը որոշող պարամետրեր ընդունել S -ը, θ -ն, որտեղ S -ը հենման մակերևույթի ուղղորդի

երկայնքով աղեղի երկարությունն է՝ հաշված որևէ կետից մինչև երկու ուղղորդների շոշափման K կետը. ξ -ն մարմնի կտրվածքի հետամուր միացված A ն կոորդինատային համակարգի A ն առանցքի և K կետում տարած շոշափողի միջև կազմված անկյունն է:

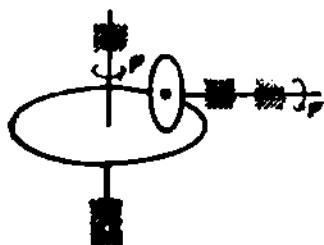
$$\text{Պատ.՝ } ds = \left| \left(\frac{d\xi_K}{de} \right)^2 + \left(\frac{d\gamma_K}{d\theta} \right)^2 \right|^{1/2} d\theta, \text{ որտեղ } \xi_K\text{-ն, } \gamma_K\text{-ն } K \text{ կետի}$$

կոորդինատաներն են A ն կոորդինատային համակարգում:

50.7. Լուծել նախորդ խնդիրը այն դեպքում, երբ τ շառավղով շրջանային ղլանի վրա ուղիղ առանց սահքի զրորվում է մի ղլանային մարմին, որի ուղղորդն է 1) էլիպսը, 2) պարաբոլը, 3) հիպերբոլի ճյուղը:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \text{ } rd\psi = a^2 b^2 (a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta)^{-3/2} d\theta,$$

$$2) \text{ } rd\psi = p \cos^2 \theta d\theta, \quad 3) \text{ } rd\psi = a^2 b^2 (a^2 \cos^2 \theta - b^2 \sin^2 \theta)^{-1/2} d\theta,$$



50.6 խնդիր

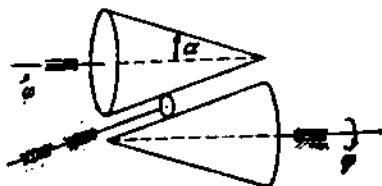
Պարամետրերի իմաստը այնպիսին է, ինչպես որ 50.3, 50.4, 50.5 խնդիրներում:

50.8. Անկյունային արագության տարբերակչում (տես նկարը) τ շառավղով սկավառակի հեռավորությունը բացարձակ խորդաբոլոր հորիզոնական սկավառակի առանցքից կարող է փոփոխվել կամայական օրենքով: Գտնել կապ սկավառակների φ և ψ շրջման անկյունների միջև:

Պատ.՝ $rd\psi = x d\varphi$, Այս առնչությունը ընդհանուր դեպքում չի ինտեգրվում:

50.9. Երկու խորդաբոլոր շրջանային կոներ, որոնց առանցքները զուգահեռ են, հպվում են անվակի միջոցով: Անվակի առանցքը զուգահեռ է կոների ծնիչներին: Անվակը կարող է՝ առկա շարժվել իր առանցքի երկայնքով կամայական օրենքով: Գտնել կապ կոների պտտման անկյունային արագությունների միջև, եթե x -ն կոնի առանցքի և ծնիչի կազմած անկյունն է, իսկ α -ն կոնի բարձրությունը:

Պատ.՝ $x\dot{\varphi} = (h/\cos \alpha - x)\dot{\psi}$, որտեղ x -ը անվակի հեռավորությունն է գերեի կոնի զազաթից:



50.9 խնդիր

50.10. Կիսաշրջանային սալրով շմուշկը սղզում է սառույցի վրայով:

Գրել լայնական ուղղությունը շառճի սահման բացակայության պարամետր:

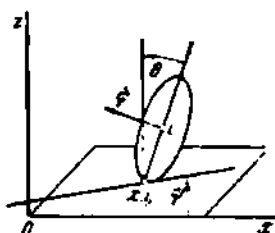
Պատ.՝ $x \sin \theta - y \cos \theta = 0$, որտեղ x -ը, y -ը սառույցի հետ շառճի հպման կետի կոորդինատներն են, θ -ն սառույցի հարթության հետ շառճի հարթության հատման ուղիղի և Ox առանցքի միջև եղած անկյունն է:

50.11. Դանել բացարձակ խորդուրդ հարթության վրայով 8 շառագիղ ունեցող սկավառակի զլորման զեպրում կինեմատիկական կապի հաճախումը՝ որպես սկավառակի ղիբքը ռոշող պարամետրեր ընդունելով 1) սկավառակի կենտրոնի x_C, y_C, z_C կոորդինատները և էլիբրի θ, ψ, φ անկյունները, 2) հարթության հետ սկավառակի հպման կետի x, y կոորդինատները և էլիբրի θ, ψ, φ անկյունները:

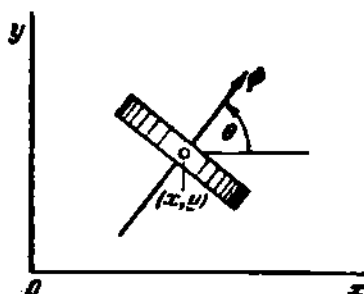
Պատ.՝ 1) $x_C - a \sin \theta \sin \psi - a \psi \sin \theta \cos \psi - a \varphi \cos \psi = 0$,

$y_C + a \sin \theta \cos \psi - a \psi \sin \theta \sin \psi - a \varphi \sin \psi = 0, \quad z_C + a \sin \theta = 0$,

Վերջին հաճախումը բերվում է $z_C = a \cos \theta$ վերջավոր առնչության:



50.11 խնդիր



50.13 խնդիր

2) $x = a \varphi \cos \psi, \quad y = a \varphi \sin \psi$,

50.12. Լածել նախորդ խնդիրը սուր եզրով սկավառակի համար, երբ սահքը բացակայում է միայն լայնական ուղղությամբ:

Պատ.՝ 1) $x_C \sin \psi - y_C \cos \psi - a \sin \theta = 0, \quad z_C = a \cos \theta$,

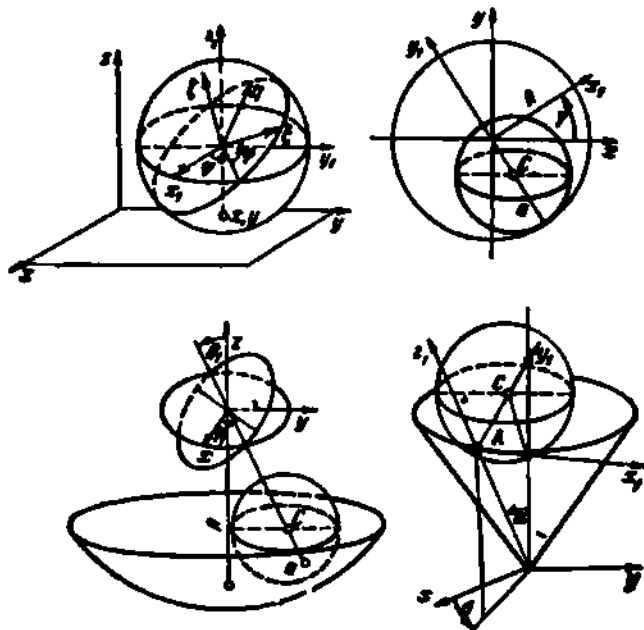
2) $x \sin \psi - y \cos \psi = 0$,

50.13. Լայնական պարուրակ (առամանակ) ունեցող 8 շառագիղով անիվը զլորվում է հարթության վրայով ալնպես, որ նրա առանցքը միշտ զուգահեռ է հարթությանը: Դանել կինեմատիկական կապի հաճախումը:

Յ ու ջ ու մ . Լայնական պարուրակը չի խաչընդոտում անիվի սահքին ևն-
փական պատման առանցքի ուղղությամբ:

$$\text{Պատ.՝ } x \sin \theta - y \cos \theta - a \varphi = 0$$

50.14. a շառավղով գունդը գլորվում է մաքարձակ խորդուրորդ
մակերևույթի վրայով: Դուռնը կինեմատիկական կապի համասարումը
ալն դեպքերում, երբ մակերևույթն իրենից ներկայացնում է 1) հար-
թաթյուն, 2) R շառավղով գլան, 3) R (R>a) շառավղով սֆերիկ
թաս, 4) առանցքի և ծնիչի միջև a անկյուն ունեցող կոն:



50.14 խնդրին

Յ ու ջ ու մ . Որպես ընդհանրացված կոորդինատներ ընտրել մակերևույթի
նեա դեղի հղման կետի կոորդինատները և լայնի անկյունները:

$$1) \dot{x} - a\dot{\theta} \sin \varphi + a\dot{\varphi} \sin \theta \cos \varphi = 0,$$

$$\dot{y} + a\dot{\theta} \cos \varphi + a\dot{\varphi} \sin \theta \sin \varphi = 0;$$

$$2) (R-a)\dot{\gamma} + a(\dot{\varphi} \cos \theta + \dot{\psi}) = 0,$$

$$\dot{z} - a\dot{\theta} \cos(\varphi - \gamma) - a\dot{\varphi} \sin \theta \sin(\varphi - \gamma) = 0;$$

$$3) (R-a)\dot{\varphi}_1 \sin \theta_1 + a\dot{\theta} \cos \theta_1 \sin(\psi - \varphi_1) + a\dot{\psi} \sin \theta_1 + \\ + a\dot{\varphi} [\cos \theta \sin \theta_1 - \sin \theta \cos \theta_1 \cos(\psi - \varphi_1)] = 0,$$

$$(R-a)\dot{\theta}_1 + a\dot{\theta} \cos(\psi - \varphi_1) + a\dot{\psi} \sin \theta \sin(\psi - \varphi_1) = 0;$$

$$4) \dot{\lambda} \sin \alpha + a\dot{\theta} \cos \alpha \sin(\psi - \alpha) + a\dot{\psi} \sin \alpha + \\ + a\dot{\varphi} [\cos \theta \cos \alpha - \sin \theta \cos \alpha \cos(\psi - \alpha)] = 0,$$

$$\dot{\lambda} - a\dot{\theta} \cos(\psi - \alpha) + a\dot{\psi} \sin \theta \sin(\psi - \alpha) = 0,$$

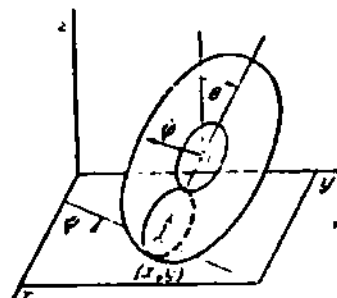
50.15. Պատման էլիպսոիդը (a-ն մեծ կիսաառանցքն է, b-ն փոքրը) գլորվում է քաջարձակ խորդաբորդ հարթության վրալուծ: Գրել կինեմատիկական կապի հաճախարումը՝ որպես ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունելով $x, y, \theta, \psi, \varphi$. որտեղ x, y -ը էլիպսոիդի հպման կետի կոորդինատներն են հարթության հետ, θ -ն, ψ -ն, φ -ն էլլերի անկյուններն են:

$$\text{Պատ.՝ } (x \sin \psi - y \cos \psi)(a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta)^2 + a^2 b^2 \dot{\theta} = 0,$$

$$(x \cos \psi + y \sin \psi)(a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta)^2 + b^2 \dot{\psi} \sin \theta = 0,$$



50.15 խորին



50.16 խորին

50.16. Տորածե մարմինը գլորվում է քաջարձակ խորդաբորդ հարթության վրալուծ. b-ն տորի միջօրեականի կոլումբյան շառավիղն է հասարակածում, (a+b)-ն տորի հասարակածալին շրջանագծի շառավիղն է: Գրել կինեմատիկական կապի հաճախարումները՝ որպես ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունելով $x, y, \theta, \psi, \varphi$, որտեղ x, y -ը տորի հպման կետի կոորդինատներն են հարթության հետ, θ -ն տորի թեքության անկյունն է, ψ -ն տորի միջին հարթության հետքի

և Ox առանցքի միջև եղած անկյունն է, φ -ն՝ տորի սեփական պտույտման անկյունը:

$$\text{Պատ.՝ } \ddot{x} + \varphi(a + b\cos\theta)\cos\varphi + b\dot{\theta}\sin\varphi = 0,$$

$$\ddot{y} + \varphi(a + b\cos\theta)\sin\varphi - b\dot{\theta}\cos\varphi = 0,$$

50.17. Որոշել երկանիվ սալյակի ընդհանրացված կոորդինատների թիվը և ազատության աստիճանների թիվը: Սալյակի թափքը շարժվում է դադառնալիս հարթությանը, որի վրայով առանց սահքի գլորվում են ընդհանուր առանցքի վրա ազատ պտտվող անիվները: 1-ը՝ անիվների շառավիղն է, 2-ը՝ կիսաառանցքի երկարությունը:

Պատ.՝ x, y, φ, θ չորս ընդհանրացված կոորդինատներ, որոնք կապված են չինտեղրվող

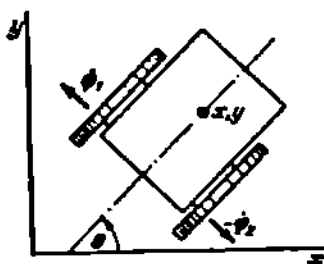
$$\dot{x}\cos\theta + \dot{y}\sin\theta - r\dot{\varphi}_1 - l\dot{\theta} = 0, \quad \dot{x}\sin\theta - \dot{y}\cos\theta = 0$$

երկու առնչություններով:

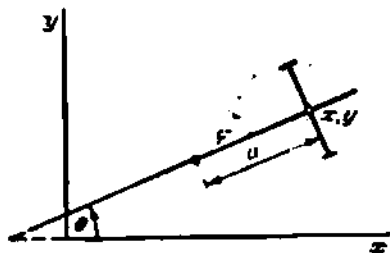
Համակարգը օժտված է ազատության երկու աստիճաններով:

50.18. Որոշել թրթուրավոր տրակտորի ընդհանրացված կոորդինատների թիվը և ազատության աստիճանների թիվը՝ հաշվի առնելով, որ թրթուրները ապահովում են առանց սահքի գլորումը միայն երկայնական ուղղությամբ: 1-ը՝ հենման անիվների շառավիղն է, 2-ը՝ անվահեռքի լայնությունը:

Պատ.՝ x, y, φ, θ չորս ընդհանրացված կոորդինատներ, որոնք կապված են մեկ չինտեղրվող $\dot{x}\cos\theta + \dot{y}\sin\theta - r\dot{\varphi}_1 - l\dot{\theta} = 0$ առնչությամբ:



50.18 խնդրի



50.19 խնդրի

Համակարգն ունի ազատության երեք աստիճան:

50.19. Որոշել առաջառասանակի ընդհանրացված կոորդինատների թիվը և ազատության աստիճանների թիվը:

Պատ.՝ x, y, θ, φ չորս ընդհանրացված կոորդինատներ, որոնք կապված են երկու յինտեգրվող առնչություններով

$$(x \cos \theta + y \sin \theta) \operatorname{tg} \varphi - a \theta = 0, \quad x \sin \theta - y \cos \theta = 0.$$

Համակարգն ունի ազատության երկու աստիճան:

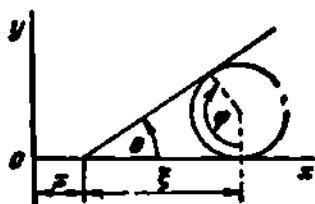
50.20. Ե շառավղով բաղադրված խորդորորդ սկավառակը զրորվում է ուղղով: Սկավառակի վրա հենվում է մի ձող, որի ծայրը սահում է ալի նույն ուղղով: Որոշել սկավառակից և ձողից բաղկացած համակարգի ընդհանրացված կոորդինատների թիվը և ազատության աստիճանների թիվը:

Պատ.՝ Մեկ ընդհանրացված կոորդինատ, որպեսին կարելի է ընդունել ձողի և ուղղի միջև եղած θ անկյունը: Ձողի և սկավառակի զիրքը ուղղորդ մնացած պարամետրերը

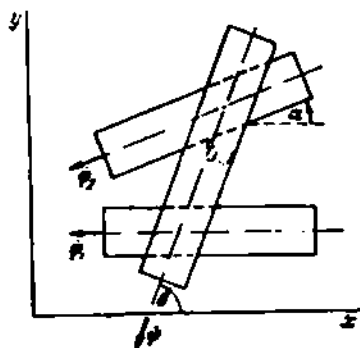
$$\xi = r \operatorname{tg}(\theta/2), \quad x = -2r(c \operatorname{tg}(\theta/2) + \theta/2) + c, \quad \varphi + c \operatorname{tg}(\theta/2) + \theta = c_2$$

վերջավոր առնչությունների միջոցով արտահայտվում են 6 անկյունով:

50.21. Որոշել երեք խորդորորդ զլաններից բաղկացած համակարգի ընդհանրացված



50.20 խեղդին



50.21 խեղդին

կոորդինատների թիվը և ազատության աստիճանների թիվը: Ե շառավղով զուգ երկու միատեսակ զլանները զրորվում են հորիզոնական հարթությամբ, իսկ R շառավղով երրորդ զլանը զրորվում է ալի երկու զլանների վրայով:

Պատ.՝ $x, y, \theta, \varphi_1, \varphi_2$ և φ_2 զեղ ընդհանրացված կոորդինատներ. որոնք բավարարում են չորս դիֆերենցիալ հավասարումներ՝

$$\dot{x} - R\dot{\varphi}\sin\theta - \dot{\theta}(r\varphi_1 - y) = 0,$$

$$\dot{y} + R\dot{\varphi}\cos\theta + \dot{\theta}(r\varphi_1 - y)\operatorname{ctg}\theta - 2r\dot{\varphi}_2 = 0,$$

$$\dot{x}\sin(\theta - \alpha) - R\dot{\varphi}\sin\theta\sin(\theta - \alpha) + 2r\varphi_2\sin\alpha\sin(\theta - \alpha) -$$

$$- \dot{\theta}(r\varphi_2 + x\sin\alpha - y\cos\alpha)\sin\theta = 0,$$

$$\dot{y}\sin(\theta - \alpha) + R\dot{\varphi}\cos\theta\sin(\theta - \alpha) - 2r\varphi_2\cos\alpha\sin(\theta - \alpha) +$$

$$+ \dot{\theta}(r\varphi_2 + x\sin\alpha - y\cos\alpha)\cos\theta = 0,$$

Համակարգն ունի ազատություն երկու աստիճան:

ՅՈՒՁԶ. Կազմել ՅՈՒԹ խնդրում նկարագրված թրթուրավոր տրակտորի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները ալն պայմանով. որ շարժիչից ձախ թրթուրի վրա փոխանցվող ռժերի մոմենտը հավասար է $M_1(t)$ -ի, իսկ աջ թրթուրինը՝ $M_2(t)$, մ-ը տրակտորի զանգվածն է: Թրթուրների և անիվների զանգվածն անտեսել: Ճ-ն տրակտորի խներքիայի մոմենտն է զանգվածների կենտրոնով անցնող ողջածեղ առանցքի նկատմամբ:

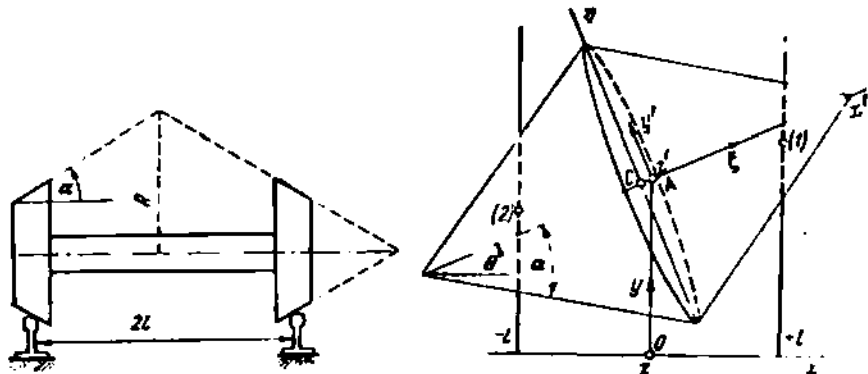
Պատ.՝ $m\ddot{x} = (M_1 + M_2)\cos\theta, \quad m\ddot{y} = (M_1 + M_2)\sin\theta,$

$$J\ddot{\theta} = l(M_1 - M_2), \quad r\dot{\varphi}_1 = x\cos\theta + y\sin\theta - l\dot{\theta},$$

ՅՈՒՁԳ. Յույզ տալ. որ երկաթուղային անվազույզը (անվազույզը) առանց սահի ռելսերով պարման գեպքում ունի ազատություն մեկ աստիճան:

Խոչընդոտ. Որպես անվազույզի մոդել ընդունել հիմքերով ստեղծված երկու միաստեղծ զոներից բաղկացած մարմինը. ռելսերն ընդունել երկրաչափական ուղիղներ: Քննարկել ուղիղի շարժումից փոքր շեղումների գեպքը. ներմուծել Ox, y, z առանց կոորդինատային համակարգը և Λ^1, y^1, z^1 ու $C\tilde{\Lambda}^2$ երկու շարժական համակարգերը. որոնք որոշվում են առանցքների միջև եղած անկյունների կո-սինուսների ազդու առկայությամբ:

x'	y'	z'	ε	r	ζ	x	ε	η	ζ
x	$\cos\theta - \sin\theta$	0	x'	$\cos\psi$	$0 - \sin\psi$	x	$\cos\theta\cos\psi$	$\sin\theta - \cos\theta\sin\psi$	0
y	$\sin\theta$	$\cos\theta$	y'	0	1	y	$\sin\theta\cos\psi$	$\cos\theta - \sin\theta\sin\psi$	0
z	0	0	z'	$\sin\psi$	0	z	$\sin\psi$	0	$\cos\psi$



50.23 խնդիր

որտեղ θ -ն, ψ -ն կորիզի անկյուններն են, ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունել y -ը, θ -ն, ψ -ն, որտեղ y -ը C զանգվածների կենտրոնի օրգինատն է, ψ -ը՝ մաքմնի շրջման անկյունը անվազույթի առանցքի շուրջը:

Պատ.՝ Առանց սահքի գլորման պայմանների ունեն

$$\dot{\theta} - \dot{\psi}\varphi = 0, \quad \dot{\psi} + \varphi\theta\left(\frac{R}{l} - \lg x\right) = 0, \quad \dot{y} = \varphi(R - l\lg x).$$

տեսքը. նրանք ինտեգրվում են. անվազույթը ունի ազատության մեկ աստիճան:

50.24. a շառավղով l ու զանգվածով m համառոտ սկավառակը առանց սահքի գլորվում է հորիզոնական հարթության վրա: Կազմել սկավառակի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները 1) x -ը, y -ը, θ , ψ , φ կոորդինատներով, որտեղ x -ն, y -ը սկավառակի զանգվածների կենտրոնի կոորդինատներն են, θ -ն, ψ -ն, φ -ն՝ էլլերի անկյունները, 2) x , y , θ , ψ , φ կոորդինատներով, որտեղ x -ը, y -ը սկավառակի հպման կետի կոորդինատներն են հարթության հետ, θ -ն, ψ -ն, φ -ն՝ էլլերի անկյունները (տես 50.11 խնդիր); 3) p , q , r քվադրկոորդինատներով, որոնք հանդիսանում են սկավառակի պտտման անկյուն-թափանի անկյունային արագության վեկտորի պրոյեկցիաները կենտրոնական իներցիայի էլիպսոիդի զլխավոր առանցքների վրա. A -ն, C -ն սկավառակի իներցիայի զլխավոր կենտրոնական մոմենտներն են:

Պատ.՝ 1) $\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial x} = \lambda_1, \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial y} = \lambda_2,$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \theta} - \frac{\partial L}{\partial \theta} = -s(\lambda_1 \sin \psi - \lambda_2 \cos \psi) \cos \theta,$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} = -a(\lambda_1 \cos \psi + \lambda_2 \sin \psi) \sin \theta,$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = -a(\lambda_1 \cos \psi + \lambda_2 \sin \psi),$$

$$\dot{x}_c - a\dot{\theta} \cos \theta \sin \psi - a\dot{\psi} \sin \theta \cos \psi - a\dot{\varphi} \cos \psi = 0,$$

$$\dot{y}_c + a\dot{\theta} \cos \theta \cos \psi - a\dot{\psi} \sin \theta \sin \psi - a\dot{\varphi} \sin \psi = 0.$$

որտեղ λ_1 -ը, λ_2 -ը անորոշ բազմապատկիչներ են, L -ը՝ Լագրանժի ֆունկցիան.

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2 + a^2 \dot{\theta}^2 \sin^2 \theta) + \frac{1}{2} A (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \cos^2 \theta) + \\ + \frac{1}{2} C (\dot{\psi} \sin \theta + \dot{\varphi})^2 - mg a \cos \theta;$$

$$2) \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = \lambda_1, \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} = \lambda_2, \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0,$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} = 0, \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = -a(\lambda_1 \cos \psi + \lambda_2 \sin \psi),$$

$$\dot{x} - a\dot{\theta} \cos \psi = 0, \quad \dot{y} - a\dot{\psi} \sin \psi = 0,$$

որտեղ λ_1 -ը, λ_2 -ը անորոշ բազմապատկիչներ են, L -ը՝ Լագրանժի ֆունկցիան.

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + a^2 (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \theta) + \\ + 2a\dot{x} (\dot{\theta} \cos \theta \sin \psi + \dot{\psi} \sin \theta \cos \psi) - \\ - 2a\dot{y} (\dot{\theta} \cos \theta \cos \psi - \dot{\psi} \sin \theta \sin \psi)) + \frac{1}{2} A (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \cos^2 \theta) + \\ + \frac{1}{2} C (\dot{\psi} \sin \theta + \dot{\varphi})^2 - mg a \cos \theta;$$

$$3) \quad (A + ma^2)\ddot{\theta} + Aq'tg\theta - (C + ma^2)q\dot{r} = mg a \sin \theta,$$

$$A\ddot{q} + Cpr - Aq'tg\theta = 0 \quad (C + ma^2)\ddot{r} + pq = 0, \quad \dot{\theta} = p,$$

իಲ್ಲಿ p անից հետո, երբ միջ համաստեղծները ինտեգրված են, x , y , ψ , φ ընդհանրացված կոորդինատները դաժնված են

$$\dot{\varphi}\cos\theta=q, \quad \dot{\varphi}=r-q\lg\theta, \quad x=a\dot{\varphi}\cos\psi, \quad y=a\dot{\varphi}\sin\psi$$

առնչություններին:

50.25. Օգտագործելով նախորդ խնդրի լուծումը՝ գտնել սկզբառակի բոլոր հնարավոր կայուն շարժումները:

Ծ ու ճ ու լ մ. Սկզբառակի կայուն շարժումները պատկերվում են հավասարակշռության վիճակներով (θ , Ω , ω) տարածության մեջ. որտեղ $\Omega=\dot{\varphi}$, $\omega=\dot{\psi}+\dot{\varphi}\sin\theta$.

Պատ.՝ Հավասարակշռության վիճակները (θ , Ω , ω) տարածության մեջ կազմում են մի մակերևույթ, որի հավասարումն է $(C+mga^2)$.
• $\Omega a - \Lambda \Omega^2 \sin\theta + mga \sin\theta = 0$, և որը ներկայացնում է սկզբառակի կայուն շարժումների երկչափ բազմապատկեր: Լկզ մակերևույթի վրա $\Omega = \Omega = 0$ ուղղի կետերը համապատասխանում են ուղղի վրայով սկզբառակի ալեպիսի գլորմանը, որի դեպքում սկզբառակի հարթությունը պահպանում է ուղղահայ գիրք: $0 = \omega = 0$ ուղղի կետերը համապատասխանում են սկզբառակի պտտմանը անշարժ ուղղաձիգ տրամագծի շուրջը: Π մակերևույթի մնացած բոլոր կետերը համապատասխանում են շրջանային շարժումներին:

50.26. Կտնել սկզբառակի շարժման կայունության պայմանները 1) ուղղի վրայով սկզբառակի գլորման դեպքում, երբ սկզբառակի հարթությունը ուղղաձիգ է; 2) անշարժ ուղղաձիգ տրամագծի շուրջը սկզբառակի պտտման դեպքում, 3) շրջանագծով սկզբառակի գլորման դեպքում, երբ սկզբառակի հարթությունը ուղղաձիգ է.

Ծ ու ճ ու լ մ. Օգտագործել 50.24 խնդրի 2) և 50.25 խնդրի լուծումները:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \omega^2 > \omega_{kr}^2 = \frac{mgaA}{C(C+ma^2)}, \quad 2) \Omega^2 > \Omega_{kr}^2 = \frac{mga}{A+ma^2};$$

$$3) \Omega^2 [A(1+2\sin^2\theta) + ma^2 \cos^2\theta] + 2\omega(3C+ma^2)\sin\theta + \frac{C}{A}(C+ma^2)\omega^2 > mgac\cos\theta,$$

Այս անհավասարության մեջ մտնող մեծությունները կապված են $(C+ma^2)\Omega a - \Lambda \Omega^2 \sin\theta + mga \sin\theta = 0$

առնչությամբ:

50.27. m զանգվածով և r շառավղով համասեռ կիսադաշտը շառանց սահքի գլորվում է $R(R > r)$ շառավղի ունեցող գնդալին թափում: Կազմել կիսադաշտի շարժման գիֆերինքիալ հավասարումները՝ հաշվի առնելով մածուցիկ ջրման ռոտորը. h -ը կիսադաշտի գլորման

դեպքում շփման գործակիցն է. h_1 -ը՝ շփման գործակիցը նրա պտտման դեպքում, Λ -ն կիսազնդի կենտրոնական հասարակածային իներցիայի մոմենտն է, C -ն՝ առանցքային իներցիայի մոմենտը, l -ը կիսազնդի զանգվածների կենտրոնից մինչև նրա զնդային մակերևութի կենտրոնը եղած հեռավորությունն է, φ տեղի ալն առնչությունները, որոնց բաժաբարում են ընդհանրացված կոորդինատները կիսազնդի համասարակչություն դեպքում:

Ն ու ղ ու մ . Սդասպորենի 30.14 խնդրի 3) լուծումը և նկարը:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}} - \frac{\partial L}{\partial \psi} = - \frac{\partial F}{\partial \dot{\psi}} - r\lambda_1 \sin \theta_1,$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} - \frac{\partial L}{\partial \theta} = - \frac{\partial F}{\partial \theta} + r\lambda_1 \cos \theta_1 \sin(\psi - \psi_1) + r\lambda_2 \cos(\psi - \psi_1),$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = - \frac{\partial F}{\partial \varphi} + r\lambda_1 [\cos \theta \sin \theta_1 - \sin \theta \cos \theta_1 \cos(\psi - \psi_1)] +$$

$$+ r\lambda_2 \sin \theta \sin(\psi - \psi_1),$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1} - \frac{\partial L}{\partial \theta_1} = - \frac{\partial F}{\partial \theta_1} + \lambda_2 (R - r),$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\psi}_1} - \frac{\partial L}{\partial \psi_1} = - \frac{\partial F}{\partial \psi_1} + \lambda_1 (R - r) \sin \theta_1,$$

$$(R - r) \dot{\psi}_1 \sin \theta_1 + r \dot{\theta} \cos \theta_1 \sin(\psi - \psi_1) - r \dot{\psi} \sin \theta_1 +$$

$$+ r \dot{\varphi} [\cos \theta \sin \theta_1 - \sin \theta \cos \theta_1 \cos(\psi - \psi_1)] = 0,$$

$$(R - r) \dot{\theta}_1 + r \dot{\theta} \cos(\psi - \psi_1) + r \dot{\varphi} \sin \theta \sin(\psi - \psi_1) = 0,$$

որտեղ l -ը Լագրանժի ֆունկցիան է, F -ը՝ էներգիայի ջրման ֆունկցիան. գրանք որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով.

$$L = \frac{m}{2} (R - r)^2 (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \theta) + \frac{1}{2} (A + m l^2) (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2 \sin^2 \theta) +$$

$$+ m l (R - l) \{ \dot{\psi} \dot{\psi}_1 \sin \theta \sin \theta_1 \cos(\psi - \psi_1) +$$

$$+ \dot{\theta} \dot{\theta}_1 [\cos \theta \cos \theta_1 \cos(\psi - \psi_1) + \sin \theta \sin \theta_1] +$$

$$+ \dot{\theta} \dot{\varphi} \cos \theta \sin \theta_1 \sin(\psi - \psi_1) - \dot{\psi} \dot{\theta}_1 \sin \theta \cos \theta_1 \sin(\psi - \psi_1) \} +$$

$$+ C(\varphi + \psi \cos \theta)^2 + m g [(R - r) \cos \theta_1 + l \cos \theta],$$

$$F = \frac{h}{2} \left(\frac{R}{r} - 1 \right)^2 (u_1^2 + v_1^2 \sin^2 \theta_1) + \\ + \frac{h}{2} \{ c \cos \theta_1 - \theta \sin \theta_1 \sin(\varphi - \psi_1) + \\ + \varphi [\sin \theta \sin \theta_1 \cos(\varphi - \psi_1) + \cos \theta \cos \theta_1] \}^2,$$

Վիսազնդի θ , ψ , φ , θ_1 , ψ_1 ընդհանրացված կորդինատները համասարակշռության վիճակում կապված են միայն երկու առնչություններով

$$\psi = \psi_1, \quad \sin \theta = R \sin \theta_1,$$

Հետևաբար, փոխդասավորությունների հնգաչափ տարածության մեջ վիսազնդի համասարակշռության վիճակները կապված են եռաչափ քաղվածքատեղի:

Գ Լ ՈՒ Ե XII

ՑԻԵՋԵՐԱԿԱՆ ՔՈՒԶՋԻ ԳՐԱԶՄԻԿԱ

§ 51. Կեպլերյան շարժում (շարժում կենտրոնական ուժի ազդեցության տակ)

51.1. Ընդանշվածով նյութական կետի վրա ազդող տիեզերական ձգողականության ուժի մեծությունը որոշվում է $F = m\mu/r^2$ համասարությամբ, որտեղ $\mu = M$ -ը ձգող կենտրոնի տիեզերական ձգողականության պարամետրն է (M -ը նրա զանգվածն է, իսկ r -ը՝ տիեզերական ձգողականության հաստատունը (և r -ը՝ ձգողականության կենտրոնից մինչև ձգվող կետը եղած հեռավորությունն է, իմանալով երկնային մարմնի R շառավիղը և ծանրության ուժի g արագացումը*) նրա մակերևույթի վրա որոշել երկնային մարմնի տիեզերական ձգողականության μ պարամետրը և ալն հաշվել Երկրի համար, եթե նրա շառավիղը՝ $R = 5370$ կմ, իսկ $g = 9.81$ մ/վ²:

Պատ.՝ $\mu = gR^2$, Երկրի համար $\mu = 398 \cdot 10^5$ կմ³/վ²:

51.2. Որոշել տիեզերական ձգողականության μ_n պարամետրը և ծանրության ուժի g_n արագացումը երկնային մարմնի մակերևույթի

*) Այստեղ և հետագայում ենթադրվում է, որ երկնային մարմնի ձգողական ուժը ուղղված է դեպի նրա կենտրոն. ծանրության ուժերի g արագացումները որվում են առանց հաշվի առնելու երկնային մարմինների պտտվելը:

զրա, եթե հալանի են նրա M_n զանգվածի և R_n շառավղի հարաբերությունները երկրի զանգվածին և շառավղին: Հաշվել այդ մեծությունները Լուսնի, Վեներայի, Մարսի և Յուպիտերի համար, որոնց համար համապատասխան հարաբերությունները տված են հետևյալ աղյուսակում:

	$M_n : M$	$R_n : R$		$M_n : M$	$R_n : R$
Լուսին	0,0123	0,273	Մարս	0,107	0,535
Վեներա	0,814	0,953	Յուպիտեր	317	10,95

Պատ.

	$\mu(4\pi^2 \cdot \text{վ}^2)$	$R(\text{մ} \cdot \text{վ}^2)$		$\mu(4\pi^2 \cdot \text{վ}^2)$	$R(\text{մ} \cdot \text{վ}^2)$
Լուսին	$4,90 \cdot 10^3$	1,62	Մարս	$42,8 \cdot 10^3$	3,69
Վեներա	$326 \cdot 10^3$	8,75	Յուպիտեր	$126 \cdot 10^3$	26,0

51.3. Նյութական կեղը տիեզերական ձգողականության ուժի ազդեցության տակ հափստարաչափ շարժվում է շրջանային ուղեծրով R շառավղի ունեցող երկնային մարմնի մակերևույթից H բարձրության վրա: Որոշել նյութական կեղի շարժման v_1 արագությունը և ջրջապտույտի պարբերությունը*):

Պատ. 1) $v_1 = \sqrt{\frac{\mu}{r}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+H}}$ (տվյալ երկնային մարմնի համար շրջանային արագությունը H բարձրության վրա):

2) $T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{\mu}} = 2\pi \frac{(R+H)^{3/2}}{R \sqrt{g}}$, Այստեղ r -ը նյութական կե-

տից մինչև երկնային մարմնի կենտրոնը եղած հեռավորությունն է μ -ն նրա տիեզերական ձգողականության պարամետրն է, g -ն ժանրության ուժի արագացումն է նրա մակերևույթի վրա:

51.3. Անտեսելով արհեստական արբանյակի թռիչքի բարձրությունը երկնային մարմնի մակերևույթից՝ որոշել առաջին տիեզերական v_1 արագությունը և ջրջապտույտի համապատասխան T պարբերությունը երկրի, Լուսնի, Վեներայի, Մարսի և Յուպիտերի համար:

*) Այս գլխի բոլոր խնդիրներում միևնույնի դիմադրությունը անտեսված ենք:

Պատ.՝

	v_1 (կմ/վ)	T_1 (բող)		v_2 (կմ/վ)	T_2 (բող)
երկիր	7,41	84,1	Մարս	3,51	101
Լուսին	1,68	108	Յուպիտեր	4,6	172
Վեներա	7,30	85			

Ճ1.5. Ինչպիսի՞ բարձրություն վրա է անհրաժեշտ արձակել հասարակածի հարթության մեջ շրջապտույտ կատարող Երկրի շրջանային արբանյակը, որպեսզի նա ամբողջ ժամանակ զուգի Երկրի միևնույն վայրի վերևում:

Պատ.՝ $H=35\ 800$ կմ:

Ճ1.6. Ի՞նչ β անկյան տակ է հատվում Երկրազնդի հասարակածի հետ արբանյակի ուղեգիծը (ներառնալով պրոյեկցիան Երկրազնդի մակերևույթի վրա), եթե նա շարժվում է հասարակածի հարթության նկատմամբ α անկյան տակ թեքված H բարձրությամբ շրջանային ուղեծրով:

Պատ.՝ $\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + \Omega \sqrt{(R+H)^2 - R^2}}$, որտեղ Ω -ն Երկրի օրեկան

պտույտի անկյունային արագությունն է, իսկ μ -ն՝ նրա տիեզերական ձգողականության պարամետրը:

Ճ1.7. III զանգվածով կեռը ձգվում է դեպի անշարժ կենտրոն ըստ տիեզերական ձգողականության $F = \mu m / r^2$ օրենքի, որտեղ μ -ն ձգողության կենտրոնի տիեզերական ձգողականության պարամետրն է: Դառնել էներգիայի ինտեգրալը:

Պատ.՝ $v^2 - 2 \frac{\mu}{r} = \text{const}$:

Ճ1.8. Որոշել, թե արբանյակի շրջանային ուղեծրի ինչպիսի՞ II բարձրության ղեկավարում նրա պոտենցիալ էներգիան R շառավիղ ունեցող մոլորակի մակերևույթի նկատմամբ հավասար է նրա կինետիկ էներգիային:

Պատ.՝ $H=R/2$:

Ճ1.9. Որոշել, թե ինչպիսի՞ արագությամբ է երկնաքարը մուտք գործում Երկրի մթնոլորտ, եթե նրա արագությունը անվերջության մեջ՝ $v_\infty=10$ կմ/վ:

Պատ.՝ $v \approx 15$ կմ/վ:

Ճ1.10. Ինչպիսի՞ v_0 նվազագույն արագություն է հարկավոր

հաղորդել մոլորակի մակերևույթի վրա գտնվող տիեզերական ապարատին, որպեսզի նա հետևառան վերջնական մեջ:

Պատ.՝ $v_2 = \sqrt{2}v_1$ ՝ երկրորդ տիեզերական արագություն (v_1 -ը առաջին տիեզերական արագությունն է):

51.11. Որոշել երկրորդ տիեզերական արագությունը Լիբրի, Հուսիս, Վեներայի, Մարսի և Յուպիտերի համար:

Պատ.՝

	v_2 (կմ/վ)		v_1 (կմ/վ)
Երկիր	11,2	Մարս	5,0
Հուսիս	2,7	Վեներա	10,2
Վեներա	10,3		

51.12. Կետը շարժվում է կենտրոնական ուժի ազդեցության տակ: Ընդունելով, որ կետի $\vec{r}$ շառավիղ-վեկտորի մեծությունը φ քնժայիտ անկյան միջոցով է ժամանակից կախված է՝ բարդ ձևով՝ որոշել կետի արագությունը և արագացումը^{*)}:

$$\text{Պատ.՝ } v^2 = c^2 \left| u' + \left(\frac{du}{d\varphi} \right)^2 \right|; \quad w_0 = 0, \quad w_1 = +c^2 u^2 \left(\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + u \right),$$

որտեղ $u = 1/r$, $c = r^2 \dot{\varphi} = \vec{r} \times \vec{v} = \text{const}$ -ը կրկնակի սեկտորյալ արագությունն է, այլուս նշանը վանձան ուժի համար է, միևնուս նշանը՝ ձգողության ուժի համար:

51.13. Մ զանգվածով կետը կենտրոնական ուժի ազդեցության տակ շարժվում է կենական հատույթի վրայով, որի համասարուժը քնժայիտ կոորդինատներով ունի $r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi}$ տեսքը, որտեղ p -ն

և e -ն հետագծի պարամետրը և արտակենտրոնորդն են: Որոշել ալն ուժը, որի ազդեցության տակ կետը շարժվում է:

Պատ.՝ $F_0 = 0$, $F_r = -m\mu/r^2$, որտեղ $\mu = c^2/p$ և c -ն կրկնակի սեկտորյալ արագությունն է:

51.14. Մ զանգվածով կետը ձգվում է զեպի անշարժ քնժոր տիեզերական ձգողականության $F = m\mu/r^2$ օրենքով: Գտնել կետի շարժման հետագիծը:

Պատ.՝ Երկրորդ կարգի կոր (կոնական հատույթ), որի համասա-

*) Այստեղ և հետագայում ենթադրվում է, որ կոորդինատների քնժայիտ համակարգի քնժը համընկնում է ձգողության (վանձան) կենտրոնի հետ:

րոժը քննադիմ կոորդինատներով ունի $r = \frac{D}{1 + e \cos(\varphi - \epsilon)}$ տեսքը. որտեղ $p = c^2/a$, իսկ e -ն և ϵ -ը ինտեգրման կամայական հաստատուններ են:

Յո. Կոստ. Սդոբնի 51.12 խնդրի պատահանիք

51.15. Նյութական կետը տիեզերական ձգողականության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է էլիպսական հետադժով, որի արտակենտրոնորդը՝ $e < 1$, իսկ պարամետրը p է: Իմանալով մակերևանների $c = r^2 = |r \times v|$ ինտեգրալը՝ որոշել էլիպսական հետադժի a և b կիսաառանցքները ու շրջապտույտի T պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } a = \frac{p}{1 - e^2}, \quad b = \frac{p}{1 - e^2}; \quad T = \frac{2\pi p^2}{c(1 - e^2)^{3/2}} = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}},$$

51.16. Նախորդ խնդրի պայմաններում որոշել կետի արագացումը այն պահերին, երբ նա անցնում է երկրահեռ և երկրամերձ կետերով:

$$\text{Պատ.՝ } w_{\text{հե}} = \frac{c^2}{p^3}(1 - e)^2, \quad w_{\text{մ}} = \frac{c^2}{p^3}(1 + e)^2,$$

51.17. Իմանալով նրկրի շուրջը էլիպսական ուղեծրով արբանյակի շրջապտույտի T պարբերությունը և նրա երկրահեռի ու երկրամերձի H տարբերությունը, որոշել ուղեծրի արտակենտրոնորդը:

$$\text{Պատ.՝ } e = H \sqrt{\frac{a^3}{2\mu T^2}},$$

51.18. Արբանյակը շարժվում է R շառավղով մոլորակի շուրջը Ե արտակենտրոնորդ ունեցող էլիպսական ուղեծրով: Իտեև նրա ուղեծրի մեծ կիսաառանցքը, եթե երկրամերձ և երկրահեռ կետերի բարձրությունների հարաբերությունը հավասար է $\gamma < 1$:

$$\text{Պատ.՝ } a = \frac{1 - \gamma}{1 - \gamma - e(1 + \gamma)} R,$$

51.19. Կետը շարժվում է $F = m\mu r^2$ տիեզերական ձգողականության ուժի ազդեցության տակ: Արտահայտել էներգիայի h հաստատունը (տես 51.7 խնդիրը) կետի հետադժի տարրերի և տիեզերական ձգողականության μ պարամետրի միջոցով:

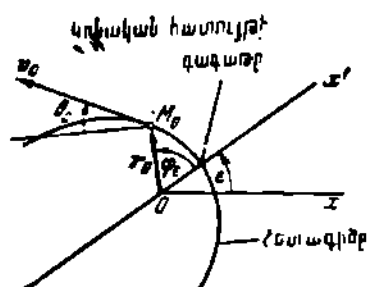
Պատ.՝ էլիպսական հետադժի համար $h = -\mu/a$ (a -ն էլիպսի մեծ կիսաառանցքն է), պարաբոլական հետադժի համար $h = 0$ և հիպերբոլական հետադժի համար $h = \mu/a$ (a -ն հիպերբոլի իրական առանցքն է):

51.20. Տիեզերական ձգողականության օրենքով շարժվող նյութական կետը սկզբնական պահին գտնվել է ձգող կենտրոնից r_0 հեռավորության վրա M_0 զիջքում և ունեցել է v_0 արագություն. արագության v_0 վեկտորի և հորիզոնի գծի (M_0 կետում այն շրջանագծին տարած շոշափողի, որի կենտրոնը համընկնում է ձգողության կենտրոնի հետ) միջև կազմված անկյունը համասար է հեղել θ_0 -ի, իսկ քեռային անկյունը հեղել է համասար φ_0 -ի: Որոշել է արտակենտրոնորդը և քեռային առանցքի ու կոնական հատույթի ֆոկոսային գծի միջև հեղած ε անկյունը*):

Պատ.՝ $e = \sqrt{1 + \frac{c^2}{\mu^2} h}$, $\lg(\varphi_0 - \varepsilon) = \frac{\lg \eta_0}{1 - r_0/\rho}$, որտեղ $c = r_0 v_0 \cos \theta_0$ -ն

մակերևունքի ինտեկրալն է, $h = r^2 - 2\mu/r$ էներգիայի ինտեկրալն է:

51.21. Որոշել, թե ինչպիսի արագություն պետք է հաղորդել տիեզերական ապարատին, որպեսզի՝ հասնելով մոլորակի մակերևույթից H բարձրությանը և անշտափելով հրթիռի վերջին աստիճանից, նա շարժվի էլիպսական, պարաբոլական կամ էլ հիպերբոլական հետագծով: Մոլորակի շառավիղը R է:



51.20 խնդիր

Ց ու ջ ու լ լ : Օգտվել, նախորդ խնդրի պատասխանից:

Պատ.՝ $v_0 < v_2$ զեպյում հետադիմը էլիպս է, $v_0 = v_2$ զեպյում՝ պարաբոլ, $v_0 > v_2$ զեպյում՝ հիպերբոլ. որտեղ $v_2 = \sqrt{2gR^2/(R+H)} = \sqrt{2v_1}$ -ը պարաբոլական արագությունն է H բարձրության վրա (v_1 -ը շրջանային արագությունն է):

51.22. Ինչպիսի $v_0 = v_2$ կղրնական արագություն է հարկավոր հաղորդել Ներկրի մակերևույթին մոտ գտնվող նյութական կետին, որպեսզի նա կարողանա հեռանալ Լիբիկականային համակարգության սահմաններից:

Պատ.՝ $v_0 = v_2 = \sqrt{v_2^2 + V^2(2-1)^2} \approx 16.7$ կմ/վ, որտեղ $V = 30$ կմ/վ-ը Ներկրի շրջանային արագությունն է, v_2 -ը՝ Երկրորդ տիեզերական արագությունը:

*) Որպես կոնական հատույթի ֆոկուս առանցքի զրական ուղղությամբ ընդունվում է հատույթի ֆոկուսներից մեկի հետ համընկնող քեռից զեպի առանձնազատվող անցող ուղղությունը:

Որոշել մակերեսների C հաստատունը, հետադծի D պարամետրը, էներգիայի h հաստատունը, արբանյակի էլիպսական հետագծի մեծ առանցքի ուղղությունը, հետագծի e արտակենտրոնորդը, երկրահեռ կետը ($H_{\max}$ -ը) և երկրամերձ կետը ($H_{\min}$ -ը), ինչպես նաև արբանյակի շրջապատու լստի T պարբերությունը:

Ն1.24. Սկզբնական առաջադիմության ինչպիսի տղոթիմյան գնայքում
տինգերական ապարտադր կընկնի R չաաադիդ ուննցող աբրանլակի
մակերնուլիի վրա՝ աճխաի սկզբնական առաջադիմյան մննադիմունիդ:

Ճ1.25. Ինչպիսի՞ սկզբնական պայմանների դեպքում R շառավիղով մոլորակի մակերևութից էլ բարձրություն վրա արձակված տիեզերական ապարատը չի հասնի նրա մակերևույթը:

ՌԵՍԻԶ ՎՅՆԻ ՄՈՒԼՈՒՄԻՆԻ ՀԱՄԱՐ ԶՐԶԱՆԱԴԻՆ ԱՐԱՊԵՐԺԻՄԵՆ Ե Ի
ԲԱՐԺՐԱՅԻՄԵՆ ՎԵՐԱՎՈՐՈՒՄ

51.26. Գտնել կախվածություն Արեգակի շուրջը մոլորակների շրջապատյալի T , պարբերությանների և նրանց էլիպսական հետագծերի a , մեծ կիսառանցքների a միջև:

Պատ.՝ Ծանկացած մոլորակի համար $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$ (Կեպլերի երրորդ

օրենքը)։

Ճ1.27. Յուպիտերի Իո կոշվող արբանյակներից մեկի շրջապտույտի պարբերությունը հավասար է 1,77 օր, ընդ որում նրա ողնների շառավիղը կազմում է Յուպիտերի շառավղի 5,91 մասը։ Յուպիտեր-Արեգակի միջին հեռավորությունը հավասար է Երկիր-Արեգակի միջին հեռավորության 5,20 մասին ($5,20 \cdot 23000$ երկրային շառավիղի), իսկ Յուպիտերի շրջապտույտի պարբերությունը Արեգակի շուրջ հավասար է 11,8 տարի։ Որոշել Յուպիտերի զանգվածի հարաբերությունը Արեգակի զանգվածին (Յուպիտերի շառավիղը հավասար է 11,14 երկրի շառավիղի)։

Պատ.՝ Յուպիտերի զանգվածը 1000 անգամ փոքր է Արեգակի զանգվածից։

Ճ1.28. Էլիպսակա հետադժով շարժվող կետի շառավիղ-վեկտորի

$|r|$ միջին արժեքի տակ հասկացվում է $|r| = \frac{1}{T} \int_0^T r dt$ հավասարու-

թյամբ որոշվող մեծությունը, որտեղ T -ն շրջապտույտի պարբերությունն է։

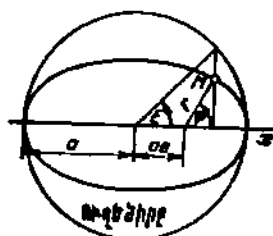
Որոշել մոլորակի շառավիղ-վեկտորի միջին արժեքը, եթե a -ն նրա էլիպսակա հետադժի մեծ կիսաոսնցքն է, e -ն՝ արտակենտրոնորդը։

Պատ.՝ $|r| = a \left(1 + \frac{1}{2} e^2 \right)$ ։

Ճ1.29. Հավասար զանգվածներ ունեցող երկու արբանյակներ նույն ուղղությամբ ձգող կենտրոնի շուրջը շարժվում են համահարթ ողններով, որոնցից մեկը r_0 շառավղով շրջանալին է, իսկ մյուսը էլիպսակա է՝ երկրամերձ և երկրահեռ կետերից համապատասխանաբար r_0 և $8r_0$ հեռավորություններով։ Լնդունելով, որ անմիջական ժախրակցման միջոցով արբանյակները իրար միացան իրենց ողնների շոշափման կետում և հետագա շարժումը շարունակեցին միասին՝ գտնել նրանց նոր ողների երկրահեռ կետը։

Պատ.՝ $r_{\text{հ.}} = \frac{49}{23} r_0$ ։

Ճ1.30. Որոշել e արտակենտրոնորդ ունեցող էլիպսակա ողների վրա գտնվող կետի φ իրական և E արտակենտրոն շեղումների միջև ձգած կապը։



51.30 խեղդին

$$\text{Պատ.՝ } \lg \frac{E}{2} = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \lg \frac{\varphi}{2},$$

51.31. էլիպսական ուղեծրի ցանկացած կետում արագությունը արտահայտել արտահայտություն շեղման միջոցով:

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{\mu}{a}} \sqrt{\frac{1+e \cos E}{1-e \cos E}},$$

51.32. էլիպսական ուղեծրի վրա գտնել այնպիսի կետեր. որոնցում շարժման արագությունը հավասար է երկրամերձ ու երկրահեռ կետերում արագությունների միջին երկրաչափականին:

Պատ.՝ $E = \pm \pi/2$ (կետերը զատավորված են էլիպսի փոքր առանցքի ծայրերում):

51.33. Իմանալով ձգող կենտրոնի շուրջը էլիպսական շարժում կատարող կետի շառավիղ-վեկտորի արտահայտությունները՝

$$r = \frac{p}{1+e \cos \varphi}, \quad r = a(1 - e \cos E)e_r,$$

որտեղ $\bar{e}_r$ -ը ձգողության կենտրոնից տարված r շառավիղ-վեկտորի օրրտն է, φ ն՝ իրական, իսկ E -ն՝ արտակենտրոն շեղումներն են, զբաղեցնել այդ կետի ուղեծրային արագության վեկտորի համար արտահայտություններ՝ զբաղած կոորդինատների իներցիալ և ուղեծրային համակարգերում:

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{\frac{\mu}{p}} |e_r e \sin \varphi + e_u (1 + e \cos \varphi)|,$$

$$v = \sqrt{\frac{\mu}{p}} \left| -e_1 \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E}{1 - e \cos E} + e_2 \frac{(1-e^2) \cos E}{1 - e \cos E} \right|,$$

որտեղ $\bar{e}_1$ -ը բևեռից գեպի երկրամերձ կետն ուղղված օրրտն է, իսկ $\bar{e}_2$ -ը $\bar{e}_1$ սրտին ուղղահայաց ուղղության օրրտն է:

51.34. էլիպսական ուղեծրի ո՞ր կետում հետագծի թեքության անկյունը տեղի հորիզոնի նկատմամբ (շառավիղ-վեկտորին ուղղահայաց հարթությունը) հասնում է ամենամեծ արժեքի:

$$\text{Պատ.՝ } E = \pm \pi/2,$$

51.35. Արբանյակը շարժվում է r շառավիղ ունեցող շրջանային ուղեծրով՝ մեկ պտույտը կատարելով T ժամանակամիջոցում: Ամենաթվամբ արագության իմպուլս ստանալու հետևանքով նա անցնում է

էլիպսական ուղեծրի վրա: Որոշել էլիպսական ուղեծրով շրջապտույտի ժամանակամիջոցը:

$$\text{Պատ.՝ } T_1 = \frac{T}{\left| 1 - \left(\frac{uT}{2\pi r} \right)^2 \right|},$$

51.36. Արբանյակը շարժվում է շառավիղի ունեցող շրջանային ուղեծրով՝ մեկ պտույտը կատարելով T ժամանակամիջոցում: Ամենոթլամբ արագության առնդենցիայ (շոշափող) իմպուլս ստանալու հետևանքով նա անցնում է էլիպսական ուղեծրի վրա: Որոշել էլիպսական ուղեծրով շրջապտույտի T_1 ժամանակամիջոցը:

$$\text{Պատ.՝ } T_1 = \frac{T}{\left| 1 - \left(\frac{uT}{2\pi r} \right)^2 - \frac{uT}{\pi r} \right|},$$

51.37. Արբանյակը շարժվում է շառավիղի ունեցող շրջանային երկրամերձ ուղեծրով: Որոշել արագության շառավղային իմպուլսի մեծությունը, որի հետևանքով արբանյակն անցնում է r_1 հեռավորությամբ երկրամերձ կետ ունեցող էլիպսական ուղեծրի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } u = \sqrt{\frac{\mu}{r_1}} \left(\sqrt{\frac{r}{r_1}} - \sqrt{\frac{r_1}{r}} \right),$$

51.38. Տիեզերանավը $v=30$ կմ/վ արագությամբ շարժվում է Շրկրի ուղեծրով, որն ունի $r_1=150 \cdot 10^3$ կմ շառավիղ: Արագության ինչպիսի՞ս և շոշափող իմպուլս նա պետք է ստանա, որպեսզի իր նոր ուղեծրի արևահեռում նա հասնի Մարսի ուղեծրին ($r_2=228 \cdot 10^3$ կմ):

Համեմատել նույնպիսի խնդրի զեպի Վեներայի ուղեծրը թոփշքի զեպքի համար ($r_2=108 \cdot 10^3$ կմ):

Պատ.՝ Մարսի ուղեծրին՝ $u=2.95$ կմ/վ;

Վեներայի ուղեծրին՝ $u=2.55$ կմ/վ:

51.39. Արբանյակը շարժվում է համապատասխանաբար r_1 երկրամերձ և r_2 երկրահեռ շառավիղների ունեցող էլիպսական երկրամոտ ուղեծրով: Որոշել արագության շոշափող անի և մեծությունը երկրամերձ կետում, որի զեպքում երկրահեռ կետի թարժությունը կմեծանա H -ով:

$$\text{Պատ.՝ } u = \sqrt{\frac{2\mu}{r_1}} \left(\sqrt{\frac{r_2+H}{r_1+r_2+H}} - \sqrt{\frac{r_2}{r_1+r_2}} \right),$$

51.40. Արբանյակի շրջանային ուղեծրով շարժվող տիեզերանավը պետ է արագության շոշափող իմպուլս ստանալու եղանակով

մեկնարկի նրանից և դուրս զա հիպերբոլական ուղեծիր անվերջութիւնում արագութիւն v_∞ տրված արժեքով: Սկզբնական շրջանային ուղեծրի ինչպիսի՝ r_0 շառավղի դեպքում անհրաժեշտ իմպուլսի և մեծութիւնը կլինի ամենափոքրը:

$$\text{Պատ.՝ } r_0 = 2\mu/v_\infty^2$$

§ 52. Տարբեր խնդիրներ

52.1. Երկու ազատ կետեր, որոնց զանգվածները հավասար են m_1 և m_2 , շարժում են փոխադարձ ձգողութիւն ուժերի ազդեցութիւն տակ: Որոշել առաջին կետի շարժման սրենյւր երկրորդի նկատմամբ:

Պատ.՝ Հարաբերական շարժումը տեղի է ունենում այն նույն որակով, ինչ որ թացաբաղկի $\mu = (m_1 + m_2)$ տիեզերական ձգողականութիւն պարամետրով:

52.2. Ինչպիսի՝ տեսք կրողների Ռեզակի շարջը մոլորակների շրջապատւոր T_1 պարբերութիւնների և նրանց էլիպսական ուղեծրերի a_1 մեծ կիսաոսանցքների միջև եղած կախվածութիւնը, եթե հաշվի առնենք համապատասխան մոլորակի ձգողութիւնը Ռեզակին հաղորդված շարժումը:

$$\text{Պատ.՝ } \frac{a_1^3}{T_1^2} : \frac{a_2^3}{T_2^2} = \frac{M + m_1}{M + m_2}, \text{ որտեղ } m_1\text{-ը, } m_2\text{-ը, } M\text{-ը համապատասխանաբար արբանյակների և Ռեզակի զանգվածներն են (համեմատել 51.26 խնդրի պատասխանի հետ):}$$

52.3. R_1 և R_2 շառավղներով երկու համասեռ գնդեր փոխադարձ ձգողութիւն ուժերի ազդեցութիւն տակ սկսեցին շարժվել հանգստի վիճակից: Որոշել, թե ինչպիսի v , հարաբերական արագութիւնը կրախփեն գնդերը, եթե նրանց կենտրոնների միջև նախնական հեռավորութիւնը հավասար է եղել L -ի, իսկ գնդերի զանգվածները հավասար են m_1 և m_2 :

$$\text{Պատ.՝ } v = \sqrt{2\mu \left(\frac{1}{R_1 + R_2} - \frac{1}{L} \right)}, \text{ որտեղ } \mu = (m_1 + m_2):$$

52.4. Երկու կետեր, որոնց զանգվածները հավասար են m_1 և m_2 , փոխադարձ ձգողութիւն ուժերի ազդեցութիւն տակ սկսեցին շարժվել հանգստի վիճակից: Որոշել այն T ժամանակամիջոցը, որից հետո կետերը կախվեն, եթե նրանց միջև նախնական հեռավորութիւնը հավասար է եղել L -ի:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l^3}{2\mu}}, \text{ որտեղ } \mu = l(m_1 + m_2),$$

52.5. Նրկու ապատ կետեր. որոնց զանգվածները համասար են m_1 -ի և m_2 -ի, շարժվում են փոխադարձ ձգողություն ունեցող ազդեցության տակ: Որոշել կետերի շարժման որոշվող նրանց C զանգվածների կենտրոնի նկատմամբ:

Պատ.՝ Շարժումը զանգվածների կենտրոնի նկատմամբ տեղի է ունենում ալն նույն օրենքներով, ինչ որ μ անքակալ շարժումը $\mu_1 = \frac{m_1^2}{(m_1 + m_2)^2}$ և $\mu_2 = \frac{m_2^2}{(m_1 + m_2)^2}$ տիեզերական ձգողության պարամետրերով:

52.6. Կենտրոնական ուժի պրոյեկցիան չառափիղ-փեկադրի վրա համասար է $-\left(\frac{\mu}{r^2} + \frac{\nu}{r^2}\right)$, որտեղ $\mu > 0$ և ν -ն բոշ հաստատուններ են: Որոշել շարժվող կետի հետագիծը:

Պատ.՝ 1) $\nu < c^2$, $r = \frac{p}{1 + e \cos(\varphi - \varepsilon)}$, որտեղ $c = r^2 \dot{\varphi} = \text{const.}$
 $p = \frac{c^2 \nu}{\mu}$, $k^2 = 1 - \frac{\nu}{c^2}$; e -ն և ε -ը կամայական հաստատուններ են:

2) $\nu = c^2$, $\frac{1}{r} = \frac{\mu}{c^2} \frac{\varphi^2}{2} + c_1 \varphi + c_2$; c_1 և c_2 -ը ինտեգրման հաստատուններ են:

3) $\nu > c^2$, $r = \frac{p^2}{1 + e \cosh(\varphi - \varepsilon)}$, որտեղ $p = -\frac{\nu - c^2}{\mu}$, $k^2 = \frac{\nu}{c^2} - 1$; e -ն և ε -ը կամայական հաստատուններ են:

52.7. III զանգվածով տիեզերական ապարատը մատենում է մոլորակին նրա կենտրոնով անցնող ուղղությամբ: Մոլորակի մակերևույթից ինչ H բարձրության վրա պետք է միացնել շարժիչը, որպեսզի նրա կողմից ստեղծվող mT հաստատուն արգելիկող ուժը ապահովի փափուկ վալիչք (զրո արագություն վալիչք): Տիեզերական ապարատի արագությունը շարժիչի միացման պահին համասար է v_0 -ի, մոլորակի տիեզերական ձգողության պարամետրը μ է, նրա չառափիղը R է, մյուս երկնային մարմինների ձգողությունը, միմուրտի գիմադրությունը և շարժիչի զանգվածի փոփոխությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } H = \frac{1}{2T} \left\{ \frac{\mu}{R} + TR + \frac{v_0^2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\mu}{R} + TR + \frac{v_0^2}{2} \right)^2 - 4\mu T} \right\} - R:$$

պլուս նշան, եթե $T > \mu/R^2$, և միմուս նշան, եթե $T < \mu/R^2$,

52.8. Որոշել այն օգտակար աշխատանքը, որը պետք է կատարի հրթիռի շարժիչը, որպեսզի բարձրացնի տիեզերական ապարատը մոլորակի մակերևույթից H բարձրության վրա և այդ բարձրության վրա նրան հաղորդի ջրանային և պարարտական տիեզերական արագություններ: Տիեզերական ապարատի զանգվածը մոլորակի մակերևույթի վրա հավասար է M -ի, մոլորակի շառավիղը R է, միջնոլորտի զիմադրությունը անտեսել: Հաշվել այդ աշխատանքը E և h համար h և h տիեզերական արագության գեոցենտ, եթե $M=500$ կգ:

Պատ.՝ $A_1=MgR \frac{R+2H}{2(R+H)}$, $A_2=MgR$, $A_3=31,85 \cdot 10^7$ կՆմ:

52.9. Տիեզերական ապարատը պտտվում է Ω_0 անկյունային արագությամբ: Որոշել, թե ինչ լիքի աշխատանք պետք է կատարի M թափանցիկ շարժիչը, որպեսզի կանգնեցնի տիեզերական ապարատի պտտումը՝ ընդունելով, որ վերջինիս պտտվելը տեղի է ունենում իր զանգվածների կենտրոնով անցնող ու համընթաց տեղափոխվող առանցքի շուրջը: Թափանցիկ պտտման առանցքը համընկնում է ապարատի պտտման առանցքի հետ, ինչ և J_0 -ն թափանցիկ և ապարատի (թափանցիկ հետ միասին) իներցիայի մոմենտներն են պտտման ընդհանուր առանցքի նկատմամբ: Ուղղահայան պահին թափանցիկ անկյունային արագությունը հավասար է ապարատի անկյունային արագությանը:



52.9 խնդիր

Պատ.՝ $\Lambda = \frac{1}{2} \frac{J_0(J_0 - J)}{J} \Omega_0^2$

52.10. Ընդհանրացնել, որ 52.9 խնդրում նկարագրված համակարգի էլեկտրաշարժիչի ստատորը ստեղծում է $M_0 = M_0 - \kappa$ պտտող մոմենտ, որտեղ M_0 -ն և κ -ն որոշ գրական հաստատուններ են, ω -ն թափանցիկ հարաբերական անկյունային արագությունն է, գրունդի այն պայմանը որն անհրաժեշտ է, որպեսզի տիեզերական ապարատի պտտման արգելափակումը տեղի ունենա վերջավոր ժամանակամիջոցում: Ընթացիկում, որ այդ պայմանը կատարված է, որոշել արգելափակման T ժամանակը:

Պատ.՝ $M_0 > \frac{J_0}{J} \Omega_0$, $T = \frac{J(J_0 - J)}{\kappa J_0} \ln \frac{J M_0}{J M_0 - \kappa J_0 \Omega_0}$

52 11. Որոշել α -ն ψ անկյունը, որով կտրվի տիեզերական ապարատը պատման արգելակման ընթացքում, եթե α -ն իրականացվում է 52 9 և 52.10 խնդիրներում նկարագրված եղանակներով:

$$\text{Պատ.՝ } \psi = \frac{J(J_0 - J)}{J_0^2} - \frac{J(J_0 - J)}{J_0^2 x^2} (M_0 J - x^2 J_0) \ln \frac{J M_0}{J M_0 - x J_0 M_0},$$

52 12 Տիեզերական ապարատի կմախքը շրջելու համար պատագործվում է էլեկտրաշարժիչ-թափանիվը, ուր շարժման գիֆերենցիաք հաճախարումը պատվող ապարատի վրա ունի $\omega + \omega' T = \omega$ տեսքը, որտեղ ω -ն թափանիվի հարաբերական անկյունային արագությունն է, T -ն՝ նրա ժամանակի հաստատունը, ω' -ն՝ կառավարող լարումը, որն ընդունում է $\pm \omega_0$ արժեքները: Որոշել թափանիվի թափառքի $I_1 (U = \pm U_0)$ և արգելակման $I_2 (U = -U_0)$ տեսողությունը, եթե նախապես անշարժ թափանիվի դեպքում չպատվող կմախքը պահանջվում է շրջել տրված ω անկյունով և կանգնեցնել: Թափանիվի պատման առանցքը անցնում է տիեզերական ապարատի զանգվածների կենտրոնով, շարժումն ընդունել հարթ: Թափանիվի և ապարատի իներցիայի մոմենտները պատման ընդհանուր առանցքի նկատմամբ համապատասխանաբար հաճախար են J և J_0 :

$$\text{Պատ.՝ } I_1 = \pm T \ln(1 + \sqrt{1 - e^{-\omega T}}),$$

$$I_2 = T \ln(1 + \sqrt{1 - e^{-\omega T}}), \quad \text{որտեղ } \omega = \frac{J_0 \omega'}{J_0 T},$$

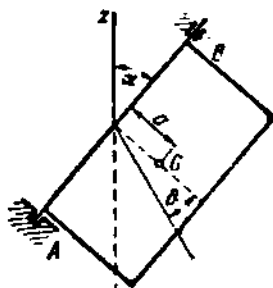
ԳԼՈՒԽ XIII

ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿՈՒՌՈՒԹՅԱՆ ԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ, ՇԱՐՇՄԱՆ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

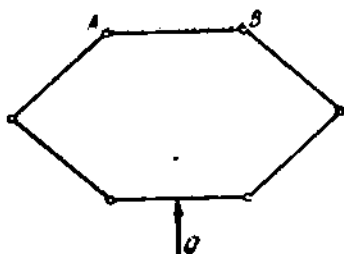
§ 53. Համակարգի հավասարակշռության պայմանների որոշումը: Հավասարակշռության կայունությունը

53.1. Ուղղանկյուն թիթեղի պատման AB առանցքը ուղղաձիգի նկատմամբ թեքված է α անկյան տակ Որոշել AB առանցքի նկատմամբ ուժերի M մոմենտը, որն անհրաժեշտ է կիրառել թիթեղի վրա՝ նրան θ անկյունով շրջելու համար: Թիթեղի կշիռը P է, նրա G զանգվածների զինարոնից մինչև AB առանցքը եղած հեռավորությունը հավասար է a -ի:

$$\text{Պատ.՝ } M = P a \sin \theta \sin \theta,$$



53.1 խնդրին



53.2 խնդրին

Ճ3.2. Յուրաքանչյուրը ր կշռով վեց համասեռ ձողերից կազմված հողակապալին վեցանկյունին դասավորված է ուղղանիզ հարթություն մեջ: Վեցանկյան AB գերին կողմը անշարժորեն ամրացված է հորիզոնական դիրքում: մնացած կողմերը համաչափ են դասավորված AB-ի մեջտեղով անցնող ուղղանիզի նկատմամբ: Որոշել, թե ինչպիսի $\bar{Q}$ ուղղանիզ ուժ պետք է կիրառել AB-ին հանդիպակաց հորիզոնական կողմի մեջտեղում, որպեսզի համակարգը գտնվի անտարբեր հավասարակշռության մեջ:

Պատ.՝ $Q=3P$:

Ճ3.3. Յուրաքանչյուրը 1 երկարությամբ երկու թելերից կախված 2a երկարություն և Q կշիռ ունեցող AB համասեռ ձողին կիրառված է M մոմենտով ուժադրույթ: Թելերի կախման կետերը, որոնք գտնվում են մի հորիզոնականի վրա, իրարից գտնվում են 2b հեռավորություն վրա: Փտենել ձողի հավասարակշռության դիրքը որոշող Պ անկյունը:

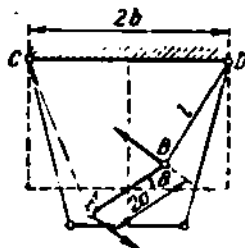
Պատ.՝ Հավասարակշռության դիրքում θ անկյունը գտնվում է

$$M \sqrt{l^2 - (a-b)^2 - 4ab \sin^2 \frac{\theta}{2}} = Qab \sin \theta \quad \text{հավասարումից}$$

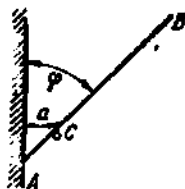
Ճ3.4. 2l երկարությամբ AB ուղղադիրձ համասեռ ձողը ստորին A ժալրով հենվում է ուղղանիզ պատին՝ նրա հետ կազմելով φ անկյուն: Ձողը հենվում է նաև պատին զուգահեռ C մեխի վրա: Ուելր պատից գտնվում է a հեռավորության վրա: Որոշել ձողի հավասարակշռության դիրքում φ անկյունը:

Պատ.՝ $\sin \varphi = \sqrt{\frac{a}{l}}$:

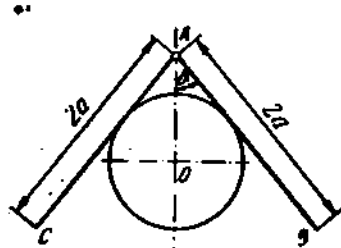
Ճ3.5. Ե շառավղով հարթ գլանի վրա հենվում են A հողակապով միացված երկու համասեռ ծանր ձողեր: Յուրաքանչյուր ձողի երկա-



53.3 խնդրին



53.4 խնդրին

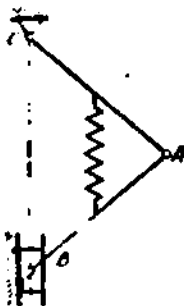


53.5 խնդրին

բաժանել հավասար է $2a$ -ի: Որոշել հավասարակշռությանը համապատասխանող ձողերի բացվածքի 2θ անկյունը:

Պատ.՝ θ անկյունը որոշվում է $\sin^2\theta - \cos^2\theta - r = 0$ հավասարումից:

53.6. Համակարգը բաղկացած է ուղղանկյուն հարթության մեջ գտնվող a երկարությամբ և m զանգվածով (1) A և AB երկու համասեռ



53.6 խնդրին

ձողերից: A կետում ձողերը միացված են հողակապով: B կետում AB ձողը հողակապով միացված է m_1 զանգված ունեցող C մարմնի հետ, որը կարող է տեղափոխվել O կետով անցնող ուղղանկյունով: OA և AB ձողերի միջնակետերը միացված են C կոշտությամբ զսպանակով: Չլարված վիճակում զսպանակի երկարությունը $l_0 < a$ է: Գտնել հավասարակշռության դիրքերը և նրանց կայունության պայմանները: Շփումը և զսպանակի զանգվածը անտեսել:

Պատ.՝ $2(m+m_1)g > c(a-l_0)$ դեպքում $\varphi_1 = 0$

մեկ կայուն հավասարակշռության վիճակ է: $2(m+m_1)g < c(a-l_0)$ դեպքում երկու հավասարակշռության վիճակ է՝ $\varphi_1 = 0$ անկյուն և

$$\varphi_2 = \arccos \frac{2(m+m_1)g + cl_0}{ca}$$

կայուն:

53.7. l երկարությամբ համասեռ ծանր ձողի ծայրերը կարող են առանց շփման սահել $y(x, y) = 0$ հավասարմամբ տրված կորով: Որոշել ձողի հավասարակշռության դիրքերը: (y առանցքը ուղղանկյուն ուղղված է դեպի վեր, x առանցքը՝ հորիզոնականով դեպի աջ):

Պատ.՝ Հավասարակշռության դիրքերին համապատասխանող ձողի ծայրերի կոորդինատները կլինեն

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 - l^2 = 0, \quad f(x_1, y_1) = 0, \quad f(x_2, y_2) = 0,$$

$$2(y_2 - y_1) \frac{\partial f}{\partial x_1} - \frac{\partial f}{\partial x_2} = (x_2 - x_1) \left[\frac{\partial f}{\partial x_1} \frac{\partial f}{\partial y_2} + \frac{\partial f}{\partial y_1} \frac{\partial f}{\partial x_2} \right]$$

համակարգի լուծումները:

ՖՆ.8. Լ երկարությունը համասեռ ծանր ձողի կարող է իր ծալ-
րերով առանց շփման սահել $y = ax^2$ պարաբոլի վրայով: Որոշել
հավասարակշռության հնարավոր դիրքերը (y առանցքը ուղղանկյուն
ուղղված է զևյի վեր. x առանցքը՝ հորիզոնականով զնայի ալ)

Պատ.՝ Հավասարակշռության առաջին դիրքը՝

$$x_2 = -x_1 = -\frac{l}{2}, \quad y_1 = y_2 = a \frac{l^2}{4},$$

Հավասարակշռության երկրորդ դիրքը որոշվում է $\text{ch}\xi = \sqrt{a l}$ հա-
վասարումից հետևյալ բանաձևերով՝

$$x_1 = -\frac{l}{2a} e^{-\xi}, \quad y_1 = \frac{l}{4a} e^{-2\xi}, \quad x_2 = \frac{l}{2a} e^{\xi}, \quad y_2 = \frac{l}{4a} e^{2\xi}.$$

ՖՆ.9. Լուծել 53.7 խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ կոյր էլիպս
է $\left(f(x, y) = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0 \right)$. Իսկ ձողի երկարությունը բավարարում
է $l < 2a$ պայմանին: Որոշել ձողի հավասարակշռության հնարավոր
դիրքերը:

Ծ ու ռ ու մ. Չեկարյան կոորդինատների փոխարեն անհրաժեշտ է ներմու-
ծել ֆ կոորդինատը (արտակենտրոն շեղումը) $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$ առնչությու-
նների միջոցով:

Պատ.՝ Հավասարակշռության դիրքերը համապատասխանում են
հետևյալ հավասարումներից որոշվող արտակենտրոն շեղումներին

$$a) \quad r_1 = a - r_2, \quad \cos \varphi_2 = \sqrt{l/2b} \quad (\text{գոյություն ունի } l \leq 2a \text{ դեպքում});$$

$$b) \quad \sin \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} = \sqrt{l/(2b)}, \quad \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = \sqrt{\frac{1 - l/2a}{1 - b^2/a^2}} \quad (\text{գոյություն}$$

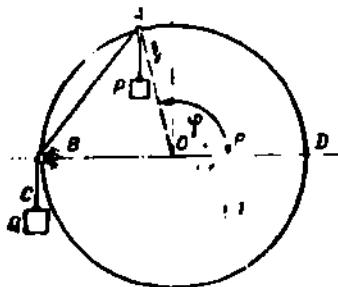
ունի $a > b$ և $l < 2b$ դեպքերում):

ՖՆ.10. Ուղղանկյուն հարթության մեջ դասավորված R շառավիղ
ունեցող մետաղելար հարթ օղակով առանց շփման կարող է սահել A
մատանյակը: Այդ մատանյակի վրա թելից կախված է ուլ գանգվածով
բեռը մեծ օղակի հորիզոնական տրամագծի ծայրին պնդվող B առ-
նշան փոքր ճախարակի վրայով զցված մյուս թելը իր C ծայրին
ունի m գանգվածով Q մեկ այլ բեռ: Որոշել A մատանյակի հավա-

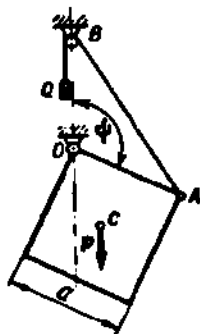
սարահեղությունների և հետազոտել, թե նրանցից որոնք են կայուն և որոնք ոչ:

Քառակուսի. Δ ժառանգի գիրքը հարկավոր է բնորոշել φ -ով. DOA անկյունով. Պետք է առանձին բնութագրել ժառանգի հավասարակշռությունը վերել և ներքևի կիսաշրջանագծերի վրա:

Պատ.՝ Վերելի կիսաշրջանագծի վրա ($0 < \varphi < \pi$) m_2/m_1 -ի ցանկացած արժեքի դեպքում պոլություն ունի $\sin \frac{\varphi_0}{2} = \frac{1}{4}(\sqrt{m_2^2/m_1^2 + 8} - m_2/m_1)$ անկյուն հավասարակշռության գիրք, բնդ որում $0 < \varphi_0 < \pi/2$: Ներքևի կիսաշրջանագծի վրա ($\pi < \varphi < 2\pi$) $m_2/m_1 \leq 1$ դեպքում պոլություն ունի $\sin \frac{\varphi_0}{2} = \frac{1}{4}(\sqrt{m_2^2/m_1^2 + 8} + m_2/m_1)$ կայուն հավասարակշռության գիրք, բնդ որում $\pi < \varphi_0 < 3\pi/2$:



53.10 խնդիր



53.11 խնդիր

Ճ.11. Համասեռ քառակուսի թիթեղը կարող է պտտվել ուղղահայաց հարթության մեջ O պազաթով անցնող առանցքի շուրջը. թիթեղի կշիռը P է, նրա կողմի երկարությունը a է: Թիթեղի A անկյունից կապված է l երկարությամբ թելը, որը զսկած է O կետից ուղղահայաց a հեռավորության վրա գտնվող B փոքրիկ ճախարակի վրայով: Թելից կախված է $Q = \frac{\sqrt{2}}{2}P$ կշռով բեռը:

Որոշել համակարգի հավասարակշռության գիրքերը և ուսումնասիրել նրանց կայունությունը:

Պատ.՝ Հավասարակշռության գիրքերը համապատասխանում են ψ անկյան հետևյալ արժեքներին՝ $\psi_1=0$, $\psi_2=\pi/6$, $\psi_3=\pi/2$, $\psi_4=3\pi/2$: Հավասարակշռության առաջին և երրորդ գիրքերը կայուն են:

53.12. 2a երկարություն AB համասեռ ժանր ձողը հենվում է R շառավղով կիսաշրջանագծի տեսք ունեցող կորագիծ ուղղորդի վրա: Անտանակով շփումը, որոշել հավասարակշռության դիրքը և ուսումնասիրել նրա կայունությունը:



53.12 խնդիր



53.13 խնդիր

Պատ.՝ Հավասարակշռության դիրքում ձողը թեյված է հորիզոնական գծի նկատմամբ φ_0 անկյան տակ, որը որոշվում է

$$\cos \varphi_0 = \frac{2}{8R} \left(a + \sqrt{a^2 + 32R^2} \right)$$

հավասարումից (ենթադրվում է, որ $1/2R/3 < a < 2R$): Հավասարակշռության այդ դիրքը կայուն է:

53.13. Բարձրացողի ՕԱ կամուրջը նկարում ուղղաձորեն պատկերված է P կշիռ և 2a երկարություն ունեցող համասեռ թիթեղի տեսքով: Թիթեղի եզրի մեջտեղում կապված է 1 երկարություն և 60 պանր, որը անցկացված է ողղաձորի վրա O կետից 2a հեռավորության վրա գտնվող փոքրիկ ճախարակի վրայով: Ճախարի մյուս C ծայրը միացված է կորագիծ ուղղորդով առանց շփման սահող հակակշռի հետ: Որոշել այդ ուղղորդի տեսքը և հակակշռի Q կշիռն այնպես, որպեսզի համակարգը գտնվի անտարբեր հավասարակշռության մեջ: Կամուրջի հորիզոնական դիրքի դեպքում C հակակշռը գտնվում է OB ուղղի վրա:

Պատ.՝ $Q = P/\sqrt{2}$; ուղղորդի հավասարումը r . 0 բևեռային կոորդինատներով՝

$$r^2 = 2(l - 2\sqrt{2}a \cos \theta)r + 4\sqrt{2}al - l^2 - 8a^2,$$

53.14. Ուսումնասիրել նկարում պատկերված զգրածված կրկնակի ճոճանակի ուղղաձիգ հավասարակշռության դիրքի կայունությունը: Ճոճանակը կարող է ուղղաձիգի l_1 և l_2 երկարությամբ ձողերով միացված m_1 և m_2 զանգվածներ ունեցող նյութական կետերի տեսքով: Հավասարակշռության ուղղաձիգ դիրքում գապանակները (ներանց կոշտությունները C_1 և C_2 են) լարված չեն:

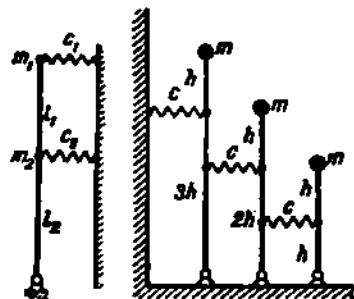
Պատ.՝ կայունության պայմանները ունեն հետևյալ տեսքը.

$$C_1 l_1 > m_1 g.$$

$$|(C_1 + C_2)l_2 - (m_1 + m_2)g| \cdot |C_1 l_1 - m_1 g| > C_2^2 l_1 l_2$$

53.15. Ուսումնասիրել նկարում պատկերված ճոճանակների համակարգի հավասարակշռության ուղղաձիգ դիրքի կայունությունը.

առաջին ճոճանակի ձողի երկարությունը $4h$ է: Երկրորդինը՝ $3h$ և երրորդինը՝ $2h$: Բոլոր ճոճանակների զանգվածները և զսպանակների կոշտությունները միատեսակ են և համապատասխանաբար հավասար են m -ի և C -ի: Ջսպանակների ամրակցման կետերի հեռավորությունները զանգվածների կենտրոններից հավասար են h -ի: Ձողերի զանգվածներն անտեսելիս m զանգվածները դիտել որպես նյութական կետեր: Երբ ճոճանակները գտնվում են ուղղաձիգ դիրքում զսպանակները լարված չեն:



53.14 խնդիր 53.15 խնդիր

Պատ.՝ Կայունություն պայմանները ունեն հետևյալ տեսքը՝

$$13ch^2 - 4mgh > 0,$$

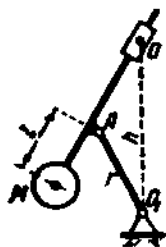
$$49c^2h^2 - 59mgch^2 + 12m^2g^2h^2 > 0,$$

$$36c^3h^2 - 153mgc^2h^2 + 130m^2g^2ch^2 - 24m^3g^2h^2 > 0,$$

53.16. Պալլոպրաֆի ճոճանակում M թեթի կախված է պտտվող O զլանիկի միջով ազատ անցնող և O_1 առանցքի շուրջը պտտվող AO , լծակի հետ A կետում հողակապուրեն միացված OM ձողից: Լծակի երկարությունը r է: Թեթի զանգվածների կենտրոնից մինչև A հողակապ եղած հեռավորությունը հավասար է l -ի, հեռավորություն $OO_1 = h$: Ուսումնասիրել ճոճանակի ուղղաձիգ հավասարակշռության դիրքի կայունությունը: Բեռի շափերը և ձողերի զանգվածն անտեսել:

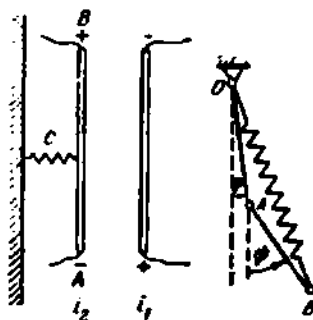
Պատ.՝ $\sqrt{rl} > h - r$ դեպքում հավասարակշռության դիրքը կայուն է $\sqrt{rl} < h - r$ դեպքում՝ անկայուն:

53.17. Ուղղադիմ հաղորդիչը, որով հոսում է i_1 ուժի հոսանք,



53.16 խնդիր

ձգում է իրեն զողահեն AB հաղորդալարին, որով հոսում է i_2 ուժի հոսանք: AB հաղորդալարը ունի m զանգված. նրան միացված է C կոշտությամբ զսպանակ. հաղորդալարերից յուրաքանչյուրի երկարությունը l է: AB հաղորդալարում հոսանքի քաղաքական գեղծում հաղորդալարերի միջև եղած հեռավորությունը հավասար է a -ի: Որոշել համակարգի հավասարակշռության դիրքերը և ուսումնասիրել նրանց կայունությունը:



53.17 խնդրին 53.18 խնդրին

Յուլյուս. 1, և 1,2 հոսանքներ ունեցող և իրարից d հեռավորության վրա գտնվող 1 երկարությանը երկու զուգահեռ հաղորդալարերի փոխազդեցության ուժը որոշվում է $F = 2l_1 i_1 i_2 / d$ բանաձևով:

Պատ.՝ $a = 2l_1 i_1 / c < a^2/4$ զեպքում կա հավասարակշռության երկու դիրք՝ $x_1 = a/2 - \sqrt{a^2/4 - a}$ և $x_2 = a/2 + \sqrt{a^2/4 - a}$: x_1 -ը համապատասխանում է կայուն հավասարակշռության դիրքին, x_2 -ը՝ անկայունին: $a > a^2/4$ զեպքում հավասարակշռության դիրքեր չկան: $a = a^2/4$ զեպքում ունենք միակ հավասարակշռության դիրք, որը անկայուն է:

Ֆ.Ի. Ձ երկարությանը OA ձողը կարող է ազատ պտտվել O կետի շուրջը: Ձողի A ծայրին հողակապորեն կցված է a երկարությանը AB ձողը, որի մյուս ծայրին ամրակցված է m զանգվածով բեռը: O և B կետերը իրար հետ միացված են c կոշտություն ունեցող զսպանակով: Ջսպանակի զանգվածը արհամարհելի փոքր է. զսպանակի երկարությունը չլարված վիճակում հավասար է a -ի: Գտնել հավասարակշռության դիրքերը՝ ընդունելով, որ համակարգը գտնվում է ողղանկյուն հարթության մեջ: AB և OA ձողերի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ Հավասարակշռության յոթս վիճակներ են՝

$$\varphi_1 = 0, \quad \psi_1 = 0; \quad \varphi_2 = \pi, \quad \psi_2 = \pi; \quad \varphi = \mp \varphi_3, \quad \psi = \pm \psi_3.$$

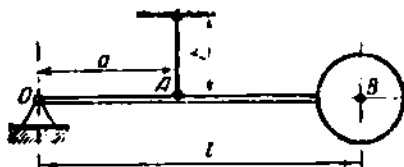
որտեղ $\cos \varphi_3 = \cos \psi_3 = (mg + ca) / (2ca)$: $mg < ca$ զեպքում կայուն է հավասարակշռության $\varphi_1 = 0, \psi_1 = 0$ վիճակը: $mg < ca$ զեպքում կայուն են հավասարակշռության $\varphi = \mp \varphi_3, \psi = \pm \psi_3$ վիճակները: Հավասարակշռության $\varphi_2 = \pi, \psi_2 = \pi$ վիճակը միշտ անկայուն է:

§ 54. Ազատության մեկ աստիճանով համակարգի փոքր տատանումները

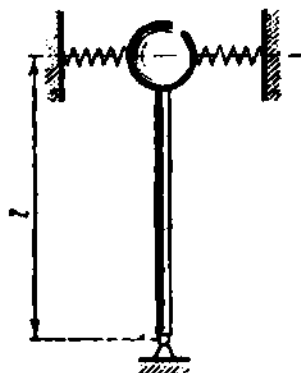
54.1. 1 երկարությանը OB կոշտ ձողը կարող է ազատ ճռնվել զննչային հողակապի վրա O ծայրի շուրջը և մյուս ծայրին կրում է Q կշռով զննչիկ: Ձողը պահվում է հորիզոնական դիրքում h երկարությանը AB անձեղյակ ողղանկյուն քողի միջոցով: Հեռավորություն $OA = a$: Եթե զննչիկը հտ քաշենք նկարի հարթությանը ողղահայաց և հետո բաց թողնենք, ապա համակարգը կսկսի տատանվել: Անտեսելով ձողի

զանգվածը՝ որոշել համակարգի փոքր տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{hl}{ag}},$$



54.1 խնդրի

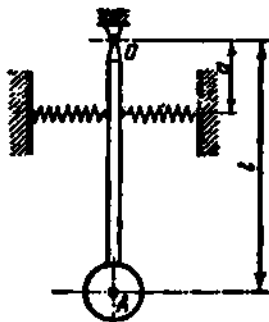


54.2 խնդրի

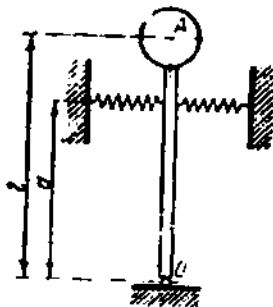
54.2. Որոշել գնտնի տատանումների գլանակալու համար, որոշ երկրաչափագրերում օգտագործվող աստառիկ ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը: Ճոճանակը թաղկացած է ծալրին ու զանգված կրող l երկարությամբ կոշտ ձողից, որը սեղմված է ամրակցված ծալրերով b և c կոշտությամբ ունեցող հորիզոնական երկու զսպանակների միջև: Ձողի զանգվածն անտեսելի, և 'ափսոսարահշուտության գիրքում զսպանակներն ընդունել չլարված:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{2\pi}{\sqrt{2\frac{c}{m} - \frac{g}{l}}},$$

54.3. Ճոճանակը թաղկացած է իր ծալրին ու զանգված կրող l երկարությամբ կոշտ ձողից: Ձողին ամրակցված են նրա վերին ծալրից a հեռավորության վրա գտնվող c կոշտությամբ երկու զսպանակներ, զսպանակների հակադիր ծալրերը ամրացված են: Անտեսելով



54.3 խնդրի



54.4 խնդրի

ձողի զանգվածը՝ q տեղի ճոճանակի փոքր տատանումների հաճախությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{2ca^2}{ml} + \frac{g}{l}},$$

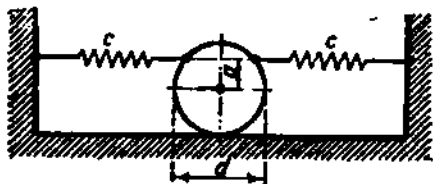
53.4. Լենթադրելով, որ նախորդ խնդրում նկարագրված ճոճանակը տեղակայված է ալնպես, որ m զանգվածը գտնվում է կախման կետից ապեի բարձր, որոշել այն պայմանը, որի դեպքում ճոճանակի հավասարակշռության ուղղածից դիրքը կալուն է, և հաշվել ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } a^2 > \frac{mgl}{2c}, \quad T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2ca^2}{ml^2} - \frac{g}{l}}},$$

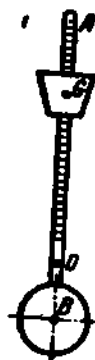
53.5. Ուտրամագծով և m զանգվածով զլանը կարող է առանց սահքի գլորվել հորիզոնական հարթությունում: C կոշտությունը երկու միատեսակ զսպանակների կցված են զլանի առանցքից a հեռավորության վրա նրա մեջտեղին. զսպանակների հակադիր ծայրերը ամրակցված են:

$$\text{Պատ.՝ } T = \frac{\pi\sqrt{3}}{1+2a^2d} \sqrt{\frac{m}{c}},$$

53.6. Որոշել m զանգվածով C լրացուցիչ



54.5 խնդրի



54.6 խնդրի

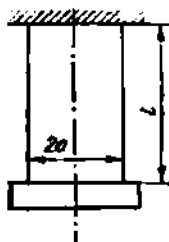
շարժական բեռից և ճոճանակից բաղկացած ժամանակաշափի (մետրոնոմի) փոքր տատանումների պարբերությունը: Ամբողջ համակարգի իներցիայի մոմենտը պտտման հորիզոնական առանցքի նկատմամբ փոփոխվում է C շարժական բեռի տեղաշարժման միջոցով: Ճոճանակի զանգվածը M է. նրա զանգվածների կենտրոնի հեռավորությունը պտտման O առանցքից հավասար է S_0 -ի. հեռավորություն $OO=S$. ճոճանակի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J_0 է:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{J_0+ms^2}{(Ms_0-ms)g}},$$

54.7. Յուրաքանչյուրը l երկարությամբ և իրար միջև տնեցած 28 հեռավորությամբ երկու ուղղաձիգ թելերից կախված մարմինը ուղղվում է թելերի հարթության մեջ գտնվող և նրանցից հավասարահեռ ուղղաձիգ առանցքի շուրջը (երկնոճանն կախոց)։ Մարմնի իներցիայի շառավիղը պատման առանցքի նկատմամբ է։

Գտնել փոքր տատանումների պարբերությունը։

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{p}{a}}\sqrt{l/g},$$

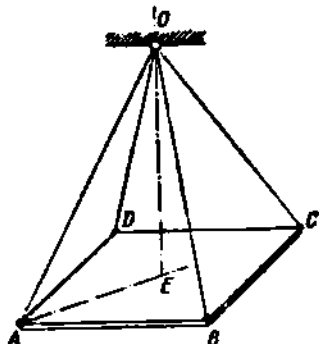


54.7 խնդրի

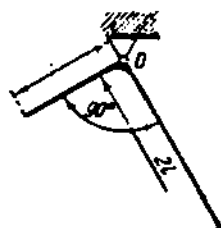
54.8. Կլոր օղակապը l երկարությամբ անձգելի երեք միատեսակ թելերով կախված է երեք անշարժ կետերից այնպես, որ օղակապի հարթությունը հորիզոնական է։ Օղակապի հավասարակշռության դիրքում թելերը ուղղաձիգ են և օղակապի շրջանագիծը քաժանում են երեք հավասար մասերի։ Գտնել օղակապի կենտրոնով անցնող առանցքի շուրջը օղակապի փոքր տատանումների պարբերությունը։

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{l/g},$$

54.9. M զանգվածով ABCD ծանր քառակուսի հենահարթակը կախված է յուրաքանչյուրը C կոշտությամբ չորս առաձգական ճուպաններից O տնշարժ կետում, որը համակարգի հավասարակշռության դիրքում հենահարթակի E կենտրոնից ուղղաձիգով գտնվում է l հեռավորության վրա։ Հենահարթակի անկյունագծի երկարությունը a է։ Որոշել համակարգի ուղղաձիգ տատանումների պարբերությունը։



54.9 խնդրի



54.10 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{M}{c}\frac{(a^2+4l^2)}{16l^2}\frac{1}{1+\frac{Mga^2}{16cl}}},$$

ՆՆ.10. Լ և Շ կրկարությունը բարակ համասեռ ձողերից կազմված և 90° պարունակող անկյունակր կարող է պնտվել Օ առանցքի շուրջը: Որոշել անկյունակր փոքր տատանումների պարբերությունը հավասարակշռության դիրքի շուրջը:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\frac{\sqrt{6}}{\sqrt{17}}\sqrt{\frac{l}{g}}=7.53\sqrt{\frac{l}{g}},$$

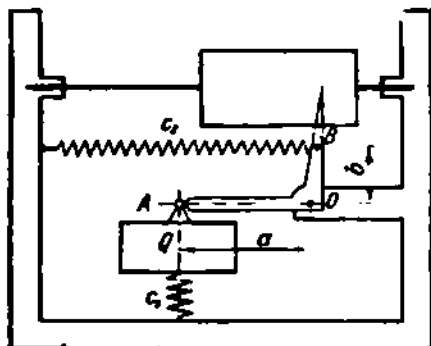
ՆՆ.11. Որոշել M զանգվածով ալն ճոճանակի փոքր ազատ տատանումների պարբերությունը, որի պտտման առանցքը հորիզոնական հարթության հետ կազմում է ϑ անկյուն: Ճոճանակի իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J է, զանգվածների կենտրոնի հեռավորությունը պտտման առանցքից S է:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{J}{MgS\cos\vartheta}},$$

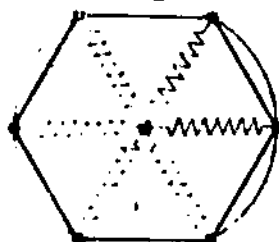
ՆՆ.12. Մեքենաների հիմքերի ողողածիկ տատանումները զրանցելու համար օդադործող զործիքի մեկ C_1 կոշտության զործակից ունեցող ողողածիկ զսպանակի վրա տեղադրված M զանգվածով Q բեռը հողակապուկն միացված է ստատիկապես հավասարակշռված սլաքի հետ, որն ապավինում է Օ պտտման առանցքի նկատմամբ: J իներցիայի մոմենտ ունեցող բեկյալ լծակի տեսքով և հավասարակշռության դիրքին է սեղմված C_2 կոշտության զործակից ունեցող հորիզոնական զսպանակով: Որոշել սլաքի ազատ տատանումների պարբերությունը նրա ողողածիկ հավասարակշռված դիրքի շուրջը, եթե $OA=a$ և $OB=b$, F կոն չափերը և զսպանակի նախնական ձգվածության ազդեցությունը անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{J+ma^2}{C_1a^2+C_2b^2}},$$

ՆՆ.13. Մեղմիչ սարքը կարող է սխեմատացվել C կոշտության զործակից ունեցող H զսպանակներով կոնոնոմիոր բաղձանկյան գազախնձրի հետ միացված M զանգված ունեցող նյութական կետի տեսքով: Բնութաքննչուր զսպանակի երկարությունը չափված վիճակում a է, բաղձանկյանն արտագծած շրջանագծի շառավիղը b է: Որոշել հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող զսպանակի համակարգի հորիզոնական ազատ տատանումների պարբերությունը:



54.12 խնդրին



54.13 խնդրին

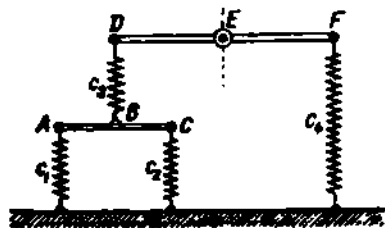
Ուսուցում: Պոտենցիալ էներգիան միևնույն երկրորդ կարգի փոքր մեծություները ներառված էջտույթյամբ հաշվելու համար հարկավոր է այդ նույն առիժանի էջտույթյամբ որոշել զսպանակների երկարացումը:

$$\text{Պատ.՝ } k = \sqrt{\frac{nc}{2m} \frac{2b-a}{b}},$$

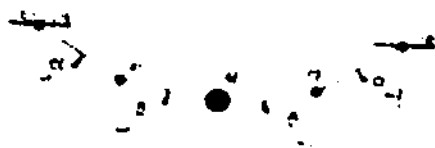
54.14. Նախորդ խնդրում որոշել բաղմանկյան հարթությանը ուղղահայաց տառանումների պարբերությունը: Զսպանակների զանգվածները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } k = \sqrt{\frac{nc(b-a)}{mb}},$$

54.15. Որոշել նկարում պատկերված համակարգի կազմի մեջ մտնող E նյութական կետի ուղղանկյ վրժք տառանումների հաճախությունը: Նյութական կետի զանգվածը m է: Հնաւվորություններ AB=BC և DE=EF. զսպանակների c1, c2, c3, c4 կոշտությունները տրված են: AC և DF չորսակներն ընդունել կոշտ և զանգվածներ չունեցող:



54.15 խնդրին



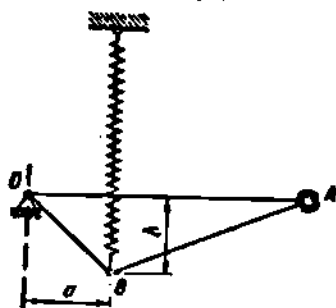
54.16 խնդրին

$$\eta_{\text{ատ.}} \cdot k = \sqrt{\frac{4}{m\left(\frac{1}{4c_1} + \frac{1}{4c_2} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{c_4}\right)}}$$

ՏՆ.16. 1a երկարություն ունեցող թելի վրա զտնվում են երեք բևեռ, որոնց զանգվածները համապատասխանաբար հավասար են m , M , m թելը ծալրերից համաչափ կտրված է ալնպես, որ նրա սկզբը նական է վերջնական կտորների ուղղաձիգի հետ կազմում են α անկյուն, իսկ միջին կտորների՝ β անկյուն: M բևեռը կատարում է ուղղաձիգ փոքր տատանումներ: Որոշել M բևեռի ապառ ուղղաձիգ տատանումների հաճախությունը:

$$\eta_{\text{ատ.}} \cdot k = \sqrt{\frac{g(\cos^2\beta \sin\alpha + \cos^2\alpha \sin\beta)}{a \cos\beta \cos\alpha \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta - \alpha)}}, \text{ Այս դեպքում } 2m = \frac{M \sin(\beta - \alpha)}{\sin\alpha \cos\beta}$$

ՏՆ.17. Բ. Բ. Գուլիցինի ուղղաձիգ երկրաշարժագիրը կազմված է ACB շրջանակից, որին ամրացված է Q կշռով բևեռը: Շրջանակը կարող է պտտվել O հորիզոնական առանցքի շուրջը: O -ից a հեռավորության վրա զտնվող շրջանակի B կետում կցված է ձգմանը աշխատող C կոշտությամբ զսպանակը: Հավասարակշռության դիրքում OA ձողը հորիզոնական է: Շրջանակի և բևեռի իներցիայի մոմենտը O -ի նկատմամբ հավասար է J -ի, շրջանակի բարձրությունը b է: Անտեսնելով զսպանակի զանգվածը և ընդունելով որ բևեռի և շրջանակի զանգվածների կենտրոնը զտնվում է O -ից l հեռավորության վրա զտնվող λ կետում,



ՏՆ.17 խնդիր

որոշել, ճոճանակի փոքր տատանումների հաճախությունը:

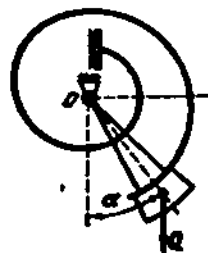
$$\eta_{\text{ատ.}} \cdot k = \sqrt{\frac{1}{J} \left[ca^2 - F_0 b \left(1 - \frac{b}{l} \right) \right]}, \text{ որտեղ } F_0 = Q \frac{l}{a} \text{ և } Q =$$

պանակի լարվածությունն է հավասարակշռության դիրքում, L -ը՝ զրոյանակի երկարությունը ալից դիրքում:

ՏՆ.18. Հիմքերի, մեքենաների, մասերի և ալիների տատանումները գրանցելու համար նախատեսված թրթռագրի մեջ Q կշռով ճոճանակը ուղղաձիգի նկատմամբ a անկյան տակ է պահվում C կոշտությամբ պարուրաձև զսպանակի միջոցով: ճոճանակի իներցիայի մոմենտը

պտտման $\odot$ առանցքի նկատմամբ հապասար է J -ի, ճոճանակի զանգվածների կենտրոնի հեռավորությունը պտտման առանցքից S է: Որոշել β բթռաչրի ապատ տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi \sqrt{\frac{J}{QScos\alpha+c'}}$$

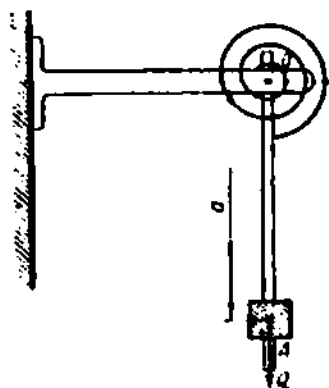


54.18 խնդիրն

ՃՆ 19. Հորիզոնական տատանումները գրանցելու համար ոգտադործվող թրթռաչրի մեջ լրծակից և բեռից կազմված $\odot$ ճոճանակը կարող է ճոճվել կալուն հապասարակչության ուղղածից դիրքի մոտեցրած $\odot$ հորիզոնական առանցքի շուրջը՝ պահպանելով իրեն այդ դիրքում սեփական կշռի և պարտրածն զսպանակի շնորհիվ: Իմանալով ճոճանակի ծանրության ուժի $Q=45$ Ն.սմ մոմենտը, $\odot$ առանցքի նկատմամբ $J=0,3$ կգ.սմ² իներցիայի մոմենտը և պապանակի $c=45$ Ն/սմ կոշտության գործակիցը՝ որոշել ճոճանակի սեփական տատանումների պարբերությունը շեղման փոքր անկյունների դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } T=0,354 \text{ վ}$$

ՃՆ.20. Դանել, թե ինչպիսի պալմանի զեպքում ճոճանակի հապասարա-



54.19 խնդիրն



54.20 խնդիրն

կշռության վերին ուղղածից դիրքը հանդիսանում է կալուն. Եթե ճոճանակի ազատ պտտմանը խոչընդոտում է C կոշտությամբ զսպանակը, որը տեղակայված է ալնպես, որ ճոճանակի վերին ուղղածից դիրքում ալն լարված չէ: Ճոճանակի կշիռը P է: Ճոճանակի զանգվածների կենտրոնից մինչև կալուման կետը եղած հեռավորությունը հապասար է 3 -ի: Գտնել նաև ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը, եթե նրա իներցիայի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ հապասար է 3 -ի:

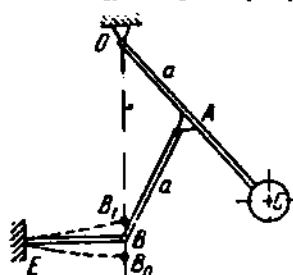
$$\text{Պատ.՝ } c > P_8, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{J_0}{c - P_8}},$$

54.21. Յույց տալ, որ նախորդ խնդրում գիտարկված ճոճանակը $c < P_8$ դեպքում կունենա երեքից ոչ պակաս հավասարակշռություններ գիրքեր, Գտնել նաև փոքր տատանումների պարբերությունը:

Պատ.՝ $\varphi = (1)$ դեպքում՝ անկախան հավասարակշռություն գիրք: Կալուն հավասարակշռության գիրքերը կլինեն $\varphi = \varphi_0 > (1)$, $\varphi = \varphi_0 < 0$ դեպքում, որտեղ φ_0 -ն $\sin \varphi = \frac{c}{P_8} \varphi$ հավասարման արմատն է,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_0 \varphi_0}{P_8 c \cos \varphi_0 (\lg \varphi_0 - \varphi_0)}},$$

54.22. Ճոճանակի ՕԱ ձողը AB շարժվելի միջոցով միացված է c կոշտությամբ EB պողպատե փոքր զսպանի հետ: Ձլարված վիճակում զսպանը գրավում է EB₁ դիրքը, հայտնի է, որ զսպանի վրա հարկավոր է կիրառել OB-ով ուղղված $\vec{F}_0$ ուժը, որպեսզի նրան բերեն ճոճանակի հավասարակշռությանը համապատասխանող EB₀ դիրքին:



54.22 խնդրին

ՕԱ=AB=a. ձողերի զանգվածը անտեսում ենք. ճոճանակի զանգվածների լենտրոնի հեռավորությունը պտտման սռանցքից՝ ՕC=l ճոճանակի կշիռը Q է: Լավադուլն հավասարատեղության (տատանումների պարբերության անկախությանը նախնական շեղման անկյունը) հասնելու սպասակով համակարգը կարգավորված է այնպես, որպեսզի ճոճանակի շարժման $\varphi = \varphi(\varphi) = -\beta \varphi + \dots$ հավասարման մեջ դեն

զցված անդամներից առաջինը լինի φ^3 կարգի: Պարզել, թե զրա համար ինչպիսի կապ պետք է լինի Q, F₀, c, a, l հաստատունների միջև, և հաշվել ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } Ql - 2aF_0 = 12a^2c, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{g} \frac{1}{1 - \frac{2aF_0}{Ql}}},$$

54.23. Յույց տալ, որ նախորդ խնդրի պայմանի առկայությամբ հավասարակշռության գիրքից մեծ անկյունով ճոճանակի շեղումների դեպքում պարբերության մեծացումը չի գերազանցի 0.4%-ը: Ինչպիսի՞ն կլինի ալֆ պայմանների դեպքում սովորական ճոճանակի պարբերության փոփոխությունը:

կոշտության գործակիցը հավասար է C -ի, զսպանակի զանգվածը m_0 է: Ընդունել, որ իրենց հավասարակշռության դիրքերից զսպանակի երկու կետերի շեղումների հարաբերությունը հավասար է միմյան զսպանակի ամրակցված ծայրը ույգ կետերի համապատասխան հեռավորությունների հարաբերությանը:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{m+m_0/3}{c}},$$

53.28. Վերին ծայրով ամրակցված ուղղանկյալ զլանային առանցքա-կան ձողի ստորին ծայրի վրա իր կենտրոնով ամրացված է մի հորի-զոնական սկավառակ, որի իներցիայի մոմենտը կենտրոնով անցնող ուղղանկյալ առանցքի նկատմամբ J է. ձողի իներցիայի մոմենտը իր առանցքի նկատմամբ հավասար է J_0 -ի. ձողի կոշտության գործակիցը ուլորման գեպում, ալսինքն այն մոմենտը, որն անհրաժեշտ է ձողի ստորին ծայրը մեկ ուղղանկյալ ուլորելու համար, հավասար է C -ի: Որոշել համակարգի տատանումների պարբերությունը:

$$\text{Պատ.՝ } T=2\pi\sqrt{\frac{J+J_0/3}{c}}$$

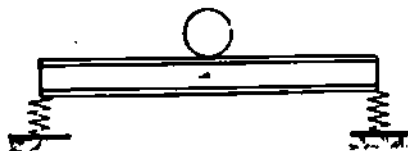
54.29. Q կշռով բեռը ամրացված է ծայրերով ազատ հենված հեծանի մեջտեղում. հեծանի երկարությունը l է, լայնական կտրվածքի իներցիայի մոմենտը՝ J , նյութի առանցքականության գործակիցը՝ E : Անտեսելով հեծանի զանգվածը, որոշել բեռի կատարած տատանում-ների β -ի վրա մեկ բուպեում:

$$\text{Պատ.՝ } n=2080\sqrt{\frac{EJ}{Q\beta}}, \text{ ընդ որում որպես երկարության միավոր}$$

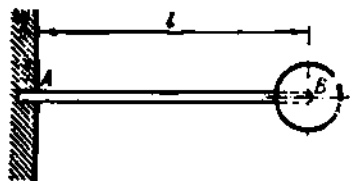
ընդունել սանտիմետրը:

54.30. Կտրվածքի $J=180$ սմ⁴ իներցիայի մոմենտը և $l=4$ մ երկարություն ունեցող երկաթյա հեծանը զտնվում է երկու միատեսակ առանցքական հենման զսպանակների վրա. որոնց կոշտությունը՝ $c=1.5$ կն/սմ, և մեջտեղում կրում է $Q=2$ կն կշիռ ունեցող բեռը: Անտեսելով հեծանի կշիռը՝ որոշել համակարգի ազատ տատանումների պարբերությունը: Հեծանի նյութի առանցքականության գործակիցը՝ $E=2 \cdot 10^4$ կն/սմ²:

$$\text{Պատ.՝ } T=0.238 \text{ վ:}$$



54.30 խնդիր

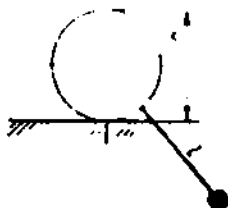


54.31 խնդիր

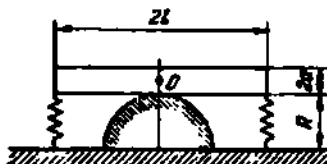
54.31. Ի՞նչ ծալրով ամրակցված է երկարությամբ L հորիզոնական հեծանի B ծալրին գտնվում է T պարբերությամբ տատանումներ կատարող Q կշռով բեռը: Ձողի կտրվածքի ինեռցիայի մոմենտը տատանումների հարթությանը ուղղահայաց առանցքի նկատմամբ, որը կտրվածքի կենտրոնական առանցքն է, հավասար է J -ի: Դստենի ձողի նյութի առաձգականության E -ի գործակիցը:

$$\text{Պատ.՝ } E = \frac{4\pi^2 Q l^2}{3JgT^2},$$

54.32. M զանգվածով և r շառավղով սկավառակը կարող է առանց սահքի գլորվել հորիզոնական ուղղով: Սկավառակին կոշտ ամրացված է l երկարությամբ ձողը, որի ծալրին գտնվում է m կետա-



54.32 խնդիր



54.33 խնդիր

ին զանգվածը: Դստենի համակարգի փոքր տատանումների պարբերությունը: Ձողի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{3Mr^2 + 2ml^2}{2mg(r+l)}}.$$

54.33. R շառավղով խորզուբորդ կլոր կիսագլանի վրա դրված է ուղղանկյուն լայնական կտրվածք ունեցող M զանգվածով պրիզմաձև շորսուկը: Չորսուկի երկայնական առանցքը ուղղահայաց է գլանի առանցքին: Չորսուկի երկարությունը $2l$ է, բարձրությունը՝ $2a$: Չորսուկի ծալրերը միացված են միեկնային C կոշտությամբ ունեցող զսպանակներով, ենթադրելով, որ շորսուկը չի սահում գլանի վրայով: գլանին նրա փոքր տատանումների պարբերությունը: Չորսուկի իներցիայի մոմենտը զանգվածների կենտրոնով անցնող լայնական հորիզոնական առանցքի նկատմամբ հավասար է J_0 -ի:

$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{Ma^2 + J_0}{Mg(R-a) + 2Cl^2}},$$

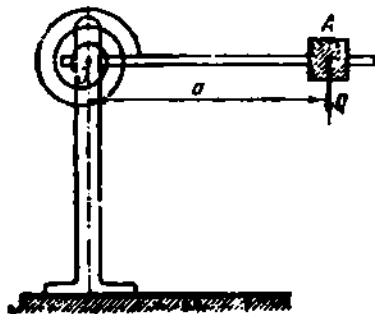
ՅՆ.ՅԼ. Ուղատուխյան մեկ աստիճանով համակարգի լայնություն հաճախական բնութագրի արտիկուլը արագությունը համեմատական գիմագրություն ուժի տեղեկությունը զեպտոմ բնութագրվում է լայնությամբ հաճախական բնութագրի եկիսայինությունը: Լայնությամբ հաճախական բնութագրի եկիսայինությունը չափվում է ալն երկու հաճախությունների միջև եղած տարբերությունը, որոնց համար տատանումների լայնությունը հավասար է ռեզոնանսին համապատասխանող լայնությունը կեսին: Լայնությամբ հաճախական բնութագրի Δ եկիսայինությունը արտահայտել $Z = \omega/k$ հաճախությունների խանգարման պարժակցի k մարման $\delta = \pi/k$ բերված պարժակցի միջոցով: Տալ մոտավոր բանաձև $\delta \approx 1$ զեպքի համար (ա-ն ստիպողական ուժի հաճախությունն է, k -ն՝ սեփական տատանումների հաճախությունը, ռեզոնանսի զեպքում $Z = 1$):

Պատ.՝ Լայնությամբ հաճախական բնութագրի եկիսայինությունը համարում է՝

$$\Delta = z_2 - z_1 = \sqrt{1 - 2\delta^2 + 2\delta\sqrt{3 + \delta^2}} - \sqrt{1 - 2\delta^2 - 2\delta\sqrt{3 + \delta^2}}$$

Կամ, եթե $\delta \ll 1$, $\Delta \approx 2\sqrt{3}\delta$

ՅՆ.ՅՆ. Ուղղանկյուն տատանումները պրանցելու համար ազատազուծվող թրթռադրի մեջ պարժիքի պրոպ ծալրի հետ միացված ՕԱ ձողը կարող է պտտվել Օ հորիզոնական առանցքի շուրջը: ՕԱ ձողը իր A ծալրին կրում է Q թեթև հորիզոնական հավասարակշռության գիր-



54.35 խնդիր

յում է պահվում պարտաձև զուգանակով: Որոշել ՕԱ ձողի հարաբերական շարժումը, եթե թրթռադրի ամրացված է $Z = 0.2 \sin 2\pi t$ ուժ պրանցելու ժողովող տատանումներ կատարող հիմքի վրա: Զուգանակի կոշտության պրժակցը $c = 1$ Ն.սմ, Q բեռով ՕԱ ձողի իներցիայի մոմենտը Օ-ի նկատմամբ հավասար է $J = 4$ կգ.սմ². Օն = 100 Ն.սմ: Ձողի սեփական տատանումները անտեսել:

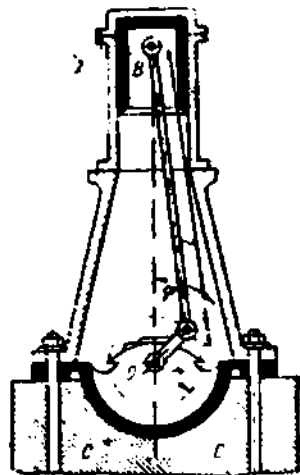
Պատ.՝ $\varphi = 0.0051 \sin 25t$

ՅՆ.ՅՆ. Նախորդ խնդրում նկարագրված թրթռադրի մեջ ձողը օժտված է անշարժ ամրացված մազնիսների բեռների միջև տատանվող ալլոմիքն թրթռի ձևով էլեկտրամազնիսական արգելակով: Թրթռում առաջացող մրկային հոսանքները ստեղծում են թրթռի

շարժման արագության առաջին աստիճանին համեմատական է մինչև ոչ-պարբերականության սահմանին հասցնող արգելակում: Որոշել գործիքի աշխի ստիպողական աատանումները, եթե վերջինը ամրացված է $z=hsinpt$ օրենքով ուղղաձիգ աատանումներ կատարող հիմքի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } x=xc_0=\frac{Qa\sin}{lg\left|1+\frac{c}{j\rho^2}\right|}\sin(\rho t-\varepsilon), \quad \lg z=\frac{2\sqrt{\frac{j}{c}}\rho}{1-\frac{j}{s}\rho^2},$$

54.37. M_1 զանգվածով ուղղաձիգ շարժվող ամրացված է հիմքի S մակերես ունեցող հիմքի վրա. գնտնի տեսակարար կաշտությունը հաճախար է 1 -ի: Շարժիչի շուռտվիկի երկարությունը r է, շարժաթևի երկարությունը՝ l , լիսեոի անկյունային արագությունը՝ ω , միտցի է հետադարձ-համընթաց շարժում կատարող շհավասարակշռված մասերի զանգվածը հավասար է M_2 -ի, հիմքի զանգվածը M_3 է. շուռտվիկը հակակշռի օգնությամբ ընդունել հավասարակշռված. Շարժաթևի զանգվածն անտեսել: Որոշել հիմքի ստիպողական աատանումները:



54.37 խնդրին

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } \xi_{\text{max}} &= \frac{M_2 r \omega^2}{(M_1 + M_2)(k^2 - \omega^2)} \cos \omega t + \\ &+ \frac{r}{l} \frac{M_2 r \omega^2}{(M_1 + M_2)(k^2 - 4\omega^2)} \cos 2\omega t, \end{aligned}$$

որտեղ

$$k = \sqrt{\frac{\lambda S}{M_1 + M_2}},$$

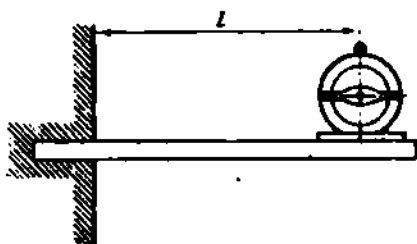
54.38. Հաշվարկել $M=10^4$ կգ զանգվածով ուղղաձիգ շարժիչի տակ գտնվող հիմքի կշիռն ալնպես, որպեսզի հիմքի ստիպողական ուղղաձիգ աատանումների լայնությունը չգերազանցի $0,25$ մմ. Հիմքի ստորին մակերեսը՝ $S=100$ մ², հիմքի տակ գտնվող գնտնի տեսա-

Կարար կոշտությունը՝ $\lambda=490$ կն/մ²: Շարժիչի շոտովիկի երկարությունը՝ $l=30$ սմ, շարժաթևի երկարությունը՝ $l=180$ սմ, լիսեռի անկյունային արագությունը՝ $\omega=8$ ուղ/վ, միացի և հեռագալձ-համ-ընթաց շարժում կատարող չհավասարակշռված մասերի զանգվածը՝ $m=250$ կգ, շոտովիկի հակահեղձի միջոցով ընդունելի հավասարակշռված: Շարժաթևի զանգվածն անտեսել:

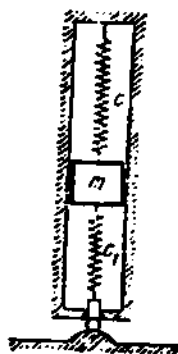
Ցուցում: Օգտվել նախորդ խնդրի լուծման արդյունքից և սահմանափակվել մոտավոր լուծումով՝ զեն զգելով ± 1 պարունակող անգամը: Ստացել նշված մոտավորության իրավացիությունը:

Պատ.՝ $G=3592.7$ կն:

51.39. $M=1200$ կգ զանգվածով էլեկտրաշարժիչը տեղակայված է երկու հորիզոնական պողպատե հեծանների ազատ ծալերի վրա. հրկրող ծալերով հեծանները ամրակցված են պատի մեջ: Էլեկտրաշարժիչի առանցքից մինչև պատի եզած հեռավորությունը՝ $l=1.5$ մ: Էլեկտրաշարժիչի խարիսխը պտտվում է $n=50$ ուղ/վ արագությամբ, խարիսխի զանգվածը՝ $m=200$ կգ, նրա զանգվածների կենտրոնը լիսեռի առանցքից զանգված է $r=0.05$ մ հեռավորության վրա: Հեծանները պատրաստված են փափուկ պողպատից, որի առանցքային շրջանի զործակիցը՝ $E=19.6 \cdot 10^{10}$ կգ/սմ², Որոշել լայնական կտրվածքի մակերեսի իննդյալի մոմենտը ախպես, որպեսզի ստիպողական տատանումների լայնությունը չգերազանցի 0.5 մմ: Հեծանի կշիռն անտեսել:



54.39 խնդիր



54.40 խնդիր

Պատ.՝ $J=8740$ սմ⁴ կամ $J=8487$ սմ⁴:

51.40. Փականի քերման համար ոգտազորովող բռնցքավոր մեխանիզմը կարող է ռոլվածովել մի կողմից C կոշտությամբ զսպանակի միջոցով անշարժ կետին ամրակցված և մյուս կողմից C_1 կոշ-

տությամբ գազանակի միջոցով համընթաց շարժվող բոունքներից շարժում ստացող Ու զանգվածի տեսքով, ընդ որում բոունքի կարգավածքն ախպիսին է, որ ուղղաձիգ տեղագիտությունը որոշվում է հետևյալ քանաձևերով.

$$x_1 = a|1 - \cos \omega t|, \quad \text{երբ } 0 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega},$$

$$x_2 = 0, \quad \text{երբ } t > \frac{2\pi}{\omega},$$

Որոշել, թ զանգվածի շարժումը.

Պատ.՝ $0 \leq t \leq 2\pi/\omega$ դեպքում

$$x = \frac{c_1 a}{m(k^2 - \omega^2)} |\cos kt - \cos \omega t| + \frac{c_1 a}{mk^2} |1 - \cos kt|,$$

որտեղ

$$k = \sqrt{\frac{c + c_1}{m}},$$

$t > \frac{2\pi}{\omega}$ դեպքում բևոր կատարում է ազատ տատանումներ՝

$$x = \left| \frac{c_1 a}{m(k^2 - \omega^2)} - \frac{c_1 a}{mk^2} \right| \left| \cos kt - \cos k \left(t - \frac{2\pi}{\omega} \right) \right|,$$

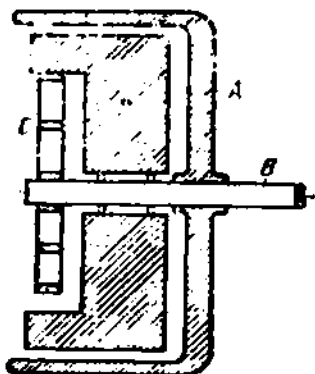
54 91. Ուորտայտույա տատանումների դրանցելու համար օգտագործվում է տորսոգրաֆ, որը բաղկացած է B լիսեռի վրա սեպապընդված փափուկ ալյումինե A փականվից և 1) ծանր թափանցակից, որը կարող է ազատ պտտվել B լիսեռի նկատմամբ, և 2) թափանցակի հետ c կոշտություն տեսցրող պարուրածն զսպանակով, B լիսեռը շարժվում է

$$\varphi = \omega t + \varphi_0 \sin \omega t$$

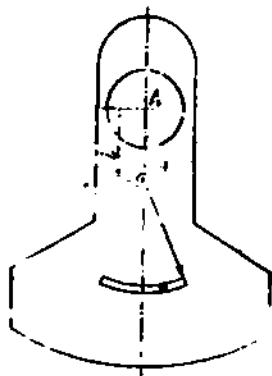
օրինքով (համասարաչափ պտտում ներդաշնակ տատանումների վրա-դրումով), Թափանցակի ինեդիալի մոմենտը պտտման առանցքի նկատմամբ J է: Ուսումնասիրել տորսոգրաֆի թափանցակի ստիպողական տատանումները:

Պատ.՝ Թափանցակի հարաբերական շրջման անկյունը՝

$$\psi = \frac{\varphi_0 \omega^2}{c/J - \omega^2} \sin \omega t,$$



54.41 խնդրին



54.42 խնդրին

54.42. Ուղիային շարժիչի մեկանի լիսեռի առաջնամաները մարելու համար մեկանի լիսեռի հակակշռում արվում է τ շառավիղ և պատման առանցքից $AP=l$ շախով տեղաշարժված կետում կենտրոն ունեցող շրջանագծի աղեղի տեսքով ակոս. ակոսով կարող է ազատ շարժվել նյութական կետի տեսքով պատկերվող լրացուցիչ հակակշիռը: Լիսեռի պտտման անկյունային արագությունը հավասար է ω -ի: Անտեսելով ժանրոթյուն ուժի ազդեցությունը՝ որոշել լրացուցիչ հակակշռի փոքր առաջնամաների հաճախությունը:

$$\text{Պատ.՝ } k = \omega \sqrt{\frac{l}{g}}$$

54.43. C կոշտությամբ զսպանակից կախված P թեռի վրա ժամանակի սկզբնական պահին կիրառված է F հաստատուն ուժը, որի ազդեցությունը զադարեցվում է τ ժամանակը ավարտվելուց հետո: Որոշել թեռի շարժումը:

Պատ.՝ $0 \leq l \leq \tau$ դեպքում

$$x = \frac{F}{c} \left| 1 - ccs \sqrt{\frac{cg}{p}} t \right|;$$

$\tau \leq l$ դեպքում

$$x = \frac{F}{c} \left[\cos \sqrt{\frac{cg}{p}} (t - \tau) - \cos \sqrt{\frac{cg}{p}} \tau \right];$$

54.44. Որոշել նախորդ խնդրում նկարագրված համակարգի հավասարակշռության դիրքից առավելագույն շեղումը տարբեր տեղում-թյամբ ուժերի ազդեցության դեպքում՝ 1) $\tau=0$, $\lim_{\tau \rightarrow 0} F_{\tau} = S$ (հարված):

2) $\tau=T/1$; 3) $\tau=T/2$, որտեղ T -ն համակարգի ազատ տատանումների պարբերությունն է:

$$\text{Պատ.՝ } 1) \quad x_{\max} = \sqrt{\frac{g}{cP}}; \quad 2) \quad x_{\max} = \sqrt{2} \frac{F}{c} = \sqrt{2} x_{\max};$$

$$3) \quad x_{\max} = 2 \frac{F}{c} = 2 x_{\max}$$

53.45. Գտնել ալն ճոճանակի շարժման օրենքը, որը կազմված է 1 երկարությամբ անձղելի թելից կախված նյութական, կետից: Ճոճանակի կախման կետը շարժվում է հորիզոնական ուղղի վրայով ըստ տրված $\xi=\xi(t)$ օրենքի:

Պատ.՝ Ուղղանկյուն ճոճանակի շեղման անկյունը փոփոխվում է

$$\varphi = c_1 \sin kt + c_2 \cos kt - \frac{\xi(t)}{l} + \frac{k}{l} \int_0^t \xi(\tau) \sin k(l-\tau) d\tau,$$

օրենքով, որտեղ $k=\sqrt{g/l}$:

53.46. Ը կոշտությամբ զսպանակից կախված m զանգված ունեցող նյութական կետի վրա ազդում է հետևյալ պայմաններով տրված զրգռիչ ուժը:

$$F=0, \quad \text{երբ } t < 0,$$

$$F = \frac{t}{\tau}, \quad \text{երբ } 0 < t < \tau,$$

$$F = F_0, \quad \text{երբ } t > \tau$$

Որոշել կետի շարժումը և գտնել տատանումների լայնությունը $t > \tau$ դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } x = \frac{F_0}{c} \left| 1 - \frac{2}{k\tau} \cos k \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \sin \frac{k\tau}{2} \right|; \quad k = \sqrt{\frac{c}{m}};$$

$$A = \frac{2F_0}{kc^2} \sin \frac{k\tau}{2},$$

53.47. Ը կոշտությամբ զսպանակից կախված m զանգված ունեցող բևեռի վրա ազդում է $Q(t) = F \sin \omega t$ օրենքով փոփոխվող զրգռիչ ուժը: Որոշել համակարգի ալն տատանումները, որոնք առկա զրգռիչ ուժի հաճախությունը:

Պատ.՝ $0 \leq t \leq \pi/\omega$ դեպքում

$$x = \frac{F_0}{m(\omega^2 - k^2)} \left| \sin kt + \operatorname{ctg} \frac{k\pi}{2\omega} \cos kt \right| - \frac{F}{m(\omega^2 - k^2)} \sin \omega t;$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m}},$$

54.48. Որոշել իր մեխանիզմ P կշռով սկավառակ կրող թեթև լիսեռի պտանդավոր անկյունային արագությունը (լալնական տատանումների նկատմամբ): Քննարկել հետևյալ գնալքերը. 1) լիսեռը երկու ծալրերով հենվում է երկար առանցքակալների վրա (ծալրերը կարելի է ընդունել ամրակցված); 2) մի ծալրով լիսեռը հենվում է երկար առանցքակալի վրա (ծալրը ամրակցված է), իսկ մյուսով՝ կարճ առանցքակալի վրա (ծալրը հենված է), լիսեռի կոշտությունը ժամանը EJ է, լիսեռի երկարությունը l է:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_{12} = \sqrt{\frac{192EJg}{Pl^3}}; \quad 2) \omega_{12} = \sqrt{\frac{768EJg}{7Pl^3}},$$

55.49. Որոշել l երկարությամբ թեթև լիսեռի պտտման պտանդավոր արագությունը, եթե լիսեռը գտնվում է երկու կարճ առանցքակալների վրա և 2 երկարությամբ զուրա ընկած ծալրին կրում է P կշռով սկավառակ, լիսեռի կոշտությունը ժամանը EJ է:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_{12} = \sqrt{\frac{3EJg}{Pl^3}},$$

54.50. Որոշել մի ծալրով կարճ առանցքակալում, իսկ մյուսով՝ երկարում գտնվող ծանր լիսեռի պտտման պտանդավոր արագությունը լիսեռի երկարությունը l է. լիսեռի կոշտությունը ժամանը EJ է, լիսեռի միավոր երկարության կշիռը q է:

$$\text{Պատ.՝ } \omega_{12} = 15.4 \sqrt{\frac{EJg}{ql^3}},$$

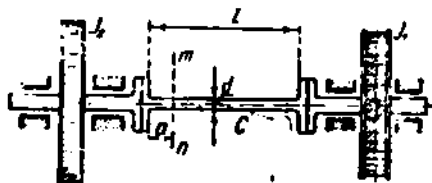
§ 55. Ապատության մի քանի աստիճանով ճամակարգերի փոքր տատանումները

55.1. Հիգրավիկ տորքիների կարգավորման ընթացքի փորձնական ուսումնասիրման համար նախագծված է տորքինից, ուր ուռուրը պտտման առանցքի նկատմամբ ունի $J_2 = 50$ կգ.սմ² իներցիայի մոմենտ, $J_2 = 1500$ կգ.սմ² իներցիայի մոմենտ ունեցող թափանցիկ և տորքինի ուռուրը թափանցիկ հետ միացնող C առանցքական լիսեռից բաղկացած կալանք. լիսեռն ունի $l = 1552$ մմ երկարություն, $d = 25.4$ մմ տրամագիծ, լիսեռի նյութի սահքի գործակիցը՝ $G_{տ} = 8800$ կՆ/սմ²:

Անտեսելով լիսեռի զանգվածը և նրա հաստ մասերի ոլորումը՝ գտնել լիսեռի այն ՄՈՍ կտրվածքը, որը ավելի համակարգի աղատ տատանումների զեպքում մնում է անշարժ (հանգուցային կտրվածք), ինչպես նաև հաշվել համակարգի աղատ տատանումների T պարբերությունը:

Պատ.՝ $a=50$ մմ, $T=0.09$ վ:

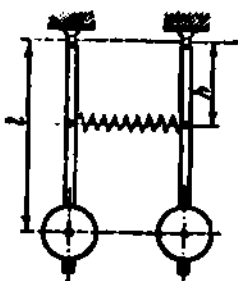
Ծն.2. Որոշել մի ծայրով ամրակցված, մեղտեղում և մյուս ծայրում հաղցված համասեռ սկավառակներ տնեցող լիսեռից բաղկացած համակարգի ոլորապատյուն աղատ տատանումների հաճախությունները: Յուրաքանչյուր սկավառակի իներցիայի մոմենտը լիսեռի առանցքի նկատմամբ J է. լիսեռի տեղամասերի կոշտությունը ոլորմանը՝ $C_1=C_2=C$: Լիսեռի զանգվածն անտեսել:



55.1 խնդրի

Պատ.՝ $k_1=0.62\sqrt{\frac{C}{J}}$, $k_2=1.62\sqrt{\frac{C}{J}}$

Ծն.3. Որոշել իր վրա հաղցված երեք միատեսակ սկավառակներ տնեցող լիսեռից բաղկացած համակարգի գլխավոր ոլորապատյուն տատանումների հաճախությունները: Երկու սկավառակները ամրացված են լիսեռի ծայրերին, իսկ երրորդը՝ մեղտեղում: Յուրաքանչյուր սկավառակի իներցիայի մոմենտը լիսեռի առանցքի նկատմամբ J է. լիսեռի տեղամասերի կոշտությունը ոլորմանը՝ $C_1=C_2=C$: Լիսեռի զանգվածն անտեսել:



55.4 խնդրի

Պատ.՝ $k_1=\sqrt{\frac{C}{J}}$; $k_2=\sqrt{3\frac{C}{J}}$

Ծն.4. Յուրաքանչյուրը l երկարությամբ և m զանգվածով երկու միատեսակ ճոճանակներ C կոշտություն տնեցող առաձգական զսպանակով, որի ծայրերը ամրակցված են ճոճանակների ձողերին, միացված են h մակարդակի վրա: Որոշել համակարգի փոքր տատանումները ճոճանակների հավասարակշռված դիրքի հարթության մեջ այն բանից հետո, երբ ճոճանակներից մեկին հավասարակշռության դիրքից հաղորդված է a անկյունով շեղում. ճոճանակների սկզբնական արագությունները հավասար են զրոյի: Զոճանակների ձողերի և զսպանակի զանգվածները անտեսել:



55.5 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } \varphi_1 = \arcsin \frac{k_1 + k_2}{2} \left(\cos \frac{k_2 - k_1}{2} \right),$$

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{k_1 + k_2}{2} \left(\sin \frac{k_2 - k_1}{2} \right),$$

որտեղ φ_1 -ը և φ_2 -ը ճոճանակների շեղման անկյուններն են ուղղաձիգից և

$$k_1 = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{g}{l} + \frac{2ch^2}{ml^2}},$$

55.5. Մ զանգվածով կապառակը կարող է առանց առհըի շարժվել ուղղաձիգ ուղևով: Սկզբնականի կենտրոնին հոգսկապորին ամրակցված է l երկարությամբ ձող, որի ծայրին զանգված է m զանգվածով կետային թեղու: Գտնել ճոճանակի փոքր տատանումների պարբերությունը: Ձողի զանգվածն անտեսել:

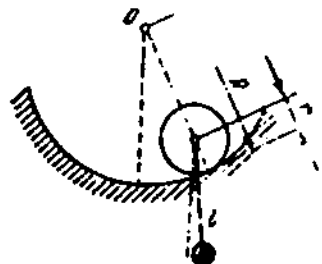
$$\text{Պատ.՝ } T = 2\pi \sqrt{\frac{3M}{3M+2m} \frac{l}{g}},$$

55.6. Նախորդ խնդրում ուղղապիծ ուղևի փոխարինելով R շառավիղ անցող շրջանագծի աղեղով՝ գտնել գիտարկվող համակարգի փոքր տատանումների հաճախությունները:

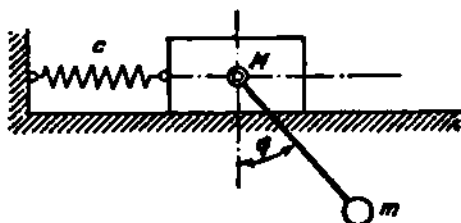
Պատ.՝ Իլխավոր հաճախությունները հանդիսանում են

$$\frac{3M}{3M+2m} k^2 - \left| \frac{2(M+m)g}{(3M+2m)(R-r)} + \frac{g}{l} \right| k^2 + \frac{2(M+m)g^2}{(3M+2m)(R-r)l} = 0$$

համասարման արժատները:



55.6 խնդրին



55.7 խնդրին

55.7. Ճոճանակը բաղկացած է առանց շփման հորիզոնական հարթության վրայով սահող M զանգվածով սողնակից և m զանգվածով զնդրիկից, որը սողնակի հետ կապված առանցքի շուրջը պտտվել:

կարողացող է երկարությունը ձողով միացված է սողնակի հետ Սողնակին կցված է Շ կոշտությունը զսպանակը, որի մյուս ծայրը ամրացված է անշարժորեն: Որոշել համակարգի փոքր տատանումների հաճախությունները:

Պատ.՝ Որոշելի հաճախությունները հանդիսանում են

$$k^2 - \left[\frac{c}{M} + \frac{g}{l} \frac{M+m}{M} \right] k^2 + \frac{c}{M} \frac{g}{l} = 0$$

հավասարման արմատները:

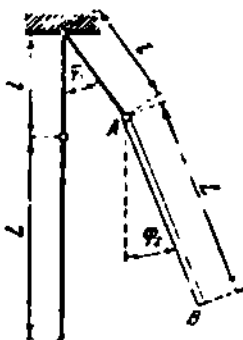
Ճ.Կ. Երկու միատեսակ ֆիզիկական ճոճանակներ՝ կախված են միևնույն հորիզոնական հարթության մեջ գտնվող զուգահեռ առանցքների վրա և կապված են առանցքական զսպանակով, որի երկարությունը չլարված վիճակում հավասար է ճոճանակների առանցքների միջև եղած հեռավորությանը: Անտեսելով շարժման դիմադրությունը և զսպանակի զանգվածը՝ որոշել համակարգի զլխավոր տատանումների հաճախությունները և լայնությունների հարաբերությունները հավասարակշռության դիրքից փոքր շեղման անկյունների դեպքում: Յուրաքանչյուր ճոճանակի կշիռը P է, նրա իներցիայի շառավիղը գտնվածների կենտրոնով կախման առանցքին պողահեռ անցնող առանցքի նկատմամբ r է; զսպանակի կոշտությունը C է, ճոճանակի զանգվածների կենտրոնից և ճոճանակների հետ զսպանակի ամրակցման կետից մինչև կախման առանցքը եղած հեռավորությունները համապատասխանաբար հավասար են l -ի և li -ի (տես 55.4 խնդրի նկարը):

Պատ.՝ $k_1^2 = \frac{gl}{r^2 + l^2}$, $k_2^2 = \frac{(Pl + 2ch^2)g}{P(r^2 + l^2)}$, $\frac{A_1^{(1)}}{A_2^{(1)}} = 1$, $\frac{A_1^{(2)}}{A_2^{(2)}} = -1$:

Ճ.Կ. Լ երկարությամբ AB համասեռ ձողը $l=0.5L$ երկարությամբ թելի միջոցով կախված է անշարժ կետից: Անտեսելով թելի զանգվածը՝ որոշել համակարգի զլխավոր տատանումների հաճախությունները և գտնել ուղղաձիգից ձողի և թելի շեղումների հարաբերությունը առաջին և երկրորդ զլխավոր տատանումների դեպքում:

Պատ.՝ $k_1 = 0.677\sqrt{g/l}$, $k_2 = 2.558\sqrt{g/l}$. առաջին զլխավոր տատանման մեջ $\varphi_1 = 0.847\varphi_2$, երկրորդում $\varphi_2 = -1.180\varphi_1$, որտեղ φ_1 -ը և φ_2 -ը ուղղաձիգի հետ թելի և ձողի կազմած անկյունների լայնություններն են:

Ճ.10. Նախորդ խնդրում ենթադրելով, որ թելի երկարությունը ձողի երկարության



55.9 խնդրի

համեմատությամբ շատ մեծ է և անտեսելով L/l հարաբերության քառակուսին՝ որոշել համակարգի ազատ տատանումների ցածրագույն հաճախության հարաբերությունը L երկարությամբ մաթեմատիկական ճոճանակի տատանումների հաճախությանը:

$$\text{Պատ.՝ } 1 - \frac{1}{4} \frac{L}{l},$$

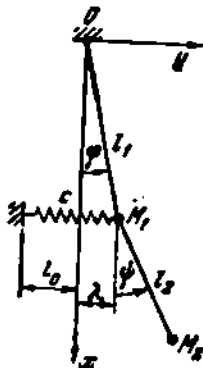
55.11. Ընդունելով 55.9 խնդրում, որ թելի երկարությունը շատ փոքր է ձողի երկարության համեմատությամբ և անտեսելով L/l հարաբերության քառակուսին՝ որոշել համակարգի ազատ տատանումների ցածրագույն հաճախության հարաբերությունը ֆիզիկական ճոճանակի տատանումների հաճախությանը:

$$\text{Պատ.՝ } 1 - \frac{9}{16} \frac{L}{L},$$

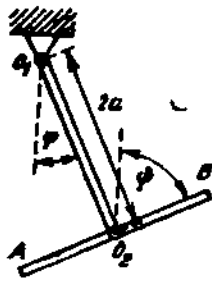
55.12. Որոշել կրկնակի մաթեմատիկական ճոճանակի գլխավոր տատանումների հաճախությունները այն պայմանով, որ M_1 և M_2 բեռների զանգվածները համապատասխանաբար հավասար են m_1 և m_2 , $OM_1=l_1$, $M_1M_2=l$, իսկ M_1 բեռին կցված է զսպանակ, որի զանգվածը կարելի է անտեսել: Զսպանակի երկարությունը չլարված դիճակում հավասար է l_0 -ի, զսպանակի կոշտությունը C է:

$$\text{Պատ.՝ } k_{1,2}^2 = \frac{n_1^2 + n_2^2 + 1 \pm \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)^2 + 4n_1 n_2 \gamma_{12}}}{2(1 - \gamma_{12}^2)},$$

$$\text{որտեղ } n_1^2 = \frac{(m_1 + m_2)g + Cl_1}{(m_1 + m_2)l_1}, \quad n_2^2 = \frac{g}{l_2}.$$



55.12 խնդրին



55.13 խնդրին

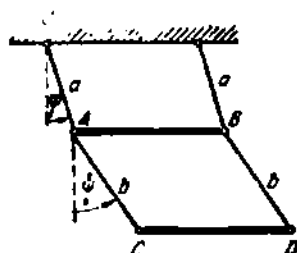
$$\gamma_{12}^2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2},$$

55.13. Կրկնակի ֆիզիկական ճոճանակը բաղկացած է O_1 անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտվող $2a$ երկարությամբ և P_1 կշռով O_1O_2 համասեռ ուղղաձիծ ձողից և իր կենտրոնում առաջին ձողի O_2 ծայրի հետ հոդակապորեն միացված և P_2 կշիռ տնեցող AB համասեռ ուղղաձիղ ձողից: Որոշել համակարգի շարժումը, եթե սկզբը

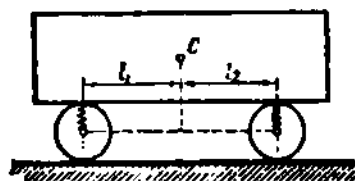
նական պահին O_1O_2 ձողը ողղաձիգից շեղված է φ_0 անկյունով, իսկ AB ձողը գրավում է ուղղաձիգ դիրք և անի ω_0 անկյունային արագություն:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = \varphi_0 \cos \sqrt{\frac{3}{4} \frac{P_1 + 2P_2}{P_1 + 3P_2} \frac{g}{a}} t; \quad \psi = \omega_0 t,$$

որտեղ ψ -ն AB ձողի կադմած անկյունն է ողղաձիգ ուղղությամբ հեռա-



55.14 խնդրի



55.15 խնդրի

55.14. P կշռով AB ձողը a երկարությամբ երկու միատեսակ թելերի վրա A և B ծայրերով կախված է առաստաղից: b երկարությամբ երկու միատեսակ անձկելի թելերով AB ձողից կախված է Q կշիռ ունեցող C և հեծանքը: Ընթացիկով, որ առատանումները տեղի են ունենում ուղղաձիգ հարթության մեջ, գտնել զիստավոր առատանումների հաճախությունները: Թելերի զանգվածներն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } k_{1,2}^2 = \frac{n_1^2 + n_2^2 \mp \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)^2 + 4n_2^2 \gamma_{12}^2}}{2(1 - \gamma_{12})},$$

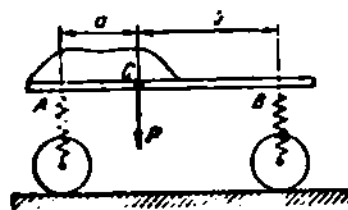
$$\text{որտեղ } n_1^2 = \frac{g}{a}, \quad n_2^2 = \frac{g}{b}, \quad \gamma_{12}^2 = \frac{Q}{P + Q},$$

55.15. H առամասերից երկաթուղային վագոնի առատանումները իր միջին ողղաձիգ հարթության մեջ, եթե վագոնի զսպանառակ մասի կշիռը Q է, զանգվածների կենտրոնի հեռավորությունները առանցքներից տարված ողղաձիգ հարթություններից՝ $l_1 = l_2 = l$, իներցիայի չափավոր վագոնի առանցքներին զուգահեռ կենտրոնական առանցքի նկատմամբ r է, զսպանների կոշտությունը երկու առանցքների համար էլ նույնն է՝ $C_1 = C_2 = C$:

Պատ.՝ $x = A \sin(k_1 t + \alpha)$, $\psi = B \sin(k_2 t + \beta)$, որտեղ x -ը վագոնի ողղաձիգ տեղափոխությունն է, ψ -ն՝ վագոնի հատակի կադմած անկ-

դուր չորիզոնի հետ: A -ն, B -ն, α -ն, β -ն խեղդման հաստատուններն են: $k_1 = \sqrt{2cgQ}$, $k_2 = \sqrt{\frac{2cgl^2}{Qp^2}}$,

ձև. 16. Ուսումնասիրել միենալի C կոշտությամբ երկու զսպանների վրա A և B կետերում հենված P կշիռ ունեցող խեղդված կառամատույցի փոքր ազատ տատանումները: Ընդհանուր կառամատույցի C զանգվածների կենտրոնը գտնվում է AB ուղղի վրա, ընդ որում $AC=a$ և $CB=b$: Կառամատույցը գտնւ է բերված հավասարակշռության դիրքից զանգվածների կենտրոնին առանց նախնական շեղման ուղղածից դեպի ներքև ուղղված v_0 սկզբնական արագությամբ հաղորդելու եզանակով: Չուպանների զանգվածները և շեղման ամբիւը հաշվի չառնելով կառամատույցի ինեքիալի մոմենտը նրա զանգվածների կենտրոնով անցնող չորիզոնական լայ-



55.16 խեղդիկ

նակի առանցքի նկատմամբ հավասար է $J_C = (a^2 + b^2) \frac{P}{g}$, ճառա-

նումները տեղի են ունենում ուղղածից հարթության մեջ: Ընդհանրացված կոորդինատներ ընդունել y -ը՝ զանգվածների կենտրոնի շեղումը հավասարակշռության դիրքից դեպի ներքև, $\dot{y}$ -ն՝ կառամատույցի շրջման անկյունը զանգվածների կենտրոնի շուրջը:

$$\text{Պատ.՝ } y = \frac{v_0}{1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}} \left(\frac{1}{k_1} \sin k_1 t - \frac{\alpha_1}{\alpha_2 k_2} \sin k_2 t \right),$$

$$\varphi = \frac{v_0 \alpha_1}{1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}} \left(\frac{1}{k_1} \sin k_1 t - \frac{1}{k_2} \sin k_2 t \right),$$

$$k_1^2 = \frac{6 \cdot g}{p} \left(1 \mp \sqrt{1 - 0.278 \frac{(a+b)^2}{a^2 + b^2}} \right),$$

$$\alpha_1 = \frac{2c - \frac{P}{g} k_1^2}{c(b-a)}, \quad \alpha_2 = \frac{2c - \frac{P}{g} k_2^2}{c(b-a)},$$

ձև. 17. Սալլակի հենահարթակը A և B կետերում հենվում է միենալի C կոշտությամբ երկու զսպանների վրա. որոնց առանցքների միջև եղած հեռավորությունը՝ $AB=l$, հենահարթակի C զանգվածների

կենտրոնը գտնվում է նրա համաչափության առանցք հանդիսացող AB ուղղի վրա A կետից $AC=a=l/3$ հեռավորության վրա (տես 5.16 խնդրի նկարը): Հենահարթակի իներցիայի շառավիղը նրա զանգվածների կենտրոնով AB ուղղին ուղղահայաց անցնող և հենահարթակի հարթության մեջ գտնվող առանցքի նկատմամբ ընդունել հավասար OZ : հենահարթակի կշիռը հավասար է Q -ի:

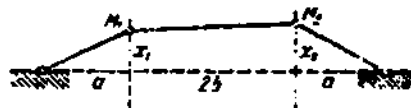
Դիտելով հենահարթակի փոքր տատանումները, որոնք առաջանում են հենահարթակի զանգվածների կենտրոնում նրա հարթությանը ուղղահայաց կիրառված հարվածի արգելքով ստանալի և Գրավաժի իմպուլսը հավասար է S -ի:

Պատ.՝ Ինքու ջ-ը հենահարթակի զանգվածների կենտրոնի տեղաշարժն է. φ -ն նրա շրջման անկյունն է խնդրի պայմանում նշված առանցքի շուրջը (այն և մյուս կոորդինատները հաշվվում են հենահարթակի զանգվածների կենտրոնի հավասարակշռության դիրքից): գտնում ենք

$$z = \sqrt{\frac{g}{cQ}} S \left(0.733 \sin 1.330 \sqrt{\frac{cQ}{g}} t + 0.00496 \sin 3.758 \sqrt{\frac{cQ}{g}} t \right),$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{g}{cQ}} S \left(0.509 \sin 1.330 \sqrt{\frac{cQ}{g}} t - 0.180 \sin 3.753 \sqrt{\frac{cQ}{g}} t \right),$$

55.18. Մտրաքանչլորը m զանգվածով M_1 և M_2 երկու միատեսակ նյութական կետեր համաչափ ամրակցված են $2(a+b)$ երկարությամբ ունեցող ձգված թելին՝ նրա ծալքերից հավասար հեռավորությունների վրա, թելի յարումը հավասար է D -ի: Որոշել, զլխավոր տատանումների հաճախությունները և գտնել զլխավոր կոորդինատները:



55.18 խնդիր

Պատ.՝ $k_1 = \sqrt{\frac{p}{ma}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{p}{m \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)}}$

Զլխավոր կոորդինատները՝ $u = \frac{1}{2}(x_1 + x_2), \quad v = \frac{1}{2}(x_2 - x_1)$

55.19. Որոշել այն ծանր նյութական կետի փոքր տատանումների հաճախությունները, որը առատնվում է զոդավոր կողմով գծալի վեր զարժած ողորկ մակերևույթի վրա հավասարակշռության դիրքի շուրջը. հավասարակշռության դիրքին համապատասխանող կիսում մակերե-

վույթի գլխավոր կորությունն շառավիղները հավասար են ρ_1 -ի և ρ_2 -ի:

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = \sqrt{\frac{g}{\rho_1}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{g}{\rho_2}},$$

55.20. Որոշել ծանր նյութական կետի փոքր տատանումների հաճախությունները նրա հավասարակշռության դիրքի շուրջը, որը համընկնում է ուղղահիվ առանցքի շուրջը և հաստատուն անկյունային արագությունը պտտվող մակերևույթի ամենացածր կետի հետ, ընդ որում առանցքը անցնում է այդ կետով: Մակերևույթի գլխավոր կորությունն շառավիղները նրա ստորին ρ_1 և ρ_2 են:

Պատ.՝ Փոքր տատանումների հաճախությունները

$$k^4 - \left[2\omega^2 + \frac{g}{\rho_1} + \frac{g}{\rho_2} \right] k^2 + \left(\omega^2 - \frac{g}{\rho_1} \right) \left(\omega^2 - \frac{g}{\rho_2} \right) = 0,$$

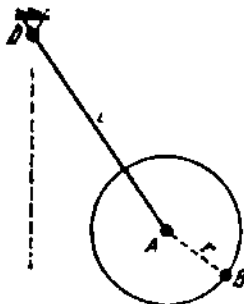
հավասարման արմատներն են:

55.21. Ե շառավղով և M զանգվածով կլոր համասեռ սկզբառակը հողակապով միացված է անշարժ հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտվել կարողացող և երկրությունը OA ձողի հետ: Սկզբառակի ջրլանագծի վրա ամրացված է m զանգվածով B նյութական կետը: Որոշել համակարգի ազատ տատանումների հաճախությունները: Ձողի զանգվածն անտեսել: Սկզբառակը կարող է պտտվել OA ձողի տատանումների հարթության մեջ:

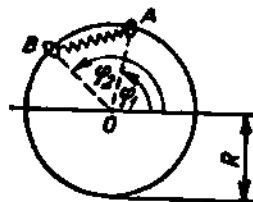
Պատ.՝ Սկզատ տատանումների հաճախությունները

$$k^4 - \frac{M+m}{M+3m} \left[1 + 2 \frac{m}{M} \frac{r+l}{r} \right] \frac{g}{l} k^2 + \frac{2m(M+m)}{M(M+3m)} \frac{g^2}{lr} = 0$$

հավասարման արմատներն են:



55.21 խնդրին



55.22 խնդրին

55.22. R շառավղով մետաղեկար շրջանագծի վրա, որի հարթությունը հորիզոնական է, հպցված են երկու միատեսակ օղիկներ,

որոնք միացված են չլարված վիճակում l_0 երկարություն ունեցող C կոշտությամբ զսպանակով: Որոշել օդիկների շարժումը՝ նրանց ընդունելով որպես m զանգվածով նյութական կետեր: Ընդունել, որ սկզբնական պահին $\varphi_1=()$, իսկ B օդիկը իր հավասարակշռված վիճակից շեղված է $2R\beta$ -ի հավասար աղեղի մեծությամբ: Օդիկների սկզբնական արագությունները հավասար են զրոյի:

Պատ.՝ $\varphi_1=\beta(1-\cos kt)$, $\varphi_2=2\alpha+\beta(1+\cos kt)$.

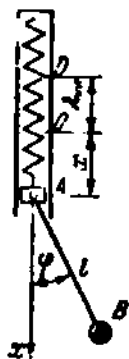
$$\alpha=\arcsin \frac{l_0}{2R}, \quad k=1 \sqrt{\frac{2c}{m}} \cos \alpha.$$

55.23. Որոշել l երկարությամբ և P_2 կշռով մաթեմատիկական ճոճանակի փոքր տատանումները, որը կախված է C կոշտությամբ զսպանակից կցված P_1 կշիռ ունեցող և ուղղահայաց A սողնակից: Սողնակն իր շարժման ընթացքում կրում է արագության համեմատական դիմադրություն (b -ն համեմատականության գործակիցն է): Գտնել ալի պայմանները, որոնց առկայությամբ $b=0$ զեպքում տվյալ համակարգի զլխավոր հաճախությունները կլինեն իրար հավասար:

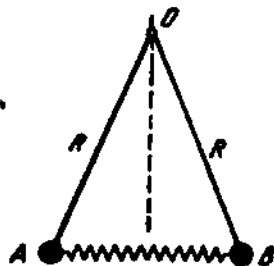
Պատ.՝ 1) $x=A_1 e^{-h t} \sin(\sqrt{k_1^2 - h^2} t + \varepsilon_1)$, $\varphi=A_2 \sin(k_2 t + \varepsilon_2)$, որտեղ A_1 -ը, A_2 -ը, ε_1 -ը, ε_2 -ը ինտեգրման հաստատուններ են, $h=\frac{bg}{2(P_1+P_2)}$,

$$k_1=\sqrt{\frac{c g}{P_1+P_2}}, \quad k_2=\sqrt{\frac{g}{l}},$$

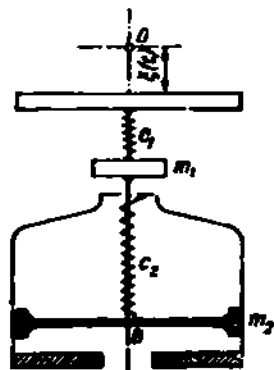
2) Գլխավոր հաճախությունները կլինեն միևնույնը $b=0$ զեպքում), եթե $\cos \frac{P_1+P_2}{l}$,



55.23 խնդրին



55.24 խնդրին



55.25 խնդրին

55.24. R երկարությունը երկու միաստեռակ կոշտ ձողեր ունեն
 րնդհանուր () կախման կետը: Ձողերը ուղղանիւղ հարթության մէջ
 իրարից անկախ կարող են պտտվիլ կախման կետի շուրջը: Ձողերի
 ծալքերին ամրացված են յուրաքանչյուրը m զանգվածով A և B երկու
 միաստեռակ բռններ, որոնք իրար են միացված C կոշտությամբ ունե-
 ցող զսպանակով: Համակարգի կայուն հաշվաւարակչութեան գիճակում
 զսպանակի երկարությունը հաստատար է l-ի: Ընտեսելով ձողերի զանգ-
 վածք՝ դանի պիտուրը տատանումների հաճախությունները բռնների
 կայուն հաշվաւարակչութեան գիրքի շուրջը:

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = \frac{1}{R} \cos \alpha, \quad k_2 = \frac{2}{m} \cos^2 \alpha + \frac{1}{R} \cos \alpha \quad \text{որտեղ } \alpha = \\ = \arcsin \frac{l}{2R}.$$

55.25. Տրված է (1) սրենքով շարժվող հարթակից C, կոշտու-
 թյուն ունեցող զսպանակով կախված է m, զանգվածից բաղկացած
 մեխանիկական համակարգ, որին B կետում կոշտ միացված է մարիշի
 միոցը: Մարիշի խցիկը, որի զանգվածը հավասար է m₂-ի, հենվում
 է C, կոշտությամբ զսպանակի վրա, որի հակառակ ծալքը ամրակցված
 է միոցին: Մածուցիկ չփումը մարիշում համեմատական է միոցի և
 խցիկի հարաբերական արագությունը: 3-ն դիմացութեան գործակիցն
 է: Կազմել համադարձի շարժման գիճերինչիայ հապաստումները:

$$\text{Պատ.՝ } m_1 \ddot{x}_1 + \beta \dot{x}_1 - \beta \dot{x}_2 + (c_1 + c_2)x_1 - c_2 x_2 = \\ = c_1 l(1), \quad m_2 \ddot{x}_2 - \beta \dot{x}_1 + \beta \dot{x}_2 - c_2 x_1 + c_2 x_2 = 0$$

55.26. l երկարությամբ և m, զանգվածով ծանր, համասեռ ձողը
 ստորին ծալքով հենվում է հողակապի վրա և ուղղանիւղ գիրքում է
 պահվում C կոշտությամբ ունեցող զսպանակի միջոցով: Հողակապից B
 հեռավորութեան վրա պտնվող կետում r երկարությամբ թելով ձողից
 կախված է m₂ զանգված ունեցող A բռնը: Ձողի ուղղանիւղ գիրքի
 ղեպքում զսպանակը դառնում է շարժված գիճակում և դասաւորված է
 հորիզոնական: Զսպանակի ինչպիսի՞ կոշտութեան գեպքում ձողը և
 բռնը կարող են կատարել փոքր տատանումներ ուղղանիւղ գիրքի
 շուրջը: Դանի այդ տատանումների հաճախությունների հապաստումը:
 Թելի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } c > \frac{(m_1 l + 2m_2)g}{2l^2},$$

$$(a_{11}a_{22} - a_{12}^2)k^4 - (a_{11}c_{12} + a_{22}c_{11})k^2 + c_{11}c_{22} = 0,$$

$$\text{որտեղ } a_{11} = \frac{m_1 l^2 + 3m_2 a^2}{3}, \quad a_{12} = m_2 a, \quad a_{22} = m_2 l^2.$$

$$c_{11} = -cl^2 - \frac{(m_1 l + 2m_2 a)g}{2}, \quad c_{22} = m_2 g.$$

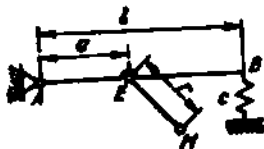
55.26 Լ ելկարոթթյամբ և m_1 զանգվածով AB համասեռ հեծանք B կետում հենվում է C կոշտությամբ զսպանակի վրա, իսկ A կետում՝ զլանալին հոդակապի վրա: Հեծանի E կետում A հոդակապից a հեռավորության վրա հոդակապի միջոցով Ի երկայնքյամբ ձողից կախված է m_2 զանգված ունեցող M քնուր, համասարակշռության դիրքում AB հեծանքը հորիզոնական է: Գտնել հեծանի և քնուր փոքր տատանումների հաճախարումը: Ձողի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi = a_1 \sin(k_1 t + \varepsilon_1), \quad \psi = a_2 \sin(k_2 t + \varepsilon_2).$$

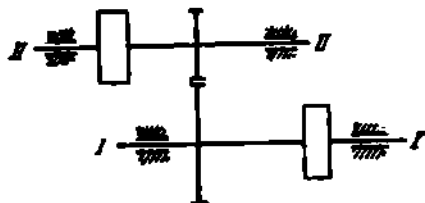
$$\text{որտեղ } k_1 = \sqrt{\frac{3cl^2}{m_1 l^2 + 3m_2 a^2}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{g}{2}}, \quad \text{իսկ } a_1, a_2, \varepsilon_1, \varepsilon_2 \text{ և } \varphi \text{ և } \psi \text{ փոքր տատանումներ են:}$$



55.26 խնդիր



55.27 խնդիր



55.28 խնդիր

55.28. Որոշել ատամնափոր փոխանցումով միացված երկու լիսեռներից քաղցկացած համակարգի ազատ ոլորապտույտ տատանումների հաճախությունները: Լիսեռների վրա հապցված զանգվածների և ատամնանիվների իներցիայի մոմենտները լիսեռների առանցքների նկատմամբ ունեն $J_1 = 875 \cdot 10^3$ կգ.սմ², $J_2 = 560 \cdot 10^3$ կգ.սմ², $i_1 = 3020$ կգ.սմ², $i_2 = 105$ կգ.սմ² մեծությունները, փոխանցման թիվը՝ $k = z_1/z_2 = 5$: Լիսեռների կոշտությունները ոլորման ղեպքում $c_1 = 316 \cdot 10^3$ Ն.սմ, $c_2 = 115 \cdot 10^3$ Ն.սմ: Լիսեռների զանգվածները անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = 54.8 \text{ ս}^{-1}, \quad k_2 = 2.38 \cdot 10^3 \text{ ս}^{-1}.$$

55.29). Անտեսելով առաջնայինների զանգվածը՝ որոշել նախորդ խնդրում նկարագրված համակարգի ազատ ուղարկայտալս առաջնայինների հաճախությունը:

Պատ.՝ $k=58,7 \text{ ր}^{-1}$:

55.30). Գտնել երկու հենարանների վրա ազատ զրկած և $x = \frac{1}{3} l$

ու $x = \frac{2}{3}$ կետերում Q կշռով երկու հավասար բեռների վրա ընկած և երկարությունը հեծանի գլխավոր լայնական առաջնայինների հաճախությունները և տեսքերը: Հեծանի լայնական կտրվածքի իներցիայի մոմենտը I է, սառնակայնության գործակիցը՝ E : Հեծանի զանգվածն անտեսել:

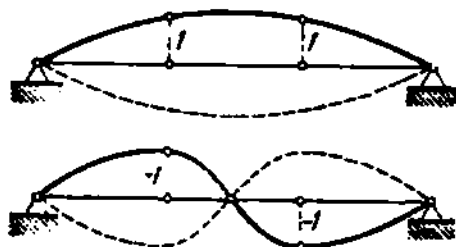
Պատ.՝ $k_1=5,69 \sqrt{\frac{EJg}{Ql^3}}$, $k_2=22,04 \sqrt{\frac{EJg}{Ql^3}}$, $\frac{A_1^{(1)}}{A_2^{(1)}}=1$,

$\frac{A_1^{(2)}}{A_2^{(2)}}=-1$. Գլխավոր առաջնայինների տեսքերը նշված են նկարում:

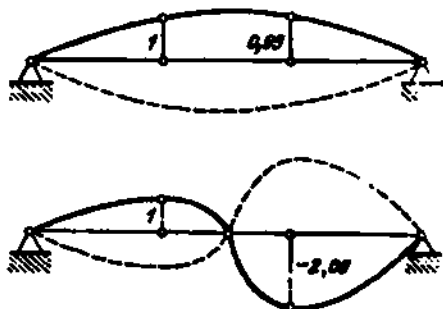
55.31). Գտնել ծայրերով հենված և հենարաններից $l/3$ հեռավորությամբ հավասարահեն $Q_1=Q$ և $Q_2=0,5Q$ երկու բեռների կրող l երկարությամբ տանցող հեծանի գլխավոր լայնական առաջնայինների հաճախությունները և տեսքերը: Հեծանի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ $k_1=6,55 \sqrt{\frac{EJg}{Ql^3}}$, $k_2=27,2 \sqrt{\frac{EJg}{Ql^3}}$, $\frac{A_2^{(1)}}{A_1^{(1)}}=0,95$.

$\frac{A_2^{(2)}}{A_1^{(2)}}=-2,09$. Գլխավոր առաջնայինների տեսքերը նշված են նկարում:



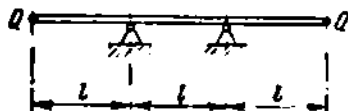
55.30 խնդիր



55.31 խնդիր

ՆՆ.32. Կտնել հորիզոնական բարձակային հեծանի հենարաններից 1 հափասար հեռավորությունների վրա նրա ծալրերին ամրակցված երկու միատեսակ Q բեռների զլխավոր տատանումների հաճախությունները: 31 երկարությամբ հեծանը ազատ զրկված է իրարից 1 հեռավորության վրա գտնվող երկու հենարանների վրա, հեծանի լայնական կտրվածքի ինքնքրիկ մոմենտը J է, առաձգականության գործակիցը E է: Հեծանի զանգվածն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = \sqrt{\frac{6}{5} \frac{EJg}{Ql^3}}, \quad k_2 = \sqrt{2 \frac{EJg}{Ql^3}},$$



55.32 խնդրի



55.33 խնդրի

ՆՆ.33. III զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը ամրակցված է 1 երկարություն ունեցող հեծանի A ծալրում, որի մյուս ծալրը ամրացված է անշարժորին: Համակարգը գտնվում է հորիզոնական հարթության մեջ և այդ հարթության մեջ կատարում է ազատ տատանումներ հափասարակչության դիրքի շուրջը: Որոշել այդ տատանումների հաճախությունները և տեսքերը, եթե $a=0.2l$, $b=0.1l$: Հեծանի զանգվածն անտեսել:

Ծ ու չ ու մ, Q ուժը և M մոմենտը, որոնք պետք է կիրառված լինեն հեծանի A ծալրին. որպեսզի այդ կետում սահեցիկ չկցվածք և հեծանի ծաված առանցքի նկատմամբ չաշափոցի Գ պատում, որոշվում են $f=pQ+sM$, $\varphi=\kappa Q+qM$ բանաձևերով, ընդ որում մի ծայրով ամրակցված համասեռ հեծանի համար ընտրվող գծերում $p=1/3(EJ)$, $q=1/(EJ)$, $s=1/2(EJ)$:

Պատ.՝ Կլխավոր տատանումների հաճախությունները համապատասխանաբար հավասար են

$$0.804\sqrt{3EJ/(ml^3)}, \quad 20.71\sqrt{3EJ/(ml^3)};$$

առաջին զլխավոր տատանումը կարելի է դիտել որպես հեծանի առանցքի վրա A կետից զեպի ձախ $O_1A=0.612l$ հեռավորության վրա զրանըվող O_1 կետի շուրջը շրջման տատանում, երկրորդը՝ հեծանի առանցքի շարժանակության վրա A կետից զեպի աջ $O_2A=0.106l$ հեռավորության վրա գտնվող O_2 կետի շուրջը:

ՆՆ.34. C կոշտությամբ ունեցող առաձգական լիսեռով միացված նախապես անշարժ երկու սկավառակներից մեկի վրա հանկարծակի

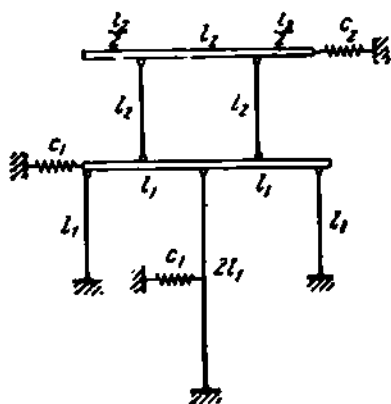
կիրառված է M հաստատուն պտտող մոմենտ. սկզբառականների ինքն-
ցիալի մոմենտները $\downarrow$ է: Անտեսելով լիսեռի դանդաղածը՝ որոշել համա-
կարգի հետագա շարժումը:

$$\Phi_{\text{առ.}} \quad \varphi_1 = \frac{M}{4J} t^2 + \frac{M}{4c} \left(1 - \cos \sqrt{2 \frac{c}{J}} t \right),$$

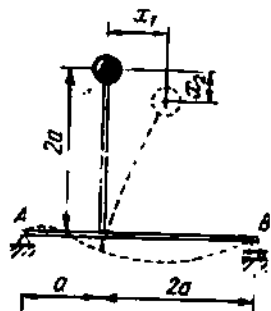
$$\varphi_2 = \frac{M}{4J} t^2 - \frac{M}{4c} \left(1 - \cos \sqrt{2 \frac{c}{J}} t \right),$$

55.35. Երկհարկանի հոգա-ծողաձոր համակարգը պահլում է ուղղաձիգ դիրքում երեք զսպանակներով. ինչպես այդ ցույց է տրված նկարում: Զոդերը բացարձակ կոշտ են, համապատասխանում են երկարություն կշիռը (ի է: Զսպանակների կոշտության գործակիցներն ընդունելով հավասար՝ $c_1 = c_2 = 10G/l$, որոշել համակարգի հավասարակշռության կայունությունը, ինչպես նաև համակարգի զլխավոր տատանումների հաճախությունները և f_1 ու f_2 անաբերը: Զսպանակների պահպանման անտեսել:

Պատ.՝ Հավասարակշռությունը կայուն է: $k_1 = 0.412 \sqrt{G/l}$, $k_2 = 1.673 \sqrt{G/l}$, $f_1 = 1.455$, $f_2 = 3.495$.



55.35 խնդիրն



55.36 խնդիրն

55.36. M զանգվածով բեռը ամրացված է երկու հենաբառների վրա ազատ գրված AB հեծանի հետ կոշտ միացված կանգնակի պա-
զաթին: Ընդունելով, որ լալնական կտրվածքի իններցիայի մոմենտը J է, իսկ հեծանի և կանգնակի E առաձգականության գործակիցները հավասար են, որոշել համակարգի զլխավոր ժաման տատանումները, Հեծանի և կանգնակի զանգվածներն անտեսել:

$$\text{Պատ.՝ } k_1=0.497\sqrt{EJ/(Ma^3)}, \quad k_2=1.6021\sqrt{EJ/(Ma^3)},$$

55.37. Առաձգական զետեի վրա տեղակայված $m_1=102 \cdot 10^3$ կգ զանգվածով մեքենայի հիմքը $F=98\sin\omega t$ կն սրենքով փոփոխվող ուղղաձիգ զրգոիչ տեղի աղեցությունն առկա կատարում է ուղղաձիգ ստիպողական տատանումներ: Մեքենայի լիսեռի $\omega=100$ ռադ/վ անկյունային արագության զեպքում ի հայտ եկող ուղղանալի տատանումները վերացնելու նպատակով ծանր շրջանակի տեսքով զսպանակների վրա զետեին տեղակայված է մարիչ: Մարիչի շրջանակի III զանգվածը և զսպանակների C_2 դամարային կոշտությունը բնորոշ այնպես, որպեսզի լիսեռի վրե նշված արագության զեպքում հիմքի ստիպողական տատանումների լայնությունը դառնա զրո, իսկ մարիչի տատանումների լայնությունը շրջանակների $A=2$ մմ-ը:

$$\text{Պատ.՝ } m=4.9 \cdot 10^3 \text{ կգ, } C_2=49 \cdot 10^3 \text{ կն/մ:}$$

55.38. Որոշել 55.2 խնդրում նկարագրված սկավառակների համակարգի ստիպողական տատանումների հավասարումները, երբ միջին սկավառակի վրա ազդում է $M=M_0\sin pt$ զրգոիչ մոմենտը:

$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } \varphi_1 &= \frac{M_0(c-Jp^2)}{J^2(p^2-k_1^2)(p^2-k_2^2)} \sin pt, \\ \varphi_2 &= \frac{M_0c}{J^2(p^2-k_1^2)(p^2-k_2^2)} \sin pt. \end{aligned}$$

որտեղ k_1 -ը և k_2 -ը համակարգի գլխավոր տատանումների հաճախություններն են:

55.39. Q_1 կշռով էլեկտրաշարժիչը ամրացված է C_2 կոշտության պրծակից և Q_2 կշիռ ունեցող թևոնե առաձգական հիմքի վրա (հոծ զուգահեռանիստի տեսքով), որը տեղակայված է կոշտ զետեի վրա: P կշռով ռոտորը հաղցված է ծովան զեպքում C_1 կոշտության պրծակից ունեցող առաձգական հորիզոնական լիսեռի վրա, շարժիչի արտակենտրոնորդը լիսեռի նկատմամբ է, լիսեռի անկյունային արագությունը ω է: Որոշել էլեկտրաշարժիչի ստատորի ստիպողական ուղղաձիգ տատանումները: Հաշվի առնել հիմքի զանգվածի աղեցությունը՝ այդ զանգվածի մեկ երրորդը ստատորի զանգվածին միացնելու եզանակով:

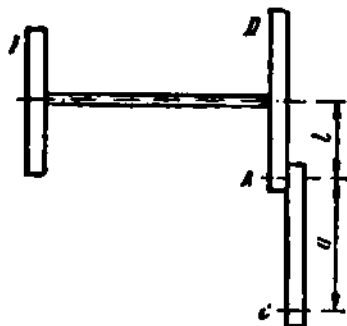
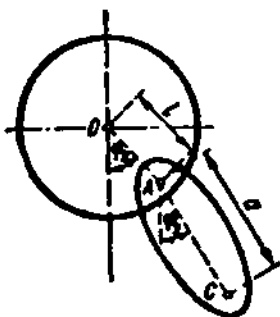
$$\begin{aligned} \text{Պատ.՝ } y &= \frac{C_1 P g \omega^2 \sin \omega t}{c_1 c_2 g^2 - \left[(c_1 + c_2) P + c_1 \left(Q_1 + \right. \right.} \\ &\quad \left. \left. - \frac{C_1 P g \omega^2 \sin \omega t}{+ \frac{1}{3} Q_2 \right) \right] g \omega^2 + P \left(Q_1 + \frac{1}{3} Q_2 \right) \omega^4}, \end{aligned}$$

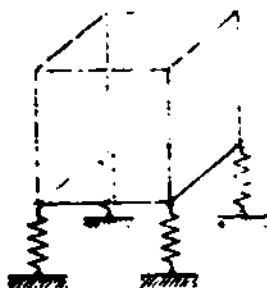
որտեղ y -ը ստատորի շեղումն է համասարակշռության դիրքից:

Ճ.40. AB հեծանի A կետում (տես 53.14 խնդիրը) կիրառված է $F = F_0 \sin pt$ ուժը (F_0 -ն p -ն հաստատուններ են), որն ամրացր ժամանակ (A) թելի հետ կապված է ուղիղ անկյուն և գտնվում է հեծանի շարժման հարթության մեր: Լնչպիսին պետք է լինի CD հեծանի կախման թելերի և երկարությունը, որպեսզի AB հեծանի ստիպողական տատանումների լայնությունը համասալվի զրոյի:

Պատ.՝ $b = g/p^2$:

Ճ.41. Ուղղապատյալ տատանումները մարելու համար համակարգի տատանվող զանգվածներից մեկին ամրակցվում է ճոճանակ նկարում արվագծորեն պատկերված է և հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող I և II երկու զանգվածներից բաղկացած համակարգ: Երկրորդ զանգվածին ամրակցված է ճոճանակ: Զանգվածների իներցիայի մոմենտները պտտման առանցքի նկատմամբ I, և J₂ են: Ճոճանակի իներցիայի մոմենտը համակարգի պտտման առանցքին պողանա և ճոճանակի զանգվածների կենտրոնով անցնող առանցքի նկատմամբ J₃ է: Համակարգի պտտման առանցքի և ճոճանակի կախման առանցքի միջև եղած հեռավորությունը՝ OA = l, կախման առանցքի և ճոճանակի զանգվածների կենտրոնով անցնող պողանա առանցքի միջև եղած հեռավորությունը՝ AC = a; ճոճանակի զանգվածը m է: Զանգվածների միջև լիսեռի տեղամասի առանցքականոթ, ան գործակիցը (կոշտությունը ուղրման դեպքում) c, է: Երկրորդ զանգվածին կիրառված է $M = M_0 \sin \omega t$ արտաքին մոմենտը: Գրել համակարգի երկու զանգվածների և ճոճանակի շարժման դիֆերենցիալ համասարումները: Համակարգի պոտենցիալ էներգիայի համար արտահայտություններ կազմելիս ժանրության ուժի դաշտում ճոճանակի պոտենցիալ էներգիան անտեսել:





55.42 խնդրի



55.43 խնդրի

$$\text{Պատ.՝ } J_1 \ddot{\varphi}_1 + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) = 0,$$

$$(J_2 + ml^2) \ddot{\varphi}_2 + mal\varphi_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + \\ + mal\varphi_2^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) + c_1(\varphi_2 - \varphi_1) = M_0 \sin \omega t,$$

$$(J_2 + ma^2) \ddot{\varphi}_2 + mal\varphi_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - mal\varphi_2^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) = 0,$$

55.42. Խորանարդի տեսք ունեցող բաքը իր ստորին շորս անկյուններով հենվում է շորս միատեսակ զսպանակների վրա, խորանարդի կողմի երկարությունը $2a$ է: Զսպանակների կոշտությունները խորանարդի կողմերին զազահեռ առանցքների ուղղությամբ հավասար են c_x , c_y , c_z : Խորանարդի իներցիայի մոմենտը զլիազոր կենտրոնական առանցքների նկատմամբ J է: Կազմել փոքր տատանումների դիֆերենցիալ հավասարումները և որոշել նրանց հաճախությունները $c_x = c_y$ դեպքում: Բաքի զանգվածը հավասար է M -ի:

$$\text{Պատ.՝ } M\ddot{x} + c_x x - c_x a \varphi_2 = 0, \quad M\ddot{y} + c_y y + c_y a \varphi_1 = 0, \quad M\ddot{z} + c_z z = 0,$$

$$J\ddot{\varphi}_1 + c_y ay + c_y a^2 \varphi_1 + c_x a^2 \varphi_1 = 0,$$

$$J\ddot{\varphi}_2 + c_x a^2 \varphi_2 - c_x ax + c_x a^2 \varphi_2 = 0, \quad J\ddot{\varphi}_3 + c_z a^2 \varphi_3 + c_x a^2 \varphi_3 = 0,$$

որտեղ x -ը, y -ը, z -ը խորանարդի կենտրոնի կոորդինատներն են, φ_1 -ը, φ_2 -ը, φ_3 -ը խորանարդի շրջման անկյուններն են կոորդինատային առանցքների նկատմամբ: Եթե $c_x = c_y$, ապա

$$k_x = \sqrt{c_x/M}, \quad k_{\varphi_1} = \sqrt{2c_x a^2/J},$$

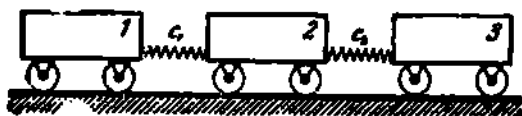
$$k^2 = \frac{M(c_x + c_z)a^2 + c_z J}{MJ} k^2 + c_x c_z \frac{a^2}{MJ} = 0,$$

55.43. a և b կողմերով համասեռ հորիզոնական ուղղանկյուն թիթեղը իր անկյուններով հենվում է C կոշտությամբ շորս միատեսակ

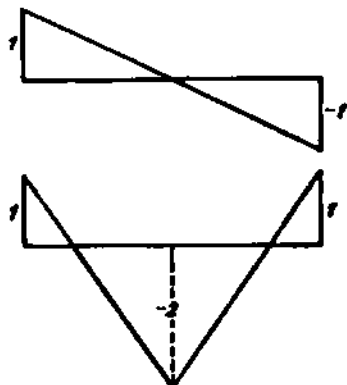
զսպանակների վրա. թիթեղի զանգվածը M է, Որոշել ազատ տատանումների հաճախությունները:

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = \sqrt{\frac{c}{4M}}, \quad k_2 = k_3 = \sqrt{1 - \frac{c}{M}}$$

Ճ.Ճ.Ն. Q_1 , Q_2 և Q_3 կշիռներ ունեցող երեք երկաթուղային բեռնված վագոնների շղթայակցված են իրար, կցիչների կոշտությունները հավասար են c_1 և c_2 , Գտնել համակարգի զիխավոր տատանումների հաճախությունները:



ՏՏ.44 խնդրի



ՏՏ.45 խնդրի

Պատ.՝ $k_1=0$, իսկ k_2 -ը և k_3 -ը

$$k^4 - g \left[\frac{c_1}{Q_1} + \frac{c_1 + c_2}{Q_2} + \frac{c_2}{Q_3} \right] k^2 + g^2 \left[\frac{c_1 c_2}{Q_1 Q_2} + \frac{c_2 c_3}{Q_2 Q_3} + \frac{c_1 c_3}{Q_3 Q_1} \right] = 0$$

հավասարման արժանեքն են:

Ճ.Ճ.Ն. Նախորդ խնդրի պայմաններում գտնել վագոնների շարժման հավասարումները և $c_1=c_2=c$ միատեսակ կոշտություն ունեցող կցիչներով միացված $Q_1=Q_2=Q_3=Q$ հավասար կշռով վագոնների դեպքի համար կառուցել զիխավոր տատանումների տեսքերը: Սկզբնական պահին երկու վագոն գտնվում են հավասարակշռության դիրքում, իսկ աջ եկրային վագոնը հավասարակշռության դիրքից շեղված է x_0 -ով:

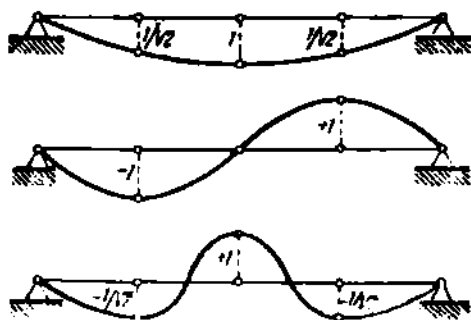
$$\text{Պատ.՝ } x_1 = \frac{x_0}{3} - \frac{x_0}{2} \cos k_1 t + \frac{x_0}{6} \cos k_2 t, \quad x_2 = \frac{x_0}{3} - \frac{x_0}{3} \cos k_3 t,$$

$$x_3 = \frac{x_0}{3} + \frac{x_0}{2} \cos k_2 t + \frac{x_0}{6} \cos k_3 t; \quad k_2 = \sqrt{\frac{c g}{Q}}, \quad k_3 = \sqrt{\frac{3 c g}{Q}}.$$

զիխավոր տատանումների տեսքերը պատկերված են նկարում:

Ճ.Ճ.Ն. Գտնել իրարից և հենարաններից հավասար հեռավորությամբ հեծանի վրա ամրակցված m երեք միատեսակ զանգվածներից բաղկացած համակարգի զիխավոր տատանումների հաճախությունները

և տեսքերը: Հեծանն ընդունել հենարանների վրա ազատ հենված. հեծանի երկարությունը է, լայնական կտրվածքի իներցիայի մոմենտը՝ J , առանցականության գործակիցը՝ E :



55.46 խնդրին

$$\text{Պատ.՝ } k_1 = 4.93 \sqrt{\frac{EJ}{ml^3}}$$

$$k_2 = 19.6 \sqrt{\frac{EJ}{ml^3}}$$

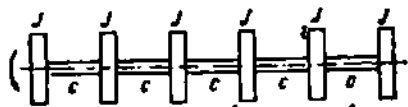
$$k_3 = 41.8 \sqrt{\frac{EJ}{ml^3}}$$

պիտակոր տատանումների տեսքերը ցույց են տրված նկարում:

ՆՆ 47. Ը կոշտությունը զուգանակներով միացված Ո հատ Մ միատեսակ զանգվածների համակարգը կազմում է միասնական զտիչ երկայնական տատանումների համար: Տրված համարելով ձախ զանգվածի համընթաց շարժման $x = X_0 \sin \omega t$ օրենքը՝ գույց տալ, որ համակարգը հանդիսանում է ցածր հաճախությունների զտիչ. այսինքն որ ω հաճախությունը որոշակի սահմանից անցնելուց հետո առանձին զանգվածների ստիպողական տատանումների լայնությունները զանգվածի համարից կախված փոփոխվում են էքսպոնենցիալ օրենքով. իսկ մինչև անցնելը՝ հարմոնիկ օրենքով:



55.47 խնդրին



55.48 խնդրին

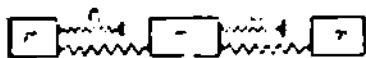
Պատ.՝ Զտիչը բաց է թողնում $0 < \omega < 2 \sqrt{c/m}$ հաճախությամբ տատանումներ:

ՆՆ 48. Ուղղապատուտ տատանումների զտիչը արվադծվում է իր վրա հազցված սկավառակների հետ երկար լիսեռի տեսքով: Զախ սկավառակի շարժման օրենքը ընդունելով տրված $\theta = \theta_0 \sin \omega t$ տեսքով, որոշել համակարգի ստիպողական տատանումները և հաշվել առանձին սկավառակների տատանումների լայնությունները: Սկավառակների իներցիայի մոմենտները J է: Սկավառակների միջև ընկած լիսեռի մասերի

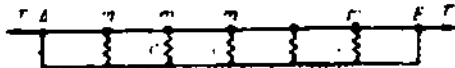
կոշտութիւնները նույնն են և համասար են C -ի: Հետադրուել ստաց-
ված լուծումը և ցույց տալ, որ համակարգը հոնդիսանում է ցածրա-
պոյն հաճախութիւնների դաշի:

Պատ.՝ $\theta_k = (\theta_0 \cos \mu k + c_1 \sin \mu k) \sin \omega t, \quad \sin(\mu/2) = (\omega/2) \sqrt{l/c}.$

Որտեղ θ_k -ն k -րդ սկզբադիտման շրջանի անկյունն է, c_1 -ը իրանի երկ-
րորդ ծալքի վրա դրված եզրային պայմանից որոշվող հաստատուն է,
առաջին սկզբադիտման տեղի գրոշական համար, ω հաճախութիւնը պետք
է պտնվի $C < \omega < 2\sqrt{c/l}$ սահմաններում:



55.49 խնդրի



55.50 խնդրի

ՃՃ.49. Երկայնական տատանումների համար շերտավոր զտիչ
կազմող միասնական համակարգը բաղկացած է ալնայիսի օղակնե-
րից: Որոշնցից լուրջ քանակությամբ կազմված է հաշորդ օղակի զանգվածի
հետ C կոշտութիւն տնեցող զսպանակով միացված m դանգվածից:
Այդ զսպանակի հետ զուգընթաց զանգվածին միացված է C_1 կոշտու-
թիւմը զսպանակը, որը m զանգվածին միացնում է անշարժ կետի
հետ: Զախ զանգվածի երկայնական տատանումների $X = x_0 \sin \omega t$ օրենքը
տրված է: Մուլց տալ, որ որոշակի սահմաններում ընկած ω -ի արմեք-
ների դեպքում առանձին զանգվածների տատանումների լայնութիւնները
հետադրութիւն հետ փոփոխվում են հարմոնիկ օրենքով: Կտնել
համապատասխան սահմանային հաճախութիւնները:

Պատ.՝ Բաց թողնելու շերտն է $l \sqrt{\frac{c_1}{m}} < \omega < l \sqrt{\frac{c_1 + 4c}{m}},$

ՃՃ.50. T ճիգով ձգված AB լարի վրա իրարից a հեռավորու-
թիւն վրա հաղցված և C կոշտութիւմը զսպանակներով պահվող մեծ
թվով m զանգվածների համակարգը հանդիսանում է լայնական տա-
տանումների շերտավոր միասնական զտիչ: Հաշվել բացթողնման
շերտի սահմաններին համապատասխանող հաճախութիւնները:

Պատ.՝ Բացթողնման շերտը որոշվում է

$$l \sqrt{\frac{c}{m}} < \omega < l \sqrt{\frac{c}{m} + \frac{4T}{ma}}$$

անհամասարութիւմը:

ՃՆ.Ճ1. $n!$ երկարությունը թելը մի ժալրով կախված է ողողածից և իրարից 8 հազասար հեռավորությունների վրա բեռնավորված է m զանգված ունեցող n նյութական կետերով: Կազմել շարժման դիֆերենցիալ հավասարումներ: Իտենել $n=3$ -ի համար թելի լայնական տատանումների հաճախությունները:

Պատ.՝ Շարժման հավասարումները ունեն

$$\ddot{x}_k = \frac{g}{l} [(n-k)x_{k-1} - (2n-2k+1)x_k + (n-k+1)x_{k+1}].$$

տեսքի. որտեղ x_k -ն k -րդ մասնիկի լայնական տեղաշարժն է (համարների հաշվումը տարվում է վերևից):

ՃՆ.Ճ2. Որոշել ամրակցված ծալրերով և իրարից l հեռավորության վրա գտնվող n հատ m զանգվածներ կրող ձգված թելի ազատ լայնական տատանումների հաճախությունները: Թելի լարումը P է:

Պատ.՝ $k=2l \sqrt{\frac{P}{ml}} \sin \frac{\pi s}{2n}, \quad 1 \leq s \leq n-1,$

§ 56. Եարժման կայունությունը

ՃՆ.1. l երկարությամբ երկու ձողերից և m զանգվածով նյութական կետերից կազմված կրկնակի ճոճանակը կախված է 2 առանցքի շուրջը ω հաստատուն անկյունային արագությամբ պտտվող հորիզոնական առանցքից: Ուսումնասիրել ճոճանակի հավասարակշռության ողողածից դիրքի կայունությունը: Ձողերի զանգվածն անտեսել:

Պատ.՝ $g/(l\omega^2) > 1 + 1/\sqrt{2}$ դեպքում ճոճանակի հավասարակշռության ողողածից դիրքը կայուն է:

ՃՆ.2. Մանր գնդիկը գտնվում է $\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ էլիպսով ծոված և

ω հաստատուն անկյունային արագությամբ OZ ողողածից առանցքի շուրջը պտտվող (OZ առանցքը ողողված է զնայի ներքև) հարթ խողովակի խողովակում: Որոշել գնդիկի հարաբերական հավասարակշռության դիրքերը և հետազոտել նրանց կայունությունը:

Պատ.՝ ա՝ gc/a^2 զնայքում հավասարակշռության երկու դիրք է՝ ա) $x=0, z=c$ (կայուն); բ) $x=0, z=-c$ (անկայուն):

ա՞) $\omega^2 > gc/a^2$ զնայքում գոյություն ունի հավասարակշռության երեք դիրք՝ ա) $x=0, z=c$ (անկայուն); բ) $x=0, z=-c$ (անկայուն); գ) $z=gc/(\omega^2 a^2)$ (կայուն):

ՃՆ.3. Մանր գնդիկը գտնվում է $x^2=2\rho z$ պարաբոլով ծոված և ω հաստատուն անկյունային արագությամբ (OZ առանցքի շուրջը պտտվող) հարթ խողովակի խողովակում (OZ առանցքի զրական ողողումը

թխանքի զեպի գեր է)։ Որոշելի վնդիկի հարաբերական հաճախարակչո-
թյան դիրքը և հետազոտել նրա կալունությունը։

Պատ.՝ Գոյություն ունի հաճախարակչություն $z=0$ միակ դիրքը, այն կալուն է $w^2 < g/p$ զեպքում և անկալուն է $w^2 > g/p$ զեպքում, իսկ $w^2 = g/p$ զեպքում անկալուն հաճախարակչությունն է։

Ճն.4. Նյութական կետը կարող է շարժվել ուղղանկյուն առանցքի շուրջը և անկյունային արագությամբ պտտվող ողորկ հարթ կորով, կետի $\Pi(s)$ պոտենցիալ էներգիան արված է և կախված է միայն նրա դիրքից, որը որոշվում է կորի երկայնքով հաջված s աղեղով, $\Gamma(s)$ -ը կետի հետադարձությունն է պտտման առանցքից։ Գտնել կետի հարաբերական հաճախարակչությունն զիջի կալունության պայմանը։

Պատ.՝ $\left| \frac{d^2 \Pi}{ds^2} - \frac{d}{ds} \left(m r \frac{dr}{ds} \right) \omega^2 \right|_{s=s_0} > 0$, որտեղ s_0 -ն որոշվում է $\left(\frac{d \Pi}{ds} \right)_{s=s_0} = \omega \left(m r \frac{dr}{ds} \right)_{s=s_0}$ հաճախարակչից։

Ճն.5. Յուրյ տալ, որ m զանգվածով նյութական կետը $F = B r^n (B = \text{const})$, r -ը կետի հեռավորությունն է միջին ձգող կենտրոնից) կենտրոնական ձգողության ուժի ազդեցության տակ կարող է կատարել հաստատուն արագությամբ շարժում շրջանագծով։ Գտնել այն պայմանը, որի զեպքում այդ շարժումը է կոորդինատի նկատմամբ կալուն է։

Պատ.՝ $n < -3$ զեպքում շարժումը անկալուն է, իսկ $n > -3$ զեպքում կալուն։

Ճն.6. Պինդ մարմինը ապառ ճռնվում է NT հորիզոնական առանցքի շուրջը որն էլ և անկյունային արագությամբ պտտվում է OZ ուղղանկյուն առանցքի շուրջը։ G կետը մարմնի իներցիայի կենտրոնն է, NTG հարթությունը համալսարանական հարթությունն է, OG առանցքը իներցիայի զիջումից առանցք է, KL առանցքը զուգահեռ է NT-ին, E) առանցքը անցնում է () կետով և ուղղահայաց է NT-ին ու OG-ին։ Մարմնի իներցիայի մոմենտները OG, KL և EI) առանցքների նկատմամբ համապատասխանաբար հաճախար են C-ի, A-ի և B-ի, h-ը OG հատվածի երկարությունն է, M-ը մարմնի զանգվածն է։ Որոշել հարաբերական հաճախարակչության հնարավոր դիրքերը և հետազոտել նրանց կալունությունը։

Պատ.՝ Հարաբերական հաճախարակչություն հնարավոր դիրքերին համապատասխանում են OZ առանցքից OG գծի շեղման անկյան հետևյալ արժեքները։

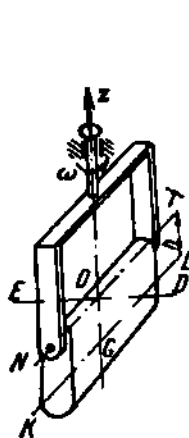
ա) $\varphi = ()$ (կալուն է, եթե $B < C$; $B > C$ զեպքում այն կալուն է, եթե $w^2 < Mgh/(B-C)$, և անկալուն է, երբ $w^2 > Mgh/(B-C)$);

բ) $\varphi = \pi$ (անկյունն է, եթե $B > C$; $B < C$ դեպքում այն կայուն է, եթե $\omega^2 > Mgh/(C-B)$), և անկայուն է, երբ $\omega^2 < Mgh/(C-B)$;

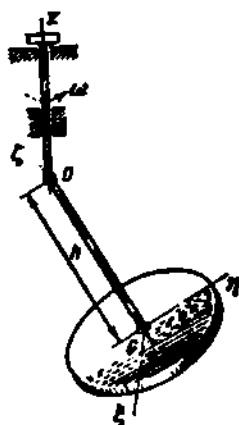
գ) $\varphi = \arccos[Mgh/(B-C)\omega^2]$ (դրություն ունի, եթե $\omega^2 > Mgh/(B-C)$; կայուն է $B > C$ դեպքում, և անկայուն է $B < C$ դեպքում);

Ճև.7. Որոշել () թաղմապիտանի հողակապի միջոցով և հաստատուն անկյունային արագությունը պատմող ուղղաձիգ առանցքից կախված ճոճանակի հարաքերական հավասարակշռության դիրքերը. ճոճանակը համաչափ է իր երկայնական առանցքի նկատմամբ, A-ն և C-ն նրա իներցիայի մոմենտներն են ζ , γ և ζ' իներցիայի գլխավոր կենտրոնական առանցքների նկատմամբ, ի-ը ճոճանակի ծանրություն կենտրոնի հեռավորությունն է հողակապից, Ուսումնասիրել ճոճանակի հավասարակշռության դիրքերի կայունությունը և որոշել առատանումների պարբերությունը հավասարակշռության միջին դիրքի շուրջը:

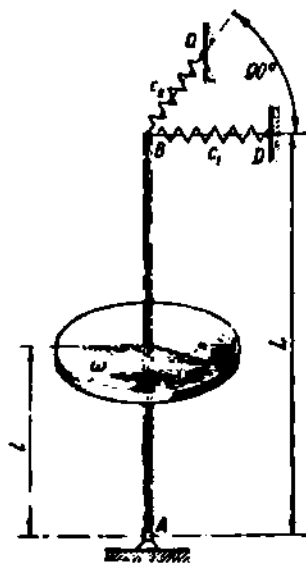
Պատ.՝ Հավասարակշռության դիրքերը և նրանց կայունությունը որոշվում են 56.6 խնդրի պատաս-



56.6 խնդրի



56.7 խնդրի



56.8 խնդրի

խանում տված քանաձևերով (ներանցում հարկավոր է տեղադրել $B = A + Mh^2$): Տատանումների պարբերությունն է

$$T = 2\pi\omega \sqrt{\frac{(A + Mh^2)(A + Mh^2 - C)}{(A + Mh^2 - C)\omega^2 - M^2g^2h^2}}$$

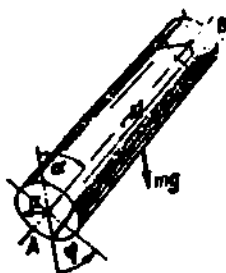
Ֆի.4. Ե շառավղով և Q կշռով բարակ համասեռ կլոր սկավառակի համաչափության ուղղածից առանցքը կարող է ազատ պտտվել: A կետի շուրջը: B կետում այն պահվում է երկու զսպանակներով: Զսպանակների առանցքները հորիզոնական են և փոխադարձաբար ուղղահայաց: Նրանց կոշտությունները համապատասխանաբար հավասար են C_1 -ի և C_2 -ի, բնից որում $C_2 > C_1$: Զսպանակներն ածրուցվում են սկավառակի առանցքին՝ ստորին հենարանից 1. Նեոավորության վրա, սկավառակի հեոավորությունը ստորին հենարանից 1 է: Որոշել այն ω անկյունային արագությունը, որը հարկավոր է հաղորդել սկավառակին՝ պտտման կայունությունը ապահովելու համար:

Պատ.՝ Երբ $Ql < C_1 L^2$, համակարգը կայուն է ցանկացած անկյունային արագության դեպքում: Երբ $Ql < C_2$, համակարգը կայուն է, եթե $\omega > \omega^*$, որտեղ

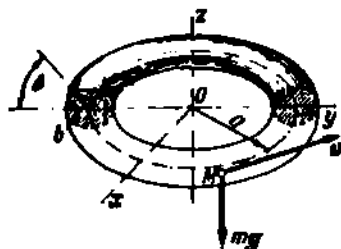
$$\omega^* = \frac{\sqrt{gl(r^2 + 4l^2)}}{r^2} \left\{ 1 / \sqrt{1 - \frac{C_1 L^2}{Ql}} + 1 / \sqrt{1 - \frac{C_2 L^2}{Ql}} \right\},$$

Երբ $C_1 L^2 < Ql < C_2 L^2$, համակարգը անկայուն է ցանկացած անկյունային արագության դեպքում:

Ֆի.5. M նյութական կետը ծանրության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է α շառավղի ունեցող մի շրջանային պլանի ներքին մակերևութով, որի առանցքը ուղղածիցի նկատմամբ թեքված է α անկյան տակ: Ուսումնասիրել շարժման կայունությունը ստորին ($z=0$) և վերին ($z=\pi$) ծնիշներով: Որոշել տատանումների պարբերությունները ստորին ծնիշով շարժվելու դեպքում:



Ֆի.9 խնդրին



Ֆի.10 խնդրին

Պատ.՝ Շարժումը վերին ծնիշով անկայուն է. ստորին ծնիշի երկայնքով շարժում զրկոելիս տատանումների պարբերությունը՝ $T = 2\pi \sqrt{a_1 / (g \sin \alpha)}$:

Ֆի.10. Նյութական կետը ստիպված է շարժվել

$$\begin{aligned} x &= r \cos \phi, & y &= r \sin \phi \\ z &= b \sin \theta, & \rho &= a + b \cos \theta \end{aligned}$$

պարամետրական համասարամենքով տրված տորի ներքին ողորկ մակերևույթով (է առանցքը ուղղված է ուղղաձիգով գծային վեր)։ Դրանելի 9 անկյան հաստատունությամբ քնորոշվող կետի հնարավոր շարժումները և հետադուռի նրանց կալունությունը։

Պատ.՝ $0 = \theta_1 = \text{const}$ արժեքները գտնվում են

$$1 + 2\cos\theta_1 = -\beta \text{ctg}\theta_1$$

համասարամից. որտեղ $\alpha = b/a$, $\beta = g/(a\omega^2)$, $\psi = \omega = \text{const}$ Այդ համասարամից թույլ է տալիս երկու էպան տարբեր լուծումներ՝

$$-\pi/2 < \theta_1 < 0, \quad \pi/2 < \theta_2 < \pi,$$

Առաջին լուծումներ համապատասխանող շարժումը կայուն է. երկրորդինը՝ անկայուն։

Ճե 11. Հետադուռի հորիզոնական հարթության վրայով ա անկյունային արագությամբ համասարաչափ գլորվող օղակապի շարժման կալունությունը։ Սղակապի հարթությունը ուղղաձիգ է. օղակապի շառավիղը a է։

Պատ.՝ Շարժումը կայուն է. էթե $\omega^2 > g/(4a)$ ։

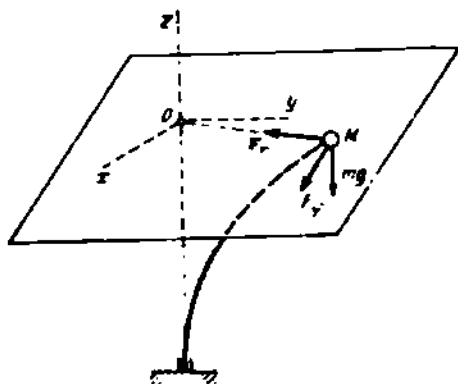
Ճե 12. Համաչափ դասավորված շորս ճաղերով անիվը գլորվում է խորզուրուրդ հարթության վրայով։ Անիվի հարթությունը ուղղաձիգ է. Ա իվի շրջանակը և ճաղերը պատրաստված են բարակ ծառի մետաղալուծի։ Անիվի շառավիղը a է, նրա կենտրոնի արագությունը շարժման սկզբնական պահին v է։ Հետադուռի շարժման կալունությունը։

$$\text{Պատ.՝ Շարժումը կայուն է } v^2 > \frac{\pi+2}{4(\pi+4/3)} 8g \text{ զեպքում։}$$

Ճե 13. Հետադուռի ա անկյունային արագությամբ ուղղաձիգ արամայծի շուրջը պտտվող B շառավիղը ունեցող համասեռ ողակապի շարժման կալունությունը։ Սղակապի ստորին կետը հպվում է հորիզոնական հարթության հետ։

Պատ.՝ Շարժումը կայուն է $\omega^2 < (2/3)(g/a)$ զեպքում։

Ճե 14. Համասարակշռության դիրքից շեղված III գունդվածով նյութական կետի վրա ազդում են ալից դիրքից $(M = m) \sqrt{x^2 + y^2}$ շեղմանը համեմատական և զեպի նրան ուղղված $\vec{F}$, ուժը. առաջինին ուղղահայաց (կողմնային ուժ) և մեծությամբ նույնպես τ շեղմանը համեմատական $\vec{F}$, ուժը. $|\vec{F}_1| = c_1 r$, $|\vec{F}_2| = c_2 r$, Φ ուժը տատանումների մեթոդով հետադուռի կետի համասարակշռված դիրքի կալունությունը։



56.14 խնդիր

56.15. Նախորդ խնդրում կետի շարժման կայունությունը հետազոտելիս հաշվի առնել արագության առաջին աստիճանին համեմատական $R_x = -\beta x$, $R_y = -\beta y$ զիմադրության ուժերը (β -ն զիմադրության գործակից է):

Պատ.՝ Հավասարակշռությունը կայուն է $\beta^2 c_{11} > m c_{13}^2$ դեպքում:

56.16. Եթե 56.15 խնդրում նկարագրված ձողի համար մոման կոշտությունները հավասար չեն, ապա m զանգվածի դրա ազդեցությամբ ձողի հակազդումները որոշվում են

$$F_x = -c_{11}x + c_{12}y, \quad F_y = c_{21}x - c_{22}y$$

արտահայտություններով:

Փոքր տատանումների մեթոդով պարզել հավասարակշռության կայունության պայմանները:

Պատ.՝ Երբ $(c_{11} - c_{12})^2 + 4c_{22}c_{21} > 0$, հավասարակշռությունը կայուն է:

56.17. Շարժիչի կենտրոնախույս կարգավորիչի կցորդիչի շարժման հավասարումն ունի

$$m\ddot{x} + \beta\dot{x} + cx = A(\omega - \omega_0)$$

տեսքը, որտեղ x -ը կարգավորիչի կցորդիչի տեղափոխությունն է, m -ը՝ համակարգի իներցիոն գործակիցը, β -ն՝ զիմադրության գործակիցը, c -ն՝ կարգավորիչի զսպանակների կոշտությունը, ω -ն և ω_0 -ն մեքենայի ակնթաղթային և միջին անկյունային արագություններն են, A -ն հաստատուն է: Մեքենայի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումն ունի

$$J \frac{d\omega}{dt} = -Bx$$

տեսքը (B-ն հաստատուն է, J-ն շարժիչի պատվոյ մասերի բերված իներցիայի մոմենտն է):

Որոշել շարժիչից և կարգավորիչից բաղկացած համակարգի կայունության պայմանները:

Պատ.՝ Համակարգը կայուն է

$$AB < J \frac{c\beta}{m}$$

գեպտում (c-ն J-ն, A-ն, B-ն, ք-ն ընդունվում են դրական):

ՃնՃՑ. Համաչափ հոլը, որի սուր ծայրը տեղափոխված է անշարժ փոստում. պտտվում է իր ուղղածից դասավորված առանցքի շուրջը: Երա մի քանի դրված է երկրորդ համաչափ հոլը, որը նույնպես պտտվում է ուղղածից առանցքի շուրջը: Երկրորդ հոլի առանցքի սուր ծայրը հենվում է առաջին հոլի առանցքում եղած փոսի վրա: M-ը և M'-ը պերին և սուսերին հոլերի զանգվածներն են, C-ն և C'-ը նրանց իներցիայի մոմենտներն են համաչափության առանցքի նկատմամբ. A-ն և A'-ը՝ իներցիայի մոմենտները սուր ծայրերով անցնող հորիզոնական առանցքների նկատմամբ, C-ն և C'-ը՝ հոլերի զանգվածների կենտրոնների հեռավորությունները համապատասխան սուր ծայրերից, h-ը սուր ծայրերի միջև եղած հեռավորությունը: Հոլերի անկյունային արագությունները ω և ω' են: Լիտածել համակարգի կայունության պայմանները:

Պատ.՝ Համակարգը կայուն է, եթե շորրորդ աստիճանի

$$\begin{aligned} &AA' + Mh^2(A - Mc^2)[\lambda^4 + [A'C'\omega' + C\omega(A' + Mh^2)]\lambda^2 + \\ &+ [A(Wc + Mh)g + (A' + Mh^2)Mcg + CC'\omega\omega']\lambda + \\ &+ [C\omega(M'c' + Mh)g + C'\omega'Mcg] + MC(M'c' + Mh)g^2 = 0 \end{aligned}$$

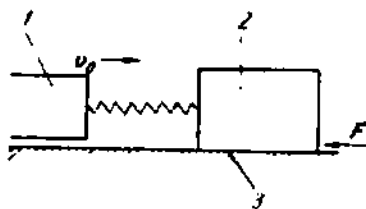
հավասարման քչորդ արմատները տարբեր են և իրական:

ՃնՃԳ. 1 մանրամասը V₀ հաստատուն արագությամբ տեղափոխվում է համընթաց և զսպոնակի միջոցով շարժումը փոխանցում է 2 սողնակին: Սողնակի և 3 ուղղորդների միջև չվման ուժը սողնակի V արագությունից կախված է հետևյալ ձևով՝

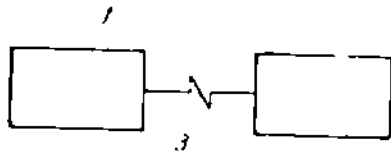
$$H = H_0 \sin \alpha v - 2v + \beta v^2,$$

որտեղ H₀-ն, α -ն, ք-ն դրական գործակիցներ են: Որոշել, թե V₀-ի ինչպիսի արժեքների դեպքում սողնակի հավասարաչափ շարժումը կայուն է:

Պատ.՝ $v_0 > \frac{\alpha}{3\beta}$



56.19 խնդրին



56.20 խնդրին

Ֆի.20. Ը կոշտությամբ 3 առանցական կցորդիչով միացված 1 շարժիչից և 2 մեքենայից բաղկացած ապրկատար դիտվում է որպես երկզանգվածային համակարգ: J_1 իներցիայի մոմենտ ունեցող շարժիչի ռոտորին կիրառված է նրա φ անկյունային արագությունից կախված M_1 մոմենտը՝

$$M_1 = M_0 - \mu_1(\dot{\varphi} - \omega_0),$$

J_2 իներցիայի մոմենտ ունեցող մեքենայի լիսեռին կիրառված է ψ անկյունային արագությունից կախված դիմադրողական մոմենտը՝

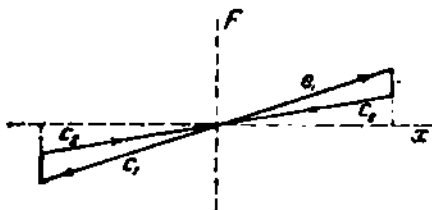
$$M_2 = M_0 - \mu_2(\dot{\psi} - \omega_0),$$

μ_1 և μ_2 գործակիցները զրական են: Որոշել ω_0 -ին պայմանները, որոնց դեպքում համակարգի պտտումը ω_0 անկյունային արագությամբ հանդիսանում է կայուն:

Պատմ.՝ $\mu_1 > \mu_2$, $\frac{J_2}{J_1} > \frac{\mu_2}{\mu_1}$, $c > \frac{\mu_1 \mu_2 (\mu_1 J_2 - \mu_2 J_1)}{\mu_1 J_2^2 - \mu_2 J_1^2}$,

§ 57. Ուղծային տատանումներ

57.1. Ջսպանների փորձարկման ժամանակ ստացվել է առանցական ուժի փոփոխության «եռանկյուն» բնութագրի: Ջսպանը ստա-



57.1 խնդրին

տիկական հավասարակշռության դիրքից շեղելիս տեղի ունի բնութագրի վերին ճյուղը (c_1 -ը), վերադառնալիս՝ բնութագրի ստորին ճյուղը (c_2 -ը): Սկզբնական պահին զսպանը հավասարակշռության դիրքից շեղված է x_0 -ով և սկզբնական արագություն չունի: Ջսպանատակ

մարմնի զանգվածը m է, զսպանի զանգվածն անտեսել, զսպանի կոշտությունը k_1 և k_2 ։ Գրել զսպանի ազատ տատանումների հավասարումները տատանումների լրիվ պարբերության առաջին կեսի համար և զտնել տատանումների T լրիվ պարբերությունը։

Պատ.՝ Ջսպանի ստատիկական հավասարակշռության դիրքին վերագառնալու դեպքում $x = x_0 \cos k_1 t$, ստատիկական հավասարակշռության դիրքից շեղելու դեպքում՝

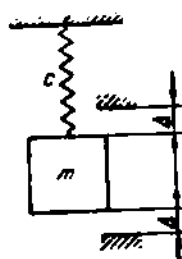
$$x = -x_0 \frac{k_2}{k_1} \sin \left(k_1 t - \frac{\pi}{2} \frac{k_1}{k_2} \right), \quad T = \tau \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right),$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{c_1}{m}}, \quad k_2 = \sqrt{\frac{c_2}{m}}$$

57.2. Որոշել նախորդ խնդրում քննարկված զսպանի ազատ տատանումների լայնությունների նվազման օրենքը։ Ազատ տատանումների զրանցման մասնակ ստացվել է հաջորդաբար նվազող լայնությունների հետևյալ շարքը՝ 13,0 մմ, 7,05 մմ, 3,90 մմ, 2,05 մմ և այլն։ Թրթռաղբի տվյալների համաձայն որոշել բեռանկյունը բնութագրի վերին և ստորին ճյուղերին համապատասխանող կոշտության գործակիցների $C_1 : C_2$ հարաբերությունը։

Պատ.՝ Լայնությունների հաջորդական արժեքները տատանումների լուրջանդիտը կիսապարբերությունից հետո նվազում են k_2/k_1 հաշտաբար ունեցող երկրաչափական պրոդրեսիայի օրենքով. $C_1 : C_2 = 3,4$ ։

57.3. m զանգվածը տատանվում է C կոշտության գործակից ունեցող զսպանակի վրա։ Հավասարակշռության դիրքից միանույն Δ հեռավորությունների վրա տեղակայված են կոշտ հենակներ։ Լնդանելով, որ հենակի հետ հարվածները տեղի են ունենում մեկի հավասար վերականգնման գործակցով, որոշել համակարգի շարժման օրենքը ω հաճախությամբ պարբերական տատանումների դեպքում։ Գտնել ω -ի հնարավոր արժեքները։



57.3 խնդրին

Պատ.՝ $x = \frac{\Delta}{\sin \frac{\pi}{2\omega}} \sin k \left(t - \frac{\pi}{2\omega} \right)$, երբ $0 \leq t \leq \frac{\pi}{\omega} \left(k^2 = \frac{C}{m} \right)$, $\omega \geq kr$

57.4. Լուծել նախորդ խնդիրը այն ենթադրությամբ, որ կամ իսկն ստորին հենակը։

$$\text{Պատ.՝ } x = -\frac{\Delta}{\cos \frac{\pi k}{\omega}} \cos \left(\frac{\pi}{\omega} - 1 \right), \text{ երբ } 0 \leq t < \frac{2\pi}{\omega}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

55.5. Որոշել աղատ տատանումների առաջին հարմոնի լայնությունից կախվածությունները նրանց հաճախությունից և լին համակարգում, որի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումն ունի

$$m\ddot{x} + \gamma_0 \dot{x} + c x = 0$$

առաջը:

$$\text{Պատ.՝ } a_1 = \frac{4\gamma_0}{\pi(\gamma_0^2 - c)},$$

55.6. Համակարգի շարժումը նկարագրվում է

$$\ddot{x} + (\lambda^2 + k^2 - x^2)x + k^2 x = 0$$

հավասարումով: Որոշել համակարգում առաջացող ինքնատատանողական շարժընթացի լայնությունը, հետազոտել նրա կայունությունը:

Պատ.՝ $\alpha = \alpha/k$. Ինքնատատանումների կայուն են մեծ առումով:

55.7. Պարզել և՛ լին պայմանները, որոնց դեպքում 56.10 խնդրի մեջ դիտարկված համակարգում կարող են առաջանալ $k = \sqrt{c/m}$ հաճախությամբ ներգաշնակ տատանումներին մոտ ինքնատատանումներ: C -ն զսպանակի կոշտության դորժակիցն է, m -ը սողնակի զանգվածն է: Խոստովոր կերպով որոշել և՛ լին ինքնատատանումների լայնությունը:

$$\text{Պատ.՝ } 0.8 \frac{\pi}{3\beta} < v_0^2 < \frac{\pi}{3\beta}, \quad v^2 = \frac{4}{k^2} \left(\frac{\pi}{3\beta} - v_0^2 \right),$$

55.8. Ընթացիկով, որ 56.10 խնդրում դիտարկված համակարգի մեջ շփման H ուժը հաստատուն է և $v \neq 0$ զեպքում հավասար է H_2 -ի, իսկ $v=0$ (հանգստի շփում) դեպքում հավասար է H_1 -ի, որոշել ինքնատատանումների պարբերությունը: Ընդունել, որ սողնակի զանգվածը m է, իսկ զսպանակի կոշտության դորժակիցը՝ C :

$$\text{Պատ.՝ } T = t_1 + \frac{1 + \alpha^2}{k\alpha} (1 - \cos k t_1), \text{ որտեղ } \alpha = \frac{(H_1 - H_2)k}{C v_0},$$

$$k = \sqrt{\frac{C}{m}},$$

t_1 -ը $\cos k t_1 = \cos k t_1 - 1$ հավասարման ամենափոքր արժան է:

57.9). III զանգվածը անշարժ հիմքի հետ միացված է C կոշտություն ունեցող զսպանակով և շոր շփման մարիչով, որի մեջ դիմադրություն ուժի մեծությունը կախված չէ արագությունից և հավասար է H -ի: Հավասարակշռության դիրքից միևնույն Δ հեռավորությունների վրա տեղակայված են կոշտ հենակներ: Լճից ներքև, որ հենակի հետ հարվածները տեղի են ունենում մեկի հավասար վերականգնման գործակցով, որոշել այն H արժեքը, որի զեպչում $\Gamma \cos \omega t$ ստիպող ուժը չի կարող առաջացնել ω/s (s -ը ամրոլը թիվ է) հաճախություն ունեցող ենթաներդաշնակ ռեզոնանսային տատումներ:

Ցուցում: Որոշել համակարգի ... s հաճախությամբ ազատ տատանումներին մոտ պարբերական աշխատակարգի գոյության պայմանները:

Պատ.՝ Զույգ s -ի համար $H > 0$; կենտ s -ի համար

$$H > F \frac{\omega k}{|k^2 - \omega^2|} \operatorname{ctg} \frac{\pi s k}{2\omega} \left(\frac{\omega}{s} > k \right),$$

57.10. Ասանց սահքի հորիզոնական հարթությամբ զլորվող համասեռ շրջանային վանի կենտրոնը զսպանակով միացված է սկափառակի կենտրոնի հետ միասին միևնույն ուղղաձիգի վրա դաշնվող O անշարժ կետի հետ, երբ սկզբառակը գտնվում է հավասարակշռության դիրքում: Գլանի զանգվածը հավասար է m -ի, զսպանակի կոշտության գործակցություն C է: Հավասարակշռության դիրքում զսպանակը ձևափոխված չէ, նրա երկարությունը հավասար է l -ի:

Որոշել հավասարակշռության դիրքի շուրջը վանի փոքր տատանումների պարբերության կախումը θ լայնությունից՝ պահպանելով շարժման դիֆերենցիալ հավասարման մեջ տեղափոխության նրբորդ աստիճանը պարունակող անդամները:

$$\text{Պատ.՝ } T = 4l \sqrt{\frac{m}{6c}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = 4\sqrt{3} \sqrt{\frac{m}{c}} \frac{l}{a} K \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right),$$

որտեղ K -ն առաջին սեռի լրիվ էլիպտական ինտեգրալն է:

57.11. Փոքր պարամետրի մեթոդով որոշել այն համակարգում առաջացող ինքնատատանումների լայնությունը և պարբերությունը, որի շարժումը որոշվում է

$$\ddot{x} + k^2 x = \mu \{ (x^2 - x^2) \dot{x} - \gamma x^3 \}$$

հավասարումով:

$$\text{Պատ.՝ } a = 2x, \quad T = \frac{2\pi}{k} \left(1 - \frac{3\mu\gamma x^2}{2k^2} \right),$$

ՆՃ.12 ճոճանակի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները
 օրթոգոնալության և միասին մի ուղղությամբ ազդող հաստատուն մո-
 ճենտ ուսեցող միջազգայրում ա՛նեն

$$\ddot{\varphi} + 2h\dot{\varphi} + k^2\varphi = M_0, \quad \text{երբ } \varphi = 0,$$

$$\dot{\varphi} + 2h\varphi + k^2\varphi = 0, \quad \text{երբ } \varphi = 0$$

տեսքը, որտեղ h և k -ն և M_0 -ն հաստատուն մեծություններ են:

Ընդունելով, որ $2h/k \ll 1$, $M_0/k^2 \ll 1$, ճոճանակի կայունացած շար-
 ժումը դանելու համար կիրառելի զանգաղ փոփոխվող պրոծակիցների
 մեթոդը:

Պատ.՝ Կայուն ինքնատատանումներ (φ , $\dot{\varphi}$) հայթոթյան վրա
 տահմանային սիկլի φ շառավիղը հավասար է

$$\frac{1}{hT} \frac{M_0}{k^2}, \quad \text{որտեղ } T = \frac{\pi}{k}$$

ՆՃ.13. Նախորդ խնդրում կիրառելով կետային ձևափոխություն-
 ների մեթոդը՝ դանել ձևափոխություն ա՛նշարժ կետը:

$$\text{Պատ.՝ } \varphi_0 = \frac{M_0}{k^2} \frac{1}{1 - e^{-hT}}, \quad \dot{\varphi}_0 = 0,$$

Կ Լ Ի Ի Խ X V

ՏԵՍԼԱՅԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ՀԱՎԱՆԱԿԱՆ ՈՒՓՅԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Այս գլխում բերված ուտաթիկայի և կիսեմատիկայի հաճանադանություն իր-
 գիծների լուծումը իմնվում է այն պարամետրերը պարունակող անհավասարու-
 թյունների իրադրոճման հաճանադանու թյունները կապող ասնչու թյունների ոգու-
 գործման վրա, որոնք մոտեւում են այդ անհավասարությունների միջ, իմի և-ն
 պատահական մեծություն է, որի համար հայտնի են m_{ij} մաթեմատիկական ոպա-
 սումը (միջին արժեքը) և σ_{ij} միջին թաղակուսային ջեղումը, ապա ($i = 1, 2$)
 միջնայայուս և մեծություն գտնվելու հաճանադանությունը, այսինքն $u < a$ ան-
 հավասարության իրադրոճման հաճանադանությունը որոշվում է հետևյալ ձևով.

$$\alpha = P\{u < a\} = F(\xi), \quad \xi = \frac{a - mu}{\sigma_u},$$

որտեղ $F(\xi)$ -ն բաշխման նորմալորված ֆունկցիան է, Գաուսյան բաշխման համար
 $F(\xi)$ -ի արժեքները բերված են աղ. 1-ում,

ξ	-4,0	-3,5	-3,0	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0
$F(\xi)$	$3 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,006	0,023	0,037	0,159	0,309	0,500
ξ	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
$F(\xi)$	0,691	0,841	0,933	0,977	0,994	0,999	0,9999	0,99999	

Այն բանի հաճախականությունը, որ իրագործվում է $u > a$ անհաճախություններ, որոշվում է հետևյալ ձևով՝

$$\beta = p\{u > a\} = 1 - F(\xi),$$

Կառույցի բաշխման զիջումն a հաճախականության որոշած արժեքների համապատասխանող է արդյունքների արժեքները որոշելու համար հարմար է օգտագործել ազ. 2-ը:

$F(\xi)$	0,0005	0,001	0,005	0,010	0,050	0,100	
ξ	-3,4	-3,1	-2,6	-2,3	-1,6	-1,3	
$F(\xi)$	0,500	0,900	0,950	0,990	0,995	0,999	0,9995
ξ	0,0	1,3	1,6	2,3	2,6	3,1	3,4

(a, b) միջակայքում և մեծություն զանգված հաճախականությունը որոշվում է

$$p(a < u < b) = F(\xi_2) - F(\xi_1), \quad \xi_1 = \frac{a - m_u}{\sigma_u}, \quad \xi_2 = \frac{b - m_u}{\sigma_u}$$

արտահայտություններ: Այն բանի հաճախականությունը, որ և մեծությունը չի ընկնում (a, b) միջակայքում, հաճախար է

$$p(u < a) + p(u > b) = 1 - F(\xi_1) - F(\xi_2),$$

(a, b) միջակայքը հոշվում է համաչափ, եթե

$$p(u < a) = p(u > b) = \frac{1-a}{2} = \beta,$$

Եթե u պատահական մեծությունը իրենից ներկայացնում է m_{u1} հայանի մաթեմատիկական սպասումներով և σ_{u1} միջին քառակուսային շեղումներով փոխադարձորեն վիճակագրական անկախ u_1 պատահական մեծությունների գծային կոմբինացիա՝

$$u = \sum_{i=1}^n c_i u_{i1}.$$

ապա m պատահական մեծություն m_u մաթեմատիկական սպասումը և σ_u միջին քառակուսային շեղումը որոշվում են հետևյալ մեթոդ՝

$$m_u = \sum_{i=1}^n c_i m_{u1}, \quad \sigma_u^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2 \sigma_{u1}^2.$$

Եթե u -ի կախման ρ թույլ է՝

$$u = \varphi(u_1, \dots, u_n),$$

բայց u_1 մեծությունների շեղումները իրենց m_{u1} մաթեմատիկական սպասումներից փոքր են, ապա կախման ρ թույլ էլ գծայնացնել, Այդ դեպքում

$$m_u \approx \varphi(m_{u1}, \dots, m_{un}), \quad \sigma_u^2 \approx \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial u_i} \right)_0^2 \sigma_{u1}^2,$$

Պատահական ազդեցությունների դեպքում համակարգերի տատանումների վերաբերյալ խնդիրներ լուծելիս օգտագործվում են պատահական պրոցեսների տեսության հիմնական առնչությունները, Եթե գծային զինամիկական համակարգի վրա, որի դիրքը որոշվում է $Q(t)$ ընդհանրացված կոորդինատով, ազդում է $Q(t)$ մշտական պատահական ստիպող ուժը, ապա ստիպողական տատանումների հայանայնացած աշխատակարգը բնութագրվում է $Q(t)$ ընդհանրացված կոորդինատի $S_Q(\omega)$ լուսապատկերային խտությունով, որը որոշվում է հետևյալ կերպ՝

$$S_Q(\omega) = |A(\omega)|^2 S_Q(\omega),$$

Այստեղ $S_Q(\omega)$ -ն $Q(t)$ ստիպող ուժի լուսապատկերային խտությունն է, $A(\omega)$ -ն համակարգի լայնուսումնասիրման (ռեզոնանսային) բնութագրիչն է, Ընդհանրացված կոորդինատի կայունացած միջին քառակուսային շեղման քառակուսին որոշվում է որպես ինտեգրալ՝

$$\sigma_Q^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_Q(\omega) d\omega,$$

Եթե $S_Q(\omega)$ լուսապատկերային խտությունը իրենից ներկայացնում է կատարականացիոնալ ֆունկցիա՝

$$S_Q(\omega) = \frac{b_0^2 \omega^2 + b_1^2}{c_0^2 \omega^4 + c_1^2 \omega^2 + c_2^2},$$

ապա

$$\sigma_Q^2 = \frac{b_0^2 c_2 + b_1^2 c_0}{2 c_0 c_2 \sqrt{c_1^2 + 2 c_0 c_2}},$$

Ուտիպոգ ուժի գառույտն բաշխման գեպորւմ (Օ. Դ) մասնակաւատվածում զ(1) պրոցեսի տարածումների միջին թիվը և մակարդակից գուրս որոշվում է հետևյալ արտահայտութիւնով՝

$$m_T = \frac{T}{2\pi} \frac{z_v}{z_q} \exp \left\{ \frac{(b-m_q)^2}{2z_q^2} \right\},$$

որտեղ m_q -ն զ(1) պրոցեսի մաթեմատիկական սպասումն է (միջին արժեքը), իսկ z_v -ն զ(1) պրոցեսի ամենցյալի միջին քառակուսային շեղումն է, որը որոշվում է

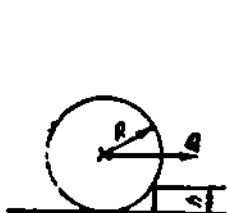
$$\sigma_v^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega^2 S_q(\omega) d\omega$$

ինտեգրալով (1) տեսքի ընդինտեգրալ արտահայտութիւն գեպորւմ σ_v^2 մեծութիւնը գտնվում է (2) բանաձեւով.

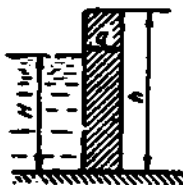
§ 58. Ստատիկայի հավանականութեան խնդիրները

ՃՃ.1. $R=0.5$ մ շառավղով և $m=800$ կգ զանգվածով թափալուկը գնդառված է կոշտ արգելիքի. Ռըզելքի և բարձրութիւնը կարող է տարբեր լինել. ենթադրվում է, որ Լ-ը կարելի է ընդունել զատույան քաշիումով պատահական մեծութիւն. ընդ որում նրա մաթեմատիկական սպասումը համասար է $m_h=0.1$ մ, իսկ միջին քառակուսային շեղումը համասար է $\sigma_h=0.12$ մ: Որոշել ալն բռնի α_1 հավանականութիւնը որ $Q_1=4900$ Ն հորիզոնական ուժը բաժական է արգելքը հաղթահարելու համար: Որոշել. թե $Q=Q_1$ ուժի ինչպիսի արժեքի գեպորւմ արգելքը հաղթահարելու հավանականութիւնը համասար է $\alpha_2=0.599$:

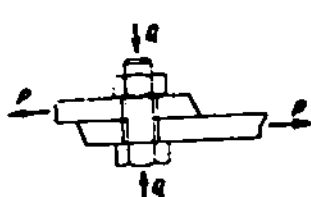
Պատ.՝ $\alpha_1=0.16$; $Q_2=8400$ Ն.



58.1 խնդրին



58.2 խնդրին



58.3 խնդրին

ՃՃ.2. Հաստատուն կարգվածք ունեցող $h=5$ մ բարձրութիւնը և $a=1.1$ մ հաստութիւնը ուղղանկյուն հենապատը բռնազորված է ջրի հիդրոստատիկ ճնշումով. ջրի մակարդակը կարող է տարբեր լինել: Պատի նյութի խտութիւնը կազմում է 2.2 տ/մ³: Պատի հիմքից ջրի

մակարդակի H բարձրությունը ընդունելով գառսյան բաշխման սրեն-
քով, $m_1=3,0$ մ մաթեմատիկական սպասումով և $\sigma_1=0,5$ մ միջին
քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն, որոշել պատի
շուռ դալու հավանականությունը: Որոշել նաև պատի թաղանթի
նվազագույն հաստությունը՝ ելնելով այն պահանջից, որ նրա շուռ
դալու հավանականությունը չպետք է գերազանցի $3 \cdot 10^{-4}$ -ը:

Պատ.՝ 0,001; 1,5 մ:

ՃՑ.3. Որոշել $\bar{P}$ ձգող ուժի ազդեցության տակ գանգոյ հրկու
մանրամասերը միացնող հեղույթի ձյման $\bar{Q}$ անհրաժեշտ ուժը՝ ելնե-
լով այն բանից, որ սահքի հավանականությունը պետք է լինի $5 \cdot 10^{-4}$,
 $\bar{P}$ ուժը և $\bar{Q}$ շփման գործակիցը մանրամասերի միջև կարող են ընդու-
նել տարբեր արժեքներ, ևնթագրվում է, որ դրանք կարելի է ընդու-
նել գառսյան բաշխման սրենքով անկախ պատահական մեծություն-
ներ, ընդ որում նրանց մաթեմատիկական սպասումները համապա-
տասխանաբար հավասար են $m_p=2000$ Ն, $m_r=0,1$, իսկ միջին քառա-
կուսային շեղումները՝ $\sigma_p=200$ Ն, $\sigma_r=0,02$:

Պատ.՝ $Q=63000$ Ն:

ՃՑ.4. $m=200$ կգ զանգվածով բեռը գանգում է խորզուրորդ թեք
հարթության վրա: Հարթության թեքությունը և սահքի շփման գործա-
կիցը կարող են տարբեր լինել: Հորիզոնի նկատմամբ հարթության
թեքության γ անկյունը և $\bar{Q}$ շփման գործակիցը ընդունվում են գառ-
սյան բաշխումով անկախ պատահական մեծություններ, նրանց մաթե-
մատիկական սպասումները համապատասխանաբար հավասար են
 $m_\gamma=0$ և $m_r=0,2$, իսկ միջին քառակուսային շեղումները հավասար են
 $\sigma_\gamma=3^\circ$ և $\sigma_r=0,04$: Որոշել այն բանի համար բավարար հորիզոնական
ուժի արժեքը, որպեսզի $0,999$ հավանականությամբ բեռը չարժվի
հարթության վրայով:

Ուշ. ց ու մ. Ընդունել $\cos \gamma \approx 1$:

Պատ.՝ $Q=760$ Ն:

ՃՑ.5. $R=1$ մ շառավիղի անեցւղ համասեռ կլոր սկավառակի մեջ
կենտրոնից l հեռավորության վրա փորված է r շառավղով կլոր անցք:
 l և r մեծությունները կարող են ընդունել տարբեր արժեքներ, նրանք
համարվում են պատահական, անկախ, գառսյան բաշխմանը ենթարկ-
վող: Նրանց մաթեմատիկական սպասումները համապատասխանաբար
հավասար են $m_l=(1,1$ մ և $m_r=0,05$ մ, իսկ միջին քառակուսային
շեղումները հավասար են $\sigma_l=0,1$ մ և $\sigma_r=(1,005$ մ: Որոշել սկավա-
ռակի կենտրոնի նկատմամբ նրա զանգվածների կենտրոնի տեղաշարժի
ալիպլոսի արժեք, որի գերազանցման հավանականությունը կազմում

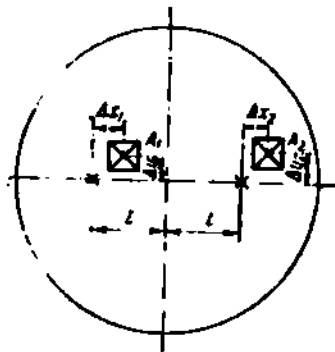
է 0.001, Զանգվածների կենտրոնի տեղաշարժի արտահայտության մեջ անտեսել իրենց մաթեմատիկական սպասումներից l և r մեծությունները շեղումների արտադրյալներով գումարելիները:

Պատ.՝ $4,2 \cdot 10^{-4}$ մ:

Ֆ.6. 1000 կգ զանգված ունեցող հալասաբակշռված ոռոտորի վրա պտտման առանցքի նկատմամբ համաչափ ամրացված են A_1 և A_2 երկու միաստեռակ մանրամասեր: Նրանց M_1 և M_2 զանգվածների ΔM_1 և ΔM_2 պատահական շեղումները անվանական արժեքից (մաթեմատիկական սպասումից) և նրանց զանգվածների կենտրոնների Δx_1 , Δy_1 , Δx_2 և Δy_2 պատահական տեղաշարժերը ոռոտորի առանցքից $l=1$ մ հեռավորությամբ միևնույն տրամագծի վրա զտնվող կետերի նկատմամբ հանգեցնում են նրան, որ ոռոտորի C զանգվածների կենտրոնը մանրամասերի հետ միասին տեղաշարժված է լինում առանցքի նկատմամբ: Լկդ պատճառով զանգվածների կենտրոնի x_C և y_C կոորդինատները հանգիստնում են պատահական: Լնթադրվում է, որ M_1 , M_2 , Δx_1 , Δy_1 , Δx_2 , Δy_2 պատահական մեծությունները անկախ են և բաշխված են զառայան օրենքով, նրանց մաթեմատիկական սպասումները համապատասխանաբար հավասար են $m_{M_1}=m_{M_2}=100$ կգ, $m_{\Delta x_1}=m_{\Delta y_1}=m_{\Delta x_2}=m_{\Delta y_2}=0$, իսկ միջին քառակուսային շեղումները հավասար են $\sigma_{\Delta x_1}=\sigma_{\Delta x_2}=0,5$ կգ, $\sigma_{\Delta y_1}=\sigma_{\Delta y_2}=3$ մմ: Որոշել մանրամասերի հետ միասին ոռոտորի զանգվածների կենտրոնի x_C և y_C կոորդինատների համար համաչափ միջակայքերի սահմանները: Որոշեցում զանվելու հավանականությունը հավասար է $\alpha=0,99$:

Պատ.՝ $(-0,91; +0,91)$ մմ:

Ֆ.7. 1000 կգ զանգվածով համասեռ ուղղանկյուն հարթակը մի կետում զուգամիտվող միևնույն երկարությամբ չորս ճոպաններով կախված է հենարանից, Հարթակի հեռավորությունը մինչև կախման կետը հավասար է $h=2$ մ, Հարթակի վրա տեղակայված են փոքր շափերով չորս բեռներ: Բեռների զանգվածները և դասավորությունը պատահական են: Լնթադրվում է, որ բեռների զանգվածները և հարթակի կենտրոնից հաշված նրանց x_1 և y_1 ուղղանկյուն կոորդինատները փոխադարձաբար անկախ են և ունեն զառայան բաշխում: Բոլոր չորս բեռների զանգվածների մաթեմատիկական սպասումները միևնույն են և հավասար են $m_M=100$ կգ, միջին քառակուսային շեղումները



Ֆ.6 խզրին

նույնպես միևնույնն են և հավասար են $\sigma_M=20$ կգ, Բեռների կոորդինատները ունեն դրոյական մաթեմատիկական սպասումներ, կոորդինատների միջին քառակուսային շեղումները հավասար են $\sigma_x=0$, մ և $\sigma_y=0.7$ մ, Որոշել տեղակայված բեռների դեպքում հավասարակշռության մեջ գտնվող հարթակի δ_x և δ_y թեքության անկյունների համար ալիպիսի համաչափ միջակայքերի սահմանները, որոնցում գտնվելու հավանականությունները հավասար են 0,00-ը, Անկյուններն ընդունել փոքր:

Պատ.՝ $(-11^\circ; +11^\circ)$, $(-15^\circ; +15^\circ)$,

§ 59. Կինեմատիկայի և դինամիկայի հավանականության խնդիրները

ԴՊ.1. Ընթանալիքը թռչում է սկզբնական վայրից դեպի վերջնականը, որոնց միև հեռավորությունը 1500 կմ է, Թռիչքի V արագությունը չորաքանչյուր թռիչքի ընթացքում հաստատուն է, սակայն տարբեր թռիչքների համար ընդունում է տարբեր արժեքներ: Ընթանալիքում է, որ արագությունն իրենից ներկայացնում է զատույան բաշխումով, $W_x=25$) մ/վ մաթեմատիկական սպասումով և $\sigma_x=10$ մ/վ միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն: Որոշել 0,999 հավանականությունը համապատասխանող թռիչքի ժամանակը համար համաչափ միջակայքը:

Պատ.՝ (5180, 6820)վ:

ԴՊ.2. Ընթանալիքը սկզբնական վայրից թռչում է ուղիղ գծով: Այդ ուղղի շեղման φ անկյունը արված ուղղաձիգ հետագծից տարբեր թռիչքներում կարող է ընդունել տարբեր արժեքներ: Ընթանալիքում է, որ φ անկյունը զատույան բաշխումով պատահական մեծություն է, նրա մաթեմատիկական սպասումը հավասար է զրոյի, իսկ միջին քառակուսային շեղումը հավասար է $\sigma_\varphi=2^\circ$, Որոշել ունի բանի հավանականության արժեքները, որ $L=50; 100; 200$ կմ հեռավորությունների վրա կողմնային շեղումը արված հետագծից չի գերազանցի Δ կմ-ը:

Պատ.՝ 0,997; 0,86; 0,52:

ԾՊ.3. Գնացքը շարժվում էր 15 մ/վ սկզբնական արագությամբ: Արգելափակման դեպքում շանդաղող շարժման արագացումը հաստատուն է ժամանակի ընթացքում, սակայն կարող է ընդունել տարբեր արժեքներ: Ընթանալիքում է, որ W արագացումը զատույան բաշխումով, $m_w=0.2$ մ/վ² մաթեմատիկական սպասումով և $\sigma_w=0.03$ մ/վ² միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն է: Որոշել միջին կանգառները արգելափակման հեռավորության մաթեմատիկական սպա-

առմը և միջին քառակուսային շեղումը ինչպես նաև արգելակման հեռավորության վերին սահմանը, որի զերազանցման հավանականությունը կազմում է 0,05:

Պատ.՝ 54(1) մ, 81 մ, 670 մ:

54.4. Թիրախին կրակելու ճշտության հաշվարկային գնահատման գնալքում ընդունվում է, որ գնդակի թռիչքի արագությունը հաստատուն է, հաշվի է առնվում փողի առանցքի պատահական շեղումը և գնդակի արագության պատահական տարբերությունը հաշվարկային արժեքից: Լնդունվում է, որ գնդակը դիպչում է ճիշտ թիրախի մեջտեղին, եթե փողի առանցքի ուղղության ճշգրիտ տրման գնալքում դուրս թռչելու արագությունը հավասար է 600 մ/վ հաշվարկային արժեքին: Փողի առանցքի φ և ψ շեղման անկյունները տրված ուղղությունից և դուրս թռչելու արագության Δv տարբերությունը հաշվարկային արժեքից ընդունվում են պատսյան բաշխումով, զրոյական մաթեմատիկական սպասումներով և համապատասխանաբար $\sigma_{\varphi} = 0,5 = 0,5 \cdot 10^{-3}$ ռադ և $\sigma_{\psi} = 75$ մ/վ միջին քառակուսային շեղումներով անկախ պատահական մեծությունների: Հեռավորությունը մինչև թիրախ հավասար է $l = 50$ մ: Որոշել թիրախի կենտրոնի նկատմամբ թիրախին դիպչելու կետերի հորիզոնական և ուղղաձիգ շեղումների համար 0,90 հավանականությունները համապատասխանող համաչափ միջակայքերը:

Պատ.՝ $(-65; +65)$ մմ, $(-69; +69)$ մմ:

54.5. Արկը ալձակված է ևրկրի մակերևույթի վրա եղած հրա-նոթից: Նետման φ անկյունը և v_0 սկզբնական արագությունը կարող են տարբերվել հաշվարկային արժեքներից: Նրանք ընդունվում են պատսյան բաշխումով, հաշվարկային $m_0 = 10^\circ$ և $m_{v_0} = 100$ մ/վ արժեքներին հավասար մաթեմատիկական սպասումներով, $\sigma_{\varphi} = 0,1^\circ$ և $\sigma_{v_0} = 10$ մ/վ միջին քառակուսային շեղումներով անկախ պատահական մեծությունների: Անտեսնելով օդի դիմադրության ուժը՝ որոշել ևրկրի վրա արկի հնարավոր անկման կետերի հեռավորությունների միջակայքը: Որը համապատասխանում է 0,90 հավանականությանը: Հեռավորության անի արատհայտության մեջ հաշվարկային արժեքներից պահպանել անկյան և արագության շեղումների նկատմամբ միայն առաջին կարգի գումարելիները:

Պատ.՝ (31,0; 37,4)կմ:

54.6. Վազոնը, որի զանգվածների կենտրոնը գտնվում է 1,5 մ անվամիջյան լալնությունից երկաթուղու պաստառի մակարդակից 2,3 մ բարձրության վրա, շարժվում է 800 մ կորություն շառավիղ ունեցող կորագիծ տեղամասով: Արագություն ռելսի բարձրացումը ներքինի մա-

կարգակից ընտրված է ալնպես, որպեսզի $V=20$ մ/վ արագությամբ վազոնի ղեկըում անիվների ճնշումը երկու ուղիների վրա լինի նույնը: Իրականում վազոնի արագությունը կարող է տարբեր լինել: Ընդունվում է. որ արագությունը հանդիսանում է զատական քաշխումով. $111,=15$ մ/վ մաթեմատիկական սպասումով և $3,=4$ մ/վ միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն: Որոշել արտաքին աներքին ուղիների վրա անվիների ճնշման ուժերի հարաբերությունը ալն արագության ղեկըում, որը համապատասխանում է $x=1,99$ հավանականության համար որոշվող միջակայքի վերին սահմանին:

Պատ.՝ 1,17:

ՃՁ.7. Ավտոմեքենան շարժվում է թևքով շունկոյով ճանապարհով 15 մ/վ արագությամբ: Լրգելիման ժամանակ շիման ուժը ժամանակի ընթացքում հաստատուն է, սակայն կարող է ընդունել տարբեր արժեքներ: Ընդունվում է. որ արգելակման ժամանակ շրփման տեսակարար ուժը հանդիսանում է զատական քաշխումով պատահական մեծություն. նրա մաթեմատիկական սպասումը հավասար է 3000 Ն 1 ա զանգվածի համար. իսկ միջին քառակուսային շեղումը 1 ա զանգվածի համար կազմում է 700 Ն: Որոշել այն բանի հավանականության արժեքները, որ արգելակման ճանապարհը մինչև կանգ առնելը կգերազանցի 40 մ-ը, 80 մ-ը

Պատ.՝ 0,45; 0,2:

ՃՁ.8. Մ զանգվածով ոռոտորը, որն իրենից ներկայացնում է R շառավղով և l երկարությամբ համասեռ զլան, հազցված է ծովածք և շեղում ունեցող լիսեռի վրա. ալնպես որ նրա համալայնություն առանցքը լիսեռի առանցքից շեղված է γ պատահական փոքր անկյունով: Իսկ առանցքակալների միջև եղած տարածության մեջտեղում գտնվող նրա կենտրոնը լիսեռի առանցքի նկատմամբ շեղված է h պատահական մեծությամբ: Առանցքակալների միջև եղած հեռավորությունը հավասար է 2L-ի: Ընթացքով է, որ γ ն և h-ը իրենցից ներկայացնում են անկախ պատահական մեծություններ, γ անկյունը ունի զրո մաթեմատիկական սպասում, h հեռավորությունը՝ m_h մաթեմատիկական սպասում, իսկ միջին քառակուսային շեղումները համապատասխանաբար հավասար են σ_γ և σ_h: Ռոտորի պատման անկյունային արագությունը ուղղաձիգ առանցքի շուրջ ընդունվում է m_ω մաթեմատիկական սպասումով և σ_ω միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն: Որոշել առանցքակալների R₁ և R₂ հակազդումների σ_{R1} և σ_{R2} միջին քառակուսային շեղումները:

$$\text{Պատ.՝ } \sigma_{R1}^2 = \sigma_{R2}^2 \approx \frac{1}{2} M^2 m_{\omega}^2 \left\{ m_{\omega}^2 + \frac{1}{8} \cdot \frac{(R^2 - l^2)^2}{L^2} \sigma_{\gamma}^2 \right\} + 4 m_{\omega}^2 \sigma_{\omega}^2$$

59.9. 1 մ երկարությունը թելից կախված 1 կգ զանգված ունեցող բեռի վրա, որը ժամանակի սկզբնական պահին կախման կետի հետ միասին միևնույն ուղղածիցի վրա դրնվում է հանցատի գիճակում, կարճատևորեն ազդում է ալդ ազդման ժամանակահատվածում մեծությունը հաստատուն F հորիզոնական ուժը: Ե ուժը և նրա ազդեցության τ ժամանակահատվածը հանդիսանում են զատույան բաշխումով համապատասխանաբար $m_1 = 3(0.0)$ և $m_2 = 0.1$ վ մաթեմատիկական սպասումներով ու $\tau_1 = 5$ և $\tau_2 = 0.1$ վ միջին քառակուսային շեղումներով անկախ պատահական մեծություններ: Որոշել ալն քանի հազանականությունը արժեքների, որ թելի վրա բեռի ազատ տատանումների լայնույթը հարվածի ազդարարի հետո կզերազանցի 60° -ը և 90° -ը:

Պատ.՝ 0.46; 0.04:

59.10. Բեռը H բարձրությունից ընկնում է առաջական զուգանակի վրա, որի զանգվածը բեռի զանգվածի համեմատությամբ կարելի է անսահել: Զսպանակի ստատիկական ճկվածքը բեռի ազդեցության տակ հավասար է 2 մմ-ի: H բարձրությունը ընդունվում է զատույան բաշխումով, 1 մ-ի հավասար մաթեմատիկական սպասումով և 0.3 մ-ի համասար միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն: Որոշել հարվածի զեպքում արագացման առագելագույն արժեքի հնարավոր փոփոխությունների միջակայքի գերին սահմանը՝ ալդ միջակայքում զանգված 0.95 ի հավասար հազանականությունը համար:

Պատ.՝ 380 մ/վ:

59.11. Մաթեմատիկական ճոճանակի L երկարությունը հալտնի է ոչ ճշգրտորեն, ենթադրվում է, որ L -ը իրենից ներկայացնում է զատույան բաշխումով, $m_1 = 1.25$ մ հալտնի մաթեմատիկական սպասումով և σ_1 անհայտ միջին քառակուսային շեղումով պատահական մեծություն: Որոշել σ_1 -ի ալն թույլատրելի արժեքը, որի զեպքում ազատ փոքր տատանումների պարբերության արժեքները տարբերվում են 0.99 հազանականությամբ ոչ սվելի, քան 0.1%-ով:

Պատ.՝ 0.19 մմ:

59.12. Ֆիզիկական ճոճանակն իրենից ներկայացնում է հորիզոնական առանցքի շուրջը պտտվող m զանգվածով մարմին, նրա իներցիայի մոմենտը և զանգվածների կենտրոնի L տեղաշարժը առանցքի նկատմամբ ընդունվում են տրված: L երկարությունը համեմատական գիճակության ուժերը ալնպիսին են, որ ճոճանակի ազատ տատանումների զեպքում նախորդ լայնույթի հարաբերությունը հաջորդին հավասար է Q -ի ճոճանակի կախման կետը կատարում է հորիզոնական պատահական տատանումներ, կախման կետի W արագացումը

կարելի է ընդունել B^1 հաստատուն ինտենսիվությամբ պարզ ազմուկի մրուշել ճոճանակի շեղման անկյան կաշանացած միջին քառակուսային արժեքը ստիպողական տատանումների զեպքում, ինչպես նաև ալն մակարդակից դուրս անկյան նեոումների n միջին թիվը, որը 2 անգամ զերադանցում է T մամանակամիջոցում միջին քառակուսային արժեքին,

$$\text{Պատ.՝ } \sigma_z^2 = \frac{B^2}{4q} \sqrt{\frac{\ln L(q^2 + \tau^2)}{Lq^3}}, \quad n = \frac{\gamma}{2\pi} \sqrt{\frac{mg}{J}} \cdot e^{-2},$$

55.13. Ֆիդիկական ճոճանակի կախման կետը կատարում է հորիզոնական պատահական տատանումներ, ճոճանակի ազատ տատանումների հաճախությունը հավասար է $k = 15$ ուղղվ, իսկ հաշորդ լայնությունի հարաբերությունը նախորդին ազատ տատանումների զեպքում հավասար է $m = 1.2$, կախման կետի արագությունը տատանումների զեպքում կարելի է ընդունել $D^2 = 100$ մ²/վ ինտենսիվությամբ պարզ ազմուկի մրուշել ճոճանակի շեղման անկյան միջին քառակուսային արժեքը:

Պատ.՝ 23 :

55.14. Կործիքը տեղակայված է ուղղածից պատահական տատանումներ կատարող շարժական հիմքի վրա գտնվող առաձգական զծածե մեղմիչների վրա: Հիմքի նկատմամբ գործիքի տատանումների մամանակ զիմադրությունն ուժերը ալնպիսին են, որ ազատ տատանումների աշխատակարգում նախորդ լայնությունի հարաբերությունը հաշորդին հավասար է 1.3-ի: Հիմքի տատանումների մամանակ ուղղածից արագացումը կարելի է ընդունել $B^2 = 100$ ինտենսիվությամբ պարզ ազմուկի մրուշել, թե ինչպիսին պետք է լինեն մեղմիչների վրա գործիքի ազատ տատանումների հաճախությունը և ծանրությունն ուժի ազդեցության տակ սատտիկական ճկվածքը, որպեսզի գործիքի ստիպողական տատանումների զեպքում W քաջարձակ արագացման միջին քառակուսային արժեքը հավասար լինի $\sigma_n = 5$ մ/վ²:

Պատ.՝ $\sigma_n = 3$ ուղղվ, $\Delta = 1$ սմ:

55.15. Գծավոր արագացալափիչը, որի հիմնական էլեմենտը զծածե զսպանակով կմախքի հետ կապված և մամուցիկ հեղուկում գտնվող իններցիոն զանգվածն է, ունի ուղղունասային քարձրակնետով լայնություն-հաճախային բնութագրիչ, ընդ որում քարձրակնետին համապատասխանող հաճախությունը հավասար է $\omega_0 = 100$ ուղղվ, իսկ ուղղունասային քարձրակնետի հարաբերական քարձրությունը ($\omega = 0$ զեպքում լայնություն-հաճախային բնութագրիչի արժեքի համեմատությամբ) հավասար է 1.4-ի: Արագացալափիչի սարքաստուգման ժա-

մանակ ստացված է, որ եթե նրա շափիչ առանցքը ղնենք աղղածիդ-
իակ հետո արագացաչափիչը շրջենք 180°-ով, ապա իններցիոն զանգ-
վածի տեղափոխությունը համեմատական նրա ելքի ազդանշանը
կփոխվի 5B-ով: Լերադացաչափիչը տեղակայված է մի առանցքով
պատահական տատանումներ կատարող շարժական հիմքի վրա, ալդ
նույն առանցքով էլ ողղված է արագացաչափիչի շափող առանցքի:
Ընթացրվում է, որ հիմքի տատանումների պատահական արագացումը
կարելի է ընդունել պարզ աղմուկ: Երոշել ուղ պարզ աղմուկի լնտեն-
սիվությունը, եթե արագացաչափիչի ելքի ազդանշանի փոփոխական
բաղադրիչի քառակուսու միջինացրած արժեքը կազմում է 100%:

Պատ.՝ $B' = 53 \text{ մ}^2/\text{վ}^4$:

Ճ.16. Մի առանցքով հորիզոնական պատահական տատանում-
ներ կատարող նույն հիմքի վրա հորիզոնական տեղակայված են միա-
տեսակ սատտիկական բնութագրիչներ, սակայն տարբեր ղխամիկա-
կան հասկություններ, ունեցող երեւ, ղծափոր արագացաչափիչներ:
Նրանցից առաջինը ունի ω_0 սեփական հաճախություն և ղեզոնանսա-
լին բարձրակետի 1.2-ի հափասար հարաբերական բարձրություն, ելի-
րորդը՝ նույն սեփական հաճախությունը, բայց ղեզոնանսալին բարձ-
րակետի 1.6-ի հափասար հարաբերական բարձրություն, երրորդը՝ $2\omega_0$
սեփական հաճախություն, իսկ ղեզոնանսալին բարձրակետի հարաբե-
րական բարձրությունը այնպես, ինչպես առաջին արագացաչափիչի:
Ընթացրելով, որ հիմքի տատանումների ժամանակ պատահական
արագացումը կարելի է ընդունել պարզ աղմուկ՝ որոշել, թե որքանով
են ասրբերվում ալդ արագացաչափիչների ելքային ազդանշանների
 σ_1 , σ_2 և σ_3 միջին քառակուսային արժեքները:

Պատ.՝ $\sigma_1^2 : \sigma_2^2 : \sigma_3^2 = 1 : 1.33 : 8$:

Միավորների սխաղագային համակարգը (սի)

Մեծություն անվանումը	Չափանիւթ - թյունը	Միավորի անվանումը	Հայերեն նշանակումը

Հիմնական միավորներ

Երկարություն	1.	Մետր	մ
Պակաս	M	Կիլոգրամ	կգ
Ժամանակ	T	Վայրկյան	վ

Լրացուցիչ միավորներ

Հարթ անկյուն		Ռադիան	ռադ
Մարմնային անկյուն		Ստերադիան	ստ

Անհատական միավորներ

Մակերես	L ²	Քառակուսի մետր	մ ²
Մակար	L ³	Քուբական մետր	մ ³
Մարտություն	L.T ⁻¹	Մետր վայրկյանում	մ վ
Մարտություն	L.T ⁻²	Մետր քառակուսի վայրկյանին	մ վ ²
Անկյունային արագություն	T ⁻¹	Ռադիան վայրկյանում	ռադ վ
Անկյունային արագություն	T ⁻²	Ռադիան քառակուսի վայրկյանին	ռադ վ ²
Խտություն	ML ⁻³	Կիլոգրամ խորանարդ մետրում	կգ մ ³
Պ.ժ.	ML.T ⁻²	Նյութական	Ն(կգ.Ն.վ ²)
Տեղում	ML ⁻¹ T ⁻²	Պակաս	Պակ(Ն.մ ²)
Պ.ժ. իմպուլս	ML.T ⁻¹	Նյութական-վայրկյան	Ն վ
Շարժման քանակ	ML.T ⁻¹	Կիլոգրամ-մետր վայրկյանում	կգ մ.վ
Պ.ժ. մոմենտ	ML.T ⁻²	Նյութական-մետր	Ն մ
Քննարկային մոմենտ	ML ²	Կիլոգրամ-մետր քառակուսում	կգ մ ²
Կինետիկ մոմենտ	ML.T ⁻¹	Կիլոգրամ-մետր քառակուսին վայրկյանում	կգ մ ² .վ
Պ.ժ.առանց, լինարդի	ML.T ⁻²	Ջուլ	Ջ(Ն.մ)
Հզորություն	ML.T ⁻³	Վատտ	Վտ(Ջ.վ)
Ցատանումների հաճախություն	T ⁻¹	Հերց	Հց

Մանրություն. Քննարկում են միայն երկրաչափական, էլեկտրական, և ատոմական և գիծամիական մեծությունների միավորները:

ՑԱՆԿ

Որոշումներով որոշող իրատարակության առաջարկից	.	.	3
Երևանի ինդերթի հրատարակության առաջարկից	.	.	6

ԱՌՈՋՈՆ ԲԱԺԻ

ՊԻՆԴ ՄԱՐՄՆԻ ՍՑԱՏԻՎԱ

Պլուխ I: Հարթ ուժամասկարգ

§ 1. ԻՆԿ ուղղով ազդող ուժեր	.	.	.	7
§ 2. Ուժեր, որոնց ազդման գծերը հասկում են մեկ կետում	.	.	.	8
§ 3. Զուգահեռ ուժեր	.	.	.	24
§ 4. Կամայական հարթ ուժամասկարգ	.	.	.	36
§ 5. Եփման ուժեր	.	.	.	62

Պլուխ II: Ցարանակում ուժամասկարգ

§ 6. Ուժեր, որոնց ազդման գծերը հասկում են մեկ կետում	.	76
§ 7. Ուժամասկարգի բերումը պարզագույն տեսքի	.	82
§ 8. Կամայական ուժամասկարգի հավասարակշռությունը	.	87
§ 9. Մանրության կենտրոն	.	104

ԵՐԿՐՈՐԴ ԲԱԺԻ

ԿԻՆԵՄԱՏՈՒՄ

Պլուխ III: Կետի կիմնառիկա

§ 10. Կետի հետագիծը և շարժման հավասարումները	.	111
§ 11. Կետի արագությունը	.	118
§ 12. Կետի արագացումը	.	122

Պլուխ IV: Պինդ մարմնի պարզագույն շարժումները

§ 13. Պինդ մարմնի պտույտն առանցքի շուրջը	.	133
§ 14. Պինդ մարմնի պարզագույն շարժումների ձևափոխումը	.	137

Պլուխ V: Պինդ մարմնի ճարտ շարժումը

§ 15. Հարթ պատկերի շարժման հավասարումները	.	144

§ 16. Պինգ մարմնի կետերի արագությունները հարթ շարժման դեպքում: Արագությունների ակնթարթային կենտրոն	147
§ 17. Անշարժ և շարժական քննարդիզներ	160
§ 18. Պինգ մարմնի կետերի արագացումները հարթ շարժման դեպքում: Արագացումների ակնթարթային կենտրոն	163

Փյուն VI: Անշարժ կետ ունեցող պինգ մարմնի շարժումը: Ջաքանակամ կողմնորոշում

§ 19. Մեկ անշարժ կետ ունեցող պինգ մարմնի շարժումը	174
§ 20. Տարածական կողմնորոշում: էյլերի կիսնմուտիկական բանաձևերը և նրանց ձևափոխությունը. քառօրյակներ	179

Փյուն VII: Կետի քարդ շարժումը

§ 21. Կետի շարժումների հավասարումները	188
§ 22. Կետի արագությունների գումարումը	194
§ 23. Կետի արագացումների գումարումը	202

Փյուն VIII: Պինգ մարմնի քարդ շարժումը

§ 24. Մարմնի շարժումների գումարումը	221
ա) Մարմնի հարթ շարժումների գումարումը	221
բ) Մարմնի տարածական շարժումների գումարումը	226
§ 25. Խառը խեղդիները կետի և պինգ մարմնի բարդ շարժման վերաբերյալ	239

ԵՐԲԱՐԴ ԻԱԽԻՆ

ՊԻՆԿԱՄԻՆԿԱ

Փյուն IX: Նյութական կետի դիմաձևիկա

§ 26. Ուժերի որոշումը արված շարժումով	246
§ 27. Շարժման գիծերնեղիալ հավասարումները	254
ա) Ուղղանկյ շարժում	264
բ) Կարագիծ շարժում	262
§ 28. Նյութական կետի շարժման քանակի փոփոխության թեորեմը: Նյութական կետի շարժման քանակի մոմենտի փոփոխման թեորեմը	2
§ 29. Աշխատանք և Հզորություն	275
§ 30. Նյութական կետի կինետիկ էներգիայի փոփոխության թեորեմը	278
§ 31. Խառը խեղդիները	286
§ 32. Տատանողական շարժում	296
ա) Ազատ տատանումներ	296
բ) Պիմադրության ազդեցության տատանումների վրա	311
գ) Ուղիղաձևական տատանումներ	316
դ) Պիմազգրության ազդեցության տատանումների վրա	323
§ 33. Հարաբերական շարժում	326

Փյուն X: Նյութական ուռուցիկադի դիմաձևիկա

§ 34. Զանգվածների էրեքաշափություն. Նյութական համակարգի զանգվածների կենտրոն, պինգ մարմինների իներցիայի մոմենտներ	331

§ 35. Նյութական համակարգի գանգամների կենտրոնի շարժման թևորհմը	340
§ 36. Նյութական համակարգի շարժման քանակների գլխավոր վեկտորի փոփոխման թևորհմը: Կիրառումը հոն միջավայրերի նկատմամբ	347
§ 37. Նյութական համակարգի շարժման քանակների գլխավոր մոմենտի փոփոխման թևորհմը: Անշարժ առանցքի շուրջ պինդ մարմնի պտտման դինամիկայի հավասարումը	351
§ 38. Նյութական համակարգի կինեմատիկ շեղումների փոփոխության թևորհմը	371
§ 39. Պինդ մարմնի լարթադուղային հոսանքի (շարժ) շարժումը	399
§ 40. Հոսանքների մոտավոր առաջադասությունը	394
§ 41. Կինեմատոստատիկայի մեթոդը	399
§ 42. Պատվոգ պինդ մարմնի ճեղքումը պտտման առանցքի վրա	405
§ 43. Խառը խեղդերը	412
§ 44. Հարված	417
§ 45. Փոփոխական գանգամով (փոփոխական կազմի) կենտի և համակարգի գինամիկան	424

Պրոլոգ XI: Վերլուծական մեխանիկա

§ 46. Հնարավոր տեղափոխությունների սկզբունքները	435
§ 47. Դինամիկայի ընդհանուր հավասարումը	446
§ 48. Լազրանի Զ-րդ սկզբի հավասարումները	452
§ 49. Շարժման ինտեգրալները, Ռաուլի ձևափոխությունը, Համիլտոնի կանոնական հավասարումները, Համիլ Համիլտոնի Ցալոսթի հավասարումները, Օստրոգրադսկու սկզբունքները	476
§ 50. Պարբերական համակարգեր: Ոչ հոյանոմ կապեր	485

Պրոլոգ XII: Ցիկլոդրոմական թուիչի գիմամիկան

§ 51. Կնպլերյան շարժում (շարժում կենտրոնական ուժի ազդեցության տակ)	496
§ 52. Տարբեր խեղդերը	506

Պրոլոգ XIII: Համակարգի հավասարակշռության կայունությունը, տատանումների տեսությունը, շարժման կայունությունը

§ 53. Համակարգի հավասարակշռության պայմանների որոշումը: Հավասարակշռության կայունությունը	511
§ 54. Ազատության մեկ առախնանով համակարգերի փոքր տատանումները	527
§ 55. Ազատության մի քանի առախնանով համակարգերի փոքր տատանումները	536
§ 56. Շարժման կայունությունը	557
§ 57. Ոչ պոնյի տատանումները	564

Պրոլոգ XIV: Ցետուկան մեխանիկայի հավանականության խնդիրները

§ 58. Ստատիկայի հավանականության խնդիրները	571
§ 59. Կինեմատիկայի և գինամիկայի հավանականության խնդիրները	574

Մեշկերսկի Ի. Վ.

ՏԵՍԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

Ուսումնական ձեռնարկ տեխնիկական բուհերի ուսանողների համար

Քարգմանիչ՝ Մ. Գ. Մելիքյան
Մասն. խմբագիր՝ Գ. Հ. Բաքարյան
Խմբագիր՝ Ս. Ա. Գրիգորյան
Տեխ. խմբագիր՝ Ա. Դ. Խաչատրյան
Գեղ. խմբագիր՝ Ս. Վ. Պաղսյան
Վերատպագրող սրբագրիչ՝ Ա. Վ. Պաղսյան

ИБ № 2747

Հանձնված է շարվածքի 10.01.89 թ. Ստուգարված է տպագրության 01.10.90,
Զափսք՝ 60×90 1/16, Քուղթ՝ տպ. № 2, Տառատեսակը՝ «Գրքի սովորական», Տպ
գրությունը՝ բարձր Պայմ. տպ. 36,5 մամ., տպ. 26,5 գ. թ., Հրատ, 32,85 մա
Տպաքանակը՝ 3000, Պատվեր՝ 205, Գինը՝ 2 ռ. 70կոպ.

«Լույս» հրատարակչություն, Երևան—9, Կիրովի 19 ա:

Издательство «Лугас», Ереван-9, ул. Кирова 19а.

Հայաստանի Հանրապետության հրատարակչությունների, պոլիգրաֆիայի և գրքի առևտ
ղործների պետական կոմիտեի № 1 տպարան, Երևան—10, Ալավերդյան ՃՏ: