

Ерицяян Ф.П.

Учебное пособие

**Тексты по специальности
для студентов физического и
радиофизического факультетов**

Издательство “Асогик”
Ереван 2005

та, выражение возможности-невозможности действия и др., причем последовательность изучения отобранных логико-смысловых категорий продиктована принципом частотности, а отбор лексико-грамматических конструкций – языковым материалом учебного текста.

Каждый урок включает:

- 1) неадаптированный текст для чтения, наблюдения и изучения активизируемых лексико-грамматических конструкций;
- 2) лексико-грамматические упражнения, предназначенные для активизации и закрепления отобранных лексико-грамматических конструкций;
- 3) дополнительный текст, восполняющий первый и предназначенный для извлечения новой информации по изучаемой теме и тренировки в свободном употреблении активизируемого лексико-грамматического материала в монологическом высказывании;
- 4) завершающий научно-популярный текст, содержащий сведения из жизни ученого, имеющего непосредственное отношение к данной теме. (Этот же материал может быть использован и для внеаудиторного чтения).

Материал пособия дает возможность учащимся овладеть элементами научного и общественно-публицистического стиля речи.

Система заданий включает 3 типа упражнений:

- 1) лексические (вычленение терминов и терминированных словосочетаний, их перевод на армянский язык, выделение ключевых словосочетаний, служащих опорой при пересказе текста, подбор синонимов, антонимов, работа с паронимами, омонимами и многозначными словами, а также существительными, формы числа которых не совпадают по объему лексических значений и характеризуются семантической разобщенностью);
- 2) грамматические, охватывающие способы выражения изучаемой синтаксической категории на основе активизируемых конструкций;
- 3) речевые (свертывание и развертывание информации, вычленение основной и дополнительной информации, ответы на вопросы).

Материалы, помещенные в пособия, должны облегчить работу студентов по усвоению содержания учебников по физике и помочь им овладеть своей специальностью на русском языке.

Раздел «Механика»

Урок 1

Выражение квалификации лица, предмета и явления

Конструкции:

- что – это что
- что является чем
- что называется чем
- что считается чем
- что представляет собой что
- что служит чем
- что можно принять за что

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими квалификацию лица, предмета и явления.

Общие понятия о механике

Механика изучает законы движения различных тел. Под механическим движением понимается изменение положения изучаемого тела во времени относительно некоторого тела или системы тел, условно принимаемых за неподвижные. Такую систему тел вместе с часами называют системой отсчёта. Выбор системы отсчёта зависит от целей исследования. Часами же может служить любой периодический процесс: колебания маятника, вращение Земли, электромагнитные колебания, пульс и т.д.

О механическом движении тела можно говорить только после того, как указана система отсчета, относительно которой оно рассматривается. Выбор системы отсчёта определяется соображениями удобства. Наблюдателю, неподвижному относительно Земли, удобно принять за систему отсчёта Землю, а наблюдателю, сидящему в самолете, – самолет. В задачах динамики преимущественную роль играют инерциальные системы отсчёта, по отношению к которым дифференциальные уравнения движения имеют обычно более простой вид.

Для строгого математического описания движения с системой отсчёта связывают систему координат, например, Декартову. Нужно понимать, что систему образуют реальные тела, а система координат является математической абстракцией.

Простейшее тело в механике – материальная точка. Так называют тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. Математически это выражается в том, что для задания положения материальной точки достаточно одного радиус-вектора, конец которого совпадает с данной точкой. При этом мы отвлекаемся от внутренней структуры тела, принимаемого за материальную точку, т.е. не рассматриваем дви-

жение частей этого тела друг относительно друга. Одно и то же тело в одних условиях можно рассматривать как материальную точку, а в других – нельзя.

Всякое тело, размерами которого нельзя пренебречь, рассматривается в механике как совокупность материальных точек. Для такого рассмотрения необходимо мысленно разбить тело на множество маленьких кусочков, каждый из которых можно принять за материальную точку. Именно такой «кусочек» подразумевают, когда говорят о точке тела.

Важную роль в механике играет понятие абсолютно твёрдого тела. Абсолютно твёрдым называют тело, не меняющее своей формы при любых воздействиях (расстояния между молекулами и атомами в абсолютно твердых телах остаются постоянными).

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Механика, динамика, механическое движение, система отсчёта, инерциальная система отсчёта, система координат, периодический процесс, электромагнитные колебания, материальная точка, радиус-вектор, абсолютно твердое тело.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: механическое движение – равномерное движение, криволинейное движение; движение транспорта.

Инерциальная система отсчёта, периодический процесс, материальная точка, абсолютно твердое тело, электромагнитные колебания.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Периодический, концепция, переменный, мыслить, закон, реальный, динамика, структура, истинный, постоянный, абстракция.

Слова для справок: теория, действительный, константный, строение, думать, обязательное правило, отвлеченность, непостоянный, повторяющийся, движение, подлинный.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Удобный, любой, главный, прямолинейный, твердое тело, приобрести, покой, дорогой.

Слова для справок: дискомфортный, дешевый, потерять, конкретный, криволинейный, жидкое тело, движение, второстепенный.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Материальный – материалистический (точка, философия, понимание, мировоззрение, положение, мир);

Реальный – реалистичный – реалистический (тело, действительность, сила, план, задача, политика, взгляд, писатель, стиль, направление, заработная плата, отношение к делу);

световой – светлый (луч, лампочка, комната, день, стекло, платье, явление, волны, год, краски, будущее, ум);

разный – различный (тела, системы, взгляды, люди, комнаты, цвета, мнения, дела);

исследование – обследование (цели, по русской истории, законов природы, больного, деятельности);

земной – земляной – земельный (шар, червь, поклон, участок, работы, система отсчета, атмосфера, кодекс, реформа).

7. Скажите, соответствует ли значение множественного числа выделенных существительных значению единственного. Переведите их на армянский язык.

1. *Выбор* системы отсчёта зависит от целей исследования. *Часами* же может служить любой периодический процесс: колебания маятника, вращение Земли, электромагнитные колебания, пульс и т.д. – *Выборы* президента в сентябре. Я вернусь через *час*.

2. В задачах динамики преимущественную роль играют инерциальные системы отсчёта, по отношению к которым дифференциальные уравнения движения имеют обычно более простой *вид*. – Он человек бывалый, видал *виды* на своем веку.

3. В своих научных *трудах* Рене Декарт изложил метод прямолинейных координат, заложив *основы* аналитической геометрии. – *Труд* – дело чести, славы, доблести и геройства. *Основой* капиталистического строя является частная собственность на средства производства.

4. «Для каждого *ума* предначертаны пределы, переступить которые он не может». – Лучшие *умы* человечества работают на благо развития науки и искусства.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя глаголы *являться, называться, служить* и сочетание *представлять собой*.

1. Механическое движение – это изменение положения изучаемого тела во времени относительно выбранной системы отсчёта. 2. Система

координат – это математическая абстракция. 3. Простейшее тело в механике – это материальная точка. 4. Материальная точка – это тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. 5. Абсолютно твердое тело – это тело, не меняющее своей формы при любых воздействиях.

9. Выразите значение квалификации лица, предмета или явления, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме и употребляя, где нужно, предлоги..

1. Изменение положения изучаемого тела во времени относительно выбранной системы отсчёта называется (механическое движение). 2. Простейшее тело в механике можно принять (материальная точка). 3. Тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи, называется (материальная точка). 4. Система координат представляет собой (математическая абстракция). 5. Тело, не меняющее своей формы при любых воздействиях, называется (абсолютно твердое тело). 6. Рене Декарт является (великий французский философ, математик, физик и физиолог).

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения конструкциями, выражающими квалификацию предмета или явления.

1. Под механическим движением понимается ... 2. Часами в такой системе отсчёта могут служить 3. Систему отсчёта образуют , а система координат является 4. Простейшим телом в механике считается 5. Математическая точка – это тело, 6. Одно и то же тело в одних условиях можно принять за 7. Кинематика – это наука,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какое движение называется механическим?
2. Чем определяется выбор системы отсчёта?
3. Что представляет собой система отсчёта?
4. Что принимается в механике за материальную точку?
5. Какое тело считается абсолютно твердым?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Кинематическое описание движения. Материальная точка

Кинематика занимается описанием движения, отвлекаясь от его причин. Для описания движения можно выбрать различные системы отсчёта. В различных системах отсчёта движение одного и того же тела выглядит по-разному. В кинематике при выборе системы отсчёта руководствуются лишь соображениями целесообразности, определяющимися конкретными

условиями. Так, при рассмотрении движения тел на Земле естественно связать систему отсчёта с Землёй. При рассмотрении движения самой Земли систему отсчёта удобнее связывать с Солнцем и т.п. Никаких принципиальных преимуществ одной системы отсчёта по сравнению с другой в кинематике указать нельзя. Все системы отсчёта кинематически эквивалентны. Только в динамике, изучающей движение, в связи с силами, действующими на движущиеся тела, выявляются принципиальные преимущества определённой системы отсчёта или, точнее, определённого класса систем отсчёта.

Простейшим объектом, движение которого изучает классическая механика, является материальная точка. Материальной точкой называется макроскопическое тело, размеры которого настолько малы, что в рассматриваемом движении их можно не принимать во внимание и считать, что всё вещество тела как бы сосредоточено в одной геометрической точке. Материальных точек в природе не существует. Материальная точка есть абстракция, идеализированный образ реально существующих тел. Можно или нельзя то или иное тело при изучении какого-либо движения принять за материальную точку – это зависит не столько от тела, сколько от характера движения, а также от содержания вопросов, на которые мы хотим получить ответ. Абсолютные размеры тела при этом не играют роли. Важны относительные размеры, т.е. отношения размеров тела к некоторым расстояниям, характерным для рассматриваемого движения. Например, Землю при рассмотрении её орбитального движения вокруг Солнца с громадной точностью можно принять за материальную точку. Характерной длиной здесь является радиус земной орбиты $R \approx 1.5 \cdot 10^8$ км. Он очень велик по сравнению с радиусом земного шара $r \approx 6.4 \cdot 10^3$ км. Благодаря этому при орбитальном движении все точки Земли движутся практически одинаково. Поэтому достаточно рассмотреть движение только одной точки, например, центра Земли. Но эта идеализация не годится при рассмотрении вращения Земли вокруг собственной оси.

В определение материальной точки мы включили условие, что она должна быть макроскопическим телом. Это сделано для того, чтобы к её движению можно было применить классическую механику. Однако в ряде случаев и движение микрочастиц может рассматриваться на основе классической механики. Сюда относятся, например, движения электронов, протонов или ионов в ускорителях и электронно-ионных приборах. В этих случаях микрочастицы можно рассматривать как материальные точки.

(И.В.Савельев. «Механика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Декарту было одно великое призвание – начать науку и дать ей начало.

А. И. Герцен.

Декарт Рене (1596 – 1650)

Через тринадцать лет после смерти Декарта его сочинения были внесены Ватиканом в папский «Индекс запрещенных книг»: мертвый, зары-

тый в землю в далеком Шведском королевстве, он становился опаснее день ото дня.

Он и сейчас в борьбе, этот маленький, злой, большоголовый человек – Рене Декарт, философ, физик, математик, анатом – национальная гордость Франции.

Его мать умерла от чахотки через несколько дней после его рождения. Как и младенцу Ньютону, ему предсказывали раннюю смерть, но он не умер. Тогда поспешили избавиться от него, отдав на воспитание иезуитам. Парадоксально, но именно иезуиты, его будущие заклятые враги, стали его учителями. Строгими, справедливыми, умными, даже чуткими. Они разрешали хилому, болезненному мальчику вставать позднее других учеников.

Он усвоил эту привычку на всю жизнь и считал утренние часы в постели самыми плодотворными для размышлений. Рене не любил учиться, и в 17 лет его увлекали лишь верховая езда и фехтование. Вскоре с камердинером и лакеями он приехал в Париж.

Кутежи, пьянки, карты... Перед нами портрет пустого, рассеянного дворянчика, заподозрить в котором одного из прозорливейших людей в истории человечества категорически невозможно.

И вдруг он тайком от родственников и собутыльников снимает тихий домик в Сен-Жерменском предместье Парижа, запирается в нём и начинает изучать математику. Он словно приговаривает себя к двум годам каторжных математических трудов.

Он уже отмечен неожиданным и гениальным прозрением. «10 ноября 1619 года, – пишет он в своём дневнике, – я начал понимать основы чудесного открытия». Речь идет об основах аналитической геометрии – нового, рожденного им раздела математики.

А человек был неприятный, капризный, завистливый. Не терпел, когда хвалили других. О Галилее писал: «...люди, знающие меня, скорее допустят, что он заимствовал от меня, чем обратное». Недолгоблизил Торричелли, Паскаля, писал оскорбительные письма Ферма. Если упоминал работы других учёных, никогда на них не ссылаясь. Кажется, одного Гарвея признавал. Наслаждался, когда его называли «единственным Архимедом нашего века», «Атласом вселенной», «могущественным Геркулесом». И все-таки часто тайно мучился сомнениями в своих силах, в своем призвании.

После долгих скитаний он ненадолго останавливается в Париже, а затем отправляется в Голландию, где живет двадцать лет. Здесь, в Голландии, и создает он свои знаменитые книги: «Рассуждение о методе», «Метафизические размышления о первой философии», «Начала философии» – книги, на многие годы определившие пути развития науки, вырывающейся из средневековой тьмы. Сюда приходят к нему и тревожные вести о том, как встречают его работы на родине. Иезуитов он боится, пугается каждого их осуждения, радуется редким, небрежным похвалам. Помнит о судьбе Галилея и боится.

Перед смертью очнулся, сказал тихо сам себе: «Пора в путь, душа моя...». Это было 11 февраля 1650 года. Рене Декарт не дожил до 54 лет.

(Я.И.Голованов. «Этюды об учёных».)

Вот некоторые высказывания Декарта:

«Я мыслю, следовательно, я существую».

«Для каждого ума предначертаны пределы, переступить которые он не может. Те, кто из-за недостатка способностей не может пользоваться принципами для совершения открытий, по крайней мере, смогут познать истинную цену науки, а этого достаточно для приобретения истинных суждений о ценности вещей».

«Каждый народ тем более гражданствен и образован, чем лучше в нём философствуют; поэтому нет для государства большего блага, как иметь истинных философов».

(Из записей Г. Лейбница.)

Урок 2

Выражение условия, взаимозависимости, обусловленности, связи явлений

Конструкции:	а) • что зависит от чего • что приводит к чему • что связано с чем • что подвержено чему • что испытывает на себе воздействие чего	б) • при + предл. п. • в случае + родит. п. • без + родит. п.
		в) • если • если ... , то

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими условие, взаимозависимость, обусловленность, связь явлений.

Законы Ньютона

Законы Ньютона – это основные законы динамики, которая занимается изучением движения тел в связи с действующими на них силами. Сила, действующая на тело, является мерой взаимодействия его с окружающими материальными объектами. Эти законы являются обобщением опытных фактов, и их нужно рассматривать как систему взаимосвязанных законов.

Опыты и наблюдения за движениями тел показывают, что причиной изменения их скоростей является тот факт, что одно тело испытывает на себе воздействие другого тела. Без такого воздействия движение тела не может измениться, т.е. не может появиться ускорение, которое зависит от величины действующей на него силы. Количество действия одного тела на другое выражается величиной, называемой силой.

Действие одного тела на другое не одностороннее, это связано с тем, что тела взаимодействуют друг с другом. Ускорение тела при взаимодействии зависит от особого свойства тела – его инертности, выражаемого величиной, называемой массой. Инертность – это свойство, присущее всем телам. Всякое тело оказывает сопротивление при попытках привести его в движение или изменить величину или направление его скорости. У разных тел оно проявляется в разной степени. Так, сообщить одно и то же ускорение большому камню значительно труднее, чем маленькому мячику.

Эти опытные факты привели к открытию Ньютоном трёх законов движения (динамики) в конце XVII века.

В качестве первого закона движения Ньютон принял закон инерции. Согласно этому закону, тело (материальная точка), не подверженное внешним воздействиям, либо находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно. Такое тело называется свободным, а его движение – свободным движением, или движением по инерции.

Свободных тел, строго говоря, не существует. Однако можно поставить тело в такие условия, когда внешние воздействия на него по возможности устранены или практически компенсируют друг друга. Закон инерции с особой остротой ставит вопрос о выборе системы отсчёта. Одно и то же тело выглядит по-разному в разных системах отсчёта. Если в какой-либо системе отсчёта тело движется прямолинейно и равномерно, то в системе отсчёта, движущейся ускоренно относительно первой системы, этого уже не будет. Отсюда следует, что закон инерции не может быть справедлив во всех системах отсчёта. Без указания системы отсчёта он просто теряет смысл. В кинематике выбор системы отсчёта не существен: все системы отсчёта кинематически эквивалентны. Не так обстоит дело в динамике.

Классическая механика постулирует, что существует система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно. Такая система называется инерциальной системой отсчёта. Таким образом, первый закон Ньютона гласит, что существует по крайней мере одна инерциальная система отсчёта.

Для движений с нерелятивистскими скоростями зависимостью массы от скорости можно пренебречь и записать второй закон Ньютона в виде

$$F = ma$$

Масса, умноженная на ускорение, равна действующей силе.

Сила F зависит только от координат и скорости материальной точки. В случае рассмотрения различных динамических задач механика ставит и решает два вопроса: 1) по заданному движению тел вычислить силы, действующие на них; 2) по заданным силам определить движение тел.

Второй закон Ньютона только тогда имеет смысл, когда указана система отсчёта, в которой он справедлив. Выделить же такую систему (или такие системы) отсчёта позволяет первый закон.

В основе принципа суперпозиции лежит представление о независимости действия сил. Говорят, что силы действуют независимо, если каждая сила F_i сообщает рассматриваемому телу соответствующее действующей силе ускорение a_i .

Силы взаимодействия двух материальных точек равны по величине, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти материальные точки.

$$F_1 = -F_2$$

Одну из сил F_1 или F_2 , согласно Ньютону, иногда называют действием, а другую – противодействием и формируют третий закон следующим образом: всякому действию соответствует равное и противоположно направленное противодействие. Следует заметить, однако, что действие по своей физической природе ничем не отличается от противодействия. Тело, производящее действие, называется активным телом, а оказывающее противодействие, называется пассивным телом. Так, если лошадь тянет телегу, то активным телом, производящим действие, будет лошадь, а пассивным телом, оказывающим противодействие, – телега. Однако подразделение тел на активные и пассивные можно проводить не всегда. Напри-

мер, если солнце и планета притягиваются друг к другу силами всемирного тяготения, то в этом взаимодействии они выступают совершенно равноправно и нельзя указать, какое из этих взаимодействующих тел является активным, а какое пассивным.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Сила, скорость, ускорение, инертность, масса, закон инерции, движение по инерции, прямолинейное движение, криволинейное движение, равномерное движение, количество движения, нерелятивистские скорости, принцип суперпозиции, свободное тело, активное тело, пассивное тело.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: закон инерции – закон сохранения импульса, законы Ньютона, законы природы.

Свободное тело, мера инертности, внешние силы, направление скорости, классическая механика, принцип суперпозиции, независимость действия сил.

4. Подберите синонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Классическая механика, опыт, независимость, пренебрегать, компенсировать, справедливый, смысл, любой, устранить, постулировать, формулировать, свободное движение, эквивалентный.

Слова для справок: выразить, объективный, самостоятельность, эксперимент, ньютоновская механика, игнорировать, констатировать, возмещать, значение, всякий, исключить, движение по инерции, равнозначный.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Притягиваться, действие, внутренние силы, пассивное тело, прямолинейное движение, односторонний.

Слова для справок: противодействие, активное тело, криволинейное движение, многосторонний, отталкиваться, внешние силы.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Классический – классовый (механика, литература, пример, языки, филология, живопись, враг, интересы, общество, борьба, противоречия, мировоззрение);

практичный – практический (деятельность, занятия, курс иностранного языка, жизнь, человек, способ);

особый – особенный (свойство, доброта, затруднение, цвет, комната, права, мнение, человек);

действующий – действенный (силы, закон, армия, средство, меры);

формулировать – формировать (закон, характер, правительство, полк, состав, мысли, требования).

7. Скажите, какие из данных словосочетаний употребляются во множественном числе. Составьте с ними предложения.

Первый закон Ньютона, закон движения, закон инерции; движение по инерции, прямолинейное движение, количество движения; свободное тело, активное тело, пассивное тело; система отсчёта, система координат, инерциальная система отсчёта; материальная точка, точка отсчёта; сила, действующая на тело.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя союзы *если, если ..., то*.

Образец. При притяжении солнца и планет друг к другу силами всемирного тяготения солнце и планеты выступают совершенно равноправно. – Если солнце и планеты притягиваются друг к другу силами всемирного тяготения, то солнце и планеты выступают совершенно равноправно.

1. Тело (материальная точка), не подверженное внешним воздействиям, либо находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно. 2. В случае рассмотрения движений с нерелятивистскими скоростями, зависимостью массы от скорости можно пренебречь. 3. При умножении массы m на ускорение a получим силу F . 4. Без указания системы отсчёта закон инерции просто теряет смысл. 5. Без воздействия одного тела на другое движение тела не может измениться, т.е. не может появиться ускорение. 6. В случае действия на тело независимых сил, каждая сила F_i сообщает телу соответствующее действующей силе ускорение a_i .

9. Выразите значения взаимозависимости, обусловленности, связи явлений, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме и употребляя, где нужно, предлоги.

1. Причиной изменения скоростей тел является тот факт, что одно тело испытывает на себе воздействие (другое тело). 2. Ускорение тела находится в зависимости ... (величина действующей на него силы). 3. Ускорение зависит (особое свойство тела) – его инертности, выражаемого величиной, называемой массой. 4. Закон инерции теряет смысл ...

(указание системы отсчёта). 5. Всякое тело оказывает сопротивление (попытки привести его в движение или изменить величину или направление его скорости). 6. Опытные факты привели (открытие Ньютоном трёх законов движения в конце XVII века). 7. Для движений с нерелятивистскими скоростями зависимостью массы (скорость) можно пренебречь.

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя союзы *если, если ..., то*.

1. Движение тела не может измениться, если ... 2. Всякое тело оказывает сопротивление, если ... 3. Если в какой-либо системе отсчёта тело движется прямолинейно и равномерно, то ... 4. Силы действуют независимо, если ... 5. Тело называется активным, если ... и называется пассивным, если ... 6. Если массу m умножим на ускорение a , то ...

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Чем занимается динамика?
2. Что является причиной изменения скорости тела?
3. О чем гласит первый закон Ньютона?
4. В каких системах отсчёта он справедлив?
5. Что выражает второй закон Ньютона?
6. Как формулируется третий закон Ньютона?
7. В каких пределах применимы законы Ньютона?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Масса. Закон сохранения импульса

Динамика – та часть классической механики, которая занимается изучением движения тел в связи с действующими на них силами. Сила, действующая на тело, является мерой взаимодействия его с окружающими материальными объектами (другими телами, полями).

Законы динамики были установлены Ньютоном и носят его имя. Как и другие принципы, лежащие в основе физики, они являются обобщением опытных фактов. На них следует смотреть не как на изолированные, независимые утверждения, а как на систему взаимосвязанных законов. Опытной проверке подвергается не каждый закон в отдельности, а вся система в целом.

Формулировке основных законов Ньютон предпосылает восемь определений, но для нас самым важным является второй закон Ньютона, который гласит: изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Всякое тело оказывает сопротивление при попытках привести его в движение или изменить величину или направление его скорости. Это свойство тел называется инертностью. У разных тел оно проявляется в разной степени.

Для точного количественного определения массы введем понятие изолированной, или замкнутой системы. Так называют систему тел, на которых не оказывают никакого действия другие тела (системы).

По определению, отношение масс двух материальных точек равно взятому с противоположным знаком отношению приращений скоростей этих точек в результате взаимодействия между ними. При этом предполагается, что рассматриваемые точки образуют изолированную систему и движутся с нерелятивистскими скоростями.

Чтобы от отношения масс перейти к самим массам, надо условиться массу какого-либо определенного тела считать равной единице. Такое тело называется эталоном массы. Тогда массы всех остальных тел определятся однозначно. В физике в качестве основной единицы массы принят килограмм. Килограмм есть масса эталонной гири из сплава иридия с платиной. Тысячная доля килограмма называется граммом. В отличие от длины и времени, для которых установлены естественные единицы, единица массы определена, таким образом, как масса некоторого, случайно выбранного тела. Масса, умноженная на ускорение, равна действующей силе:

$$F = ma$$

Назовем импульсом, или количеством движения материальной точки, вектор, равный произведению массы точки на ее скорость:

$$P = mv$$

Импульсом, или количеством движения системы материальных точек, назовем векторную сумму импульсов отдельных материальных точек, из которых эта система состоит. Для системы из двух материальных точек:

$$P = P_1 + P_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

Равенству можно придать вид:

$$P = P'$$

Таким образом, импульс изолированной системы двух материальных точек сохраняется. Это положение называется законом сохранения импульса.

В 1960 г. XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла так называемую Международную систему единиц (СИ), в которой за единицу силы принимается ньютон (Н). Ньютон есть такая сила, которая массе в один килограмм сообщает ускорение в 1 м/с^2 . Наряду с системой СИ в физике сохранена также применявшаяся длительное время система СГС, в которой единицей силы является дина (дин). Дина есть сила, сообщаемая массе в один грамм ускорение в 1 см/с^2 . Очевидно, $1\text{Н} = 10^5 \text{дин}$.

В механике обе системы одинаково удобны. В заключение остановимся на вопросе о сложении сил. Сила является вектором и полагается, что для каждой из сил F_1 и F_2 есть один вектор, который называется равно-

действующей и результирующей сил F_1 и F_2 , или их геометрической суммой.

Обычно говорят, что силы F_1 и F_2 подчиняются принципу суперпозиции. В основе принципа суперпозиции лежит представление о независимости действия сил. Поэтому и результирующая сила $F = ma$ также найдется векторным сложением независимо действующих сил $F_i = ma_i$.

(И.В.Савельев. «Механика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Ньютон был первым, кто попытался сформулировать элементарные законы, которые определяют временный ход широкого класса процессов в природе с высокой степенью полноты и точности, и оказал своими трудами глубокое и сильное влияние на всё мировоззрение в целом

А. Эйнштейн

Исаак Ньютон (1643 – 1727)

Исаак Ньютон сформулировал основные законы механики, открыл закон всемирного тяготения, открыл законы разложения белого света и выдвинул корпускулярно-волновую теорию света, разработал дифференциальное и интегральное исчисления, открыл закон охлаждения нагретого тела, открыл закон сопротивления движению в вязкой жидкости, сконструировал один из первых термометров, впервые построил отражательный телескоп.

Он родился вьюжной зимой 1643 года, после рождества, когда метель особенно тоскливо выла в высоких каминных трубах Вулсторпа. Родился до срока, таким хилым и слабым, что священник считал, что он не жилец на этом свете. Но он как-то выжил и, странно, за всю свою долгую жизнь почти никогда не болел, к 84 годам потерял лишь один зуб. Он не знал своего отца, который умер до его рождения. Отчим говорил, что отец был «диким, чудным и слабым человеком». Когда ему было 3 года, отчим с матерью уехали, а мальчик остался с бабушкой. Так они и жили – в маленьком сельском домике из серого камня, окруженным редким плетнем. Он окончил сельскую школу и мог бы удовлетвориться этим, как соседние мальчишки, сыновья таких же фермеров, каким был его отец. Но, к счастью, родные послали его в Королевскую школу в Грэнтэм, маленький городок в десяти километрах от родной деревушки.

Это было его первое из немногих путешествий. Ведь Ньютон был удивительным домоседом и за всю свою жизнь никогда не отъезжал от родного дома дальше, чем на 180 километров. Он никогда не пересекал Ла-Манш и не оставлял Англию ни на один день. О нем писать трудно: никаких приключений, невероятных событий, редкостных коллизий. Говорят, что он был плохим собеседником и мог в разговоре вдруг замолчать и задуматься. Тогда взгляд его быстрых, живых глаз как бы застывал. Такие мужчины не пользуются успехом у женщин, и Ньютон так и не женился. И влюбился он тоже лишь раз, мальчишкой, когда учился в Грэнтэме. Ее звали мисс Сторей, и она была очень хорошенькая. Эта девочка – единственный романтический образ в его жизни. Верность ей он сохранил нав-

сегда, даже в старости навещал старушку, в которую превратилась девочка.

В Кембридже он тоже живет как-то незаметно, сторонится веселых студенческих компаний, избегает вечеринок, а если и приходит, не пьет, сидит словно по принуждению. Учился он тоже как-то незаметно, средне, и невозможно проследить, как буквально за несколько лет происходит это сказочное превращение вчерашнего провинциального школьника в совершенно самостоятельного и оригинального исследователя. Тому нет никаких объяснений, никаких толчков извне, никаких побудительных причин. И можно только догадываться, что этот процесс шел постоянно в глубинах его могучего мозга.

Потом, спасаясь от ужасов чумы (в одном только Лондоне сожгли 31 тысячу трупов), он уезжает на два года в родную деревушку. Эти годы хочется назвать «болдинской осенью» Ньютона. Он работает сверх всякой меры. В этом домике с крутой крышей рождаются дифференциальное и интегральное исчисления. Здесь, на грубом деревенском столе, он раскладывает линзой солнечный луч, познавая тайну спектра. Здесь, под этими окнами, росла самая знаменитая в мире яблоня, с которой однажды с глухим стуком упало самое знаменитое в мире яблоко, подсказав Ньютону закон всемирного тяготения.

Он уже знает, какие силы держат на небе Луну, но мир узнает об этом только через 20 лет: в характере ученого есть одна странность – он не любит публиковать своих работ. Он очень нетороплив и обстоятелен. «Я гипотез не измышляю» – любимое его выражение, почти девиз. В его медлительности и осторожности – злое зерно будущих мучительных, долгих споров о том, кто первый: Ньютон или Лейбниц?

В апреле 1695 года, когда Ньютон был смотрителем лондонского Монетного двора, необыкновенный гость из России трижды приезжал туда, чтобы познакомиться с техникой чеканки монет. Окружающие называли его «десятиником», но относились с высоким уважением. И, наверное, они встретились там, в деревне Тауэре, – царь Петр и Исаак Ньютон. Как жгуче интересно было бы узнать, о чем и как говорили два этих великих человека! Они не могли не встретиться, но мы ничего не знаем об этом.

Даже в конце жизни не изменила Ньютону его гениальная творческая интуиция. Он подолгу наблюдает за искрами, которые проскакивают между иголкой и натертым шерстью янтарем. Он пишет, что они напоминают ему маленькие молнии. Он чувствует, что стоит перед воротами таинственного, еще никем не названного огромного мира электричества и магнетизма. Он уже готов был распахнуть их, но ему не хватило времени. Пройдут годы, и его соотечественники, Фарадей и Максвелл, подарят человечеству то, что не успел сделать он.

Ньютон умер в Кенсингтоне, под Лондоном, 31 марта 1727 года. Каменная болезнь жестоко мучила его, но здесь как будто утихла, он смеялся, беседовал с врачом, читал газеты. А ночью тихо умер. Угас.

Незадолго перед смертью, словно оглядывая свою жизнь, такую спокойную внешне и такую неистово бурную внутренне, Исаак Ньютон ска-

зал: «Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно или красную раковину, в то время как великий океан истины расстилается передо мною неисследованным».

По своему мировоззрению Ньютон был стихийным материалистом, вторым после Рене Декарта великим представителем механистического материализма в естествознании XVII – XVIII веков.

(Я.И.Голованов. «Этюды об учёных».)

Урок 3

Выражение общего значения перемещения в пространстве

Конструкции: а) •двигаться

куда (к чему)
в каком направлении
в какую сторону
на какое расстояние
куда (к чему)
в каком направлении

•перемещаться

•перейти

куда
по какому пути

•вернуться

куда
в какое положение

•скользить

где
по чему

•направить

куда
против чего

- б) •из + родит. П.
•против + родит. п.
•в + винит. п.
•на + винит. п.
•в + предл. п.
•к + дат. п.
•по + дат. п.

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими значение перемещения в пространстве.

Консервативные и неконсервативные силы

Если силы взаимодействия зависят только от конфигурации материальных точек системы и работа этих сил при перемещении системы из произвольного начального положения в произвольное конечное положение не зависит от пути перехода, а определяется только начальной и конечной конфигурациями системы, то такие силы называются консервативными. Например, сила тяжести и все центральные силы являются силами консервативными.



Рис. 1

Можно дать и другое определение консервативных сил, эквивалентное приведенному выше. Пусть система из положения 1 перешла в положение 2 по пути 132 (рис. 1). При этом будет совершена работа A_{132} . Если бы система перешла в положение 2 по пути 142, то совершенная работа была бы равна A_{142}

По определению консервативных сил, $A_{142} = -A_{241}$, где A_{241} есть работа, которая была бы совершена при переходе из положения 2 в положение 1 по тому же пути, но в обратном порядке, т.е. по пути 241. Таким образом, $A_{132} + A_{241} = 0$. Но сумма $A_{132} + A_{241}$ есть работа, совершенная силами, когда система вернулась в исходное положение 1. В этом случае говорят о работе по замкнутому пути. Итак, работа консервативных сил по любому замкнутому пути равна нулю. Проведя это рассуждение в обратном порядке, без труда докажем, что из обращения в нуль работы по любому замкнутому пути следует независимость работы от пути перехода. Поэтому можно дать еще такое определение консервативных сил: консервативными называются силы, зависящие только от конфигурации системы и работа которых по любому замкнутому пути равна нулю.

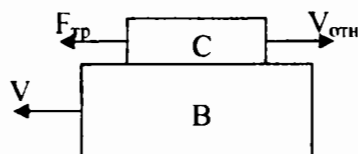


Рис. 2

Все силы, не являющиеся консервативными, называются неконсервативными силами. К ним относятся прежде всего так называемые диссипативные силы, например, силы трения, возникающие при скольжении какого-либо тела по поверхности другого. Сюда же относятся силы сопротивления, испытываемые телом при движении в жид-

кой или газообразной среде. Их также иногда называют силами трения. Все эти силы зависят не только от конфигурации тел, но и от их относительных скоростей. Они направлены всегда против скорости тела относительно поверхности, по которой оно скользит, или относительно сопротивляющейся среды, в которой оно движется. Поэтому, если тело скользит по неподвижной поверхности или движется в неподвижной сопротивляющейся среде, то при любом движении тела работа сил трения, действующих на него, отрицательна. Но работа сил трения может быть и положительной, когда поверхность или среда сами движутся. Рассмотрим, например, тело B , по поверхности которого скользит тело C с относительной скоростью $V_{отн}$ (рис. 2). Сила трения $F_{тр}$, действующая на тело C , направлена против вектора $V_{отн}$. Допустим, что само тело B движется в противоположном направлении со скоростью V . Если $V > V_{отн}$, то в неподвижной системе отсчета тело C движется со скоростью $V - V_{отн}$ в том же направлении, в котором действует сила трения. Сила трения ежесекундно совершает над телом C положительную работу $A_1 = F_{тр} \cdot (V - V_{отн})$. Однако если система замкнута, то полная работа сил трения, действующих на все тела системы, всегда отрицательна. Так, в приведенном примере сила трения, действующая на тело B , совершает отрицательную работу $A_2 = -F_{тр} \cdot V$. Полная работа сил трения равна $A = A_1 + A_2 = -F_{тр} \cdot V_{отн}$, т.е. отрицательна. Поэтому мы даем следующее определение диссипативных сил: диссипативными называются такие силы, полная работа которых при любых движениях в замкнутой системе всегда отрицательна.

Отметим ещё один вид неконсервативных сил, называемых гироскопическими силами. Эти силы зависят от скорости материальной точки и действуют всегда перпендикулярно к этой скорости. Работа таких сил

равна нулю при любом перемещении материальной точки, в частности, при её движении по замкнутому пути. От консервативных гироскопические силы отличаются тем, что они определяются не только положением, но и скоростью движущейся материальной точки. Единственным примером гироскопических сил, известных в физике, является сила Лоренца, т.е. сила, действующая на заряженную частицу в магнитном поле. Правда, в механике встречаются гироскопические силы и иного рода. Это так называемые силы Кориолиса. Однако эти силы не являются «настоящими силами» в смысле механики Ньютона. При рассмотрении движений относительно инерциальных систем отсчёта (а только такие движения мы сейчас и рассматриваем) такие «силы» вообще не существуют. Они вводятся искусственно при рассмотрении движений в системах отсчёта, вращающихся относительно инерциальных, чтобы придать уравнениям движения в таких системах формально такой же вид, что и в инерциальных системах отсчёта.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Система, замкнутая система, конфигурация системы, конфигурация материальных точек, произвольное начальное положение, произвольное конечное положение, консервативные силы, неконсервативные силы, силы трения, центральные силы, диссипативные силы, силы сопротивления, силы взаимодействия, гироскопические силы, относительная скорость, жидкая среда, газообразная среда, положительная работа, отрицательная работа, полная работа.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец. силы трения – диссипативные силы, консервативные силы; силы реакции.

Конфигурация системы, произвольное начальное положение, относительная скорость, положительная работа, жидкая среда, силы взаимодействия.

4. Подберите синонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Начальный, замкнутая система, обратный, произвольный, перемещение, эквивалентный, конфигурация, диссипативные силы, неподвижная поверхность.

Слова для справок: закрытая система, необоснованный, передвижение, равнозначный, форма, силы трения, исходный, противоположный, недвижимая поверхность.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Консервативные силы, замкнутая система, зависимость, сумма, положительная работа, возникающий, произвольное начальное положение, параллельный, силы взаимодействия.

Слова для справок: незамкнутая система, независимость, разность, произвольное конечное положение, неконсервативные силы, отрицательная работа, исчезающий, силы сопротивления, перпендикулярный.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Центральный – централизованный (силы, улицы, нападающий, отопление, комитет, банк, газеты, мысль, управление, система, государство);

обратный – оборотный – обратимый (порядок, путь, сила, билет, сторона, процесс, реакция, смысл, пропорциональность);

плоский – плоскостной (поверхность, крыша, нос, стопа, блюдо, шутка, человек, измерения);

подвижный – подвижнический (среда, ребенок, тело, деятельность, дело);

единственный – единичный (пример, сын, в своем роде, число, случай).

7. Скажите, какие из данных словосочетаний употребляются в единственном числе. Составьте с ними предложения.

Консервативные силы, силы взаимодействия, силы сопротивления, центральные силы, диссипативные силы, силы трения, относительные скорости, движущиеся тела.

8. Выразите значение перемещения в пространстве, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме и употребляя нужные предлоги.

1. Пусть система перешла (положение 1 в положение 2 по пути 132). 2. Если система переместилась (произвольное начальное положение в произвольное конечное положение), то работа сил взаимодействия не зависит от пути перехода. 3. Сумма $A_{132} + A_{241}$ есть работа, совершенная силами, когда система вернулась (исходное положение). 4. Силы трения направлены всегда (скорость тела). 5. Если тело сколь-

зит (неподвижная поверхность) или движется (неподвижная сопротивляющаяся среда), то при любом движении тела работа сил трения отрицательна. 6. Допустим, что само тело B движется (противоположное направление) со скоростью V . 7. Если $V > V_{\text{отн}}$, то тело C движется (неподвижная система отсчёта) со скоростью $V - V_{\text{отн}}$ (то же направление), в котором действует сила трения.

9. Вместо точек вставьте глаголы *двигаться, перемещаться, перейти, скользить, вернуться*, употребляя нужные предлоги и ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме.

1. Если система (произвольное начальное положение) в произвольное конечное положение, то работа сил взаимодействия не зависит от пути перехода. 2. Если система (положение 1) в положение 2 по пути 132, то при этом будет совершена работа A_{132} . 3. Если система (исходное положение 1), то в этом случае полная работа по замкнутому пути будет равна сумме работ $A_{132} + A_{241}$. 4. Если какое-либо тело (поверхность другого тела), то при этом возникают диссипативные силы, или силы трения. 5. Если тело (неподвижная поверхность), или (неподвижная сопротивляющаяся среда), то при любом движении тела работа сил трения отрицательна. 6. Если $V > V_{\text{отн}}$, то тело C (неподвижная система отсчёта) со скоростью $V - V_{\text{отн}}$ в том же направлении, в котором действует сила трения. 7. Если материальная точка (замкнутый путь), то работа гироскопических сил равна нулю.

10. От данных глаголов образуйте существительные и, употребляя нужные предлоги, поставьте полученные предложно-падежные конструкции в нужной форме.

Образец. Работа A_{132} совершается ... (перемещаться) системы из положения 1 в положение 2 по пути 132. – Работа A_{132} совершается при перемещении системы из положения 1 в положение 2 по пути 132.

1. Работа гироскопических сил равна нулю (переходить) материальной точки, в частности, ее (двигаться) по замкнутому пути. 2. Диссипативные силы возникают (скользить) какого-либо тела по поверхности другого. 3. Сумма $A_{132} + A_{241}$ есть работа, совершенная силами (возвращаться) системы в исходное положение 1. 4. Работа сил взаимодействия не зависит от пути перехода (перемещаться) системы из произвольного начального положения в произвольное конечное положение. 5. Работа сил трения отрицательна (скользить) тела по неподвижной поверхности или (двигаться) его в неподвижной сопротивляющейся среде. 6. Диссипативными называются такие силы, полная работа которых (передвигаться) в замкнутой системе всегда отрицательна.

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какие силы называются консервативными?
2. Чему равна работа консервативных сил по любому замкнутому пути?
3. Какие силы называются неконсервативными? Какие силы к ним относятся?
4. В каком направлении действуют силы трения?
5. При каком условии полная работа сил трения, действующих на все тела системы, всегда отрицательна?
6. Какие силы называются диссипативными?
7. Какие силы называются гироскопическими? Чем они отличаются от консервативных сил?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

О силах трения

Во всех механических явлениях имеют место силы трения, действие которых почти всегда связано с переходом энергии из одного вида в другой. В механике обычно имеют дело с силами всемирного тяготения, упругими силами и силами трения. Иногда в механику включаются также задачи на движение электрически заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Тогда к указанным силам добавляются еще электромагнитные силы, т.е. силы, которым подвержены заряженные частицы со стороны таких полей.

Упругие силы, силы всемирного тяготения, а также силы притяжения и отталкивания электрически заряженных тел зависят только от конфигурации тел, т.е. от их взаимного расположения, но не от их скоростей. Силы трения, помимо конфигурации, зависят еще и от относительных скоростей тел, между которыми они действуют.

Силы трения могут действовать между соприкасающимися телами или их частями как при их относительном движении, так и при их относительном покое. Трение называется *внешним*, если оно действует между различными соприкасающимися телами, не образующими единое тело (например, трение между бруском и наклонной плоскостью, на которой он лежит). Если же трение проявляется между различными частями одного и того же тела (например, между различными слоями жидкости или газа, скорости которых меняются от слоя к слою), то трение называют *внутренним*.

Трение между поверхностью твердого тела и окружающей его жидкой или газообразной средой, в которой оно движется, а также трение между различными слоями такой среды, называется *вязким*.

Трение между поверхностью двух соприкасающихся твердых тел при отсутствии между ними жидкой или газообразной прослойки называется

сухим. Применительно к этому случаю, когда соприкасающиеся тела движутся друг относительно друга, различают *трение скольжения* и *трение качения*.

Во многих случаях силы трения бывают полезными. Автомобиль приводится в движение силами трения, действующими между шинами колес и полотном дороги. Силы трения, возникающие между приводным ремнем и шкивами, осуществляет передачу движения от одного маховика к другому. Но силы трения являются также и вредными. Таковы силы трения, возникающие между осью и втулкой, а также между другими деталями машины. Они приводят к преждевременному износу машины, и с ними приходится бороться. Для этой цели применяется *смазка*. Но более эффективным способом уменьшения сил трения является замена трения скольжения *трением качения* (шарикоподшипники). Под трением качения понимают трение, возникающее между шарообразным или цилиндрическим телом, катящимся без скольжения по плоской или изогнутой поверхности. Трение качения формально подчиняется тем же законам, что и трение скольжения. Однако коэффициент трения при качении значительно меньше, чем при скольжении. Наиболее радикальным способом уменьшения сил трения является создание «воздушной подушки» между соприкасающимися поверхностями.

(И.В.Савельев. «Механика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Г. Кориолис – французский ученый, именем которого названа сила инерции (кориолиса сила), с которой тело, движущееся относительно другого тела, обладающего вращательным движением, действует на последнее. Силой кориолиса объясняется, например, то, что реки в Северном полушарии подмывают правый берег. Именем ученого названо также ускорение, получаемое телом вследствие движения относительно другого вращающегося тела.

(Энциклопедический словарь)

Урок 4

Выражение причинно-следственных отношений

- Конструкции:
- | | | | |
|----|---------------------------|----|------------------------|
| а) | •из-за + родит. п. | б) | •из-за того что |
| | •ввиду + родит. п. | | •ввиду того что |
| | •в силу + родит. п. | | •в силу того что |
| | •вследствие + родит. п. | | •вследствие того что |
| | •в результате + родит. п. | | •в результате того что |
| | •в связи с + твор. п. | | •в связи с тем что |
- в)
- поскольку
 - так как
 - потому что

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими причину и следствие.

Внутренняя энергия.

Общефизический закон сохранения энергии

Известно, что потеря кинетической энергии без соответствующего увеличения потенциальной происходит не только при неупругих ударах, но и во многих других процессах. Например, движение в замкнутой системе, где действуют силы трения, в конце концов прекращается. Запас кинетической энергии в системе уменьшается. Может происходить также и потеря потенциальной энергии. Так, например, если растянуть пружину, перейдя при этом предел упругости, а затем предоставить ее самой себе, то она не возвращается в исходное состояние, в ней сохраняется остаточное удлинение. При этом работа, которую в состоянии совершить растянутая пружина, меньше работы, затраченной на ее растяжение. Во всех этих случаях наблюдаются потери механической энергии. Формальная макроскопическая механика объясняет эти потери тем, что энергия расходуется на работу против диссипативных сил, действующих в системе. Однако такое объяснение является чисто формальным и нефизическим, поскольку оно совсем не раскрывает физическую природу.

Опыты показывают, что всегда, когда наблюдается потеря механической энергии, в системе происходят какие-то внутренние изменения. С помощью чувствительного термометра или термопары измерим температуру шаров до и после неупругого удара. Опыт показывает, что в результате удара шары немного нагрелись. То же самое происходит при трении и остаточной деформации. Вследствие продолжительного и интенсивного трения нагревание настолько сильное, что для его обнаружения не требуется никаких специальных приборов. Если на ось мотора насадить диск

из прочного картона (толщиной около 1 мм) и привести его в быстрое вращение, то можно перепилить деревянную доску, поднеся ее к краю этого вращающегося диска (картонная пила). Явление объясняется тем, что в месте контакта вращающегося картона с доской выделяется много тепла из-за трения. Дерево в этом месте сильно разогревается, обугливается и разрезается вращающимся диском. Картонный диск при этом не разрушается, так как он интенсивно охлаждается из-за быстрого вращения в окружающем воздухе. Разрез доски получается гладким и отполированным. Он имеет буроватую окраску из-за обугливания дерева при трении. Решающую роль в этом опыте играет натяжение картона, возникающее при вращении и придающее ему твердость. Вращением доски вокруг картонного диска ее распилить нельзя.

Могут быть и более сложные явления, сопровождающие потери механической энергии. Примером может служить следующая демонстрация. На вал небольшой динамомашины надет деревянный шкив, на который намотана длинная прочная нить. Нить перекинута через блок, укрепленный под потолком аудитории. К ее свободному концу подвешен груз в несколько килограммов. Вращая шкив, поднимают груз к потолку аудитории. Цепь динамомашины может замыкаться через ключ на небольшую электрическую цепочку. Если отпустить шкив, не замыкая цепи лампочки, то динамомшина не вырабатывает электрического тока. В этом случае груз падает ускоренно в связи с тем, что потенциальная энергия груза переходит в кинетическую энергию. Если снова поднять груз и замкнуть цепь лампочки, когда он пройдет половину пути до пола, то лампочка загорается, а движение груза и вращение динамомашины заметно затормозятся. После этого груз медленно опускается до пола с постоянной скоростью, а лампочка горит постоянным накалом во все время падения груза. Потенциальная энергия груза непрерывно уменьшается. Однако она не пропадает бесследно, ввиду того что динамомшина непрерывно вырабатывает электрический ток, выделяющий тепло в нити лампочки.

Макроскопическая механика учитывает только кинетическую энергию макроскопического движения тел и их макроскопических частей, а также их потенциальную энергию. Но она полностью отвлекается от внутреннего атомистического строения вещества. При ударе, трении и аналогичных процессах кинетическая энергия видимого движения тел не пропадает, потому что она переходит в кинетическую энергию невидимого беспорядочного движения атомов и молекул вещества, а также в потенциальную энергию их взаимодействия. Эта часть энергии тела получила название внутренней энергии. Беспорядочное движение атомов и молекул воспринимается нами в виде тепла. Таково физическое объяснение кажущейся потери механической энергии при ударе, трении и т.д. Во второй половине XIX века в физике утвердился взгляд на закон сохранения энергии как на общезначимый закон, который гласит: энергия никогда не создается и не уничтожается, она может переходить только из одной формы в другую.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Закон сохранения энергии, внутренняя энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая энергия, предел упругости, остаточное удлинение, остаточная деформация, формальная макроскопическая механика, нагревание, охлаждение, натяжение, вращение.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: кинетическая энергия – потенциальная энергия, механическая энергия; неиссякаемая человеческая энергия.

Предел упругости, остаточное удлинение, остаточная деформация, формальная макроскопическая механика, нагревание дерева, натяжение картона, вращение диска, охлаждение диска.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Внутренний, потеря, расходоваться, интенсивный, предел, изменение, обнаружение, прочный, обугленный, решающий, замыкаться, затормозить, непрерывно, учитывать, аналогичный, беспорядочный.

Слова для справок: утрата, тратиться, трансформация, скрытый, крайняя степень, усиленный, твердый, главный, выявление, обгорелый, изолироваться, остановить, похожий, хаотический, неуклонно, принимать во внимание.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Охлаждение, увеличение, потеря, до удара, гладкий, поднимать, постоянная скорость, внутренний, макроскопический, разрушать.

Слова для справок: уменьшение, после удара, нагревание, внешний, опускать, находка, микроскопический, шероховатый, переменная скорость, создавать.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Представить – предоставить (самой себе, друга, список студентов, доказательства, комнату, к награде, картину боя, дело в смешном виде, слово, решить самому);

формальный – формалистический (объяснение, развод, подход, отказ, отношение, метод, права, направление в искусстве, механика);

чувствительный – чувственный (прибор, термометр, восприятие, удовольствие, взгляд, нерв, ребенок, прикосновение, стихи);

специальный – специализированный (прибор, совет, одежда, корреспондент, образование, термин, магазин);

тепло – теплота (один градус, выделяется много, сидеть в, единица, душевный, плавления);

решающий – решительный (роль, момент, направление, голос, человек, меры, протест, тон);

7. Скажите, какие из данных словосочетаний употребляются во множественном числе. Составьте с ними предложения.

Потеря механической энергии, движение в замкнутой системе, предел упругости, формальная макроскопическая механика, остаточная деформация, деревянная доска, сложное явление, электрический ток, постоянная скорость, беспорядочное движение, общезначимый закон.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя конструкции, выражающие причину и следствие.

Образец. Движение в замкнутой системе в конце концов прекратится из-за действия в ней сил трения. – Движение в замкнутой системе в конце концов прекратится, так как в ней действуют силы трения.

1. Опыт показывает, что в результате удара шары нагреваются. 2. В силу продолжительного и интенсивного трения происходит сильное нагревание тел. 3. В месте контакта вращающегося картона с доской выделяется много тепла из-за трения. 4. Картонный диск не разрушается в результате быстрого вращения в окружающем воздухе. 5. Разрез доски имеет буроватую окраску из-за обугливания дерева при трении. 6. Потенциальная энергия груза не пропадает бесследно ввиду непрерывной выработки динамомашиной электрического тока.

9. Выразите значения причины и следствия, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме и употребляя, где нужно, предлоги.

1. В результате (действие сил трения) движение в замкнутой системе в конце концов прекращается. 2. Картонный диск не разрушается, так как он интенсивно охлаждается (быстрое вращение в окружающем воздухе). 3. Вследствие (продолжительное и интенсивное трение) нагревание настолько сильное, что для его обнаружения не требуется никаких специальных приборов. 4. Груз падает ускоренно (переход потенциальной энергии груза в кинетическую). 5. Разрез доски принимает буроватую окраску (обугливание дерева при трении). 6. Потенциаль-

ная энергия груза не пропадает бесследно (непрерывная выработка динамомашинной электрического тока).

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя союзы *так как*, *потому что*, *поскольку*.

1. Движение в замкнутой системе в конце концов прекращается, 2. Формальная макроскопическая механика объясняет потери тем, что энергия расходуется на работу против диссипативных сил, однако такое объяснение является чисто формальным, 3. Если на ось мотора насадить диск из прочного картона и привести его в быстрое вращение, то можно перепилить деревянную доску, поднося её к краю этого вращающегося диска, 4. Дерево в этом месте сильно разогревается, обугливается и разрезается вращающимся диском, однако картонный диск при этом не разрушается, 5. Разрез доски получается гладким и отполированным, при этом он принимает буроватую окраску, 6. Если отпустить шкив, не замыкая цепи лампочки, то динамомашинка не вырабатывает электрического тока, 7. Подвешенный груз падает ускоренно, 8. Потенциальная энергия груза непрерывно уменьшается, однако она не пропадает бесследно, 9. Макроскопическая механика не может раскрыть физическую природу закона сохранения энергии,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Как на практике можно убедиться, что энергия не исчезает, а переходит только из одной формы в другую?
2. Как утвердился взгляд на закон сохранения энергии как на закон общезначимый?
3. Почему формальная макроскопическая механика не может объяснить физическую природу закона сохранения энергии?
4. О чем гласит общезначимый закон сохранения энергии?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Общезначимый закон сохранения энергии

Представление о теплоте как о беспорядочном движении атомов и молекул окончательно утвердилось во второй половине XIX века и составило эпоху в науке. Примерно тогда же в физике утвердился и взгляд на закон сохранения энергии как на общезначимый закон, не знающий никаких исключений. Однако необходимо расширить понятие энергии, введя новые ее формы: энергию электромагнитного поля, ядерную энергию и пр. При этом необходимо заметить, что дать окончательную классификацию различных видов энергии не представляется возможным. Это можно было бы сделать, если бы окончательно были установлены все законы

природы, и развитие науки, во всяком случае, в ее основах, было бы окончательно завершено.

Деление энергии на кинетическую и потенциальную имеет смысл только в механике и не охватывает всех видов энергии. Кроме того, отнесение энергии к тому или иному виду часто зависит от точки зрения. Например, в макроскопической механике упругая энергия сжатого идеального газа считается потенциальной. Но с молекулярной точки зрения упругость газа объясняется тепловым движением его молекул. Поэтому с этой точки зрения ту же энергию следует считать кинетической.

Принцип сохранения энергии, наряду с громадными конкретными применениями к уже известным явлениям, дает руководящие указания и в неисследованных областях. Всякое кажущееся нарушение этого принципа указывает на существование новых явлений. Так было, например, при открытии радиоактивности. Так было и с открытием нейтрино. На опыте были обнаружены кажущиеся нарушения законов сохранения энергии и импульса в явлениях β -распада атомных ядер. Это обстоятельство вынудило Паули (1900-1958) ввести гипотезу, впоследствии подтвержденную экспериментально, что в β -распаде, наряду с известными заряженными частицами (электронами и атомными ядрами), участвует еще неизвестная нейтральная частица, которая и была названа нейтрино. Эта частица и уносит недостающую энергию и импульс. Благодаря исключительно слабому взаимодействию с веществом она ускользает от наблюдения (позднее, когда было выяснено, что каждой частице соответствует античастица, оказалось, что в явлениях электронного β -распада участвует не нейтрино, а антинейтрино).

Общезначимый закон сохранения энергии охватывает, таким образом, не только явления, рассматриваемые в макроскопической механике, но и такие физические явления, к которым законы такой механики не применимы. Поэтому он не может быть выведен из уравнений макроскопической механики, а должен рассматриваться как одно из наиболее широких обобщений опытных фактов.

(И.В.Савельев. «Механика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Вольфганг Паули (1900 – 1958)

Вольфганг Паули – швейцарский физик-теоретик. Родился в Вене 25 апреля 1900 г. Окончил Мюнхенский университет (1921).

Первая работа Паули была посвящена математическим вопросам единой теории гравитации и электромагнетизма и вышла в свет в 1918 г., а в следующем году к Паули, которому тогда было 19 лет, обратились с просьбой написать большую статью по теории относительности для Энциклопедии математических наук.

В 1921 г. Паули защитил докторскую диссертацию в Мюнхенском университете под руководством А. Зоммерфельда. В 1921 – 1922 гг. был ассистентом М. Борна на кафедре теоретической физики в Геттингенском

университете. Познакомился с Н. Бором и в 1922 – 1923 гг. работал в Институте теоретической физики в Копенгагене, помогал в издании работ Бора на немецком языке. В 1923 г. – доцент университета в Гамбурге; с 1928 г. – профессор Высшего технического училища в Цюрихе (кроме 1935 – 1936 и 1940 – 1946 гг., когда он работал в Институте фундаментальных исследований в Принстоне).

Когда Паули работал в Геттингене, Бор занимался поисками закономерностей заполнения электронных оболочек атома, в частности, пытался объяснить, почему у атома, находящегося в основном энергетическом состоянии, не все электроны находятся на нижней орбите. Принимая участие в решении этой проблемы, Паули ввел понятие спина и в 1925г. сформулировал один из важнейших принципов современной теоретической физики, согласно которому две тождественные частицы с полуцелыми спинами не могут находиться в одном состоянии, т.е. не могут обладать одинаковыми значениями всех четырех квантовых чисел (главного, орбитального, магнитного и спинового).

Например, если у двух электронов значения трех квантовых чисел совпадают, то значения четвертого должны быть разными. Отсюда следует, что на одной орбите могут находиться не более двух электронов. За открытие этого принципа Паули в 1945 г. был удостоен Нобелевской премии по физике. Принцип Паули дал объяснение закономерностям, которым подчиняется заполнение электронных оболочек атомов, и послужил исходным пунктом для объяснения тонкой и сверхтонкой структуры атомных спектров.

В 1927 г. Паули опубликовал статью, объясняющую природу парамагнетизма металлов, в которой сделал вывод, что поведение электронов в металлах подчиняется законам, основанным на принципе запрета, а не классическим статистическим законам. Совместно с П. Иорданом и В.Гейзенбергом заложил основы релятивистской квантовой теории поля и предпринял попытку формулировки квантовой электродинамики, введя общую схему квантования полей и заложив тем самым основы систематической теории квантования полей.

При обсуждении особенностей β -распада Паули выдвинул гипотезу о существовании нейтрино (1930-1933). Паули принадлежат также работы по мезонной теории ядерных сил, ряд обзоров по важнейшим вопросам современной теоретической физики, статьи по истории и философии науки и др.

Паули был удостоен медалей Х. Лоренца (1930), Б. Франклина (1952), М. Планка (1958), Нобелевской премии (1945).

Умер Паули в Цюрихе 15 декабря 1958 г.

(Из Интернета)

Урок 5

Выражение времени действия, срока действия и срока сохранения результата действия

- Конструкции:
- а) • делать час (сколько времени?)
 - сделать за час (за сколько времени?)
 - что предшествует чему
 - что следует за чем
 - б) • во время + родит. п.
 - в течение + родит. п.
 - на протяжении + родит. п.
 - в продолжение + родит. п.
 - при + предл. п.
 - в) • до чего – после чего
 - до того как – после того как
 - г) • когда
 - как только
 - в то время как
 - по мере того как
 - пока

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими время действия.

Гармонические колебания

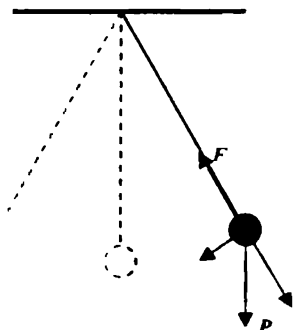
Прикрепим к равномерно вращающемуся диску шарик на стержне и осветим его сбоку. При вращении диска тень шарика будет колебаться на стене. Нетрудно построить графическое изображение этих колебаний. Построив этот график, мы увидим, что это синусоид. Все те колебания, во время которых график местоположения точки является синусоидом, называются гармоническими колебаниями. В особенности такие колебания получаются с помощью математического маятника или какого-то груза на пружине.

Математический маятник состоит из длинной нити без массы, с грузиком, который можно считать материальной точкой, то есть масса математического маятника сосредоточена в грузике. Кроме того, в математическом маятнике можно пренебречь деформацией нити и грузика.

В этом случае во время колебаний нет силы, которая противостоит движению грузика, то есть механическая энергия сохраняется. Теперь рассмотрим динамику колебаний математического маятника. Посмотрим, под действием каких сил происходит колебание маятника после того, как

он каким-либо способом (толчком или отклонением) выведен из положения равновесия.

Пока маятник покоится в положении равновесия, сила тяжести, действующая на его грузик и направленная вертикально вниз, уравнивается силой натяжения нити. В отклоненном положении (см. рис.) сила тяжести P действует под углом к силе натяжения F , направленной вдоль нити. Разложим силу тяжести на две составляющие: по направлению нити P'' и перпендикулярно к нему P' . При колебаниях маятника сила натяжения нити F несколько превышает составляющую P'' – на величину цент-



Рис

ростремительной силы, которая заставляет груз двигаться по дуге. Составляющая же P' всегда направлена в сторону положения равновесия: она как бы стремится восстановить это положение. Поэтому ее часто называют возвращающей силой. По модулю P' тем больше, чем больше отклонен маятник.

Итак, как только маятник во время колебаний начинает отклоняться от положения равновесия, скажем, вправо, появляется сила P' , замедляющая его движение тем сильнее, чем дальше он отклонен. В конечном счете эта

сила его остановит и повлечет обратно к положению равновесия. Однако по мере приближения к этому положению сила P' будет уменьшаться и в самом положении равновесия обратится в нуль. Таким образом, через положение равновесия маятник проходит по инерции. Как только он начнет отклоняться влево, опять появится растущая с увеличением отклонения сила P' , но теперь уже направленная вправо. Движение влево опять будет замедляться, затем маятник на мгновение остановится, после чего начнется движение вправо с ускорением и т.д.

Теперь посмотрим, что происходит с энергией маятника. Два раза в течение периода – при амплитудах, наибольших отклонениях влево и вправо, – маятник останавливается, т.е. в эти моменты скорость его равна нулю, а значит, равна нулю и его кинетическая энергия. Зато именно в эти моменты центр тяжести маятника поднят на наибольшую высоту h , следовательно, потенциальная энергия наибольшая. Наоборот, в моменты прохождения через положение равновесия потенциальная энергия наименьшая, а скорость и кинетическая энергия достигают наибольшего значения.

Мы предположили, что силы трения маятника о воздух и трения в точке подвеса отсутствуют. Тогда, по закону сохранения энергии, эта наибольшая кинетическая энергия как раз равна избытку потенциальной энергии в амплитудах. Итак, при колебаниях маятника происходит периодический переход кинетической энергии в потенциальную и обратно, причем период этого процесса вдвое меньше, чем период колебаний самого маятника. Однако полная энергия все время постоянна. Таким образом происходят все колебания, при отсутствии сил трения.

Теперь посмотрим, по какой формуле можно вычислить частоту колебаний математического маятника. Период колебаний физического маятника зависит от многих обстоятельств: от размера и формы тела, от расстояния между центром тяжести и точкой подвеса и от распределения массы тела относительно этой точки, поэтому вычислить период подвешенного тела очень трудно. Проще обстоит дело с математическим маятником, потому что период колебаний математического маятника зависит только от длины нити, на которой подвешен грузик, и ускорения свободного падения в том месте, где находится маятник.

В вышесказанном можно удостовериться с помощью эксперимента. Возьмем разные маятники с одной и той же длиной нити, но с разными грузиками и выведем их из равновесия, после чего вычислим период колебаний каждого из них, тогда мы увидим, что они равны друг другу, т.е. период колебаний математического маятника не зависит от массы грузика. Теперь возьмем один математический маятник и, несколько раз выводя его из равновесия на разные углы, вычислим период его колебаний. Мы увидим, что каждый раз период один и тот же. Отсюда вытекает, что период колебаний математического маятника не зависит и от амплитуды. Но если мы возьмем математические маятники с разными нитями, то, выводя их из равновесия и наблюдая за их движениями, мы увидим, что чем больше длина нити, тем больше период колебаний маятника. А если поднимем наш маятник очень высоко над землей, где ускорение свободного падения намного меньше, чем на поверхности земли, и там выведем его из равновесия, то мы увидим, что там период колебаний этого математического маятника увеличится. Период колебаний математического маятника можно вычислить по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g} \quad (1)$$

А частота обратно пропорциональна периоду колебаний, т.е.:

$$\nu = 1/T \quad (2)$$

По первой формуле можно вычислить, чему равно ускорение свободного падения. Если оно больше нормы для данного места, то это значит, что в этом месте есть руды с большой плотностью; если ускорение меньше нормы, значит, там есть нефть или газ.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Гармонические колебания, динамика колебаний, амплитуда колебаний маятника, синусоид, математический маятник, деформация, положение равновесия, центр тяжести маятника, сила тяжести, сила натяжения, центростремительная сила, модуль, инерция, ускорение.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: сила тяжести – сила натяжения, центростремительная сила; большая сила, применить силу, толкнуть с силой.

Гармонические колебания, математический маятник, положение равновесия, центр тяжести, период колебаний маятника, полная энергия.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Равномерный, покоиться, вертикальный, колебание, постоянный, устойчивый, периодический, диск, местоположение, сосредоточить, ускоряться, предполагать, превышать.

Слова для справок: качание, отвесный, стабильный, круг, местонахождение, ритмичный, лежать, неизменный, превосходить, сконцентрировать, убыстряться, считать, повторяющийся.

5. Подберите антонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Влево, наибольший, вдоль, часто, замедляться, перпендикулярный, отсутствовать, сохраняться, увеличение, вертикально, предполагать.

Слова для справок: наименьший, поперек, редко, вправо, утрачиваться, уменьшение, присутствовать, убыстряться, параллельный, горизонтально, утверждать.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Гармонический – гармоничный (колебания, звуки, краски, движения);

механический – механичный (энергия, движения, запоминание);

медленный – медлительный (движение, спуск, человек, ход, ум);

кинетический – кинематический (энергия, описание);

периодический – периодичный (колебания, приступы болезни, экономические кризисы, издания, печать, вспышки эпидемий).

7. Скажите, соответствует ли значение множественного числа выделенных существительных значению единственного. Переведите словосочетания на армянский язык.

Сила натяжения – *силы* реакции;

масса математического маятника – *массы* народные;

центр тяжести – промышленные *центры* страны;
мера веса – *меры* предосторожности, решительные *меры*;
высота центра тяжести – овладеть *высотами* искусства;
закон сохранения энергии – *законы* нравственности, неписаные законы.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя союзы, выражающие время действия.

Образец. При вращении диска тень шарика будет колебаться на стене. – Пока (по мере того как, в то время как, когда) диск вращается, тень шарика будет колебаться на стене.

1. При покое маятника, в положении его равновесия, сила тяжести уравнивается силой натяжения нити. 2. В отклоненном положении маятника сила тяжести P действует под углом к силе натяжения F , направленной вдоль нити. 3. При колебаниях маятника сила натяжения нити F несколько превышает составляющую P'' на величину центростремительной силы. 4. При приближении маятника к положению равновесия сила P' будет уменьшаться и в самом положении равновесия обратится в нуль. 5. При отклонении маятника влево опять появится растущая с увеличением отклонения сила P' но теперь уже направленная вправо. 6. При прохождении маятника через положение равновесия потенциальная энергия наименьшая, а скорость и кинетическая энергия достигают наибольшего значения. 7. При колебаниях маятника происходит периодический переход кинетической энергии в потенциальную и обратно.

9. Выразите значение времени действия, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме.

1. При (вращение диска) тень шарика будет колебаться на стене. 2. Во время (гармонические колебания) график местоположения точки является синусоидом. 3. Посмотрим, под действием каких сил происходят колебания маятника после (выведение его из положения равновесия). 4. При (колебательные движения маятника) сила натяжения нити F несколько превышает составляющую P'' – на величину центростремительной силы. 5. Сила P' появляется сразу после (отклонение маятника от положения равновесия). 6. Однако по мере (приближение к положению равновесия) сила P' будет уменьшаться и в самом положении равновесия обратится в нуль. 7. При (отклонение маятника влево) опять появится растущая с увеличением отклонения сила P' , но теперь уже направленная вправо. 8. Движение влево опять будет замедляться, затем маятник на (мгновение) остановится, после (что) начнется движение вправо с ускорением.

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя временные союзы *когда, как только, в то время как, по мере того как, после того как, пока*.

1. Тень шарика будет колебаться на стене, 2. Посмотрим, под действием каких сил происходит колебание маятника, 3. Сила P' , замедляющая колебательные движения маятника, появляется, 4. Растущая с увеличением отклонения сила P' появится, 5. Движение влево опять будет замедляться, затем маятник на мгновение остановится, 6. Периодический переход кинетической энергии в потенциальную и обратно происходит, 7. Сила P' будет уменьшаться и в самом положении равновесия обратится в нуль, 8. Сила тяжести, действующая на грузик и направленная вертикально вниз, уравнивается силой натяжения нити,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какие колебания называются гармоническими?
2. Что представляет собой математический маятник?
3. Под действием каких сил происходят колебательные движения математического маятника после выведения его из положения равновесия?
4. Когда появляется сила P' , замедляющая движение маятника?
5. Когда будет уменьшаться и в конце концов обратится в нуль сила P' ?
6. Когда потенциальная энергия маятника наибольшая? Когда она наименьшая?
7. Когда наибольшая кинетическая энергия маятника равна избытку потенциальной энергии в амплитудах?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Математический маятник.

Система, состоящая из длинной, невесомой нити и материальной точки, называется математическим маятником. Вся система прикреплена к неподвижной точке, вокруг которой система может колебаться. Колебания маятника могут быть гармоническими или затухающими. Гармоническими называются те колебания, во время которых величины, описывающие материальную точку, изменяются по закону синуса (или косинуса).

Например, координата x материальной точки изменяется по закону синуса $x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, где A – амплитуда, ω – круговая частота, $(\omega t + \varphi)$ – фаза, φ – начальная фаза гармонических колебаний. График, который показывает зависимость координаты x материальной точки от времени t , называется синусоидом. По закону Гюйгенса, период колебаний математического маятника вычисляется по формуле $T = 2\pi \sqrt{l/g}$, где l – длина нити, g – ускорение свободного падения. С течением времени колебания маятника будут уменьшаться, или, как говорят, затухать. Это происходит по той причине, что начальная энергия, которая была сообщена мате-

риальной точке, постепенно превращается в тепло из-за наличия сил трения. Круговая частота ω определяется по формуле $\omega = 2\pi / T$, где T период гармонических колебаний.

Скорость материальной точки u равняется производной координаты x по времени, а ускорение a равно второй производной координаты x по времени.

С помощью закона Гюйгенса можно с большой точностью вычислить ускорение свободного падения по следующей формуле: $g = 4\pi^2 l / T^2$.

Колебания бывают вынужденными и свободными. Свободными называются те колебания, которые происходят под действием внутренних сил, а вынужденные колебания происходят под действием внешней периодической силы.

(И.В.Савельев. «Механика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Христиан Гюйгенс (1629 – 1695)

Христиан Гюйгенс, голландский физик, механик, математик и астроном, родился в Гааге. Его отец, богатый и образованный дворянин Константин Гюйгенс, сам преподавал сыну начала математики и механики, к которым Гюйгенс с ранних лет проявлял склонность. В шестнадцатилетнем возрасте Гюйгенс поступил в Лейденский университет, где учился с 1647 по 1649 годы. Затем он продолжил образование в университете Бреда, где изучал математику и право, и в 1655 году получил степень доктора юридических наук. Однако, учась в университете, Гюйгенс увлекается механикой, астрономией и практической оптикой. Уже в 1652 году он нашел форму преломляющих поверхностей линз, не дающих сферической аберрации для некоторых частных случаев. В 1655 году Гюйгенс конструирует «воздушный телескоп», в котором объектив и окуляр не связаны между собой. Объектив, который имеет большое фокусное расстояние, находится на высоком столбе, а окуляр – на штативе, расположенном на земле. Увеличение фокусного расстояния объектива телескопа позволило уменьшить аберрации. Длина «воздушного телескопа» Гюйгенса была 64 метра. С его помощью ученый наблюдал кольца Сатурна и первый спутник Сатурна – Титан, а также четыре спутника Юпитера, открытых еще Галилеем.

В 1657 году Гюйгенс сообщает о созданных им маятниковых часах. В том же году он получил патент на эти часы, а в 1658 опубликовал свое открытие в сочинении «Horologium» («Часы»). Опубликование «Часов» вскоре создало Гюйгенсу такую славу, что в 1663 году его избирают членом Лондонского Королевского общества, а в 1666 году приглашают в Париж, где избирают членом только что созданной Парижской Академии наук. В Париже Гюйгенс жил до 1681 года, когда после отмены Нантского эдикта он как протестант вернулся на родину. Его работа о часах, опубликованная в 1658 году, носила чисто прикладной характер, но от математика такого масштаба как Гюйгенс не укрылись теоретические проблемы механики, которые связаны с созданием часов. Решением этих проблем

Гюйгенс занялся в последующие годы. В 1673 году в Париже выходит его шедевр – труд «Маятниковые часы», где ученый излагает не только теоретические основы своего изобретения, но и устанавливает, что свойством изохронности обладает циклоида, и разбирает математические свойства циклоиды. В начале 1662 года Гюйгенс построил станок для шлифовки линз. В том же году он сконструировал новую оптическую систему окуляра. Этот окуляр (окуляр Гюйгенса) широко применяется оптиками и в наши дни. Связано это с тем, что наличие в нем двух линз позволяет исправить целый ряд aberrаций. Гюйгенс исследовал столкновение упругих тел и вывел его законы (1669). Совместно с Робертом Гуком установил (1665) точку таяния льда и точку кипения воды. Показал (1667), что вода при замерзании расширяется.

В 1678 году в мемуарах, представленных в Парижскую Академию наук, Гюйгенс разработал волновую теорию света. Отметим, что, хотя Гюйгенс говорил о световых волнах, он не вкладывал в это понятие того содержания, которое принято в настоящее время. По Гюйгенсу, свет распространяется сферическими поверхностями. Сам Гюйгенс отмечал: «Я называю эти поверхности волнами по сходству с волнами, которые можно наблюдать в воде, в которую брошен камень». Он не предполагал периодичности световых явлений, более того, указывал, что «... не нужно представлять себе, что сами эти волны следуют друг за другом на одинаковом расстоянии». В соответствии с этим Гюйгенс не употребляет и понятие «длина волны». Однако неоспоримую ценность представляет выдвинутый Гюйгенсом для объяснения механизма распространения света общий принцип, названный его именем (принцип Гюйгенса). На основе своего принципа Гюйгенс объяснил не только обычные законы преломления и отражения, но и явление двойного лучепреломления в исландском шпате, которое было открыто в 1670 году датским физиком и математиком Эразмом Бартолином (1625-1698). Эти открытия Гюйгенс опубликовал только в 1690 году в Лейдене в своем знаменитом «Трактате о свете». Он не публиковал его раньше из-за плохого знания французского языка, надеясь перевести на латинский. В 1678 году Гюйгенс открыл поляризацию света.

Христиан Гюйгенс разрабатывал так называемую планетную машину, которая была прообразом планетария, и теорию фигуры Земли. Гюйгенс близко подошел к открытию закона всемирного тяготения. Он первым сделал вывод о том, что Земля сжата возле полюсов, и высказал идею об измерении ускорения силы тяжести с помощью секундного маятника.

(Из Интернета)

Раздел «Молекулярная физика»

Урок 6

Выражение наличия информации, получения информации и источника информации

- Конструкции:
- а)
 - известно, что ...
 - ясно, что ...
 - понятно, что ...
 - очевидно, что ...
 - б)
 - как известно, ...
 - как установлено, ...
 - как выяснилось, ...
 - в)
 - по данным кого, ...
 - по словам кого, ...
 - по сообщению кого, ...
 - г)
 - говорят, что ...

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими значение наличия, получения и источника информации.

Первое и второе начала термодинамики

Задачи термодинамики. Как известно, задачей термодинамики является феноменологическое исследование свойств материальных тел, характеризующихся макроскопическими параметрами, на основе общих законов, называемых началами термодинамики, без выяснения микроскопических механизмов изучаемых явлений.

Известно, что термодинамика основывается на трех началах. Первое начало является применением закона сохранения энергии к явлениям, изучаемым термодинамикой. Второе начало характеризует направление развития процессов, изучаемых в термодинамике. Третье начало накладывает ограничения на процессы, утверждая невозможность процессов, приводящих к достижению термодинамического нуля температуры.

Работа. Как установлено опытным путем, для того чтобы уменьшить объем, занимаемый газом, надо совершить работу по преодолению сил давления газа.

Работа δA газа при изменении его объема на dV равна

$$\delta A = P dV,$$

где P – давление. Характерной особенностью процессов является то, что системе сообщается или от системы отбирается энергия путем изменения некоторых макроскопических параметров. Эти слова чрезвычайно важны. Системе можно сообщить или отобрать у нее энергию и без изме-

нения ее макроскопических параметров. В этом случае нельзя говорить, что совершается работа.

Теплота. Как известно из экспериментов, при соприкосновении двух тел их тепловое состояние выравнивается. Понятно, что теплота переходит от более теплого тела к более холодному. Теплота – это энергия в специфической форме, в форме молекулярного движения. Бесконечно малую энергию, имеющую специфическую форму, обозначим δQ . Очевидно, что энергия в этой форме может как сообщаться системе, так и забираться от нее.

Внутренняя энергия. Энергия, которая связана со всевозможными движениями частиц системы и их взаимодействиями между собой, включая энергию, обусловленную взаимодействием и движением частиц, составляющих сложные частицы, называется внутренней. Отсюда ясно, что к внутренней энергии не относятся кинетическая энергия, связанная с движением центра масс системы, и потенциальная энергия системы во внешних полях. Все остальные виды кинетической и потенциальной энергии частиц системы, включая и энергию частиц, относятся к внутренней энергии.

Известно, что параметры делят на внутренние и внешние. Внешними называются те параметры, которые фиксируют внешние условия для системы, внутренними – те, которые устанавливаются в системе в результате фиксации внешних условий. Понятно, что один и тот же параметр в зависимости от обстоятельств может быть как внешним, так и внутренним.

Первое начало термодинамики. Закон сохранения энергии для теплоты как формы энергии, внутренней энергии и совершаемой работы, с учетом условия о знаках этих величин, может быть записан в следующей очевидной форме:

$$\delta Q = dU + \delta A. \quad (1)$$

Закон сохранения энергии в виде (1) называется первым началом термодинамики. Так же, как и в механике, закон сохранения энергии (1) не может предсказать направление развития процесса. Он позволяет лишь указать, как изменяются величины, если происходит какой-то процесс.

Второе начало термодинамики.

Формулировка Кельвина второго начала термодинамики. Формула

$$\eta = (Q^{(+)}) / Q^{(-)} = 1 + Q^{(-)} / Q^{(+)},$$

где $Q^{(+)}$ – количество теплоты, которое вошло от термостатов, $Q^{(-)}$ – количество теплоты, вытекающее из машины (отрицательная величина), показывает, что не может быть к.п.д., большего единицы, но сама по себе она не исключает возможности его равенства единице. Ясно, что это может произойти, если $Q^{(-)} = 0$. Принципом Кельвина называется утверждение о том, что невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы и обмен теплоты с одним тепловым резервуаром. Понятно, что превращение некоторого количества теплоты в работу обязательно должно сопровождаться передачей теплоты от нагревателя к холодильнику.

Формулировка Клаузиуса второго начала термодинамики. невозможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому.

Очевидно, что эти формулировки лишь по форме отличаются друг от друга, так как по данным Кельвина и Клаузиуса, превращение некоторого количества теплоты в работу обязательно должно сопровождаться передачей теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

Пусть замкнутая система переходит в некотором процессе из состояния **1** в **2**. Возвратим систему с помощью обратимого процесса в состояние **1**. При этом ясно, что необходимо ликвидировать изолированность системы. В результате возвращения системы в состояние **1** образовался цикл, к которому можно применить неравенство Клаузиуса $\oint \delta Q/T \leq 0$

$$\oint \delta Q/T = \int_{L_1}^2 \delta Q/T + \int_{L_2}^1 \delta Q/T \leq 0 \quad (2)$$

Из (2) получаем $S_1 \geq S_2$.

Следовательно, при переходе замкнутой системы из состояния **1** с энтропией S_1 в состояние **2** с энтропией S_2 энтропия либо увеличивается, либо остается неизменной. Это положение совместно с утверждением о существовании энтропии, выражаемым формулой $\oint \delta Q/T = dS$, составляет содержание второго начала термодинамики.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Термодинамика, первое начало термодинамики, второе начало термодинамики, закон сохранения энергии, температура системы, термодинамический нуль температуры, давление, силы давления газа, макроскопические параметры, тепловое состояние, молекулярное движение, внутренняя энергия системы, кинетическая энергия, потенциальная энергия, термостат, центр масс, коэффициент полезного действия (к.п.д.), обратимый процесс, циклический процесс, энтропия.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: температура системы – температура Кельвина, температура Цельсия; высокая температура.

Первое начало термодинамики, закон сохранения энергии, тепловое состояние, термодинамический нуль температуры, силы давления газа, молекулярное движение, потенциальная энергия, коэффициент полезно-

го действия, циклический процесс, принцип Кельвина, обмен теплоты, тепловой резервуар, центр масс.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Феномен, основываться, характерный, соприкосновение, выравниваться, специфический, всевозможный, фиксировать, очевидный, формулировать, исключить, утверждение, отличаться, ликвидировать, изолированность, следовательно, неизменный, содержание.

Слова для справок. базироваться, чудо, столкновение, своеобразный, типичный, разнообразный, определять, сглаживаться, устранить, выделяться, несомненный, выразить, констатация, обособленность, уничтожить, постоянный, значит, суть.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Общий, утверждать, особенный, уменьшить, сообщить энергию, внутренняя энергия, сложный, очевидный, позволить, положительный, равенство, утверждение, ликвидировать, включая энергию частиц, теплый, неизменный, начало, изолированный.

Слова для справок внешняя энергия, скрытый, конец, частный, увеличить, запретить, опровергать, простой, отрицательный, отобрать энергию, опровержение, неравенство, исключая энергию частиц, холодный, сохранить, переменный, объединенный, обыкновенный.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. Составьте с ними предложения.

Исследование – обследование – расследование (свойств материальных тел, по физике, больного, фактов по делу убийства);

тепло – теплота (количество, удельный, согреть своим, сидеть в, на улице один градус);

теплый – тепловой (состояние, тело, резервуар, машина, луч солнца, молоко, компания, энергия, двигатель);

системный – систематичный – систематический (колебания, администратор, описание, занятия, человек, изложение);

массовый – массивный (беспорядки, человек, фигура, памятник, героизм, движение, аресты, производство, литература, читатель);

исключить – отключить – выключить (возможность, ток, телефон, из списков, провод, газ, электричество);

единственный – единый – единичный (результат, друг, ребенок, число, заряд, народ, союз, в своем роде, порыв, воля, целое, все до, пример, случай);

скрытый – скрытный (камера, человек, характер, намерения);

обратимый – обратный (процесс, реакция, путь, дорога, билет, сторона медали, смысл, пропорциональность);

специфический – специальный – специализированный (форма, запах, группа, приметы весны, магазин, совет, заказ).

7. Прочитайте, указывая, где это возможно, для существительных, стоящих в единственном числе, форму множественного, а для существительных, стоящих во множественном числе, форму единственного. С некоторыми словосочетаниями составьте предложения.

Боевая задача, поставить задачу, очередные задачи, решить задачу, задача термодинамики;

экономическая основа, на основе общих законов, основы политической экономии, основы нравственности, лежать в основе, положить в основу;

вращательное движение, привести в движение, движение планет, неловкое движение, вольные движения, молекулярное движение, движение сердца, движение народных масс, всевозможные движения частиц системы;

законы общественного развития, законы классовой борьбы, законы природы, закон сохранения энергии, законы физики, закон нравственности, неписанные законы, соблюдать законы;

записать в форме, квадратная форма, формы работы, удобная форма для прикрытия своей деятельности, не в форме, форма молекулярного движения, теплота как форма энергии;

бесконечно малая величина, отрицательная величина, изменяющиеся величины, равные величины, крупнейшая величина в физике;

процесс работы, производственный процесс, циклический процесс, обратимый процесс, болезненный процесс.

8. Передайте содержание данных предложений, используя слова *известно, ясно, понятно, очевидно*. Обратите внимание на то, что после этих слов употребляется союз *что*.

1. Характерной особенностью процессов является то, что системе сообщается или от системы отбирается энергия путем изменения некоторых макроскопических параметров. 2. Закон сохранения энергии для теплоты как формы энергии, внутренней энергии и совершаемой работы, с учетом условия о знаках этих величин, может быть записан в следующей форме: $\delta Q = dU + \delta A$. 3. Как и в механике, закон сохранения энергии не может предсказать направление развития процесса: он позволяет лишь указать, как изменяются величины, если происходит какой-то процесс. 4. При переходе замкнутой системы из состояния 1 с энтропией S_1 в состояние 2 с энтропией S_2 , энтропия либо увеличивается, либо остается неизменной. 5. Системе можно сообщить или отобрать у нее энергию и без

изменения ее макроскопических параметров. 6. Теплота переходит от более теплого тела к более холодному.

9. Переделайте предложения по образцу, употребляя вводные конструкции *как известно, как установлено, как выяснилось, по данным кого*. Обратите внимание на то, что после этих конструкций союз *что* не употребляется.

Образец. Известно, что при соприкосновении двух тел их тепловое состояние выравнивается. – Как было установлено в результате экспериментов, при соприкосновении двух тел их тепловое состояние выравнивается.

1. Известно, что задачей термодинамики является исследование свойств материальных тел, характеризующихся макроскопическими параметрами, без выяснения микроскопических механизмов изучаемых явлений. 2. Установлено, что закон сохранения энергии для теплоты как формы энергии может быть записан в следующей форме: $\delta Q = dU + \delta A$. 3. В формулировке Кельвина утверждается мысль о том, что невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы и обмен теплоты с одним тепловым резервуаром. 4. Из формулировки Кельвина выясняется, что невозможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому. 5. Вы, очевидно, знаете, что при переходе замкнутой системы из состояния 1 с энтропией S_1 в состояние 2 с энтропией S_2 , энтропия либо увеличивается, либо остается неизменной. 6. В формулировках Кельвина и Клаузиуса подчеркивается мысль о том, что превращение некоторого количества теплоты в работу обязательно должно сопровождаться передачей теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Как известно, задачей термодинамики является исследование свойств материальных тел, характеризующихся макроскопическими параметрами, без выяснения микроскопических механизмов изучаемых явлений. 2. Известно, что термодинамика основывается на законе сохранения энергии. 3. Как установлено, для того чтобы уменьшить объем, занимаемый газом, надо совершить работу. 4. Как известно из экспериментов, при соприкосновении двух тел их тепловое состояние выравнивается. 5. По данным Кельвина, невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является производство работы и обмен теплоты с одним тепловым резервуаром. 6. По данным Клаузиуса, невозможен циклический процесс, единственным результатом которого является передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому. 7. Очевидно, что превращение некоторого количества теплоты в работу обязательно должно сопровождаться передачей теплоты от более нагретого тела к менее нагретому. 8. По данным Кельвина и Клаузиуса, превращение некоторого количества теплоты в работу обязательно должно сопровождаться передачей теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Что является задачей термодинамики?
2. На чем основывается термодинамика?
3. При каких условиях совершается работа?
4. Как можно охарактеризовать теплоту?
5. Что из себя представляет внутренняя энергия?
6. В чем заключается содержание первого начала термодинамики?
7. В чем суть второго начала термодинамики?
8. Каково содержание формулировок Кельвина и Клаузиуса второго начала термодинамики?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Внутренняя энергия системы и первое начало термодинамики.

Внутренней энергией какого-либо тела называется энергия этого тела за вычетом кинетической энергии тела как целого и потенциальной энергии тела во внешнем поле сил. Очевидно, что в понятие внутренней энергии включаются кинетическая энергия взаимодействия между молекулами и внутримолекулярная энергия. Внутренняя энергия является функцией состояния системы. Это означает, что всякий раз, когда система оказывается в данном состоянии, внутренняя энергия принимает присущее этому состоянию значение, независимо от предыстории системы. Отсюда ясно, что изменение внутренней энергии при переходе системы из одного состояния в другое будет всегда равно разности значений внутренней энергии в этих состояниях, независимо от пути, по которому совершается переход.

Внутренняя энергия может изменяться за счет в основном двух различных процессов: совершения над телом работы A' и сообщения ему количества тепла Q . Совершение работы сопровождается перемещением внешних тел, воздействующих на систему. Сообщение телу тепла не связано с перемещением внешних тел и, следовательно, не связано с совершением над телом макроскопической работы. Совокупность микроскопических процессов, приводящих к передаче энергии от тела к телу, носит название теплопередачи. Одним из видов теплопередачи является тепловое излучение. Изменение внутренней энергии системы должно быть равно сумме совершенной над системой работы A' и количества сообщенного системе тепла Q .

$$U_2 - U_1 = Q + A';$$

где U_1 и U_2 – начальное и конечное значения внутренней энергии системы. Если $A' = -A$ тогда

$$Q = \Delta U + A, \text{ где } \Delta U = U_2 - U_1.$$

Это уравнение выражает закон сохранения энергии и представляет собой содержание первого начала термодинамики.

Словами его можно выразить следующим образом: количество тепла, сообщенное системе, идет на изменение внутренней энергии системы и на совершение системой работы над внешними телами.

При вычислении совершенной системой работы или полученного системой тепла обычно приходится разбивать рассматриваемый процесс на ряд элементарных процессов, каждый из которых соответствует весьма малому изменению параметров системы. В этом случае

$$\Delta'Q \leftrightarrow \Delta U + \Delta'A,$$

где $\Delta'Q$ – элементарное количество тепла, $\Delta'A$ – элементарная работа, ΔU – приращение внутренней энергии системы в ходе данного элементарного процесса.

Таким образом, в символ Δ , стоящий при A и Q , вкладывается иной смысл, чем в символ Δ , стоящий при U . Чтобы произвести вычисления, в $\Delta'Q = \Delta U + \Delta'A$ переходят к дифференциалам. Тогда $d'Q = dU + d'A$. Интегрирование $d'Q = dU + d'A$ по всему процессу приводит к выражению

$$Q = \Delta U + A.$$

Это и есть первое начало термодинамики.

Различные формулировки основного постулата, выражающего второе начало термодинамики.

По логическим рассуждениям получено следующее соотношение $Q_1 - Q_2 = A_1 - A_2$: тепловая машина совершает круговой процесс, в результате которого нагреватель отдал тепло Q_1 , холодильник получил тепло Q_2 , тепло $Q = Q_1 - Q_2$ пошло на производство работы $A_1 - A_2$. Отношение $\eta = A / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ называется коэффициентом или экономическим коэффициентом полезного действия тепловой машины.

Возникает вопрос, нельзя ли построить периодически действующую тепловую машину без холодильника? Такую машину называют перпетуум мобиле второго рода. Как говорят опытные факты, построить такую машину невозможно. Невозможность построения такого перпетуум мобиле была возведена в постулат. Он называется постулатом второго начала термодинамики. Приведем три точные формулировки постулата.

Вильям Томсон дал такую формулировку постулата второго начала термодинамики: «Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы производство работы за счет охлаждения теплового резервуара».

Планк тоже дал формулировку второму началу: «Невозможно построить периодически действующую машину, единственным результатом работы которой было бы поднятие груза за счет охлаждения теплового резервуара».

Клаузиус дал существенно иную формулировку. Он выдвинул следующее положение: «Теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к телу более нагретому».

Постулаты Клаузиуса и Томсона – Планка эквивалентны.

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Лорд Кельвин, Уильям Томсон (1824 – 1907)

Выдающийся английский физик. Известен работами в области электростатики, электродинамики, гидродинамики и математики. Автор важных исследований в области термодинамики; установил абсолютную шкалу температур (шкала Кельвина). Исследуя термические действия тока, открыл явление переноса тепла электрическим током (явление Томсона). Томсону принадлежит также ряд изобретений (физические приборы, инструменты и др.).

С 1851 года член, а с 1890 г. по 1895 г. – президент Лондонского Королевского Общества, член академий наук многих стран и научных обществ.

Уильям Томсон родился 26 июня 1824 г. в Белфасте в семье профессора инженерии. Лекции отца в университете Уильям стал посещать с восьми лет, а в десять лет он уже был полноправным студентом. После выпуска из Кембриджа по совету отца Уильям отправляется в Париж для стажировки в лабораторию известного экспериментатора В. Реньо.

В 1846 г. двадцатидвухлетний Томсон занял кафедру теоретической физики в университете в Глазго (Шотландия), где организовал впоследствии первую физическую лабораторию и где проработал до конца жизни. Еще студентом Уильям опубликовал ряд работ по применению метода рядов Фурье к задачам о распространении тепла в средах, обратив, в частности, внимание на аналогии между законами распространения тепла и электрического тока. Вскоре появились и его новые сочинения, в которых развивались принципы, затем плодотворно применявшиеся в теоретических работах по геологии (сам Томсон пытался использовать их для определения возраста Земли). Математические методы, развитые при рассмотрении задач теплопроводности, оказались эффективными и в других областях. В 1845 г., находясь в Париже, Томсон опубликовал ряд статей по электростатике, в которых излагал предложенный им метод изображений, позволяющий радикально упростить решение некоторых задач.

Томсон умер в 1907 г.

Похоронен в Вестминстерском аббатстве.

(Из Интернета.)

Урок 7

Выражение характеристики действия.

Характеристика образа действия деепричастием и деепричастным оборотом

- Конструкции:
- а)
 - нарушать – нарушая равновесие системы
 - нарушить – нарушив равновесие системы
 - б)
 - проходить – проходя в обратном порядке через состояния
 - пройти – пройдя в обратном порядке через состояния
 - в)
 - иметь – имея температуру T_1
 - заимствовать – заимствуя тепло Q_1 от нагревателя

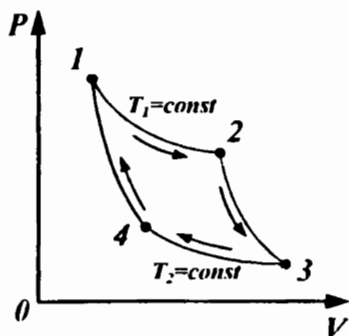
1. Прочитайте текст и выделите предложения с деепричастием или деепричастным оборотом, характеризующим действие.

Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно

Если в результате какого – либо процесса система переходит из состояния A в другое состояние B и если возможно вернуть ее хотя бы одним способом в исходное состояние A и притом так, чтобы во всех остальных телах не произошло никаких изменений, то этот процесс называется обратимым. Если же это сделать невозможно, то процесс называется необратимым. Примером необратимого процесса может служить переход тепла от более нагретого тела к телу менее нагретому при тепловом контакте этих тел. Это следует из постулата Клаузиуса. Если систему из конечного состояния B можно вернуть в исходное состояние A безразлично каким способом, не требуя, чтобы она обязательно проходила через ту же последовательность состояний, что и в прямом процессе $A \rightarrow B$, то такой процесс называют обратимым в широком смысле слова. Если же возможен обратный процесс $B \rightarrow A$, переводящий систему в исходное состояние A через ту же последовательность состояний, через которую прошла система в прямом процессе $A \rightarrow B$, то процесс $A \rightarrow B$ называется обратимым в узком смысле слова.

Все квазистатические процессы обратимы и притом в узком смысле слова. Квазистатический процесс есть бесконечно медленный процесс, состоящий из последовательности состояний, бесконечно мало отличающихся от равновесных. Если взять какое-либо равновесное состояние, то при отсутствии внешних воздействий оно будет сохраняться неограниченно долго.

Однако с помощью внешних воздействий, нарушив равновесие системы, т.е. изменив внешние параметры и температуру окружающей среды,



можно добиться начала процесса. Для его квазистатичности необходимо, чтобы эти изменения совершались настолько медленно, чтобы в каждый момент времени система находилась либо в равновесном состоянии, либо в состоянии, как угодно мало отличающемся от равновесного. В пределе получится идеализированный процесс, идущий с бесконечно малой скоростью и состоящий из последовательных состояний равновесия. С помощью таких процессов

можно перевести систему из начального состояния *A* в конечное состояние *B*, отстоящее от начального как угодно далеко. Если изменить знаки бесконечно малых приращений внешних параметров и температуры на противоположные, то система снова вернется в исходное состояние *A*, проходя в обратном порядке через состояния, бесконечно мало отличающиеся от состояний, через которые она проходила ранее. В пределе исчезнет и это различие. При этом, в результате прямого и обратного процесса в окружающих телах, не произойдет никаких изменений, поскольку внешние параметры и температура окружающей среды вернуться в точности к своим исходным значениям. Таким образом, квазистатический процесс не только обратим вообще, но обратим в узком смысле слова. Из этого вытекает, что всякий квазистатический круговой процесс может происходить как в прямом, так и в обратном направлении.

Из различных круговых процессов особое значение в термодинамике имеет цикл Карно. Это квазистатический процесс, в котором систему можно приводить в тепловой контакт с двумя тепловыми резервуарами. Это – нагреватель и холодильник. Нагреватель имеет постоянную температуру T_1 , а холодильник имеет постоянную температуру T_2 . При этом считается, что $T_1 > T_2$. Цикл Карно заключается в следующем. Сначала система при температуре T_1 приводится в тепловой контакт с нагревателем. Затем, бесконечно медленно уменьшая внешнее давление, ее заставляют квазистатически расширяться по изотерме 12. При этом она, заимствуя тепло Q_1 от нагревателя, производит работу A_{12} против внешнего давления. После этого система квазистатически расширяется по адиабате 23, пока ее температура не достигнет температуры холодильника T_2 , совершив работу A_{23} против внешнего давления. В состоянии 3, приводя систему в тепловой контакт с холодильником и непрерывно увеличивая давление, изотермически сжимают ее до некоторого состояния 4.

При этом система, отдав холодильнику некоторое количество тепла Q_2 , производит работу A_{34} . Состояние 4 выбирается так, чтобы можно было квазистатическим сжатием по адиабате 41 вернуть систему в исходное состояние 1. Для этого надо над системой совершить работу A_{41} . В ре-

зультате кругового процесса Карно внутренняя энергия системы не изменится, а потому произведенная ею работа будет равна $A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = Q_1 - Q_2$. Коэффициент полезного действия η цикла Карно определяется следующим образом: $Q_2 = (1 - \eta)Q_1$.

Теорема Карно: коэффициент полезного действия тепловой машины, работающей по циклу Карно, зависит только от температур T_1 и T_2 нагревателя и холодильника, но не зависит от устройства машины, а также от вида используемого рабочего вещества.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Обратимый процесс, необратимый процесс, круговой процесс, изотермический процесс, адиабатический процесс, прямой процесс, обратный процесс, квазистатический процесс, макроскопические параметры, внешние параметры, цикл Карно, тепловой контакт, равновесное состояние, температура, бесконечно малые приращения, нагреватель, холодильник, внешнее давление, квазистатическое сжатие, коэффициент полезного действия (к.п.д.).

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: равновесное состояние, критическое состояние; душевное состояние.

Обратимый процесс, цикл Карно, тепловой контакт, постулат Клаузиуса, бесконечно малые приращения, внешнее давление, внешние параметры, внешнее воздействие, бесконечно малая скорость, квазистатическое сжатие, тепловая машина, рабочее вещество.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Цикл, в результате, способ, процесс, исходный, остальной, изменение, пример, контакт, безразлично, обязательно, последовательность, медленный, отличаться, внешний, воздействие, неограниченно, нарушить, совершаться, равновесие, различие, вообще, особый, постоянный, заставлять, непрерывный, производить.

Слова для справок: в итоге, протекание, прочий, очередность, круг, средство, превращение, связь, наружный, начальный, непременно, выделяться, образец, все равно, неторопливый, безраздельно, влияние, переступить, устойчивость, разница, происходить, в общем и целом, вынуждать, своеобразный, раз навсегда установленный, непрестанный, изготовлять.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Обратимый процесс, можно, начальный, более нагретое тело, прямой процесс, в широком смысле слова, медленный, отличаться, внешнее давление, равновесное состояние, малая скорость, ранее, исчезнуть, вообще, особый, нагреватель, постоянный, уменьшая, расширяться, непрерывный, отдать, полезный.

Слова для справок: нельзя, менее нагретое тело, в узком смысле слова, конечный, обратный процесс, быстрый, необратимый процесс, походить, большая скорость, внутреннее давление, позднее, в частности, второстепенный, возникнуть, холодильник, переменный, увеличивая, прерывистый, бесполезный, сжиматься, получить, неравновесное состояние.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Обратный – обратимый (процесс, дорога, путь, билет, сторона монеты, пропорциональность);

теплый – тепловой (контакт, резервуар, машина, луч солнца, молоко, пальто, комната, чувство, прием, компания, излучение, процесс);

конечный – конченый (состояние, станция, человек, результат);

медленный – медлительный (процесс, ход, шаги, ум, движения, человек);

отличаться – различаться (от равновесного состояния, от всех товарищей, сообразительностью, по ширине, длиной);

идеальный – идеализированный – идеалистический (процесс, любовь, работник, исполнение, направление в философии);

малый – маленький (приращения, скорости, рост, отряд, группа, неприятность, дети);

различный – разный (круговые процессы, взгляды, судьбы, люди, комнаты, цветы, хлам, мнения, дела);

особый – особенный (значение, затруднение, комната, права, мнение, человек);

производить – проводить (станки, машины, электрический ток, большую работу, время, идею, дорогу).

7. Скажите, какие из данных словосочетаний могут употребляться и в единственном, и во множественном числе, а какие – только в единственном.

Обратимый процесс, цикл Карно, нагретое тело, тепловой контакт, постулат Клаузиуса, круговой процесс, квазистатический процесс, равновесное состояние, внешнее воздействие, окружающая среда, каждый мо-

мент времени, идеализированный процесс, тепловой резервуар, постоянная температура, коэффициент полезного действия, рабочее вещество.

8. Вместо точек вставьте деепричастия, образуя их от глаголов, данных в скобках. Обратите внимание на вид глагола.

1. С помощью внешних воздействий, (нарушить) равновесие системы, т.е. (изменить) внешние параметры и температуру окружающей среды, можно добиться начала квазистатического процесса. 2. В состоянии 3, (приводить) систему в тепловой контакт с холодильником и непрерывно (увеличивать) давление, систему изотермически сжимают до некоторого состояния 4. 3. Система, (заимствовать) тепло Q_1 от нагревателя, производит работу A_{12} против внешнего давления. 4. Система, (отдать) холодильнику некоторое количество тепла Q_2 , производит работу A_{34} . 5. Цикл Карно заключается в следующем: система, (иметь) температуру T_1 , приводится в тепловой контакт с нагревателем. Затем, бесконечно медленно (уменьшать) внешнее давление, ее заставляют квазистатически расширяться по изотерме 12.

9. Передайте содержание данных предложений, используя вместо выделенных конструкций деепричастные обороты. Следите за употреблением деепричастий совершенного и несовершенного вида.

Образец: При нарушении равновесия системы, т.е. при изменении внешних параметров и температуры окружающей среды, можно добиться начала квазистатического процесса. – Нарушив равновесие системы, т.е. изменив внешние параметры и температуру окружающей среды, можно добиться начала квазистатического процесса.

1. При изменении знаков бесконечно малых приращений внешних параметров и температуры на противоположные система снова вернется в исходное состояние. 2. При бесконечно медленном уменьшении внешнего давления система квазистатически расширяется по изотерме 12. 3. При приведении системы в тепловой контакт с холодильником и непрерывном увеличении давления система изотермически сжимается до некоторого состояния 4. 4. При отдаче холодильнику некоторого количества тепла Q_2 система производит работу A_{34} . 5. При сжатии системы по циклу 1432 систему можно вернуть в исходное состояние.

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, заменяя придаточные предложения условия деепричастными оборотами. Следите за употреблением видов.

Образец: Если изменить знаки бесконечно малых приращений внешних параметров и температуры на противоположные, можно систему вернуть в исходное состояние А. – Изменив знаки бесконечно малых прира-

щений внешних параметров и температуры на противоположные, можно системе вернуть в исходное состояние A .

1. Если нарушить равновесие системы и изменить внешние параметры и температуру окружающей среды, 2. Если вернуть систему из конечного состояния B в исходное состояние A , ... 3. Если бесконечно медленно уменьшать внешнее давление, 4. Если непрерывно увеличивать давление, 5. Если изолировать какое-либо равновесное состояние от внешних воздействий, 6. Если над системой совершить работу A_4 .

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какие процессы называются обратимыми и необратимыми?
2. Какой процесс называется обратимым в широком смысле слова?
3. Какой процесс называется обратимым в узком смысле слова?
4. Какой процесс называется квазистатическим?
5. В чем заключается суть цикла Карно?
6. Как определяется коэффициент полезного действия η цикла Карно?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Обратимые и необратимые процессы

Если система по каким-либо причинам не находится в состоянии равновесия или выведена из него и после этого предоставлена самой себе (это значит, что она не подвергается внешним воздействиям), то, как показывает опыт, сам собой происходит переход к равновесному состоянию. Можно даже сказать, что состояние равновесия – это и есть такое состояние, в которое переходит всякая молекулярная система при отсутствии внешних на нее воздействий. Процесс перехода к равновесию называется *релаксацией*, а время, потребное на это, называется *временем релаксации*.

Но когда равновесие уже установилось, то система не может, как показывает опыт, сама собой возвратиться к первоначальному неравновесному состоянию. Другими словами, изменения состояния, которые претерпела система, переходя в состояние равновесия, не могут происходить в обратном направлении без внешнего воздействия.

Так, например, если два соприкасающихся тела обладали вначале разностью температур и были предоставлены самим себе, то в конце концов температуры обоих тел выравниваются. Но обратный процесс – увеличение разности температур между ними – без внешнего воздействия не происходит.

Газ сам по себе всегда распределяется равномерно по всему объему сосуда, и такое состояние соответствует равновесию. Но газ никогда не

скапливается в одной части сосуда в большем количестве (с большей плотностью), чем в другой без действия внешних сил.

Приведенные примеры указывают на важную особенность процессов, происходящих в молекулярных системах, – на их *необратимость*. Этим молекулярные процессы отличаются от чисто механических, для которых характерна строгая *обратимость*.

Обратимым процессом называется такое изменение состояния системы (или одного отдельного тела), которое, будучи проведено в обратном направлении, возвращает ее в исходное состояние, так, чтобы система прошла через те же промежуточные состояния, что и в прямом процессе, но в обратной последовательности, а состояние тел вне системы осталось неизменным.

Обратимыми являются все движения, рассматриваемые в механике, кроме тех, в которых участвуют силы трения (действие сил трения приводит к выделению тепла, и процесс перестает быть чисто механическим).

Цикл Карно – это обратимый круговой процесс, представляющий рабочий цикл тепловой машины, состоящий из четырех частей: 1) изотермического расширения; 2) адиабатического расширения, при котором происходит охлаждение; 3) изотермического сжатия при температуре, достигнутой в конце адиабатического расширения; 4) адиабатического сжатия до исходного объема, а также исходного давления и температуры.

При работе тепловой машины рабочее тело совершает замкнутый термодинамический цикл. Для любой реальной тепловой машины весь цикл, включая его отдельные процессы, необратим, что вызывает необходимость затрачивать часть произведенной работы для перевода рабочего тела в первоначальное состояние, обеспечивая замыкание кругового процесса. Указанные потери приводят к тому, что не вся произведенная работа становится полезной, а часть её теряется в самой тепловой машине, переходя в теплоту. Максимальным к.п.д. обладает тепловая машина, в которой цикл рабочего тела состоит только из равновесных тепловых процессов и, следовательно, является обратимым. Однако для осуществления нагревания и охлаждения необходим теплообмен рабочего тела с нагревателем и холодильником тепловой машины, который тем более эффективен, чем заметнее разность температур. Возникающие при этом тепловые потоки нарушают состояние теплового равновесия и делают эти процессы необратимыми. Чтобы избежать этого, необходимо теплообмен осуществлять при очень малой разности температур. Поэтому реализовать равновесный процесс при теплообмене можно только в случае теплового равновесия рабочего тела и нагревателя (или холодильника).

Термический коэффициент полезного действия цикла Карно – наибольший из всех возможных для тепловых машин. Цикл Карно имеет большое значение в теории тепловых процессов.

Приведем здесь пример, который позволит уточнить понятие обратимости и необратимости изменений или процессов.

Пусть пружина, один из концов которой закреплен, деформируется (растягивается) силой P , приложенной к другому ее концу. Пружина растягивается, увеличивая свою потенциальную энергию за счет работы силы. Если после того, как пружина окажется растянутой на определенную длину, прекратить действие силы, то пружина вернется в исходное состояние, соответственно уменьшив свою потенциальную энергию.

Можно ли считать описанный процесс растяжения пружины обратимым? Легко заметить, что если пружину растянуть быстро и сразу прекратить действие силы, то процесс не будет обратимым.

В самом деле, когда сила P начинает растягивать пружину, то прежде всего деформируется та часть пружины, к которой непосредственно приложена сила, т.е. часть, прилегающая к незакрепленному концу. Постепенно деформация передается остальным частям пружины, и последней деформацию испытывает та ее часть, которая прилегает к закрепленному концу.

После прекращения действия силы пружина начнет сжиматься. Но и теперь деформацию, на этот раз деформацию сжатия, первой испытает часть пружины, прилегающая к точке приложения силы, так как она, очевидно, первой «почувствует», что сила перестала действовать. От этой части деформация постепенно передастся вдоль пружины, пока не восстановится исходное состояние.

Таким образом, хотя процесс сжатия и идет в обратном направлении, но пружина при этом не проходит промежуточные состояния в обратном порядке: в прямом процессе сначала деформировалась та часть пружины, которая прилегает к ее незакрепленному концу, и от нее деформация передавалась остальным частям пружины; в таком же, а не в обратном порядке пружина деформировалась и при сжатии, поэтому в описанном опыте процесс растяжения пружины нельзя считать обратимым. Необратимость скажется в том, что при быстром прекращении действия силы пружина придет в колебательное движение, которое не является обратимым: сила трения приведет к затуханию колебаний, и их энергия перейдет в тепло.

По той же причине быстрое сжатие или расширение газа – изотермическое или адиабатическое – не являются обратимыми процессами. Как и в случае с пружиной, необратимость здесь состоит в том, что чередование промежуточных состояний при прямом и обратном процессах оказывается одинаковым.

К числу необратимых процессов относится и расширение газа в пустоту, не уравновешенное внешними силами. Необратимыми являются все явления переноса: теплопроводность, диффузия и внутреннее трение.

(И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. «Молекулярная физика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Никола Леонар Сад Карно (1796 – 1832)

Французский физик и военный инженер. Окончил Парижскую политехническую школу в 1814 году. Карно был первым, кто сделал вывод о том, что полезная работа совершается, если только тепло не переходит от более нагретого тела к телу менее нагретому при тепловом контакте этих тел. Карно приблизительно определил механический эквивалент теплоты и дал общее выражение закона сохранения энергии (первое начало термодинамики).

Ему принадлежит ряд открытий в области учения о теплоте, им установлены закономерности работы тепловых машин, послужившие основой для создания термодинамики.

В 1824 году Карно опубликовал свою основную работу «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу», в которой им были сформулированы основные положения теории тепловых машин и впервые предложено второе начало термодинамики. Но только в 1834 году, после придания Клайпероном этой теории доступной математической формы, идеи Карно получили широкое распространение для обоснования второго начала термодинамики.

(Из Интернета.)

Урок 8

Характеристика предмета по назначению

- Конструкции:
- а) •вводиться для чего
•быть пригодным для чего
 - б) •затратить на что
•употребить на что
 - в) •защитить от чего
•предохранять от чего

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, характеризующими предмет по назначению.

Температура и термодинамическое равновесие

Понятие температуры вводится для характеристики различной степени нагретости тел. Представление о температуре, как и представление о силе, вошло в науку через посредство наших чувственных восприятий. Наши ощущения позволяют различать качественные градации нагретости: теплый, холодный, горячий и пр. Однако количественная мера степени нагретости, пригодная для науки, не может быть установлена с помощью чувственных восприятий. В зависимости от состояния руки одно и то же тело на ощупь может казаться либо теплым, либо холодным. Погрузим, например, одну руку в горячую, а другую в холодную воду и поддержим их там в течение некоторого времени. Затем обе руки опустим в воду с комнатной температурой. Тогда первая рука почувствует холод, а вторая тепло. Чувственная оценка температуры сильно зависит от теплопроводности тела. Например, при оценке на ощупь металлические предметы в комнате кажутся холоднее деревянных. Если же их нагреть до одной и той же температуры, превышающей температуру руки, то соотношение будет обратным. Чувственная оценка температуры применима только в весьма узком температурном интервале. Она не пригодна для очень горячих и очень холодных тел.

Для определения качественных градаций нагретости тел вводится понятие тепловое, или термического, равновесия. Более общим является понятие термодинамического равновесия.

Если два тела, температуры которых при оценке с помощью наших органов чувств сильно отличаются друг от друга, привести в соприкосновение друг с другом, то опыт показывает, что одно тело будет нагреваться, а другое охлаждаться, пока в системе не прекратятся всякие макроскопические изменения. Тогда, применяя терминологию, заимствованную из механики, говорят, что эти два тела находятся в термодинамическом равновесии друг с другом и имеют одинаковые температуры. Термодина-

мическое равновесие в конце концов наступает не только в случае соприкосновения двух, но и в случае соприкосновения скольких угодно тел. Если соприкасающиеся тела химически реагируют друг с другом, то в результате химических реакций может происходить дополнительное нагревание или охлаждение. Но после прекращения этих реакций устанавливается термодинамическое равновесие, при котором никаких макроскопических процессов уже не происходит.

Назовем изолированной, или замкнутой, системой систему тел, которые не могут обмениваться энергией с окружающими телами. Такая система есть идеализация и в действительности точно никогда не реализуется. Однако искусственными приемами можно создать такие условия, когда обмен энергией системы с другими телами станет пренебрежимо малым. Этого можно достигнуть путем заключения системы в твердую теплопроводящую, или адиабатическую, оболочку, т.е. такую оболочку, когда состояние системы, помещенной внутри нее, не меняется при нагревании или охлаждении тел, находящихся вне оболочки. Адиабатическая оболочка является физической абстракцией. Наиболее совершенными адиабатическими оболочками в современной физике и технике являются стенки сосудов Дьюара, или термоса. Это стеклянные или металлические баллоны с двойными стенками, между которыми создан высокий вакуум. Они хорошо предохраняют помещаемые в них тела от теплового воздействия внешних тел. Тело, заключенное в адиабатическую оболочку с твердыми неподвижными стенками, при условии, что внешние силовые поля поддерживаются постоянными, полностью защищено от внешних воздействий, т.е. является изолированной системой.

Обобщение, о котором говорилось выше, заключается в следующем: каково бы ни было начальное состояние тел изолированной системы, в ней в конце концов установится термодинамическое равновесие, в котором прекратятся все макроскопические процессы. Это положение играет важную роль в термодинамике и принимается в ней за постулат, иногда называемый общим началом термодинамики.

Самопроизвольный процесс перехода системы в состояние термодинамического равновесия называется релаксацией, а время, затрачиваемое на такой переход, – временем релаксации. Время релаксации относится к числу нечетко определенных понятий. При его измерении никогда не дожидаются момента, когда наступает полное термодинамическое равновесие. Вместо этого измеряют время, по истечении которого система переходит в такое неравновесное состояние, которое с требуемой точностью может быть принято за равновесное. Это время и принимают за время релаксации. Таким образом, во всех случаях речь идет не о точном определении времени релаксации, а о его приближенных оценках.

Термодинамическое равновесие предполагает, что тела, приводимые в контакт, находятся также в механическом и химическом равновесии друг с другом. Это означает, в частности, что давления в обоих телах одни и те же и тела при контакте химически не реагируют между собой. Если это не так, то тела можно разделить одно от другого абсолютно жесткой теп-

лопроводящей оболочкой, химически не реагирующей ни с одним из рассматриваемых тел. При контакте тел через разделяющую их абсолютно жесткую теплопроводящую перегородку в конце концов должно наступить равновесие, при котором обмен энергией между телами прекращается. При этом в отсутствие перегородки механического и химического равновесия между телами может и не быть. В этом случае говорят, что тела находятся в тепловом, или термическом, равновесии между собой, или имеют одинаковые температуры.

Таким образом, два тела находятся в тепловом равновесии друг с другом, или имеют одинаковые температуры, если при приведении их в тепловой контакт через разделяющую абсолютно жесткую теплопроводящую оболочку равновесие не нарушается. Если же теплового равновесия при контакте не получается и для его достижения требуется время, то говорят, что температуры тел до контакта были разные. Подчеркнем, что температура относится к величинам, которые зависят только от внутреннего состояния тела.

Температура – одна из макроскопических характеристик внутреннего состояния тел. Это понятие не имеет смысла для систем, состоящих из одного или небольшого числа атомов и молекул. Хотя оно строго применимо только для систем, находящихся в термодинамическом равновесии, однако им постоянно пользуются также и в тех случаях, когда полного термодинамического равновесия еще нет. Мысленно разобьем неравновесную систему на достаточно малые макроскопические части. Ввиду малости времени релаксации таких частей каждая из них быстро придет практически в состояние термодинамического равновесия. Это значит, что если такую малую часть мгновенно заключить в твердую адиабатическую оболочку, то ее состояние практически окажется равновесным и не будет меняться с течением времени. Поэтому и можно говорить о температурах таких малых частей. Система в целом при этом не находится в термодинамическом равновесии - происходит медленный процесс выравнивания температур ее различных частей. Но могут быть и такие сильно неравновесные состояния, что разделение системы на малые макроскопические части, практически являющиеся равновесными, невозможно. К таким состояниям понятие температуры неприменимо.

(Д. В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Температура, термодинамическое равновесие, термическое равновесие, механическое равновесие, тепловое равновесие, химическое равновесие, теплопроводность тела, температурный интервал, адиабатическая оболочка, изолированная система, общее начало термодинамики, релаксация, время релаксации, неравновесное состояние.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: макроскопический процесс – самопроизвольный процесс, изотермический процесс; судебный процесс.

Степень нагретости тел, количественная мера степени нагретости тел, адиабатическая оболочка, температурный интервал, общее начало термодинамики, время релаксации, приближенная оценка времени релаксации, равновесное состояние, механическое равновесие, тепловое воздействие, макроскопическая характеристика, химическая реакция, физическая абстракция.

4. Подберите синонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Адиабатическая оболочка, термическое равновесие, предохранять, прекратиться, замкнутая система, искусственный, понятие, градация, соотношение, начальный, самопроизвольный, приближенный, жесткая оболочка, мысленно, абстрактный, постоянные силовые поля, мгновенно.

Слова для справок: защищать, закончиться, изолированная система, представление, пропорция, исходный, теплонепроводящая оболочка, поддельный, деление, спонтанный, тепловое равновесие, отвлеченный, твердая оболочка, в воображении, моментально, приблизительный, стационарные силовые поля.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Адиабатическая оболочка, практически, теплый, холод, нагреваться, одинаковые температуры, искусственный, твердый, внутри оболочки, начальное состояние, важный, приближенная оценка, макроскопические изменения, никогда, постоянный, прекратиться.

Слова для справок: охлаждаться, теоретически, естественный, вне оболочки, мягкий, холодный, разные температуры, теплопроводящая оболочка, всегда, начаться, второстепенный, точная оценка, микроскопические изменения, переменный, конечное состояние, жара.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Деревянный – деревенский (предмет, пейзаж, дом, парень);
всякий – всяческий (макроскопические изменения, раз, книги, без сомнения, без ... затруднений, во ... случае, на ... случай);

искусственный – искусный (прием, мастер, цветы, орошение, смех, портной, работа);

приближенный – приблизительный (оценка, результат вычислений, подсчеты);

целый – целостный (кусок, стакан, день, ряд вопросов, число, мировоззрение);

чувствительный – чувственный (восприятие, оценка, нерв, место, ребенок, прибор, прикосновение, стихи, удовольствия);

жесткий – жестокий (оболочка, перегородка, враг, диван, вагон, характер, черты лица, условия, расправа, нравы, человек, мороз, борьба, необходимость).

7. Из данных существительных выделите те, которые образуют формы множественного числа. Скажите, совпадают ли формы единственного и множественного числа выделенных существительных по объему лексических значений. Составьте с ними предложения.

Температура, представление, сила, наука, нагретость, мера, помощь, зависимость, тепло, вода, холод, чувство, часть, энергия, действительность, процесс, время, нагревание, контакт.

8. Дайте характеристику предмета по назначению, употребляя нужные предлоги и ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме.

1. Понятие температуры вводится (характеристика различной степени нагретости тел). 2. Стекланные или металлические баллоны с двойными стенками хорошо предохраняют помещенные в них тела (тепловое воздействие внешних тел). 3. Тело, заключенное в адиабатическую оболочку с твердыми неподвижными стенками, полностью защищено (внешние воздействия). 4. Самопроизвольный процесс перехода системы в состояние термодинамического равновесия называется релаксацией, а время, затрачиваемое (такой переход), – временем релаксации. 5. Понятие теплового, или термического, равновесия вводится (определение качественных градаций нагретости тел). 6. Количественная мера степени нагретости, пригодная (наука), не может быть установлена с помощью чувственных восприятий. 7. Чувственная оценка температуры не пригодна (очень горячие и очень холодные тела).

9. Передайте содержание данных предложений, используя конструкции для характеристики предмета по назначению.

Образец. Для характеристики различной степени нагретости тел вводится понятие температуры. – Понятие температуры вводится для того, чтобы охарактеризовать различные степени нагретости тел.

1. Для определения качественных градаций нагретости тел вводится понятие термодинамического равновесия. 2. Для создания условий, когда

обмен энергией системы с другими телами станет пренебрежимо малым, необходимо заключить эту систему в адиабатическую оболочку. 3. Для защиты предметов от теплового воздействия внешних тел надо использовать стеклянные или металлические баллоны с двойными стенками, между которыми создан высокий вакуум. 4. Для измерения времени релаксации никогда не дожидаются момента, когда поступает полное термодинамическое равновесие. 5. Для достижения теплового равновесия при контакте двух тел требуется время релаксации. 6. Для приведения тел в термодинамическое равновесие необходимо, чтобы тела при контакте химически не реагировали между собой.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Количественная мера степени нагретости, пригодная для науки, не может быть установлена. 2. Чувственная оценка температуры сильно зависит и не может быть пригодна ... 3. Если два тела привести в соприкосновение друг с другом, то ... 4. Для создания условий, при которых обмен энергией системы с другими телами станет пренебрежимо малым, необходимо ... 5. Каково бы ни было начальное состояние тел изолированной системы, в ней ... 6. Самопроизвольный процесс перехода системы в состояние термодинамического равновесия называется ..., а время, ... 7. Термодинамическое равновесие предполагает, что тела, ... 8. Два тела находятся в тепловом равновесии друг с другом, если ... 9. Понятие температуры не имеет смысла для систем, состоящих ... 10. Понятие температуры неприменимо к состояниям,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Для чего вводится понятие температуры?
2. Почему количественная мера степени нагретости, пригодная для науки, не может быть установлена с помощью чувственных восприятий?
3. От чего зависит чувственная оценка температуры?
4. Когда устанавливается термодинамическое равновесие?
5. Какая система называется изолированной, или замкнутой?
6. Можно ли адиабатическую оболочку принять за замкнутую систему?
7. Какое время принимается за время релаксации?
8. Для каких систем пригодно понятие температуры как одной из макроскопических характеристик внутреннего состояния тел?
9. К каким состояниям понятие температуры неприменимо?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Макроскопические параметры

В классической механике мгновенное состояние механической системы определяется координатами и скоростями частиц, из которых состоит система. В молекулярной физике буквальное применение такого способа описания состояний физических систем сводилось бы к определению в каждый момент времени координат и скоростей всех молекул и атомов. Состояние, описанное столь длительно, называется динамическим состоянием, или микросостоянием. Подобное детальное описание состояний макроскопических систем, ввиду колоссальности числа частиц в них, не только невозможно осуществить физически, но оно само по себе не представляет никакого интереса. В термодинамике равновесные состояния макроскопических систем описываются несравненно более грубо – с помощью небольшого числа различных макроскопических параметров. К ним относятся, например, давление, плотность, температура, концентрация, объем системы, напряженность электрического и магнитного полей и т.д. Состояние, описанное с помощью макроскопических параметров, называется макроскопическим состоянием, или макросостоянием.

Чтобы выяснить смысл макроскопических параметров с молекулярной точки зрения, рассмотрим в качестве примера плотность газообразного, жидкого или твердого тела. Выделим мысленно в пространстве малую неизменную область с объемом V . Пусть M – масса содержащегося в ней вещества. Плотностью вещества внутри объема V называется отношение $\rho = M/V$. Ввиду теплового движения, число молекул или атомов в объеме V , а с ним и масса M непрерывно и беспорядочно меняются с течением времени. Это ведет к беспорядочному изменению и плотности ρ . Такие беспорядочные изменения плотности или других физических величин называются флуктуациями. Для больших объемов, содержащих громадное количество молекул, флуктуации плотности мало заметны.

Подобно плотности ведут себя и другие макроскопические параметры, например, давление газа. Давление газа на стенку сосуда есть результат ударов о стенку молекул, беспорядочно движущихся с тепловыми скоростями. Возьмем малый участок стенки с площадью S . Пусть F означает мгновенное значение силы, с которой действуют на этот участок ударяющие молекулы. Сила, отнесенная к единице площади, равна $P = F/S$. Величина P , как и плотность, беспорядочно флуктуирует во времени. В термодинамике имеют дело не с мгновенными, а со средними значениями величины P за большие промежутки времени. Эту среднюю величину $\langle P \rangle$ при макроскопическом рассмотрении и принимают за давление газа. То обстоятельство, что давление газа воспринимается нашими грубыми измерительными приборами как сила, непрерывная во времени и непрерывно распределенная по площади, на которую она действует, объясняется колоссальностью числа молекул, бомбардирующих эту площадь, а также исключительной малостью этих частиц.

Макроскопические параметры, определяющие состояние системы и ее отношение к окружающим телам, разделяются на внутренние и внешние. Внутренние параметры определяют внутреннее состояние системы. Внешними параметрами характеризуются внешние тела и силовые поля, воздействующие на систему. Приведем примеры внутренних и внешних параметров.

Пусть газ заключен в сосуде с твердыми стенками. Объем сосуда определяется положением внешних тел – стенок. Это внешний параметр. Давление, оказываемое газом на стенку сосуда, зависит от скоростей теплового движения молекул. Оно является внутренним параметром. Если газ двух – или многоатомный, то при его нагревании молекулы диссоциируют. При дальнейшем нагревании атомы газа ионизируются. Степень диссоциации и степень ионизации газа – внутренние параметры. В электрическом поле поляризуются, а в магнитном – намагничиваются, возникают электрический и магнитный моменты газа. Эти величины являются внутренними параметрами. Напряженности внешнего электрического и магнитного полей, в которых помещен газ, являются внешними параметрами.

Допустим теперь, что газ заключен в цилиндре под поршнем, который может свободно перемещаться. Пусть на поршне лежит груз весом Q . Если площадь поршня равна S , то груз Q оказывает давление $P = Q/S$ на каждую единицу площади поршня. Давление P в таком смысле будет внешним параметром, так как оно определяется весом внешнего тела – груза Q . Объем газа V определяется положением подвижной стенки сосуда – поршня. Однако теперь объем V установится внутренним параметром, так как положение поршня с грузом зависит от внутреннего давления, оказываемого газом на поршень.

В состоянии термодинамического равновесия каждый внутренний параметр является однозначной функцией внешних параметров и температуры системы. Уравнение, выражающее функциональную связь между внутренними и внешними параметрами системы в состоянии термодинамического равновесия, называется обобщенным уравнением состояния системы.

(И.К.Кикоин, А.К.Кикоин. «Молекулярная физика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Джон Дальтон (1766 – 1844)

Джон Дальтон, английский химик и физик, создатель химического атомизма. Установил (1803) закон кратных соотношений, ввел понятие «атомный вес», первым определил атомные веса (массы) ряда элементов. Первым (1794) описал дефект зрения, которым страдал сам, позже названный дальтонизмом.

Джон Дальтон родился 6 сентября 1766 года в бедной семье в северной английской деревушке Иглсфилд. В тринадцать лет он завершил обу-

чение в местной школе и сам стал помощником учителя. В Кендале осенью 1781 года он становится учителем математики.

Научные исследования Дальтон начал в 1787 году с наблюдений и экспериментального изучения воздуха. Он занимался и математикой, пользуясь богатой школьной библиотекой. Он стал самостоятельно разрабатывать новые математические задачи и решения, а вслед за тем написал первые свои научные труды в этой области. Через четыре года он стал директором школы. В это время он сблизился с доктором Чарлзом Хатоном, редактором нескольких журналов Королевской военной академии. Дальтон стал одним из постоянных авторов этих альманахов. За вклад в развитие математики и философии он получил несколько высоких наград. В 1793 году он переезжает в Манчестер, где преподает в Новом колледже. Он привез с собой рукопись «Метеорологических наблюдений и этюдов». Кроме описания барометра, термометра, гигрометра и других приборов и аппаратов, Дальтон анализировал в ней процессы образования облаков, испарения, распределения атмосферных осадков, утренние северные ветры и прочее.

В 1794 году Дальтон стал членом Литературного и философского общества. В 1800 году его избрали секретарем, а в мае 1808 – вице-президентом, а с 1817 года и до конца жизни был президентом.

Осенью 1794 года он выступил с докладом о цветной слепоте. Этот особый дефект зрения мы называем сегодня дальтонизмом.

В 1799 году Дальтон покинул Новый колледж и стал самым дорогим частным учителем в Манчестере. Он преподавал в богатых семьях не более двух часов в день, а потом занимался наукой. Его внимание привлекали газы и газовые смеси. Закон Дальтона гласит, что давление смеси газов, химически друг на друга не действующих, равно сумме давлений газов, составляющих смесь, взятых отдельно в том же объеме и при той же температуре. Закон Дальтона строго применим только для идеальных газов. Для реальных газов он выполняется тем точнее, чем сильнее газы разрежены.

Дальтон сделал несколько фундаментальных открытий – закон равномерного расширения газов при нагревании (1802), закон кратных отношений (1803), явление полимерии (на примере этилена и бутилена).

В декабре 1803 – мае 1804 годов Дальтон прочитал курс лекций об относительных атомных весах в Королевском институте в Лондоне. Атомную теорию развил в своей книге – «Новая система химической философии», изданной в 1808 году. В ней подчеркиваются два положения: все химические реакции – результат соединения или деления атомов, все атомы разных элементов имеют разные веса.

В 1816 году Дальтона избрали членом-корреспондентом Парижской академии наук. В следующем году – президентом Общества в Манчестере, а в 1818 году английское правительство назначило его научным экспертом в экспедиции сэра Джона Росса, который лично вручил назначение ученому.

Но Дальтон остался в Англии. Он предпочитал спокойную работу в кабинете, не желая разбрасываться и терять драгоценное время. Исследования по определению атомных весов продолжались.

В 1822 году Дальтон стал членом Королевского общества. Вскоре после этого он уехал во Францию. В 1826 году английское правительство наградило ученого золотым орденом за открытия в области химии и физики, и главным образом за создание атомной теории. Дальтон был избран почетным членом Академии наук в Берлине, научного общества в Москве, Академии в Мюнхене.

Во Франции, чтобы засвидетельствовать признание достижений выдающихся ученых мира, Парижская академия наук избрала свой почетный совет, куда вошел и Дальтон.

В 1832 году Дальтон удостоен самого высокого отличия Оксфордского университета. Ему присудили степень доктора юридических наук. Из естествоиспытателей того времени такой чести был удостоен только Фарадей.

В 1833 году ему назначили пенсию. Решение правительства было зачитано на торжественном заседании в Кембриджском университете.

Дальтон, несмотря на преклонный возраст, продолжал усиленно работать и выступать с докладами. Однако с приходом старости все чаще одолевали болезни, все труднее становилось работать. 27 июля 1844 года Дальтон скончался.

(Из Интернета.)

Урок 9

Выражение долженствования, необходимости действия

Конструкции:

- а) •должен + инфинит.
- б) •надо, нужно, необходимо, следует + инфинит.
- в) •сто'ит (не сто'ит) + инфинит.
 - есть смысл (нет смысла) + инфинит.
 - имеет смысл (не имеет смысла) + инфинит.

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими долженствование, необходимость действия.

Закон распределения Больцмана

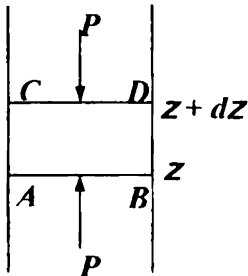


Рис.

При наличии силовых полей средняя концентрация молекул газа всюду неодинакова. Рассмотрим, например, идеальный газ в однородном поле тяжести. В состоянии теплового равновесия температура T должна быть выравнена по всей толще газа. Иначе в газе возникли бы потоки тепла, направленные в сторону убывания температуры, и состояние газа не было бы равновесным. Для механического равновесия необходимо, сверх того, уменьшить концентрацию молекул газа с уве-

личением высоты. Для этого необходимо направить ось Z вертикально вверх и найти закон изменения концентрации n с координатой z в состоянии теплового и механического равновесия.

Есть смысл мысленно выделить бесконечно короткий вертикальный столб газа $ABCD$ с высотой dz . Пусть площадь основания столба равна единице. Вес столба $nmgdz$ должен уравниваться разностью давлений $P_1 - P_2 = -(dp/dz) \cdot dz$. Это приводит к соотношению

$$\frac{dP}{dz} = -nmg \quad (1)$$

Подставив сюда $P = nkT$ и приняв во внимание, что температура T одинакова на всех высотах, получим

$$kT \frac{dn}{dz} = -nmg \quad \text{или} \quad (2)$$

$$kTd \ln n = -mgdz$$

Надо отметить, что для справедливости этого соотношения предположение об однородности поля тяжести, использованное при выводе, несущественно. Аналогичное соотношение можно получить и для неоднородного поля. Для этого нужно написать условие механического равновесия части газа, заполняющей настолько малую область пространства, что в пределах этой области поле g может считаться однородным. Условие равновесия в этом случае имеет смысл выразить в векторной форме:

$$kT d \ln n = -m(gdr) \quad (3)$$

Следует оговориться, что физическая природа силового поля g также не играет роли. Оно не обязательно должно быть гравитационным, а может быть электрическим или каким-либо другим. Важно только, что *поле должно быть постоянно и консервативно. В неконсервативных полях равновесие невозможно.* В этом нетрудно убедиться, интегрируя по замкнутому контуру обе части соотношения (3). Если поле g консервативно, то по крайней мере для некоторых контуров интеграл $\int gdr$ будет отличен от нуля. Интеграл же от левой части (3) равен нулю по любому замкнутому контуру ввиду однозначности функции $n(r)$. Получившееся противоречие и доказывает наше утверждение. Следует, однако, подчеркнуть, что потенциальность силового поля является только необходимым, но недостаточным условием равновесия газа.

Нужно отметить, что если ϵ_p – потенциальная энергия молекулы в силовом поле, то $m(gdr) = -d\epsilon_p$, а потому

$$kT d \ln n = -d\epsilon_p \quad (3a)$$

В этом виде в соотношении (3a) уже не осталось никаких признаков однородности и физической природы силового поля. Интегрируя, получаем

$$n = n_0 e^{-\epsilon_p / kT} \quad (4)$$

Это важное соотношение называется *законом распределения Больцмана* или просто *распределением Больцмана*.

Применительно к однородному полю тяжести, если от концентрации n перейти к давлению газа P , формула (4) преобразуется в

$$P = P_0 e^{-\mu g z / RT} \quad (4)$$

где μ – молекулярный вес газа, а R – универсальная газовая постоянная. Это – *барометрическая формула*.

Приведенный вывод распределения Больцмана является чисто гидростатическим: в нем мы по существу отвлекаемся от молекулярной структуры газа, рассматривая его как сплошную среду. Следует добавить, что это допустимо лишь для достаточно плотных газов при наличии большого числа столкновений.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Закон распределения Больцмана, идеальный газ, силовое поле, консервативное поле, однородное поле тяжести, тепловое равновесие, механическое равновесие, потенциальная энергия молекулы, интеграл, интегрировать, молекулярный вес газа, универсальная газовая постоянная.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: однородное поле тяжести – силовое поле, консервативное поле; большое поле.

Закон распределения Больцмана, идеальный газ, тепловое равновесие, средняя концентрация молекул газа, молекулярный вес газа, векторная форма, замкнутый контур, барометрическая формула, сплошная среда.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Наличие, концентрация, однородный, иначе, убывание, бесконечный, соотношение, предположение, несущественный, аналогичный, постоянный, интегрировать, утверждение, преобразовать, универсальный, сплошной, столкновение, основание.

Слова для справок: сосредоточение, уменьшение, по-другому, допущение, подножие, всеобъемлющий, соприкосновение, непрерывный, изменить, констатация, объединять, похожий, неизменный, неважный, безграничный, одинаковый, пропорция, присутствие.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Наличие, увеличение, однородное поле, важный, постоянная величина, консервативное поле, равновесное состояние, отвлечь, сосредоточение, убывание, одинаковый, бесконечный, постоянное поле, замкнутый контур, идеальный газ.

Слова для справок: неоднородное поле, несущественный, неравновесное состояние, отсутствие, переменная величина, уменьшение, неконсервативное поле, привлечь, возрастание, конечный, реальный газ, рассредоточение, разный, открытый контур, неустойчивое поле.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Мысленный – мыслительный – мыслимый (образ, пожелание, случай, дело, процесс, представление);
механический – механичный (равновесие, движения, модель);
короткий – краткий (столб, волосы, пиджак, путь, разговор, курс лекций, радиоволны, расправа, отношения, память);
тепловой – теплый (равновесие, луч, энергия, двигатель, прием, комната, одежда, отношения, чувство, прием, тона, компания);
идеальный – идеализированный (газ, любовь, работник, исполнение, человек, образ);
силовой – сильный (поле, структуры, человек, удар, речь, натура, боль, писатель);
толща – толщина (газа, земной коры, доски, бревна).

7. Скажите, какие из данных словосочетаний употребляются и в единственном, и во множественном числе, а какие – только в единственном. С некоторыми составьте предложения.

Распределение Больцмана, силовое поле, тепловое равновесие, равновесное состояние, вес столба, условие равновесия, физическая природа, потенциальность поля, потенциальная энергия, идеальный газ, концентрация молекул, плотный газ, давление газа, большое число столкновений.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя пассивные конструкции со значением долженствования.

Образец. Необходимо направить ось Z вертикально вверх. – Ось Z должна быть направлена вертикально вверх.

1. Следует мысленно выделить бесконечно короткий вертикальный столб газа $ABCD$ с высотой dz . 2. Нужно уравновесить вес столба $nmgdz$ разностью давлений $P_1 - P_2 = -(dp/dz) \cdot dz$. 3. Надо написать условие механического равновесия части газа, заполняющей самую малую область пространства. 4. Условие равновесия следует выразить в векторной форме. 5. Для механического равновесия необходимо уменьшить концентрацию молекул газа с увеличением высоты. 6. Нужно найти закон изменения концентрации n с координатой z в состоянии теплового и механического равновесия. 7. В состоянии теплового равновесия следует выравнять температуру T по всей толще газа.

9. Выразите значение необходимости действия утвердительными предложениями. Обратите внимание на употребление видов.

Образец. Есть ли смысл (имеет ли смысл, стоит ли) мысленно выделять бесконечно короткий вертикальный столб газа с высотой dz ? – Да, необходимо (нужно, надо, следует) мысленно выделить бесконечно короткий вертикальный столб газа с высотой dz .

1. Есть ли смысл направлять ось Z вертикально вверх?
2. Имеет ли смысл выравнивать температуру по всей толще газа?
3. Имеет ли смысл выражать условие равновесия в векторной форме?
4. Стоит ли подчеркивать, что потенциальность силового поля является только необходимым, но недостаточным условием равновесия газа?
5. Стоит ли отмечать, что предположение об однородности поля тяжести несущественно?
6. Имеет ли смысл находить закон изменения концентрации n с координатой Z в состоянии теплового и механического равновесия?

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, выражая значение долженствования, необходимости действия.

1. В состоянии теплового равновесия температура T должна быть
2. Для механического равновесия необходимо ...
3. С этой целью ось Z надо
4. Есть смысл мысленно
5. Вес столба должен
6. Для получения аналогичного соотношения нужно
7. Условие равновесия в этом случае имеет смысл

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Что необходимо для механического равновесия?
2. Что необходимо для теплового равновесия?
3. Каким должно быть поле в этом случае?
4. Какой формулой выражается закон распределения Больцмана?
5. Когда можно поле g считать однородным?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Распределение Больцмана в применении к атмосфере планет

Применим закон распределения Больцмана к уединенной планете, окруженной газовой атмосферой. Последнюю будем считать изотермической. Кроме того, будем предполагать, что все молекулы одинаковы. Будем считать, что масса атмосферы пренебрежимо мала по сравнению с массой планеты. Тогда потенциальная энергия молекулы в поле тяготения планеты будет равна $-GMm/r$. Для концентрации n на расстоянии r от центра планеты закон Больцмана дает:

$$n = n_0 \cdot e^{\frac{GMm}{kTr}}$$

где M – масса планеты, а G – гравитационная постоянная. Если бы эта формула была применима на всех расстояниях от планеты, то на бесконечности получилось бы конечное значение для концентрации n , а именно $n = n_0$. Но это невозможно, так как общее количество молекул в атмос-

фере планеты конечно, а объем пространства, окружающего её, бесконечно велик.

Невозможность равновесного состояния атмосферы связана с тем, что потенциальная энергия молекулы в поле тяготения планеты в бесконечности остается конечной. Приняв её за нуль, можно сказать, что молекула при отсутствии столкновений совершала бы инфинитное движение, если бы её полная энергия была положительна. Такие молекулы не могут удерживаться полем тяготения планеты. Поэтому к планетной атмосфере в целом неприменима формула Больцмана, так как его вывод предполагал, что газ находится в состоянии термодинамического равновесия.

(А.Н.Матвеев. «Молекулярная физика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Людвиг Больцман (1844 – 1906)

Людвиг Больцман был величайшим ученым и мыслителем, которого дала миру Австрия. Еще при жизни Больцман, несмотря на положение изгоя в научных кругах, был признан великим ученым. Его приглашали читать лекции во многие страны. И тем не менее некоторые его идеи остаются загадкой даже в наше время.

Людвиг Эдуард Больцман родился в Вене 20 февраля 1844 года, как раз в ночь с последнего дня масленицы на среду, с которой начинался великий пост. Больцман обычно в шутку говорил, что из-за даты своего рождения он и получил характер, которому присущи резкие переходы от ликований к скорби. Отец его, Людвиг Георг Больцман, работал в Императорском министерстве финансов. Он умер от туберкулеза, когда Людвигу было всего пятнадцать лет. Людвиг Больцман учился блестяще, а мать поощряла его разнообразные интересы, дав ему всестороннее воспитание. Так, в Линце Больцман брал уроки игры на фортепиано у знаменитого композитора Антона Брукнера. Всю жизнь он любил музыку и часто устраивал в своем доме с друзьями домашние концерты. В 1863 году Больцман поступил в Венский университет, где изучал математику и физику.

Тогда максвелловская электродинамика представляла собой новейшее достижение теоретической физики. Неудивительно, что и первая статья Людвигу была посвящена электродинамике. Однако уже во второй своей работе, опубликованной в 1866 году в статье «О механическом значении второго начала термодинамики», где он показал, что температура соответствует средней кинетической энергии молекул газа, определились научные интересы Больцмана.

Осенью 1866 года, за два месяца до получения докторской степени, Больцман был принят в Институт физики на должность профессора-ассистента. В 1868 году Больцману было присвоено право чтения лекций в университетах, а годом позже он стал ординарным профессором математической физики в университете в Граце. В 1873 году Людвиг Больцман возвращается в Вену в качестве профессора математики. Незадолго до отъезда он познакомился с будущей женой Генриеттой фон Айгентлер.

Популярность Больцмана в Вене была невероятной. Для его лекций всегда выбирали самые большие аудитории, чаще всего актовые залы. И все равно не все желающие могли попасть на лекцию.

Перед началом лекции служители вносили три черные доски. Самую большую ставили в центре, а две поменьше – по бокам. И выходил Больцман. Высокого роста, с массивной головой, увенчанной мелко вьющимися каштановыми волосами, широкоскулый, с жесткой, упрямой бородой, с глубоко спрятанными под толстыми круглыми очками глазами – смеющимися и печальными одновременно, он выходил на кафедру, сутулясь и смущаясь своей внешности, своего огромного, вечно красного носа.

Читал он четырехгодичный курс, охватывающий механику, гидромеханику, учение об упругости, электричество, магнетизм, кинетическую теорию газов и философию.

У доски пятнадцать минут объяснял содержание предыдущей лекции. Потом он возвращался к кафедре, снимал очки и несколько секунд стоял в молчании, склонив голову. И вдруг в мертвой тишине раздавались слова, похожие на молитву: «Простите меня, если, прежде чем приступить к чтению лекции, я буду вас просить кое-что для себя лично, что мне важнее всего, – ваше доверие, ваше расположение, вашу любовь, одним словом, самое большое, что вы можете дать, – вас самих ...» И начинал читать лекцию.

Из работ, выполненных Больцманом в Вене, особого внимания заслуживает статья «О теории упругости при внешних воздействиях» (1874), где он сформулировал теорию линейной вязкоупругости.

Увы, административная работа, которой в Вене было куда больше, чем в Граце, была для ученого тяжелым грузом. Его манила кафедра экспериментальной физики в Граце. Здесь он мог бы располагать собственной лабораторией и читать лекции по физике, а не по математике, как в Вене. Бюрократизма в Граце было меньше. Но, кроме того, Больцман собирался жениться. В Вене найти подходящую квартиру было очень трудно, а его будущая жена была из Граца. В 1876 году Больцман занял пост директора Физического института в Граце и оставался на этой должности четырнадцать лет.

Его имя было окружено легендами. Вдруг однажды город Грац был взбудоражен невероятной новостью: господин профессор экспериментальной физики лично купил на рынке корову и торжественно за верёвку через весь городок провел её в свою виллу. Затем, разместив «священное животное» с подобающими почестями, профессор физики направился к профессору зоологии, у которого очень долго консультировался по процессу доения. Или вдруг рано утром зимой весь Грац сходил к катку, на котором Больцман вместе с детьми осваивал катание на коньках.

Еще в 1871 году Больцман указал, что второй закон термодинамики может быть выведен из классической механики только с помощью теории вероятности. В 1877 году в «Венских сообщениях о физике» появилась знаменитая статья Больцмана о соотношении между энтропией и вероят-

ностью термодинамического состояния. Ученый показал, что энтропия термодинамического состояния пропорциональна вероятности этого состояния и что вероятности состояний могут быть рассчитаны на основании отношения между численными характеристиками распределений молекул, соответствующих этим состояниям.

Это значит, что если достаточно большую систему оставить без внешнего вмешательства на достаточно долгое время, то вероятность того, что мы найдем ее по истечении этого времени в равновесном состоянии, несравненно больше, чем вероятность того, что она будет в каком угодно неравновесном состоянии.

Эта так называемая «аш-теорема» стала вершиной учения Больцмана о мироздании. Формула этого начала была позднее высечена в качестве эпитафии на памятнике над его могилой.

Своей «аш-теоремой» неукротимый Людвиг Больцман заявил: «Тепловая смерть – блеф. Никакого конца света не предвидится. Вселенная существовала и будет существовать вечно, ибо она состоит не из наших «чувственных представлений», как полагают эмпириокритики, и не из разного рода энергий, как полагают остальдовцы, а из атомов и молекул, и второе начало термодинамики надо принять не по отношению к какому-то «эфиру», духу или энергетической субстанции, а к конкретным атомам и молекулам».

В 1890 году Больцман принял предложение занять кафедру теоретической физики в Мюнхенском университете и мог, наконец, заняться преподаванием своего любимого предмета. В течение того времени, что он преподавал здесь экспериментальную физику, он использовал для иллюстрации теоретических концепций наиболее наглядные механические модели. Множество студентов со всех концов мира приезжали в Мюнхен, чтобы пройти курс обучения под руководством Больцмана.

Единственная слабость его позиции заключалась в том, что баварское правительство в то время не выплачивало пенсии университетским профессорам; между тем у Больцмана все более ухудшалось зрение, и его беспокоило будущее семьи.

В феврале 1894 года жена писала дочери Иде, которая оставалась в Лейпциге и заканчивала там гимназию: «Отцу все хуже с каждым днем. Я потеряла веру в будущее. Я надеялась, что в Вене наша жизнь будет лучше». Здоровье Больцмана страдало от постоянных споров с противниками. Зрение его ухудшилось до такой степени, что ему трудно стало читать; пришлось нанять сотрудницу, которая читала ему научные статьи; жена готовила его рукописи к печати.

Его слабое здоровье не могло в течение долгого времени выдерживать такую огромную преподавательскую нагрузку, которая сочеталась с научной работой. Даже отдых в Дуино, под Триестом, не принес ему облегчения в его мучительном заболевании. Больцман впал в глубокую депрессию и 5 сентября 1906 года покончил жизнь самоубийством.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

Урок 10

Некоторые случаи употребления глаголов совершенного и несовершенного вида в прошедшем времени при передаче единичного результативного действия

- Значения:
- а) •если надо выяснить, было (имело место) данное действие или нет, употребляются глаголы несовершенного вида: Внешняя работа не совершалась;
 - б) •если надо показать, чем было занято какое-либо время, также употребляются глаголы несовершенного вида: Гей-Люссак наблюдал, что температура воздуха в одном сосуде понижалась, а в другом повышалась;
 - в) •если важно указать, что действие было результативным, употребляются глаголы совершенного вида: Первый опыт поставил Гей-Люссак, но он не сделал надлежащих выводов.

1. Прочитайте текст и выделите предложения с глаголами совершенного и несовершенного вида в прошедшем времени при передаче единичного действия и объясните их употребление.

Внутренняя энергия идеального газа. Закон Джоуля

Рассмотрим прежде всего приложения первого начала термодинамики к идеальным газам. Термическим уравнением состояния таких газов является уравнение Клайперона. Для одного моля газа оно имеет вид

$$PV = RT.$$

Чтобы получить калорическое уравнение состояния, рассмотрим сначала зависимость внутренней энергии газа от объема.

Первый опыт, позволяющий в принципе дать ответ на этот вопрос, был поставлен Гей-Люссаком, хотя сам Гей-Люссак не уяснил его значения и не сделал из него надлежащих выводов. Два медных сосуда *A* и *B* одинаковых объемов были соединены трубкой с краном *C*. Сосуд *A* был наполнен воздухом, сосуд *B* откачан. При открывании крана *C* воздух из *A* устремляется в *B*. Гей-Люссак наблюдал, что температура воздуха в *A* несколько понижалась, а в *B* – повышалась. Такое изменение температуры объясняется тем, что воздух в *A* при расширении совершал работу и на это затрачивал часть своей внутренней энергии. При достижении теплового равновесия между сосудами *A* и *B* в них устанавливалась одна и та же температура, равная первоначальной температуре воздуха в сосу-

де *A*. Весь воздух был заключен в жесткую оболочку, состоящую из стенок сосудов *A* и *B* и соединительной трубки. Внешняя работа не совершалась. Тепло из окружающей среды, если и подавалось, то за время опыта было пренебрежимо мало. Поэтому внутренняя энергия воздуха в системе измениться не могла. Опыт показал, что температура газа не изменилась, тогда как объем его удвоился. Опыт в неизменном виде был повторен Джоулем. В одном из сосудов находился воздух под каким-то давлением, другой сосуд был откачан. Оба сосуда погружались в воду, перемешиваемую во время опыта, чтобы температура ее во всех частях была одной и той же. При открывании крана *C* воздух перетекал из одного сосуда в другой. Однако никакого изменения температуры окружающей воды не наблюдалось.

Опыты Гей-Люссака и Джоуля не обладали достаточной чувствительностью. Причина малой точности этих опытов состоит главным образом в том, что теплоемкость воздуха была мала по сравнению с теплоемкостью сосудов и воды в калориметре. Вследствие этого малые изменения температуры трудно обнаружить. Безупречные экспериментальные исследования были выполнены совместно Джоулем и В. Томсоном в течение десятилетий. Было открыто важное физическое явление, получившее название эффекта Джоуля–Томсона.

По определению энтальпии $I = U + PV$. Поэтому последнее равенство означает, что в процессе Джоуля–Томсона энтальпия *I* газа не меняется. Следствия из этого соотношения, являющегося основным в теории эффекта Джоуля–Томсона, могут быть выведены только с помощью второго начала термодинамики. Используя результаты опытов Джоуля–Томсона, найдем зависимость внутренней энергии идеального газа от его объема. Джоуль и Томсон нашли, что температура всех исследуемых газов немного понижалась, за исключением водорода, для которого она несколько повышалась. Разность температур была тем меньше, чем лучше выполнялось уравнение Клайперона, т.е. чем ближе газ следовал законам идеальных газов. Отсюда можно сделать вывод, что для идеального газа $T_1 = T_2$. И используя закон Бойля–Мариотта, получим

$$U(T_1, V_1) = U(T_2, V_2)$$

Таким образом, внутренняя энергия идеального газа при неизменной температуре не зависит от его объема. Иными словами, для идеального газа внутренняя энергия *U* является функцией только температуры. Этот опытный факт называется законом Джоуля.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Идеальный газ, закон Джоуля, первое начало термодинамики, второе начало термодинамики, уравнение Клайперона, моль, тепловое равновесие, внутренняя энергия, теплоемкость, калориметр, эффект Джоуля–

Томсона, энтальпия, закон Бойл–Мариотта, объем, давление, температура, термическое уравнение.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: идеальный газ – реальный газ; ядовитый газ.

Первое начало термодинамики, термическое уравнение, внутренняя энергия, тепловое равновесие, закон Джоуля, эффект Джоуля–Томсона.

4. Подберите синонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Надлежащий, устремляться, наблюдать, затрачивать, совершать, первоначальный, жесткий, пренебрегать, погружаться, перемешивать, обнаружить, безупречный, неизменный, вывод, экспериментальный, расширение, в течение десятилетий, таким образом.

Слова для справок: должный, следить, переходить, заключение, расходовать, постоянный, исходный, смешивать, идеальный, опытный, производить, грубый, окунаться, игнорировать, выявить, разрастание, на протяжении десятилетий, следовательно.

5. Подберите антонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Внутренний, жесткий, одинаковый, вопрос, понижаться, соединить, первоначальный, чувствительность, точность, безупречный, основной, позволять, идеальный газ.

Слова для справок: запрещать, реальный газ, конечный, разный, бесчувственность, ответ, внешний, разъединить, ущербный, несущественный, повышаться, мягкий, неточность.

6. Прочитайте. Сравните значения выделенных слов и скажите, относятся ли они к явлениям многозначности или омонимам.

Водопроводный *кран* – подъемный *кран*, *часть* энергии – *часть* света – воинская *часть*; в измененном *виде* – *вид* моря – *вид* глагола; *вода* в калориметре – минеральная *вода* – газированная *вода*; тепловое *равновесие* – вывести из *равновесия*, *температура* воды – нормальная *температура* – ходить с *температурой*, окружающая *среда* – позвоните в *среду*, первое *начало* термодинамики – *начало* учебного года – сдерживающее *начало* – работать под *началом*.

7. Назовите форму множественного числа данных существительных. Выделите те, формы числа которых не совпадают по объему лексических значений. Составьте с ними словосочетания.

Кран, закон, опыт, работа, результат, часть, исследование, время, изменение, стенка, вид, уравнение, вода, теория, газ, слово.

8. Вместо точек вставьте глагол нужного вида. Устно объясните свой выбор. Запомните, что употребление вида зависит от цели высказывания (см. значения)

1. Первый опыт, позволяющий (выяснить – выяснять) зависимость внутренней энергии газа от его объема, (ставить – поставить) Гей-Люссак, хотя он сам не (уяснить – уяснять) его значения и не (делать – сделать) из него надлежащих выводов. 2. Два медных сосуда *A* и *B* одинаковых объемов он (соединить – соединять) трубкой с краном *C*, сосуд *A* он (наполнить – наполнять) воздухом, а из сосуда *B* воздух (откачать – откачивать). 3. Когда Гей-Люссак (открыть – открывать) кран *C*, воздух из сосуда *A* (устремиться – устремляться) в сосуд *B*. 4. Гей-Люссак наблюдал, что температура воздуха в течение опыта в *A* (понизиться – понижаться), а в *B* – (повыситься – повышаться). 5. Это объясняется тем, что воздух в *A* при расширении (совершить – совершать) работу и на это (затратить – затрачивать) часть своей внутренней энергии. 6. При достижении теплового равновесия между сосудами *A* и *B* в них (установиться – устанавливаться) одна и та же температура, равная первоначальной температуре воздуха в сосуде *A*. 7. Воздух был заключен в жесткую оболочку, внешняя работа не (совершиться – совершаться), поэтому внутренняя энергия воздуха в системе не (измениться – изменяться). 8. Опыт (показать – показывать), что температура газа (остаться – оставаться) неизменной, тогда как объем его (удвоиться – удваиваться). 9. Отсюда можно (делать – сделать) вывод, что при неизменной температуре внутренняя энергия газа зависит от его объема.

9. Замените страдательные конструкции действительными, употребляя глаголы нужного вида.

Образец. Опыт в неизменном виде был повторен Джоулем. – Опыт в неизменном виде повторил Джоуль.

1. Первый опыт для выяснения зависимости внутренней энергии газа от объема был поставлен Гей-Люссаком. 2. Сосуд *A* был наполнен воздухом. 3. Воздух из сосуда *B* был полностью откачан. 4. Два медных сосуда *A* и *B* одинаковых объемов были соединены трубкой с краном *C*. 5. Весь воздух был заключен в жесткую оболочку, состоящую из стенок сосудов *A* и *B* и соединительной трубки. 6. Оба сосуда были помещены в воду, перемешиваемую во время опыта. 7. Безупречные эксперимен-

тальные исследования были выполнены совместно Джоулем и В. Томсоном. 8. Джоулем и В. Томсоном было открыто важное физическое явление, получившее название эффекта Джоуля-Томсона. 9. Благодаря результатам опытов Джоуля и Томсона, была найдена зависимость внутренней энергии идеального газа от его температуры.

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя глаголы помещенные в скобках.

1. Термическим уравнением состояния идеальных газов является уравнение Клайперона, (выразиться – выражаться). 2. Первый опыт по определению зависимости внутренней энергии газа от объема поставил Гей-Люссак, (уяснить – уяснять, делать – сделать). 3. Опыт Гей-Люссака показал, что температура газа не изменилась, (удвоиться – удваиваться). 4. Эксперимент в неизменном виде повторил Джоуль: (наполнить – наполнять, откачать – откачивать). 5. Экспериментальные исследования в дальнейшем были выполнены Джоулем и В. Томсоном, (открыть – открывать). 6. Соотношение $I = U + PV$ является основным в теории эффекта Джоуля-Томсона, (вывести – выводить). 7. Результаты опытов Джоуля-Томсона имели важное значение: (найти – находить).

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какой опыт был поставлен Гей-Люссаком для определения зависимости внутренней энергии газа от его объема?
2. Почему внутренняя энергия в системе оставалась неизменной?
3. Почему опыты Гей-Люссака и Джоуля не привели к ожидаемым результатам?
4. В чем состоит главная причина малой точности этих опытов?
5. Что называется эффектом Джоуля-Томсона?
6. Зависит ли внутренняя энергия идеального газа от его объема при неизменной температуре?
7. О чем гласит закон Джоуля?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Законы идеальных газов

Идеальными называются газы, строго подчиняющиеся законам Бойля-Мариотта и Гей-Люссака. Эти законы выражаются уравнениями (1) и (2) при дополнительном условии, что постоянная α одинакова для всех идеальных газов. Все прочие газы называются реальными.

$$PV = CT \quad (1)$$

$$PV = P_0 V_0 (1 + \alpha t) \quad (2)$$

Уравнение (1), связывающее температуру, давление и объем идеального газа в состоянии теплового равновесия, называется уравнением его

состояния. Входящая в это уравнение постоянная C пропорциональна массе и зависит от химической природы газа. Введем для измерения количества вещества новую единицу – моль, масса которой различна для разных веществ. Модем какого-либо вещества называется количество этого вещества, содержащее столько молекул, сколько атомов содержится в 12 г изотопа углерода C^{12} . Тысяча молей называется киломодем. Таким образом, по определению, в одном моле различных веществ содержится одно и то же число молекул. В кинетической теории газов будет показано, что для идеальных газов справедлив закон Авогадро. Согласно этому закону, в одинаковых объемах идеальных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одно и то же число молекул. Отсюда следует, что при одинаковых температурах произведение PV для одного моля различных газов имеет одно и то же значение. На этом основано измерение абсолютной величины моля в граммах, а также молекулярных масс газов. Найдено, что моль кислорода содержит приблизительно 32 г, моль азота – 24 г, моль водорода – 2.016 г и т.д. Эти числа в то же время дают значения молекулярных масс соответствующих веществ.

Для одного моля или одного киломоля идеального газа уравнение состояния запишется в виде

$$PV = RT \quad (3)$$

где постоянная R , ввиду закона Авогадро, имеет одно и то же значение для всех газов. На это было указано Д.И.Менделеевым (1834 – 1907). Уравнение (3) обычно называют уравнением Клайперона (1799 – 1864) или Менделеева–Клайперона, а постоянную R – универсальной газовой постоянной. Ее численное значение можно найти, измерив объем V моля идеального газа при температуре 0°C ($T = 273.15 \text{ K}$). По современным данным, $V = (22413.6 \pm 0.9) \text{ см}^3/\text{моль}$. Используя это значение, нетрудно получить $R = (8.31434 \pm 0.00035) 10^7 \text{ эрг}/(\text{K}\cdot\text{моль}) = (8.31434 \pm 0.00035) \text{ Дж}/(\text{K}\cdot\text{моль})$.

Если газ содержит ν молей, то уравнение Клайперона примет вид

$$PV = \nu RT. \quad (4)$$

Найдем теперь уравнение состояния для смеси идеальных газов. Для этого воспользуемся эмпирически установленным законом Дальтона (1766 – 1844). Пусть в различных сосудах одинакового объема V заключены различные идеальные газы, поддерживаемые при одной и той же температуре T . Обозначим давления газов через $P_1, P_2, P_3 \dots$. Какое давление P установится, если все газы смешать в том же объеме и поддерживать прежнюю температуру смеси T ? Закон Дальтона утверждает, что

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad (5)$$

Давления $P_1, P_2, P_3 \dots$ называются парциальными давлениями газов, входящих в смесь. Таким образом, по закону Дальтона, давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений этих газов. Пусть ν_i – число молей i -ого газа. Тогда $P_i V = \nu_i RT$. Поэтому, умножая обе части соотношения (5) на V , получим:

$$PV = \nu RT,$$

где v – общее число молей в смеси, т.е. величина $v = v_1 + v_2 + \dots$. Уравнение состояния смеси идеальных газов, таким образом, имеет такой же вид, как и уравнение состояния химически однородного идеального газа. Поэтому на основании уравнения состояния идеального газа нельзя решить, имеем ли мы дело с химически однородным газом или с механической смесью таких газов.

(А.Н.Матвеев. «Молекулярная физика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Джеймс Прескотт Джоуль (1818 – 1889)

Джеймс Прескотт Джоуль родился 24 декабря 1818г. в местечке Санфорд близ Манчестера в семье владельца пивоваренного завода. Джоуль получил неплохое домашнее образование. Его в течение нескольких лет учил элементарной математике, натуральной философии (физике) и началам химии известный английский физиохимик Джон Дальтон. Общение с Дальтоном оказало значительное влияние на формирование научных интересов Джоуля и его подхода к изучению физических явлений. Следует отметить, что Джоуль так и не получил формального образования, что впоследствии сказалось на его научной судьбе: слабое знание математики не позволило ему в полной мере принять участие в разработке теоретических основ термодинамики. Экспериментальные исследования Джоуль начал рано, в девятнадцать лет, под влиянием одного знакомого любителя естествознания. Занявшись изучением магнитных явлений, Джоуль в 1840г. обнаружил эффект магнитного насыщения, а в 1842г. открыл явление магнитострикции. Однако не эти исследования принесли Джоулю мировую известность. Параллельно с изучением магнитных явлений он занимался определением эффективности электрических машин. При проведении соответствующих опытов проявилось стремление Джоуля к постановке количественных исследований – впоследствии оно стало наиболее характерной чертой его научного творчества.

Поначалу Джоуль полагал, что электромагниты могут быть источником бесконечно большого количества механической работы. Однако очень скоро он убедился, что это не так, и пришел к пессимистическому выводу о превосходстве паровых машин над электрическими.

Под влиянием работ Фарадея 1840г. Джоуль обратился к изучению тепловых эффектов тока, результатом которого стало открытие закона, называющегося теперь законом Джоуля–Ленца (в 1842г. независимо от Джоуля закон теплового действия тока был открыт русским физиком Э.Х.Ленцем). Интересно, что работа Джоуля с описанием этих опытов была первоначально без интереса воспринята Лондонским Королевским обществом, и Джоулю пришлось ее опубликовать в трудах Манчестерского литературного и философского общества. После завершения исследований тепловых эффектов тока в 1843г. перед ученым встала новая проблема: доказательство существования количественного соотношения между «силами» различной природы, приводящими к выделению теплоты. Пер-

вые опыты Джоуля в этом направлении состояли в измерении нагрева жидкости, помещенной в постоянное магнитное поле, в которой под действием опускающегося груза вращался небольшой электромагнит. Так, в 1843г. Джоулю впервые удалось определить механический эквивалент теплоты (в современных единицах этот эквивалент равен 4.5 Дж/кал). В последующие годы эта величина определялась и другими методами: путем измерения теплоты, выделявшейся при продавливании определенного количества жидкости сквозь узкие трубы (1844), на основе определения количества теплоты, выделявшейся при сжатии газа (1845), и наконец, при сравнении механической работы, затраченной на вращение мешалки в сосуде, наполненном жидкостью с теплотой, образовавшейся при трении и обусловившей нагревание этой жидкости (1847). Все эти многочисленные опыты привели Джоуля к убеждению, что «могучие силы природы, созданные велением творца, неразрушимы и что во всех случаях, когда затрачивается механическая сила, получается точно эквивалентное количество тепла».

В 1848г. Джоуль познакомился с У.Томсоном (Кельвиным), который очень высоко оценил его экспериментальное искусство. Именно опыты Джоуля заставили Томсона перейти на позиции кинетической теории тепла. Результатом сотрудничества Томсона и Джоуля стало открытие эффекта изменения температуры газа при его адиабатическом протекании через пористую перегородку (1852 – 1854), называемого теперь эффектом Джоуля–Томсона.

В 1850г. он был избран членом Лондонского Королевского общества.

Следует отметить, что Джоуль не был чистым эмпириком и на протяжении всей жизни интересовался вопросами физической теории. Так, в 1848г., после завершения цикла опыта по определению механического эквивалента теплоты, Джоуль выступил с докладом, в котором изложил свои теоретические представления о природе теплоты и физических свойствах газов.

Джоуль никогда не отличался крепким здоровьем, а напряженная научная работа окончательно подорвала его силы. В последние годы жизни он тяжело болел и почти не мог работать. Ученый умер 11 октября 1889г.

(Г.М.Голин. «Классики физической науки».)

Раздел «Электричество»

Урок 11

Выражение целевых отношений

- Конструкции:
- а) изобрести (для чего? с какой целью?)
придумать (для чего? с какой целью?)
создать (для чего? с какой целью?)
ввести (для чего? с какой целью?)
- б)
- для + родит. п.
 - ради + родит. п.
 - в интересах + родит. п.
 - во имя + родит. п.
 - в целях + родит. п.
 - с целью + родит. п.
 - во избежание + родит. п.
- в)
- чтобы
 - для того чтобы
 - затем чтобы
 - с тем чтобы

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими цель действия.

Закон Кулона. Принцип суперпозиции электростатических полей

Электростатика занимается изучением электрических полей неподвижных зарядов. Основной количественный закон электростатики был открыт Кулоном. Он формулируется следующим образом: сила взаимодействия F двух точечных зарядов в вакууме направлена вдоль прямой, соединяющей эти заряды, пропорциональна их величинам q_1 и q_2 , и обратно пропорциональна квадрату расстояния R между ними. Она является силой притяжения, если знаки зарядов разные, и силой отталкивания, если эти знаки одинаковы. Математически закон Кулона выглядит следующим образом:

$$F = C \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

С целью измерения сил притяжения и отталкивания заряженных шариков Кулон изобрел крутильные весы. Конструкцию именно этих крутильных весов великий физик Георг Ом заложил в основу своего электроизмерительного прибора, во имя интересов своих исследований в области электричества.

Точечность зарядов, о взаимодействии которых идет речь в законе Кулона, означает, что линейные размеры тел, на которых сосредоточены эти заряды, пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними. Закон предполагает, что заряды помещены в абсолютном вакууме. В системе СГСЭ единиц коэффициент пропорциональности C в законе Кулона считается безразмерным и во избежание затруднений в расчетах предполагается равным единице. За единицу заряда принимается величина такого точечного заряда, который действует на такой же точечный заряд в вакууме с силой в одну дину, если расстояние между обоими зарядами равно одному сантиметру. За единицу напряженности электрического поля принимается напряженность такого поля в вакууме, которое действует на единичный точечный заряд с силой в одну дину. Эти единицы не получили специальных названий. Ради удобства их просто называют электростатами или СГСЭ-единицами заряда и напряженности электрического поля. Практической единицей заряда является кулон (Кл). Кулон – очень большая единица.

Напряженность поля точечного заряда q выражается формулой:

$$E = \frac{q}{R^2}$$

Напряженность электрического поля E нескольких неподвижных точечных зарядов $q_1, q_2, \dots$ равна векторной сумме напряженностей полей, которые создавал бы каждый из этих зарядов в отсутствие остальных. Это положение является обобщением опытных фактов и называется принципом суперпозиции электростатических полей.

Если заряды не точечные, то их следует мысленно разделить на малые части, с тем чтобы каждую из них можно было считать точечным зарядом.

Для наглядного изображения электрических полей широко пользуются силовыми линиями. Силовая линия есть математическая линия, направление касательной к которой в каждой точке, через которую она проходит, совпадает с направлением вектора E в той же точке. За положительное направление силовой линии условились считать направление самого вектора E . При таком соглашении можно сказать, что электрические силовые линии начинаются от положительных зарядов и оканчиваются на отрицательных. Силовые линии идут гуще там, где поле E сильнее, и реже там, где оно слабее. Поэтому по густоте силовых линий можно судить и о величине напряженности электрического поля.

Линии, указывающие направления соответствующего вектора, называются линиями этого вектора или векторными линиями. Для описания магнитного поля пользуются магнитными силовыми линиями.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Электростатика, электрическое поле, принцип суперпозиции электростатических полей, неподвижный заряд, единичный точечный заряд, количественный закон электростатики, сила притяжения, сила отталкивания, крутильные весы, абсолютный вакуум, сила в одну дину, единица напряженности электрического поля, векторная сумма напряженностей полей, векторная линия, силовая линия, положительное направление силовой линии.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: принцип суперпозиции электростатических полей – принцип относительности Галилея, принцип постоянства скорости света в вакууме; держаться твердых принципов.

Единица напряженности электрического поля, силовая линия, положительное направление силовой линии, сила притяжения, количественный закон электростатики, векторная сумма напряженностей полей, крутильные весы.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Неподвижный, специальный, формулировать, поместить, сосредоточить, пренебрегать, опытный, мысленно, изображение, совпадать, соглашение, пропорциональный, действовать, одинаковый, условиться.

Слова для справок: особый, игнорировать, тождественный, договориться, выразить, сконцентрировать, экспериментальный, расположить, в воображении, показ, соразмерный, влиять, недвижимый, сходиться, договор.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Соединять, прямо пропорционально, создавать, сила притяжения, сосредоточить, положительный, одинаковый, отсутствие, сильный, густой.

Слова для справок: обратно пропорционально, разъединять, разный, разрушать, присутствие, сила отталкивания, слабый, рассредоточить, отрицательный, редкий.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобах. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Неподвижный – недвижимый (заряд, человек, имущество, взгляд);
согласие – соглашение (подписать, прийти, заключить, дать, полный, тайный, трудовой);

абсолютный – абсолютистский (вакуум, величина, нуль, чемпион, покой, большинство, монархия, режим, строй);

мысленный – мыслительный (образ, пожелание, процесс);

малый – маленький (часть, неприятность, дети, деньги).

7. Скажите, соответствует ли значение множественного числа выделенных существительных значению единственного. Переведите словосочетания на армянский язык.

Закон Кулона – законы нравственности;

знак судьбы – разные знаки зарядов;

единица заряда – только единицы не выполняют плана;

поле зрения – электрические поля;

векторная сумма – большие суммы;

линия поведения – силовые линии;

величина площади – равные величины;

сила притяжения – вооруженные силы страны;

вес груза – крутильные весы;

для удобства – дом со всеми удобствами;

экономическая основа общества – основы нравственности.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя конструкции, выражающие цель действия.

Образец. С целью измерения сил притяжения и отталкивания заряженных шариков Кулон изобрел крутильные весы. – Чтобы измерить силы притяжения и отталкивания заряженных шариков, Кулон изобрел крутильные весы.

1. Для наглядного изображения электрических полей широко пользуются силовыми линиями. 2. Для описания магнитного поля пользуются магнитными силовыми линиями. 3. Ради удобства за единицу электрического заряда принят кулон. 4. Во избежание затруднений в расчетах коэффициент пропорциональности C в законе Кулона предполагается равным единице. 5. Во имя интересов своих исследований в области электричества, конструкцию крутильных весов Кулона Георг Ом заложил в основу своего электроизмерительного прибора.

9. Выразите значение цели действия, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме.

1. Для (измерение сил притяжения и отталкивания) заряженных шариков Кулон изобрел крутильные весы. 2. Если заряды не точечные, то их следует мысленно разделить на малые части, с тем чтобы (каждая из них) можно было считать точечным зарядом. 3. В целях (наглядное изображение электрических полей) широко пользуются силовыми линиями. 4. С целью (описание магнитного поля) пользуются магнит-

ными силовыми линиями. 5. Во избежание (затруднения в расчетах) коэффициент пропорциональности C в законе Кулона предполагается равным единице. 6. Конструкцию крутильных весов Кулона Георг Ом заложил в основу своего электроизмерительного прибора, во имя (интересы своих исследований в области электричества).

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя целевые союзы *чтобы, для того чтобы, затем чтобы, с тем чтобы*.

1. Кулон изобрел крутильные весы, 2. Коэффициент пропорциональности C в законе Кулона предполагается равным единице, 3. За единицу электрического заряда принят кулон, 4. Широко пользуются силовыми линиями, 5. Понятие магнитных силовых линий используется, 6. Великий физик Георг Ом в основу своего электроизмерительного прибора заложил конструкцию крутильных весов Кулона,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Что изучает электростатика?
2. Кем был открыт основной количественный закон электростатики?
3. Как формулируется этот закон?
4. С какой целью Кулон изобрел крутильные весы?
5. Кто использовал конструкцию крутильных весов и во имя чего?
6. Чему равен коэффициент пропорциональности C в законе Кулона в системе СГСЭ?
7. В каких целях за единицу электрического заряда принят кулон?
8. Как выражается напряженность поля точечного заряда q ?
9. Чему равна напряженность электрического поля E нескольких неподвижных точечных зарядов q_1 , q_2 и т.д.?
10. Что называется принципом суперпозиции электростатических полей?
11. Что такое «силовая линия» и для чего и где используется это понятие?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Электрический заряд и напряженность электрического поля.

Важнейшим понятием в учении об электричестве являются электрический заряд и напряженность электрического поля. Точное количественное определение заряда и напряженности электрического поля, как и всяких других физических величин, сводится к указанию принципиального способа их измерения. Будем предполагать, что электрическое поле не изменяется во времени. Такое поле называется электростатическим. Оно возбуждается неподвижными электрическими зарядами. Малое электрически заряженное тельце, которое практически не вызывает перераспре-

деления электрических зарядов на окружающих телах, может служить пробным телом или пробным зарядом. Возьмем два пробных заряда и будем последовательно помещать их в одну и ту же точку пространства, и притом так, чтобы оба заряда покоились в соответствующей системе отсчета. Так как поле не меняется во времени, то эти заряды будут подвергаться действию одного и того же поля. Пусть F_1 и F_2 – силы, действующие на эти неподвижные заряды. Силы F_1 и F_2 имеют либо одинаковые, либо прямо противоположные направления, а их отношение не зависит от положения точки, в которой помещаются пробные заряды. Отношение F_1/F_2 является, поэтому, характеристикой самих только пробных зарядов, а не поля, в которое они помещены. Это позволяет характеризовать состояние электризации пробного тела определенным числом q , называемым электрическим зарядом. По определению отношение зарядов q_1 и q_2 двух пробных тел равно отношению действующих на них сил F_1 и F_2 при последовательном помещении их в одну и ту же точку поля:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{F_1}{F_2}$$

При этом предполагается, что силы F_1 и F_2 , а также заряды q_1 и q_2 имеют одинаковые знаки, если эти силы совпадают по направлению, и противоположные знаки, если их направления прямо противоположны. Соотношение $q_1/q_2 = F_1/F_2$ распространяется на случай любых переменных полей. Чтобы в моменты измерения сил F_1 и F_2 поле, действующее на заряды q_1 и q_2 , было одним и тем же, важно, чтобы заряды q_1 и q_2 оставались неподвижными. Заряд тела не зависит от выбора системы (инерциальной) отсчета, в которой он измеряется. Он инвариантен относительно перехода от одной инерциальной системы отсчета к другой. Заряд одинаков во всех инерциальных системах отсчета по той же причине, по которой в них одинакова масса покоя одного и того же тела. Об инвариантности можем добавить, что инвариантны не сами заряды, а отношение зарядов.

Сила, действующая на единичный неподвижный пробный электрический заряд, называется напряженностью электрического поля и обозначается буквой E . Если в соотношении $q_1/q_2 = F_1/F_2$ взять $q_1 = 1$, то будем иметь $F = E$. Опуская далее индекс 2 и переходя к векторной форме записи, находим силу F , действующую в электрическом поле E на неподвижный точечный заряд q .

$$F = q \cdot E$$

Напряженность электрического поля E есть вектор, так как заряд q является скаляром, а сила F – вектором.

Фундаментальным свойством электричества является существование его в двух видах – в виде положительного и отрицательного электричеств. В окружающем нас мире количества этих электричеств в высокой степени одинаковы. Это не удивительно, поскольку одноименные электричества отталкиваются, а разноименные притягиваются. Другим фундаменталь-

ным свойством электричества является закон сохранения электрического заряда. Он утверждает, что полный заряд системы не может измениться, если через ее границу не проходят электрически заряженные частицы. Это не значит, что сохраняются в отдельности и положительный, и отрицательный заряды системы.

(С.Г.Калашников. «Электричество».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Шарль Огюстен Кулон (1736 – 1806)

Французский физик. Установил законы кручения, построил крутильные весы. Сформулировал законы сухого трения. Открыл законы взаимодействия электрических зарядов и магнитных полюсов, которые носят его имя.

Шарль Огюстен Кулон родился 14 июля 1736г. во французском городе Ангулеме в семье чиновника. Он закончил военно-инженерную школу в Мезьере, одном из высших технических учебных заведений того времени. После окончания учебы в течение ряда лет Кулон служил на Мартинике, где руководил строительством крупного форта. После возвращения на родину он продолжал исполнять обязанности офицера военно-инженерного корпуса, однако постепенно все больше времени уделял научным исследованиям. Первая же научная работа Кулона, начатая еще на Мартинике, «О приложении правил максимумов и минимумов к некоторым проблемам статики, относящимся к архитектуре», принесла автору известность. Многие методы решения задач строительной механики, предложенные Кулоном, явились основой прогресса этой отрасли знаний в XVIII – XIX вв.

Кулон был одним из первых, сочетавших в своих исследованиях высокий уровень экспериментов с ориентацией на практические проблемы. Ярким примером такого сочетания является работа Кулона, посвященная внешнему (сухому) трению и составившая целую эпоху в изучении этого сложного физического явления. На основе простых, но весьма убедительных опытов ученый изучил зависимость силы трения покоя и силы трения скольжения от множества факторов: нормального давления, площади и длительности контакта тел, состояния их поверхностей, относительной скорости движения и т.д. Особенно важно подчеркнуть, что опыты Кулона по сухому трению были полномасштабными, т.е. проводились при условиях, близких к реализующимся на практике, что позволяло использовать их результаты для решения технических задач. Важнейшим результатом работы Кулона было подтверждение в широком диапазоне нагрузок пропорциональности силы трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu F_{\text{н}}$, где μ – коэффициент трения, часто называют законом Амонтона–Кулона.

За работу по внешнему трению в 1781г. Кулон получил премию Парижской Академии наук. В этом же году он был избран членом этой академии и переехал в Париж. С этого времени научная работа становится

жизни Кулона основной. В 80-ые годы Кулон провёл исследования в области кручения тонких металлических нитей, на основе чего он построил знаменитые крутильные весы – прибор для измерения малых сил, обладавший уникальной для XVIII в. чувствительностью. Крутильные весы применяются в текстильном производстве для изготовления крученой пряжи, ниток, шпагата и других изделий, вырабатываемых из различных волокнистых материалов – хлопка, льна, шерсти, шёлка и искусственного волокна.

Крутильные весы стали основным прибором в цикле работ Кулона по электричеству и магнетизму (1785 – 1789). В этом цикле были установлены важнейшие количественные закономерности электростатики и магнитостатики.

Попытки экспериментального определения «закона электрической среды» предпринимались с середины XVIII в., однако до Кулона все они оказались неудачными, поскольку не проводилось различие между пондеромоторными силами, возникающими между заряженными телами произвольных размеров, и силами, действующими между «элементарными» (точечными) зарядами. Правда, английскому ученому Г.Кавендишу с помощью метода сферического конденсатора (около 1773г.) удалось показать, что закон взаимодействия электрических зарядов есть действительно закон «обратных квадратов», однако результаты его исследований не были опубликованы и никак не повлияли на работу Кулона. Следует отметить, что метод Кавендиша не позволял ввести единицу электрического заряда. Метод Кулона, основанный на непосредственном анализе сил взаимодействия заряженных тел малых размеров, позволил это сделать, поэтому опыты французского ученого имели особое значение для развития науки об электричестве.

Вследствие событий революции 1789г. ученый был вынужден прервать исследования и покинуть Париж. После возвращения Кулона в столицу и избрания его членом Института Франции, заменившего Королевскую Академию, исследовательская деятельность ученого заметно ослабла, хотя им была выполнена важная работа по изучению вязкого трения. В последние годы жизни Кулон много занимался вопросами совершенствования народного образования во Франции. Умер Кулон в Париже 28 августа 1806г.

(Из Интернета.)

Урок 12

Выражение определительных отношений.

Выражение признака предмета

- Конструкции: а)
- иметь какой размер – предмет какого размера
 - иметь какую форму – предмет какой формы
 - иметь какое строение – предмет какого строения
- б)
- атомное ядро – ядро из атомов
 - пробный заряд – заряд для пробы
 - пространственные координаты – координаты в пространстве
- в)
- напряжения, возникающие при движении жидкости – напряжения, которые возникают при движении жидкости
- пространство, занимаемое телом – пространство, которое занимает телом
- г)
- вакуум, в котором – вакуум, где
 - поле в промежутках между атомами и электронами – поле, которое находится в промежутках между атомами и электронами

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими признак предмета.

Электрическое поле в веществе

Атомные ядра и электроны имеют размеры примерно в 100 тысяч раз меньше размеров самих атомов. На долю заряженных частиц приходится ничтожная часть занимаемого телом пространства. Весь остальной объем тела составляет вакуум, в котором атомные ядра и электроны возбуждают электромагнитные поля.

Поле в промежутках между ядрами и электронами сложно меняется в пространстве и во времени. Такое поле называется микроскопическим, или, короче, микрополем. Столь же сложно меняется плотность распределения электричества, которая называется микроплотностью. Микроскопические величины обозначаются посредством $E_{\text{микро}}$, $\rho_{\text{микро}}$ и т.д. Их нельзя измерить путем внесения в вещество пробного заряда. Наименьшим зарядом является элементарный заряд e (заряд электрона). А такой заряд существенно исказил бы микрополе и распределение электричества в атомной системе. Таким образом, введение микроскопических величин встречает определенные трудности принципиального порядка. Можно

поставить под сомнение принципиальную возможность самого описания поля с помощью микроскопических величин типа $E_{\text{микро}}$ и т.д. Тем не менее классическая физика допускает такую возможность. Г. А. Лоренц показал, как, исходя из представления о микрополе, можно прийти к уравнениям для описания макроскопических процессов в телах.

Макроскопическая электродинамика принимает во внимание только изменения поля на макроскопических расстояниях. Она отвлекается от атомистического строения электричества и связанных с ним мелкомасштабных изменений поля, происходящих на ядерных и атомных расстояниях. Она оперирует сглаженными полями и распределениями электричества, плавно меняющимися в пространстве и во времени. Такие поля называются средними, или макроскопическими полями. Напряженность электрического макрополя обозначим посредством $E_{\text{макро}}$, или, короче, E .

Описание поля в веществе посредством величин типа $E_{\text{микро}}$, $\rho_{\text{микро}}$ и т.д. аналогично детальному механическому описанию движения вещества, в котором указывается положение и скорость каждой молекулы и составляющих ее частиц в любой момент времени. Описание с помощью макроскопических величин, напротив, аналогично гидродинамическому рассмотрению движения жидкости как сплошной среды. При таком рассмотрении распределение вещества в пространстве характеризуется его объемной плотностью, а движение – скоростью гидродинамического потока u как непрерывными функциями времени и пространственных координат. Молекулярные силы учитываются также суммарно, посредством внутренних давлений и касательных напряжений, возникающих при движении жидкости.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Атомное ядро, заряженная частица, электромагнитное поле, микроскопическое поле (микрополе), макроскопическое поле (макрополе), плотность распределения электричества (микроплотность), объемная плотность, пробный заряд, элементарный заряд, атомистическое строение электричества, напряженность электрического поля, гидродинамический поток.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: атомное ядро – ядро Земли; ядро ореха, ядро древесины.

Заряженная частица, плотность распределения электричества, элементарный заряд, атомистическое строение электричества, напряженность электрического поля, гидродинамический поток.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Примерно, промежуток, ничтожный, величина, пробный, вакуум, изменение, измерить, детальный, исказить, непрерывный, сглаженный, учитывать, сложный.

Слова для справок: размер, опытный, приблизительно, превращение, видоизменить, незначительный, подробный, интервал, непрерывный, выровненный, запутанный, пустота, определить, принимать во внимание.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Заряженная частица, наименьший, микроскопическое поле, отвлечь, мелкомасштабный, внутренний, возникающий, ничтожный, непрерывный, заряженный, жидкое тело.

Слова для справок: наибольший, привлечь, свободная частица, макроскопическое поле, крупномасштабный, исчезающий, прерывистый, внешний, значительный, разряженный, твердое тело.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Объемный – объемистый (плотность, рукопись, роман);
атомный – атомистический (ядро, строение, теория, энергия, бомба, оружие, система);
обозначать – означать (эта величина, ваше молчание);
основной – основательный (свойство, принцип, цель, закон, место работы, довод, сооружение, груз, человек);
ядерный – ядрёный (физика, орех, воздух, старик).

7. Скажите, соответствует ли значение множественного числа выделенных существительных значению единственного. Переведите словосочетания на армянский язык.

Размер заработной платы – *размеры* атомных ядер и электронов;
ничтожная *часть* пространства – запасные *части* машины;
в пространстве и во *времени* – во *времена* Советской власти, суровые *времена*;

бесконечно малая *величина* – микроскопические *величины*;
кратчайшее *расстояние* от дома до университета – ядерные и атомные *расстояния*;
поставить под *сомнение* – испытывать большие *сомнения*;
допускать такую *возможность* – у меня нет таких *возможностей*;
процесс работы – макроскопические *процессы*;

атомистическое *строение* электричества – *деревянные строения*, *скорость* каждой молекулы – *нельзя* развивать *большие скорости*, *сила* тока – *молекулярные силы*.

8. Замените выделенные словосочетания близкими по значению, используя конструкции, выражающие признак предмета.

Образец. *Атомные ядра* и электроны имеют размеры примерно в 100 тысяч раз меньше размеров самих атомов. – *Ядра атомов* и электроны имеют размеры примерно в 100 тысяч раз меньше размеров самих атомов.

1. Микроскопические величины нельзя измерить путем внесения в вещество *пробного заряда*. 2. Элементарный заряд *е* существенно исказил бы микрополе и распределение электричества в *атомной системе*. 3. Макроскопическая электродинамика отвлекается от *атомистического строения* электричества и связанных с ним *мелкомасштабных изменений* поля. 4. Распределение вещества в пространстве характеризуется его *объемной плотностью*, а движение – скоростью *гидродинамического потока* и как непрерывными *функциями времени* и *пространственных координат*. 5. *Молекулярные силы* учитываются также суммарно, посредством *внутренних давлений* и *касательных напряжений*, возникающих при движении жидкости.

9. Замените данные предложения близкими по значению, употребляя союзное слово *который*.

а) *Образец.* Поле, находящееся в промежутке между атомами и электронами, сложно меняется в пространстве и во времени. – Поле, которое находится в промежутке между атомами и электронами, сложно меняется в пространстве и во времени.

1. Макроскопическая электродинамика отвлекается от атомистического строения электричества и связанных с ним мелкомасштабных изменений поля, происходящих на ядерных и атомных расстояниях. 2. Она оперирует *сглаженными полями* и *распределениями* электричества, плавно меняющимися в пространстве и во времени. 3. Молекулярные силы учитываются также суммарно – посредством *внутренних давлений* и *касательных напряжений*, возникающих при движении жидкости. 4. Электродинамика, принимающая во внимание только изменения поля на макроскопических расстояниях, отвлекается от атомистического строения электричества. 5. Для понимания происхождения и передачи сил, действующих между покоящимися зарядами, необходимо допустить наличие между зарядами какого-то физического агента, осуществляющего это взаимодействие.

б) *Образец*. На долю заряженных частиц приходится ничтожная часть пространства, занимаемого телом. – На долю заряженных частиц приходится ничтожная часть пространства, которое занимает тело.

1. Плотность распределения электричества, называемая микроплотностью, сложно меняется в пространстве и во времени. 2. Микроскопические величины, обозначаемые посредством $E_{\text{микро}}$, $\rho_{\text{микро}}$ и т.д., нельзя измерить путем внесения в вещество пробного заряда. 3. Сглаженные поля, называемые средними или макроскопическими полями, плавно меняются в пространстве и во времени.

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя союзные слова *который, где*.

1. Весь остальной объем тела составляет вакуум, 2. Исходя из представления о микрополе, можно прийти к уравнениям для описания макроскопических процессов, 3. Макроскопическая электродинамика принимает во внимание только изменения поля, 4. Она оперирует сглаженными полями и распределениями электричества, 5. Описание поля в веществе посредством величин типа $E_{\text{микро}}$, $\rho_{\text{микро}}$ и т.д. аналогично детальному механическому описанию движения вещества, 6. Молекулярные силы учитываются также суммарно – посредством внутренних давлений и касательных напряжений, 7. Электродинамика отвлекается от атомистического строения электричества и мелкомасштабных изменений поля,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какие размеры имеют атомные ядра и электроны?
2. Какая часть занимаемого телом пространства приходится на долю заряженных частиц?
3. Какой объем тела составляет вакуум, в котором атомные ядра и электроны возбуждают электромагнитные поля?
4. Какое поле называется микрополем?
5. Как обозначаются микроскопические величины?
6. Почему можно поставить под сомнение возможность самого описания поля с помощью микроскопических величин типа $E_{\text{микро}}$?
7. От чего отвлекается макроскопическая электродинамика и что она учитывает?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Электрическое поле

При исследовании взаимодействия электрических зарядов, естественно, возникает вопрос, почему появляются силы, действующие на заряды, и как они передаются от одного заряда к другому.

В процессе развития физики существовали два противоположных подхода к ответу на поставленные вопросы. При одном из них, силы могут передаваться от одного тела к другому через пустоту и притом мгновенно (теория дальнего действия). С этой точки зрения, при наличии зарядов, одного или многих, никаких изменений в окружающем пространстве не происходит.

Согласно второму взгляду, взаимодействие между разобщенными телами может осуществляться только при наличии какой-либо среды, окружающей эти тела, последовательно, от одной части этой среды к другой и с конечной скоростью (теория ближнего действия). С этой точки зрения при наличии даже одного единственного заряда в окружающем пространстве происходят определенные изменения.

Современная физика сохраняет только идею ближнего действия и отвергает теорию дальнего действия. Действительно, допущение возможности передачи силовых взаимодействий, т.е. движения через пустоту, без участия материи, равносильно допущению возможности движения без материи, что бессодержательно.

Таким образом, для понимания происхождения и передачи сил, действующих между покоящимися зарядами, необходимо допустить наличие между зарядами какого-то физического агента, осуществляющего это взаимодействие. Этим агентом и является электрическое поле. Когда в каком-либо месте появляется даже один электрический заряд, то вокруг него возникает электрическое поле. Основное свойство электрического поля заключается в том, что на всякий заряд, помещенный в этом поле, действует сила.

Рассматривая взаимодействия покоящихся зарядов, мы приходим к понятию электрического поля, которое является определенной формой материи. Таким образом, современная физика поля расширяет представления о ближнем действии и распространяет его на механические явления.

(С.Г.Калашников. «Электричество».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Гендрик Антон Лоренц (1853 – 1928)

Выдающийся голландский ученый из Нидерландов. Учился в университете Лейдена (1870 – 1872). С 1878 по 1923 годы был профессором этого университета. С 1923 г. был директором исследовательского института Гарлема. Получил Нобелевскую премию в 1902 с П. Земманом.

Лоренц – физик-теоретик, создатель электронной теории. На основании этой теории сумел объяснить ряд важнейших электрических и оптических явлений и предсказать новые. Особую роль сыграли его исследования электромагнитных процессов в движущихся телах, которые привели к созданию теории относительности, рассматривающей свойства тел как пространственно-временные отношения в зависимости от их механического движения. Исходными положениями теории относительности являются принцип относительности и принцип постоянства скорости света в вакууме.

Согласно принципу относительности, все физические процессы в инерциально движущейся системе не зависят от скорости ее движения относительно других тел или систем.

Согласно второму положению, скорость света в вакууме постоянна и не зависит от скорости движения источника света.

Следствиями из этих положений являются выводы о том, что тело не может перемещаться со скоростью, большей скорости света в вакууме, что массы тел, их размеры и длительности происходящих процессов зависят от относительной скорости, что энергия E тела и его масса m связаны соотношением: $E=mc^2$. Закономерности теории относительности подтверждены опытами.

Общая теория относительности объединяет современное учение о пространстве и времени с теорией тяготения.

В своей докторской диссертации Лоренц рассмотрел отражение и преломление света с позиций электромагнитной теории Максвелла. В 1878 году объяснил дисперсию света. Лоренц также автор классических работ по электродинамике движущихся сред. Он умер в 1928 году в Харлеме, но до самой смерти продолжал развивать науку.

(Из Интернета.)

Урок 13

Выражение равенства, соответствия, пропорциональности предметов.

Выражение тождества, совпадения предметов, явлений

- Конструкции:
- а)
 - равняться (равен, равно) чему
 - соответствовать (пропорционален, пропорционально) чему
 - б)
 - совпадать с чем
 - тождествен чему
 - подобен (аналогичен) чему
 - сходен с чем
 - такой же, что и
 - такой же, как и

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими равенство, пропорциональность, тождество предметов и явлений.

Закон Ома

Одним из главных способов возбуждения электрического тока в телах является создание и поддержание в них электрического поля. Как показывает опыт, для многих тел в широких пределах плотность электрического тока j пропорциональна напряженности электрического поля E . Это есть один из важнейших, хотя и не фундаментальных законов электродинамики. Он называется законом Ома. Математически закон Ома выражается формулой:

$$j = \lambda E,$$

где λ – постоянная для данного материала величина, называемая его удельной проводимостью, или электропроводностью. Она зависит от физического состояния тела. Строго говоря, закон Ома справедлив лишь для физически однородных тел. Величина, обратная электропроводности, называется удельным сопротивлением материала и выражается формулой:

$$\rho = 1/\lambda.$$

В гауссовой системе единиц электропроводность λ имеет размерность, обратную времени. Ее единица равна обратной секунде (с^{-1}). Удельное сопротивление ρ измеряется в секундах (с). Разумеется, совпадение размерностей удельного сопротивления и времени не означает, что эти величины по своей физической природе тождественны. Такое совпадение имеет место только в гауссовой и СГСЭ системах единиц. В других системах эти величины имеют разные размерности.

Если ток стационарный, то объемная плотность электричества в однородном проводнике равна нулю. Действительно, для стационарных токов справедливо уравнение $\operatorname{div} j = 0$. Перепишем его в виде $\operatorname{div}(\lambda E) = 0$ или $\operatorname{div}(\lambda D/\epsilon) = 0$. Так как среда, по предположению, однородная, то $\lambda = \text{const}$, $\epsilon = \text{const}$, и рассматриваемое уравнение сводится к виду $\operatorname{div}(D) = 0$. Отсюда, с учетом теоремы Гаусса, находим $\rho = 0$.

Таким образом, в случае стационарных токов макроскопические электрические заряды могут находиться только на поверхности или в местах неоднородности проводящей среды. В этом отношении электрическое поле стационарных токов аналогично электростатическому. Аналогия между этими полями идет еще дальше. Если токи стационарны, то плотность электрических зарядов в каждой точке пространства не меняется во времени, хотя и происходит движение электричества: на место уходящих электрических зарядов непрерывно поступают новые. Такие заряды, как показывает опыт, создают в окружающем пространстве такое же кулоновское электрическое поле, что и неподвижные заряды той же плотности. Отсюда следует, что электрическое поле стационарных токов есть поле потенциальное.

Тем не менее, электрическое поле стационарных токов существенно отличается от электростатического. Электростатическое поле есть кулоновское поле неподвижных зарядов. Внутри проводников при равновесии зарядов оно равно нулю. Электрическое поле стационарных токов есть также нулевое поле, однако заряды, его возбуждающие, находятся в движении. Поэтому поле стационарных токов существует и внутри проводников. Если бы это было не так, то в проводниках не было бы электрических токов, как это следует из закона Ома. Силовые линии электростатического поля всегда направлены к поверхности проводника. Для электрического поля стационарных токов это не обязательно.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Закон Ома, электрический ток, плотность электрического тока, стационарный ток, электрическое поле, потенциальное поле, объемная плотность электричества, напряженность электрического поля, постоянная величина, тождественные величины, удельная проводимость, электропроводность, физически однородные тела, удельное сопротивление, размерность, однородный проводник.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: закон Ома – закон сохранения энергии, закон больших чисел; основной закон страны, законы природы.

Стационарный ток, потенциальное поле, объемная плотность электричества, удельное сопротивление, однородный проводник, постоянная величина, напряженность электрического поля, система единиц, равновесие зарядов, силовая линия.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Пропорциональный, фундаментальный, постоянный, строго говоря, поэтому, тождественный, действительно, разумеется, справедливый, предположение, аналогия, непрерывно, создавать, потенциальный, существенно, существовать.

Слова для справок: соразмерный, гипотеза, основательный, сходство, одинаковый, в самом деле, конечно, созидать, вследствие этого, объективный, константный, непрестанно, вероятный, важно, наличествовать, говоря по большому счету.

5. Подберите антонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Важнейший, тождественный, однородность, аналогия, поверхность, непрерывный, создавать, существенно, внутри, всегда.

Слова для справок: неоднородность, неодинаковый, второстепенный, разрушать, неважно, глубина, никогда, несходство, прерывистый, снаружи.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Главный – головной (способ, мысль, улица, врач, дело, завод, предприятие);

фундаментальный – фундаментный (закон, здание, исследование, библиотека, опора);

действительный – действенный (факт, средство, служба, член академии);

силовой – сильный (линия, установки, структуры, методы, человек, удар, армия, доводы, речь, натура, боль, писатель);

размер – размерность – размеренность (обуви, заработной платы, участка, удельного сопротивления, движений);

напряженность – напряжение (электрического поля, душевный).

7. Выделите предложения, в которых выделенные слова в единственном и множественном числе не совпадают по объему лексических значений.

1. Для многих тел в широких пределах плотность электрического тока j пропорциональна напряженности электрического поля E . – Получить хорошее образование – *предел* моих желаний. 2. Совпадение размерности удельного сопротивления и времени не означает, что эти *величины* по своей физической природе тождественны. – *Величина* площади равна 100 кв. см. – Ом – крупнейшая *величина* в физике. 3. Такое совпадение имеет место только в гауссовой и СГСЭ *системах* единиц. – Ученый привел в *систему* свои наблюдения. 4. Для стационарных *токов* справедливо уравнение $\operatorname{div} j = 0$. – Внимание: здесь проходит *ток* высокого напряжения. 5. Перепишем уравнение в *виде* $\operatorname{div}(\lambda E) = 0$ или $\operatorname{div}(\lambda D/\epsilon) = 0$. – У меня совсем другие *виды* на будущее. 6. Так как *среда*, по предположению, однородная, то $\lambda = \text{const}$, $\epsilon = \text{const}$, и рассматриваемое уравнение сводится к виду $\operatorname{div}(D) = 0$. – Лабораторные занятия у нас по *средам*.

8. Вместо точек вставьте слова *пропорционален, равен, тождествен, аналогичен, такой же, что и, совпадать* со значением тождества, пропорциональности и равенства предметов и явлений.

1. Для многих тел в широких пределах плотность электрического тока j напряженности электрического поля E . 2. Единица электропроводности λ в гауссовой системе единиц обратной секунде. 3. Совпадение размерностей удельного сопротивления и времени не означает, что эти величины по своей физической природе 4. Если ток стационарный, то объемная плотность электричества в однородном проводнике нулю. 5. Электрическое поле стационарных токов электростатическому. 6. Электрические заряды создают в окружающем пространстве кулоновское электрическое поле, неподвижные заряды той же плотности. 7. Величина удельного сопротивления с временем только в гауссовой и СГСЭ системах единиц, в других системах эти величины не

9. Выразите значения равенства, соответствия, сходства, пропорциональности, предметов и явлений, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме и употребляя, где нужно, предлоги.

1. Единица электропроводности равна (обратная секунда). 2. Объемная плотность электричества в однородном проводнике равна (нуль). 3. Электрическое поле стационарных токов аналогично (электростатическое поле). 4. Электрические заряды создают в окружающем пространстве электрическое поле, сходное (кулоновское поле). 5. Электростатическое поле совпадает (кулоновское поле неподвижных зарядов). 6. Для многих тел в широких пределах плотность электрического тока j пропорциональна (напряженность электрического поля E).

10. Опираясь на текст, дополните данные предложения, используя слова *пропорционален, равен, тождествен, подобен, аналогичен, сходен*.

1. Плотность электрического тока j 2. При стационарном токе объемная плотность электричества в однородном проводнике 3. При нахождении макроскопических электрических зарядов на поверхности или в местах неоднородности проводящей среды электрическое поле ... 4. Электрические заряды в окружающем пространстве создают 5. Электростатическое поле внутри проводников при равновесии зарядов 6. Совпадение размерностей удельного сопротивления и времени не означает,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. На основе чего был сформулирован закон Ома?
2. В чем заключается содержание закона Ома?
3. Что такое удельное сопротивление и удельная проводимость? Какие размерности имеют эти величины?
4. Чему пропорциональна плотность электрического тока j ?
5. Чему равняется объемная плотность электричества в однородном проводнике, если ток стационарный?
6. Как расположены макроскопические электрические заряды в проводнике, когда ток стационарный?
7. Какова плотность электрических зарядов в каждой точке пространства в случае стационарных токов?
8. Какое электрическое поле создают такие заряды в окружающем пространстве и что следует из этих опытных фактов?
9. В чем заключается отличие электрического поля стационарных токов от электростатического поля?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Закон Ома

Закон Ома устанавливает количественную связь между силой тока, сопротивлением электрической цепи и напряжением, действующими в цепи.

Закон Ома гласит: падение напряжения на данном участке цепи прямо пропорционально силе тока и электрическому сопротивлению участка. Закон Ома для замкнутой неразветвленной цепи гласит: сила тока прямо пропорциональна электродвижущей силе и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи.

Электрический Ом является единицей измерения электрического сопротивления.

(Энциклопедический словарь)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Георг Ом (1787 – 1854)

О значении исследований Ома хорошо сказал профессор физики Мюнхенского университета Е. Ломмель при открытии памятника ученому в 1895 году: «Открытие Ома было ярким факелом, осветившим ту область электричества, которая до него была окутана мраком. Он указал единственно правильный путь через непроходимый лес непонятных фактов. Замечательные успехи в развитии электротехники могли быть достигнуты только на основе открытия Ома ... ».

Георг Ом родился 16 марта 1787 года в Эрлангене. Мать умерла, когда мальчику исполнилось десять лет. Из семи детей Ома выжили только трое. Георг был старшим. Роль отца в воспитании и образовании детей была огромной, и всем тем, чего добились его сыновья в жизни, они обязаны отцу. Это признавал впоследствии и Георг, будущий профессор физики, и Мартин, еще раньше ставший профессором математики.

Георг сначала учился в школе, а затем в городской гимназии, занятия в которой вели четыре профессора, рекомендованные администрацией университета. Ом, успешно закончив гимназию, весной 1805 года приступил к изучению математики, физики и философии на философском факультете Эрлагенского университета. Здесь Георг всерьез увлекся спортом, что вызывало тревогу у отца. Между отцом и сыном произошел очень крупный разговор, который надолго испортил их взаимоотношения. Проучившись три семестра, Ом принял приглашение занять место учителя математики в частной школе.

Ом учительствовал в разных школах, но мечта окончить университет не покидает его. Он занимается самостоятельно и в 1811 году, успешно защитив диссертацию, получает степень доктора философии. Сразу же по окончании университета ему была предложена должность приват-доцента кафедры математики этого же университета.

Преподавательская работа вполне соответствовала желаниям и способностям Ома. Его первая печатная работа была посвящена методике преподавания геометрии. Однако низкая зарплата учителя заставляет Ома искать более высокооплачиваемую работу. И вдруг отчаявшийся доктор философии неожиданно получает предложение занять место учителя математики и физики в иезуитской коллегии Кельна. Здесь, в Кельне, он проработал девять лет; здесь он превратился из математика в физика.

Он занялся исследованиями электричества. В основу своего электроизмерительного прибора Ом заложил конструкцию крутильных весов Кулона. Ученый проводит целую серию экспериментов. Результаты своих исследований он оформил в виде статьи под названием «Предварительное сообщение о законе, по которому металлы проводят контактное электричество». Однако выражение, найденное и опубликованное Омом, оказалось неверным, что впоследствии стало одной из причин его длительного непризнания. Однако он продолжал свои поиски. Главным

источником погрешностей была гальваническая батарея. Принципиально схема новой установки не отличалась от той, которая использовалась в первых опытах. Но в качестве источника тока Ом использовал термоэлемент, представляющий собой пару «медь-висмут». Ом приступил к новым измерениям.

Появляется в свет его новая статья, вышедшая в 1826 году. Однако и на этот раз она не произвела впечатления на ученых. Никто из них даже не мог предположить, что установленный Омом закон электрических цепей представляет собой основу для всех электротехнических расчетов будущего. Выражение, найденное Омом, было настолько простым, что именно своей простотой вызывало недоверие.

Но Ом не падал духом. В 1827 году он публикует обширную монографию «Теоретические исследования электрических цепей» объемом в 245 страниц. В этой работе ученый предложил характеризовать электрические свойства проводника его сопротивлением и ввел этот термин в научный обиход. Он нашел более простую формулу для закона электрической цепи: «Величина тока в гальванической цепи прямо пропорциональна сумме всех напряжений и обратно пропорциональна сумме приведенных длин. При этом общая приведенная длина определяется как сумма всех отдельных приведенных длин для однородных участков, имеющих различную проводимость и различное поперечное сечение». Нетрудно заметить, что в этом отрывке Ом предлагает правило сложения сопротивлений последовательно соединенных проводников.

Эта теоретическая работа Ома разделила судьбу предыдущих научных трудов. И только в 1841 году работа Ома была переведена на английский язык, в 1847 году – на итальянский, в 1860 году – на французский.

Раньше всех из зарубежных ученых закон Ома признали русские физики Ленц и Якоби, а затем пришло и международное признание. В 1852 году Ом получил наконец-то должность профессора, о которой мечтал всю жизнь.

Исследования Ома вызвали к жизни новые идеи, развитие которых вывело вперед учение об электричестве. В 1881 году на электротехническом съезде в Париже ученые единогласно утвердили название единицы сопротивления – 1 Ом. Этот факт – дань уважения коллег, международное признание заслуг ученого.

Ом умер 6 июля 1854 года. Он не был женат и не имел детей.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

Урок 14

Выражение наличия или отсутствия предмета

- Конструкции:
- а)
 - где есть что – где нет чего
 - среди чего есть что
 - б)

• где существует • у чего возникает	что	- в каком количестве - в каком виде - в виде чего
---	-----	---
 - в)
 - иметь что – не иметь чего
 - г)
 - располагать чем
 - обладать чем

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими наличие или отсутствие предмета.

Поляризация диэлектриков

По электропроводности все твердые тела можно разделить на три большие группы: металлы, полупроводники, диэлектрики. Металлы являются прекрасными проводниками электрического тока. Их удельная электропроводность при комнатной температуре находится в интервале $10^6 - 10^8 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}^{-1}$. Диэлектрики практически не проводят электрический ток их используют в качестве электрических изоляторов. Удельная электропроводность диэлектриков занимает область, лежащую ниже $10^{-8} \text{ (Ом} \cdot \text{м)}^{-1}$. К классу полупроводников относятся твердые тела, имеющие промежуточные значения в интервале $10^{-8} - 10^6 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}^{-1}$.

Диэлектриками называют вещества, в которых нет свободных носителей зарядов. Тем не менее, как и в любом другом теле, в диэлектрике носители зарядов есть, но они не могут смещаться под действием сил электрического поля. Диэлектрики бывают двух видов: полярные и неполярные.

Полярный диэлектрик – диэлектрик, у молекул которого центры положительных и отрицательных зарядов смещены относительно друг друга. Молекулы полярного диэлектрика по своим электрическим свойствам подобны жесткому диполю, обладающему постоянным собственным дипольным моментом: $p = \text{const}$. У полярных диэлектриков молекулы в отсутствие электрического поля представляют собой диполи, но тепловое движение ориентирует их хаотичным образом.

Неполярный диэлектрик – диэлектрик, у молекул которого вследствие их симметрии центры положительных и отрицательных зарядов совпадают. Молекулы неполярного диэлектрика по своим электрическим

свойствам подобны упругому диполю, у которого электрический дипольный момент равен нулю: $p = 0$. В молекулах неполярных диэлектриков в отсутствие электрического поля центры масс положительного и отрицательного зарядов совпадают. Атомы и молекулы неполярных диэлектриков в нормальном состоянии не имеют электрических полюсов. Неполярный диэлектрик, помещенный во внешнее электрическое поле, поляризуется, возникает индуцированный (наведенный) дипольный электрический момент.

Существует класс неполярных диэлектриков – пьезоэлектрики, т.е. кристаллы, на поверхности которых при деформации возникают нескомпенсированные заряды. Пьезоэлектриками могут быть только ионные кристаллы, в них положительные ионы образуют свою кристаллическую решетку, а отрицательные – свою. В нормальных условиях решетки совпадают, при любом механическом воздействии решетки сдвигаются относительно друг друга, вследствие чего на поверхности кристалла возникает разность потенциалов.

Величина, которая показывает, во сколько раз напряженность поля в вакууме больше, чем напряженность в диэлектрике, называется диэлектрической проницаемостью этого диэлектрика. В диэлектриках сила взаимодействия точечных зарядов в ϵ раз меньше, чем в вакууме.

Внутри диэлектриков нет «свободных зарядов», но имеются заряды, связанные с атомами и молекулами. При наличии внешнего поля связанные заряды сдвигаются относительно исходных положений, что приводит к возникновению у диэлектриков собственного электрического поля, иначе говоря, приводит к поляризации диэлектриков.

Как ведут себя полярные и неполярные молекулы, если их поместить в электрическое поле?

Рассмотрим сначала неполярные молекулы. В поле на каждую заряженную частицу действует электрическая сила. Сила, действующая на положительно заряженные частицы, направлена вдоль вектора поля E , а на отрицательно заряженные – против вектора E . Молекула растягивается силами поля в разные стороны, вследствие чего заряды сместятся и центры зарядов разойдутся. Молекула приобретает дипольный момент, всегда направленный вдоль силовых линий поля.

Рассмотрим теперь полярную молекулу в электрическом поле. Заменим ее диполем. На диполь будет действовать пара электрических сил, которая приведет изолированную молекулу в крутильное колебательное движение. Но так себя ведет только изолированная молекула. Если же молекула подвергается воздействию других молекул (а так дело и складывается в диэлектриках), то колебания затухают и молекула стремится под действием пары сил вытянуться вдоль поля.

Правда, ее ось не может расположиться строго вдоль направления силовых линий поля: столкновения с другими молекулами будут сбивать молекулу с правильной ориентации по полю. И чем выше температура, чем сильнее удары, тем сильнее будет дезориентация молекул. Так что мож-

но говорить лишь о частичной ориентации молекул полярного диэлектрика по полю.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Электропроводность, удельная электропроводность, твердое тело, полупроводник, диэлектрик, полярный диэлектрик, неполярный диэлектрик, жесткий диполь, упругий диполь, собственный дипольный момент, индуцированный дипольный электрический момент, диэлектрическая проницаемость, пьезоэлектрик, нескомпенсированный заряд, ионный кристалл.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: собственный дипольный момент – электрический дипольный момент; упустить нужный момент.

Твердое тело, диэлектрическая проницаемость, ионный кристалл, свободные носители зарядов, центры положительных и отрицательных зарядов, тепловое движение, электрический полюс, нескомпенсированный заряд, кристаллическая решетка, заряженная частица, крутильное колебательное движение.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Прекрасный, интервал, диэлектрик, практически, использовать, смещаться, подобный, совпадать, упругий, возникать, исходный, растягиваться, приобретать, изолированный, подвергаться воздействию, затухать, хаотичный, ориентация.

Слова для справок: на деле, сдвигаться, применять, похожий, изолятор, промежуток, оказываться тождественным, эластичный, получать, появляться, удлиняться, обособленный, первоначальный, направленность, гаснуть, испытывать воздействие, беспорядочный, превосходный.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Твердое тело, полярный диэлектрик, положительный заряд, связанный заряд, при наличии, проводник электрического тока, ориентация молекул, беспорядочный, частичный, разойтись, нормальный.

Слова для справок: свободный заряд, отрицательный заряд, диэлектрик, при отсутствии, дезориентация молекул, жидкое тело, упорядоченный, неполярный диэлектрик, полный, сойтись, необычный.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. Составьте с ними предложения.

Индукцированный – индукционный (дипольный электрический момент, ток);

жесткий – жестокий (диполь, диван, вагон, характер, черты лица, срок, условия, расправа, нравы, человек, мороз, борьба, необходимость);

обладать – овладеть (дипольный момент, источники сырья, талант, хороший голос, крепость, имущество, собой, новая профессия, знания);

собственный – собственнический (дипольный момент, дача, руки, психология);

тепловой – теплый (движение, двигатель, энергия, луч, комната, молоко, одежда, чувство, прием, разговор, тона, компания);

хаотичный – хаотический (образ, нагромождение цитат, изложение);

кристаллический – кристалльный (решетка, форма, вода, душа);

изолированный – изоляционный – изоляционистский (молекула, комната, факты, лента, политика);

действенный – действительный (средство, метод, факт, служба);

крутильный – крученный (движение, нитки, весы, веревка);

частичный – частный (ориентация, мобилизация, вывод, случай, переписка, дело, предпринимательство, собственность, торговля, лицо).

7. Выделите сначала словосочетания, которые употребляются и в единственном, и во множественном числе, а затем – словосочетания, которые употребляются только в одном из чисел.

1. *Область – области.* северные области страны; Московская область; приехал из области; область вечнозеленых растений; боли в области печени; работать в области народного образования; новая область науки; занимать область, лежащую ниже 10^{-8} . 2. *Класс – классы.* класс полупроводников, десятый класс, сидеть в классе, игра высокого класса. 3. *Значение – значения.* промежуточные значения, определить значение слова, иметь значение, придавать большое значение. 4. *Центр – центры.* центры положительных и отрицательных зарядов, центр тяжести, в центре города, в центре внимания, центр народного движения, промышленные центры страны, административный центр области, директивы центра. 5. *Момент – моменты.* дипольный момент, сделать в один момент, упустить нужный момент, в данный момент, благоприятный момент, в один из моментов сражения, положительные моменты в работе, текущий момент. 6. *Образ – образы.* хаотичный образ, потерять образ человеческий, светлые образы будущего, поэт мыслит образами, образ жизни, литературный образ, образ мыслей. 7. *Движение – движения.* колебательное движение,

нет материи без движения и движения без материи, движение планет, неловкое движение, вольные движения, движение сердца, трамвайное движение, правила уличного движения, всенародное движение, движение сторонников мира.

8. Замените данные предложения близкими по значению, используя глаголы *иметься, не иметься, обладать, существовать* со значением наличия или отсутствия предмета.

1. В диэлектрике носители зарядов есть, но они не могут смещаться под действием сил электрического поля. 2. Диэлектриками называются вещества, в которых нет свободных носителей зарядов. 3. Атомы и молекулы неполярных диэлектриков в нормальном состоянии не имеют электрических полюсов. 4. Внутри диэлектриков нет свободных зарядов, но имеются заряды, связанные с атомами и молекулами. 5. К классу полупроводников относятся твердые тела, имеющие промежуточные значения электропроводимости в интервале $10^{-8} - 10^6$ (Ом·м)⁻¹. 6. Молекулы полярного диэлектрика по своим электрическим свойствам подобны жесткому диполю, обладающему постоянным собственным дипольным моментом: $p = const$.

9. Выразите значение наличия или отсутствия предмета, ставя заключенные в скобки словосочетания в нужной форме.

1. К классу полупроводников относятся твердые тела, которые располагают (промежуточные значения электропроводимости в интервале $10^{-8} - 10^6$ (Ом·м)⁻¹). 2. По своим электрическим свойствам молекулы полярного диэлектрика подобны жесткому диполю, обладающему (постоянный собственный дипольный момент: $p = const$). 3. Атомы и молекулы неполярных диэлектриков в нормальном состоянии не располагают (электрические полюсы). 4. Внутри диэлектриков нет (свободные заряды), но имеются (связанные заряды). 5. Вещества, в которых не имеется (свободные носители зарядов), называются диэлектриками. 6. В диэлектрике существуют (носители зарядов), но они не могут смещаться под действием сил электрического поля.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Диэлектриками называются вещества, 2. У молекул полярного диэлектрика центры 3. Молекулы полярного диэлектрика подобны 4. У молекул неполярного диэлектрика центры 5. Молекулы неполярного диэлектрика подобны 6. Существует класс неполярных диэлектриков – пьезоэлектрики, т.е. кристаллы, на поверхности которых 7. В нормальных условиях в пьезоэлектриках решетки совпадают, при любом механическом воздействии кристаллические решетки 8. При наличии внешнего поля связанные заряды сдвигаются относительно исходных по-

ложений, что приводит 9. неполярная молекула растягивается силами поля в разные стороны, вследствие чего 10. Если полярная молекула подвергается воздействию других молекул, то

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. На какие группы по электропроводности можно разделить все твердые тела?
2. Какие вещества называются диэлектриками? Каких видов они бывают?
3. Какими свойствами обладают молекулы полярных и неполярных диэлектриков?
4. Что называется диэлектрической проницаемостью?
5. Как ведут себя диэлектрики в электрическом поле?
6. Как ведут себя полярные и неполярные молекулы, если их поместить в электрическое поле?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Поляризация диэлектриков

Диэлектрики являются непроводниками электричества. Как и в металлах, в них также могут возбуждаться индукционные заряды. Поднесем, например, к шарiku заряженного электроскопа C электрически нейтральное тело из диэлектрика AB (рис 1).

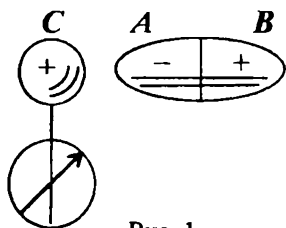


Рис. 1.

Угол отклонения стрелки электроскопа уменьшается. Дело в том, что заряд шарика C возбуждает на конце диэлектрика B индукционные заряды того же, а на конце A противоположного знака. Эти заряды оттягивают часть зарядов со стрелки и стержня электроскопа на шарик, с чем и связано уменьшение угла отклонения стрелки.

Заряды в диэлектрике могут смещаться из своих положений равновесия лишь на малые расстояния, порядка атомных. Допустим, например, что диэлектрик состоит из электрически нейтральных молекул. Под действием приложенного электрического поля центр тяжести электронов в молекуле немного смещается относительно центра тяжести атомных ядер. Молекулы становятся электрическими диполями, ориентированными концами в направлении электрического поля E . В этом случае говорят, что диэлектрик поляризован, а само смещение положительных и отрицательных зарядов диэлектрика в разные стороны называют электрической поляризацией. Есть индукционные заряды, появляющиеся в результате поляризации диэлектрика. Их называют поляризационными или связанными зарядами. В объеме диэлектрика происходит компенсация положительных и отрицательных зарядов молекул, и никаких макроскопических поляризационных зарядов не появляется. Однако

это справедливо только тогда, когда поляризация диэлектрика однородна, когда все молекулы диэлектрика поляризованы и ориентированы одинаково. Если же поляризация неоднородна, то компенсации нет, и в диэлектрике могут появиться объемные поляризационные заряды. Помимо электрически нейтральных молекул, в диэлектрике могут существовать положительно или отрицательно заряженные ионы. Избыток ионов того или иного знака в какой-либо части диэлектрика означает наличие в этой части нескомпенсированных макроскопических зарядов. Такие заряды называются свободными. К свободным зарядам относятся также все заряды, находящиеся на проводниках.

Существуют диэлектрики, молекулы которых обладают дипольными молекулами уже в отсутствие электрического поля. Такие молекулы называются полярными. Если поля нет, то полярные молекулы совершают хаотические тепловые движения и ориентированы совершенно беспорядочно.

Существуют диэлектрические кристаллы, построенные из ионов противоположного знака. Такие кристаллы называются ионными. Ионный кристалл состоит из двух кристаллических решеток, вдвинутых одна в другую. Одна решетка построена из положительных, другая – из отрицательных ионов. В этом случае уже нельзя говорить о молекулах или атомах в кристалле. Кристалл в целом должен рассматриваться как одна гигантская молекула. При наложении электрического поля решетка положительных ионов сдвигается в одну, а отрицательных – в противоположную сторону. В этом и состоит электрическая поляризация ионных кристаллов. Существуют ионные кристаллы, поляризованные даже в отсутствие внешнего электрического поля.

Для количественного описания поляризации диэлектрика пользуются вектором поляризации. Так называется дипольный момент единицы объема диэлектрика, возникающий при его поляризации.

(С.Г.Калашников. «Электричество».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Майкл Фарадей (1791 – 1867)

Фарадей сделал за свою жизнь столько открытий, что их хватило бы доброму десятку ученых, чтобы обессмертить свое имя.

Майкл Фарадей родился 22 сентября 1791 года в Лондоне.

Когда Фарадей достиг школьного возраста, его отдали в начальную школу. Курс обучения был очень узок, и Майкл здесь научился только чтению, письму и началам счета.

Недалеко от дома, в котором жила семья Фарадея, находилась книжная лавка, которая одновременно была и переплетным заведением. Сюда-то и попал тринадцатилетний Майкл после окончания школы. Конечно, пользуясь для чтения таким случайным источником, как книжная лавка, Фарадей не мог придерживаться какой-либо системы, а должен был читать все, что попадется под руку.

Физические и химические опыты Фарадей стал проводить еще мальчиком при первом же знакомстве с физикой и химией, однако средств для серьезной научной работы не было.

Некоторые из заказчиков хозяина книжной лавки, заметив интерес Майкла к науке, устроили ему доступ на публичные лекции тогдашних ученых. Однажды Майкл посетил одну из таких лекций Хемфри Деви, великого английского физика, изобретателя безопасной лампы для шахтеров. Фарадей сделал подробную запись лекции, переплел ее и отправил Деви. Тот был настолько поражен, что предложил Фарадею работать с ним в качестве секретаря. Вскоре Деви отправился в путешествие по Европе и взял с собой Фарадея. За два года они посетили крупнейшие европейские университеты.

Вернувшись в Лондон, Фарадей начал работать ассистентом в одной из лабораторий Королевского института в Лондоне. Этот период для Фарадея был лишь подготовительной школой для будущих открытий. Опираясь на опыты своих предшественников, он скомбинировал несколько собственных опытов, а в сентябре 1821 года напечатал «Историю успехов электромагнетизма». Уже в это время он составил вполне правильное понятие о сущности явления отклонения магнитной стрелки под действием тока.

В том же году Фарадей случайно натолкнулся на явление испарения ртути при обыкновенной температуре. Вскоре он стал заниматься опытами над составом стали и впоследствии любил одаривать своих друзей стальными бритвами из открытого им сплава.

В 1823 году Фарадеем было сделано одно из важнейших открытий в области физики – он впервые добился сжижения газов и вместе с тем установил простой, но действенный метод обращения газов в жидкость. В 1824 году Фарадей сделал несколько второстепенных открытий в области физики. Среди прочего он установил тот факт, что свет влияет на цвет стекла, изменяя его. Он печатает много научных трактатов, в том числе и трактат «О вибрирующих пластинках».

Многие из этих работ могли сами по себе обессмертить имя их автора. Но наиболее важными из научных трудов Фарадея являются его исследования в области электромагнетизма и электрической индукции.

Третий вид проявления электрической энергии, открытый Фарадеем, электричество индукционное, отличается тем, что оно соединяет в себе достоинства двух первых видов – статического и гальванического электричества – и свободно от их недостатков.

Исследования в области электромагнетизма и индукционного электричества, составляющие наиболее ценный алмаз в венце славы Фарадея, поглотили большую часть его жизни и сил. Эти открытия повлекли за собой новые. Фарадей заметил, что действие магнита проявляется и на некотором расстоянии от него. Это явление он назвал магнитным полем.

Затем Фарадей приступает к изучению законов электрохимических явлений. Первый закон, установленный Фарадеем, состоит в том, что количество электрохимического действия не зависит ни от величины электро-

дов, ни от напряженности тока, ни от крепости разлагаемого раствора, а единственно от количества электричества, проходящего в цепи; иначе говоря, количество электричества необходимо пропорционально количеству химического действия.

Второй, еще более важный, закон электрохимического действия, установленный Фарадеем, состоит в том, что количество электричества, необходимое для разложения различных веществ, всегда обратно пропорционально атомному весу вещества, или, выражаясь иначе, для разложения молекулы какого бы то ни было вещества требуется всегда одно и то же количество электричества.

Однако ученый прославился не только многочисленными открытиями. Фарадей хотел, чтобы его открытия были понятны и тем, кто не получил специального образования. Для этого он занялся популяризацией научных знаний.

С 1826 года Фарадей начал читать свои знаменитые рождественские лекции. Одна из самых известных из них называлась «История свечи с точки зрения химии». Позже она была издана отдельной книгой и стала одним из первых научно-популярных изданий мира.

Фарадей умер 25 августа 1867 года. Фарадей был женат, но детей у него не было.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

Урок 15

Выражение возможности/невозможности действия

- Конструкции:
- а)
 - что может/не может служить чем
 - что можно взять (в качестве чего)
 - что нельзя взять (в качестве чего)
 - б) что может/не может рассматриваться как что
что может/не может рассматриваться в качестве чего

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими возможность и невозможность действия.

Измерение разности потенциалов электрометром

Электроскоп, стрелка которого окружена металлической оболочкой, может служить электрометром, т.е. прибором для измерения разности потенциалов между двумя проводниками. Один из проводников соединяют с шариком электрометра, а другой – с оболочкой (рис.1). Стрелка электрометра примет потенциал тела *A*, оболочка – потенциал тела *B*. Возникнет электрическое поле с силовыми линиями, идущими от оболочки к стрелке или обратно. Угол отклонения стрелки определяется напряженностью и конфигурацией этого поля. Но поле внутри замкнутой металлической оболочки совершенно не зависит от наружного поля. Оно одно-

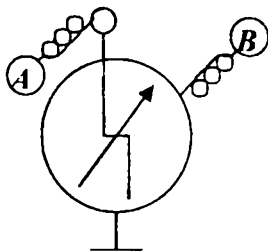


Рис. 1.

значно определяется разностью потенциалов между оболочкой и стрелкой. Следовательно, угол отклонения стрелки может рассматриваться как мера разности потенциалов между телами *A* и *B*. Электрометр можно проградуировать, чтобы сразу отсчитывать разность потенциалов в вольтах. В качестве тела *B* можно взять Землю, т.е. оболочку электрометра заземляют. Тогда электрометр покажет потенциал тела *A* относительно Земли.

В принципе безразлично, что заземлять: оболочку или шарик. От этого зависит только направление силовых линий, но не их конфигурация и величина напряженности электрического поля внутри оболочки. Угол отклонения стрелки в обоих случаях будет одинаков. Установим электрометр на диэлектрике и заземлим его оболочку. Затем с помощью наэлектризованной палочки зарядим шарик. Стрелка отклонится. Заземлим теперь шарик, а оболочку изолируем. Той же палочкой электризуем оболочку, стрелка отклоняется так же. Но стрелка электрометра защищена от влияния внешних электрических зарядов, так как она окружена металлической

оболочкой. Почему же при электризации оболочки стрелка отклоняется? Дело в том, что ее защита неполная. Оболочка не замкнута. В ней есть отверстие, через которое проходит металлический стержень, соединяющий стрелку с шариком электрометра. Электричество, сообщенное наружной поверхности оболочки, индуцирует заряды на шарике, которые по стержню переходят на стрелку электрометра. Заряженные стрелка и стержень оттягивают часть электричества с наружной поверхности оболочки на внутреннюю. В результате появляется электрическое поле не только снаружи, но и внутри оболочки. Мы видим, что электрометр только тогда может рассматриваться в качестве измерительного прибора, когда его стрелка защищена от внешних электрических полей не полностью. Но связь стрелки с внешними телами должна быть слабой. Для этого отверстие в оболочке, шарик электрометра и наружная часть стержня, соединяющего шарик со стрелкой, должны быть малыми. Иначе на этих частях электрометра могут возникать заметные заряды, индуцированные посторонними внешними силами. Такими зарядами, переходящими на стрелку, могут быть внесены заметные искажения в измеряемую разность потенциалов. По той же причине провода, соединяющие тела *A* и *B* с шариком и оболочкой электрометра, должны быть тонкими.

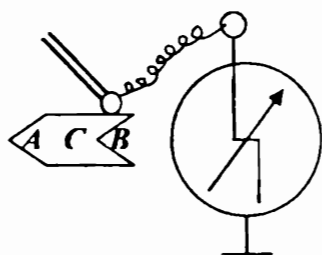


Рис. 2.

Поучителен также следующий опыт. Пробный шарик на изолирующей ручке соединен гибким проводом с шариком электрометра, оболочка которого заземлена (рис. 2). При перемещении пробного шарика по поверхности заряженного металлического тела *C* показание электрометра не меняется. Это и понятно. Электрометр измеряет разность потенциалов между шариками. Потенциал же пробного шарика не зависит от того, какой точки

проводящего тела *C* он касается. Опыт с пробным шариком может служить подтверждением того, что плотность электричества у *B* хотя и мала, но не равна нулю. Если бы это было не так, то стрелка электрометра не могла бы отклоняться, когда незаряженным пробным шариком касаются проводника *C* в точке *B*. Заряд, перешедший с тела *C* на пробный шарик и электрометр, не зависит от положения точки касания. От этого может зависеть только время зарядки электрометра. Оно хотя и очень мало, но всегда конечно. Когда пробный шарик касается острия *A*, зарядка происходит всего быстрее; когда он касается впадины *B*, электрометр заряжается медленнее.

(Д. В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Электромметр, электроскоп, разность потенциалов, замкнутая металлическая оболочка, проводник электричества, потенциал тела, силовые линии, угол отклонения стрелки, напряженность электрического поля, конфигурация электрического поля, назлектризованная палочка, изолятор, металлический стержень, индуцированный заряд, наружная поверхность оболочки, внутренняя поверхность оболочки, измерительный прибор, пробный шарик, заряженное металлическое тело, плотность электричества, точка касания.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: точка касания – точка отсчета, точка пересечения, точка приложения сил, точка кипения; поставить точку в конце предложения; попасть в самую точку.

Разность потенциалов, замкнутая металлическая оболочка, проводник электричества, угол отклонения стрелки, конфигурация электрического поля, назлектризованная палочка, пробный шарик, заряженное металлическое тело, плотность электричества, наружная поверхность оболочки, измерительный прибор.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Следовательно, безразлично, одинаковый, изолировать, влияние, внешний, замкнутый, полный, посторонний, отверстие, соединять, искажение, поучительный, перемещение, утверждать, пробный, впадина.

Слова для справок. значит, всё равно, наружный, щель, чужой, тождественный, отделить, воздействие, обособленный, набитый до отказа, связывать, назидательный, извращение, констатировать, опытный, передвижение, углубление.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Наружное поле, тонкий, разность потенциалов, замкнутый, внутри оболочки, проводник, оттягивать, конечный, быстрый, утверждать, слабый.

Слова для справок. сумма потенциалов, разомкнутый, притягивать, снаружи оболочки, отрицать, сильный, внутреннее поле, толстый, медленный, изолятор, начальный.

6. Назовите форму именительного падежа единственного числа данных существительных – омографов. Составьте с ними словосочетания и предложения.

Образец: а) стре́лки – стрелки́ стрелка электрометра, меткий стрелок.

б) те́ла – тела́ Стрелка электрометра примет потенциал те́ла А. Провода, соединяющие тела́ А и В с электрометром, должны быть тонкими.

а) По́лки – полки́, бе́лки – белки́, па́ры – пары́, по́лы – полы́;

б) По́ля – поля́, де́ла – дела́, кра́я – края́; земли́ – зе́мли, волны́ – во́лны.

7. От данных существительных образуйте возможные формы именительного падежа множественного числа. Составьте с ними словосочетания.

Образец: провод – провода, проводы; провода, соединяющие тела А и В; проводы сына в армию.

Ток, корпус, лист, пропуск, тормоз, орден, образ.

8. В данных предложениях конструкцию *что может служить чем* замените конструкцией *что может рассматриваться в качестве чего*.

1. Электроскоп, стрелка которого окружена металлической оболочкой, может служить электрометром. 2. В таком случае электроскоп может служить прибором для измерения разности потенциалов между двумя проводниками. 3. Угол отклонения стрелки может служить мерой разности потенциалов между телами А и В. 4. Электрометр только тогда может служить измерительным прибором, когда его стрелка защищена от внешних электрических полей не полностью, однако связь стрелки с внешними телами должна быть слабой. 5. Опыт с пробным шариком может служить подтверждением того, что плотность электричества у В хотя и мала, но не равна нулю. 6. В качестве тела В может служить Земля.

9. В данных предложениях выделенные глаголы-сказуемые замените конструкцией, выражающей возможность действия. Обратите внимание на употребление видов глагола.

Образец: В качестве тела В берется Земля. – В качестве тела В можно взять Землю.

1. Электроскопом *измеряется* разность потенциалов между двумя проводниками. 2. Стрелка электроскопа *окружается* металлической оболочкой. 3. Один из проводников *соединяется* с шариком электрометра, а другой – с оболочкой. 4. Электрометр *градуируется*, чтобы сразу отсчитывать разность потенциалов в вольтах. 5. Угол отклонения стрелки *опре-*

деляется напряженностью и конфигурацией электрического поля. 6. Наружной поверхности оболочки *сообщается* электричество, индуцирующее заряды на шарике. 7. Зарядами, переходящими на стрелку, *вносятся* заметные искажения в измеряемую разность потенциалов. 8. Шарик *заряжается* с помощью наэлектризованной палочки.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Электроскоп, стрелка которого окружена металлической оболочкой, может служить 2. Угол отклонения стрелки можно определить 3. Электрическое поле однозначно можно определить 4. Угол отклонения стрелки может рассматриваться 5. Электрометр можно проградуйровать, чтобы 6. Землю можно рассматривать в качестве тела В, и тогда электрометр 7. Электрометр только тогда может рассматриваться в качестве измерительного прибора, когда 8. Опыт с пробным шариком может служить подтверждением того, что

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Чем может служить электроскоп?
2. В качестве чего может рассматриваться угол отклонения стрелки?
3. С какой целью градуируется электрометр?
4. Почему при электризации оболочки стрелка отклоняется?
5. В результате чего появляется электрическое поле не только снаружи, но и внутри оболочки?
6. При каком условии электрометр может рассматриваться в качестве измерительного прибора?
7. Для чего отверстие в оболочке, шарик электрометра и наружная часть стержня должны быть малыми?
8. Чем может служить опыт с пробным шариком?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Электрическая энергия

Электрическая энергия, как и всякая другая энергия, зависит только от состояния системы, но не зависит от способа, каким система была приведена в это состояние. Вычислим электрическую энергию заряженного конденсатора. Она однозначно определяется зарядами его обкладок или разностью потенциалов между ними. Способ зарядки на величину энергии не влияет. Если конденсатор не заряжен, то на каждой из его обкладок имеется смесь одинаковых количеств положительного и отрицательного электричества. Будем переносить положительное электричество бесконечно малыми порциями dq с отрицательной обкладки на положительную. Для переноса заряда dq необходимо совершить работу против электрического поля:

$$\delta A^{\text{внеш.}} = \varphi \cdot dq,$$

где φ мгновенное значение разности потенциалов между обкладками. Работа самого конденсатора будет такой же по величине, но противоположной по знаку:

$$\delta A = -\varphi \cdot dq$$

Работа $\delta A^{\text{внеш.}}$ целиком пойдет на увеличение электрической энергии конденсатора W , т.е.

$$dW = \varphi \cdot dq = q \cdot dq / c$$

Проведем теперь вычисление электрической энергии в общем виде. Рассмотрим несколько тел с зарядами $q_1, q_2, \dots$ и потенциалами $\varphi_1, \varphi_2, \dots$, пространство между которыми заполнено неподвижным диэлектриком (однородным или неоднородным). Под q_1, q_2 здесь следует понимать только свободные, а не поляризованные заряды. Рассуждая так же, как и в случае конденсатора, найдем:

$$W = \int \sum \varphi_i \cdot dq_i,$$

где суммирование ведется по всем заряженным телам. Штрихи над φ_i и q_i поставлены для того, чтобы указать, что эти величины переменные, т.е. меняются во время зарядки. Интеграл легко вычислить, используя то обстоятельство, что его значение не зависит от способа зарядки.

(С.Г.Калашников. «Электричество».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Эмилий Христианович Ленц (1804 – 1865)

С именем Ленца связаны фундаментальные открытия в области электродинамики. Наряду с этим учёный по праву считается одним из основоположников русской географии.

Э.Х.Ленц родился 24 февраля 1804 года в Дерпте (ныне Тарту). В 1820 году он окончил гимназию и поступил в Дерптский университет. Замечательной чертой Ленца как ученого было глубокое понимание физических процессов и умение открывать их закономерности.

В 1823 – 1826 годах Ленц принимал участие в качестве физика в кругосветном путешествии. Результаты научных исследований этой экспедиции напечатаны им в «Мемуарах о Петербургской Академии Наук».

Начиная с 1831 по 1836 годы он занимался изучением электромагнетизма. В начале тридцатых годов прошлого столетия Ампер и Фарадей создали несколько правил для определения направления индуцируемого тока. Но главного результата добился Ленц, открывший закон, определивший направление этого тока. Он известен сейчас как правило Ленца. Оно раскрывает главную закономерность явления: наведённый ток (ток индукции) всегда имеет такое направление, что его магнитное поле противодействует процессам, вызывающим индукцию. В ноябре 1833 года это открытие было доложено Академии наук. В 1834 году Ленца избрали ординарным академиком по физике.

В 1836 году Ленц был приглашен в Петербургский университет и возглавил кафедру физики и физической географии, а в 1863 году он был избран ректором университета. В 1839 году Ленц составил «Руководство по физике» для русских гимназий, выдержавшее одиннадцать изданий. Знаменитый учёный вёл большую педагогическую работу. В числе его учеников были Д.И.Менделеев, К.А.Тимирязев, П.П.Семёнов-Тянь-Шанский, М.П.Авенариус и другие.

В 1842 году Ленц независимо от Джеймса Джоуля открыл закон, согласно которому количество тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока, прямо пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени. Он явился одной из важных предпосылок установления закона сохранения и превращения энергии.

Совместно с Б.С.Якоби Ленц впервые разработал методы расчёта электромагнитов в электрических машинах, установил существование в последних «реакции якоря». Открыл обратимость электрических машин. Кроме того, он изучил зависимость сопротивления металлов от температуры.

Больших достижений добился Ленц и в исследованиях в области физической географии, главная задача которой, по его мнению, «заключается в определении: по каким именно физическим законам совершаются и совершались наблюдаемые нами явления». Многие его научные исследования относятся к физической географии: о температуре и солёности моря, об изменчивости уровня Каспийского моря, о барометрическом измерении высот, об измерении магнитного наклона и напряжённости земного магнетизма и др.

В 1851 году был опубликован фундаментальный труд Ленца «Физическая география», который в дальнейшем неоднократно переиздавался в России и за рубежом. Книга Ленца сыграла большую роль в развитии наук о Земле. Выдающиеся ученые-географы неоднократно отмечали точность океанографических наблюдений, достоверность и большое значение научных результатов, полученных Ленцем.

Но главным образом Ленц работал в области электромагнетизма.

Умер Ленц 10 февраля 1865 года.

Он не был женат и не имел детей.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

Раздел «Оптика»

Урок 16

Выражение связи между однородными явлениями

- Конструкции, выражающие
- а) • отношения перечисления: *без союзов, союзами и; ни ..., ни ... ; как ..., так и ... ; не только ..., но и ...;*
 - б) • отношения противопоставления: *союзами а, но, однако, зато;*
 - в) аналогичность каких-либо явлений, уподобление событий: *союзами тоже, также, и.*

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими отношения перечисления, противопоставления и аналогичности явлений.

Общие сведения об интерференции

В интерференции и дифракции проявляются волновые свойства света. После открытия этих явлений на них смотрели сначала как на доказательство исключительно волновой природы света. Но такая точка зрения оказалась недостаточной. В XX веке были открыты не только корпускулярные свойства света, но и волновые свойства обыкновенных частиц: электронов, протонов, нейтронов, атомов, молекул и пр. Как это ни парадоксально, природа света и вещества оказалась двойственной – корпускулярно-волновой. С открытием этого факта связан коренной пересмотр физических воззрений, приведший к построению квантовой механики. Однако значение интерференционных и дифракционных явлений не уменьшилось. В наши дни как интерференция, так и дифракция света имеют важное практическое применение, например, в спектроскопии и метрологии.

С помощью различных приспособлений, например, отражений и преломлений, можно наложить один световой пучок на другой. Если выполняется принцип суперпозиции, то каждый пучок будет проходить через область перекрытия так, как если бы другого пучка не было совсем. Пусть E_1 – напряженность электрического поля, создаваемая первым пучком в произвольной точке A области перекрытия, а E_2 – вторым. Согласно принципу суперпозиции, результирующая напряженность поля в той же точке A , создаваемая обоими пучками, будет представляться векторной суммой $E = E_1 + E_2$. Так же ведут себя любые скалярные или векторные величины,

какова бы ни была их физическая природа. Требуется только, чтобы они подчинялись принципу суперпозиции. Однако частота световых волн совсем иного порядка, чем частота, скажем, звуковых волн или волн на поверхности воды. Это ограничивает возможности приемников света.

Всем приемникам света присуща определенная инерционность. Ее можно характеризовать временем установления или разрешения приемника τ . Так, для глаза $\tau \approx 0,1$ с. Это есть время, в течение которого глаз сохраняет зрительное впечатление, т.е. «видит свет» даже тогда, когда излучение уже перестало в него попадать. Глаз не замечает, например, быстрых миганий света, если они следуют друг за другом через времена, малые по сравнению с τ (кино, телевидение). У фотоматериалов τ (время экспозиции) обычно порядка $10^{-2} - 10^{-4}$ с. Существуют приемники, для которых время разрешения может быть сделано гораздо меньше. В ячейках Керра это время может быть доведено до $10^{-8} - 10^{-9}$ с. Наиболее быстродействующие современные фотоэлектрические приемники имеют время разрешения порядка 10^{-10} с, но оно может быть сделано еще меньше.

Однако даже такие времена очень велики по сравнению с периодами оптических колебаний. Средний период колебаний T электромагнитного поля в оптической области спектра составляет около 10^{-15} с. Поэтому ни один приемник света не позволяет измерить мгновенное значение напряженности электрического или магнитного поля в световой волне. Для этого время разрешения приемника должно было бы быть мало по сравнению с периодом световых колебаний T . Все приемники могут измерять только величины, квадратичные по полю, усредненные за времена, не меньше времени разрешения приемника. Сюда относятся энергетические и фотометрические величины: лучистый и световой поток, яркость, освещенность и пр.

В явлениях интерференции, дифракции и пр. представляют интерес не абсолютные, а только относительные значения этих величин. Например, нас может интересовать относительное распределение освещенности на экране, куда попадает свет. При такой постановке вопроса нет смысла точно указывать, о какой именно энергетической или фотометрической величине идет речь в том или ином конкретном случае. Заключение будут относиться к любой усредненной по времени величине, квадратичной по напряженности электрического поля. Эту нечетко определенную величину принято называть интенсивностью света или интенсивностью колебаний. Она обозначается через I . За I обычно принимается усредненное по времени значение квадрата напряженности электрического поля, т.е. $I = E^2$.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Интерференция, дифракция, волновые свойства света, двойственная природа света, волновая природа света, волновые свойства обыкновен-

ных частиц, корпускулярные свойства света, преломление света, квантовая механика, спектроскопия, метрология, световой пучок, частота световых волн, инерционность, период оптических колебаний, интенсивность колебаний, квадратичные величины.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: волновая природа света – двойственная природа света; окружающая нас природа.

Волновые свойства света, квантовая механика, световой пучок, частота световых волн, период оптических колебаний, интенсивность колебаний, квадратичные величины, фотоэлектрический приемник, относительное распределение освещенности.

4. К данным словам подберите синонимы, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Доказательство, обыкновенный, воззрение, коренной, приспособление, перекрытие, произвольный, сведения, ограничивать, присущий, абсолютный, интенсивность.

Слова для справок: мнение, заурядный, устройство, преграда, подтверждение, суживать, полный, необоснованный, свойственный, напряженность, радикальный, информация.

5. К данным словам подберите антонимы, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Общий, коренной, уменьшаться, практический, свет, быстродействующий, современный, абсолютный, освещенность, сумма.

Слова для справок: увеличиваться, поверхностный, тьма, классический, конкретный, краткодействующий, теоретический, затемненность, относительный, разность.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобки. Составьте с ними предложения.

Волновой – волнистый (свойства света, волосы, природа света);
обыкновенный – обычный (частицы, явление, человек, случай, право);
двойственный – двойной – двоичный (природа, решение, отношение, игра, заработок, подкладка, дно, код);
коренной – корневой (пересмотр, житель, перелом, вопрос, зубы, плод);
квадратичный – квадратный (величина, предмет, уравнение, скобка);
лучистый – лучевой (поток, болезнь, глаза).

7. Выделите предложения, в которых формы единственного и множественного числа выделенных имен существительных не совпадают по объему лексических значений.

1. В наши *дни* интерференция и дифракция света имеют важное практическое применение. Вчера мы отметили *День* независимости Армении. *Дни* молодости безвозвратно прошли. 2. Согласно принципу суперпозиции, результирующая напряженность в *точке А*, создаваемая обоими пучками, будет представляться векторной суммой $E = E_1 + E_2$. Я купила ситец в красных *точках*. Торговые *точки* на центральной улице были запрещены. 3. Частота световых *волн* совсем иного порядка, чем частота звуковых *волн* или *волн* на поверхности воды. *Волна* недовольства прошла среди народных масс. Воздушной *волной* выбило стекла в домах. 4. Глаз не замечает быстрых миганий света, если они следуют друг за другом через *времена*, малые по сравнению с *т*. Существуют приемники, для которых *время* разрешения может быть сделано гораздо меньше. В ячейках Керра это *время* может быть доведено до $10^{-8} - 10^{-9}$ с. *Время* терпит. *Время* работает на нас. Наступили суровые *времена*. 5. Однако даже такие времена очень велики по сравнению с *периодами* оптических колебаний. *Период* расцвета искусства прошел. Послевоенный *период* был отмечен ростом темпов производства. 6. В явлениях интерференции, дифракции и пр. представляют интерес не абсолютные, а только относительные *значения* этих величин. Мы определили *значения* данного слова. Его словам я не придал никакого *значения*. *Значение* трудов ученого неопределимо. 7. Студенты проявляют большой *интерес* к учебе. Они защищают свои *интересы*.

8. Передайте содержание данных предложений, используя союзы *как* ..., *так и* ...; *не только* ..., *но и* ...

1. В интерференции и дифракции проявляются волновые свойства света. 2. В XX веке были открыты корпускулярные свойства света и волновые свойства обыкновенных частиц. 3. Как это ни парадоксально, природа света и вещества оказалась двойственной. 4. В наши дни интерференция и дифракция света имеют важное практическое применение. 5. К величинам, квадратичным по полю, относятся энергетические и фотометрические величины: лучистый и световой поток, яркость, освещенность и пр. 6. Согласно принципу суперпозиции, результирующая напряженность поля в *точке А*, создаваемая обоими пучками, будет представляться векторной суммой $E = E_1 + E_2$. Таким же образом ведут себя любые скалярные и векторные величины, какова бы ни была их физическая природа.

9. Вместо точек вставьте союз *но*, *однако* или *а* в зависимости от того, существуют ли оба противопоставляющих явления или одно из них исключается.

1. С открытием корпускулярно-волновой природы света связан коренной пересмотр физических воззрений, приведший к построению квантовой механики, от этого значение интерференционных и дифракционных явлений не уменьшилось. 2. Требуется, чтобы любые скалярные или векторные волны, какова бы ни была их физическая природа, подчинялись принципу суперпозиции, частота световых волн совсем иного порядка, чем частота звуковых волн на поверхности воды. 3. Наиболее быстродействующие современные фотоэлектрические приемники имеют время разрешения порядка 10^{-10} с, оно может быть сделано еще меньше, даже такие времена очень велики по сравнению с периодами оптических колебаний. 4. В явлениях интерференции, дифракции и пр. представляют интерес не абсолютные, только относительные значения этих величин.

10. Дополните данные предложения, используя союзы *тоже, также, и*, выражающие аналогичность описываемых явлений.

1. В XX веке были открыты корпускулярные свойства света. Волновые свойства обыкновенных частиц 2. В интерференции проявляются волновые свойства света. Эти же свойства света проявляются 3. Природа света оказалась двойственной. Двойственной оказалась 4. В связи с коренным пересмотром физических явлений значение интерференционных явлений не уменьшилось. Не уменьшилось 5. Согласно принципу суперпозиции, результирующая напряженность поля в точке *A*, создаваемая обоими пучками, будет представляться векторной суммой $E = E_1 + E_2$. Любые скалярные или векторные волны, какова бы ни была их физическая природа, 6. Такие энергетические величины, как лучистый и световой поток, яркость, освещенность, относятся к величинам, квадратичным по полю. К ним же относятся

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Какие свойства света проявляются в интерференции и дифракции?
2. С открытием каких свойств света была признана двойственная природа света?
3. В каких областях науки имеют практическое применение интерференция и дифракция света?
4. Что происходит при наложении одного светового пучка на другой при выполнении принципа суперпозиции?
5. Каковы возможности приемников света?
6. Какие величины они могут измерять?
7. Какие значения энергетических и фотометрических величин представляют интерес в явлениях интерференции и дифракции?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Объяснение интерференции света

Интерференция света, пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн, частный случай общего явления интерференции волн. Некоторые явления интерференции света наблюдались еще И. Ньютоном в 17-ом веке, однако не могли быть объяснены с точки зрения его корпускулярной теории.

Правильное объяснение интерференции света как типично волнового явления было дано в начале 19-ого века французским физиком О.Ж.Френелем и английским ученым Т.Юнгом. Наиболее часто наблюдается интерференция света, характеризующаяся образованием стационарной (постоянной во времени) интерференционной картины – регулярного чередования областей повышенной и пониженной интенсивности света. К явлениям интерференции света относятся также световые биения и явления корреляции интенсивности. Строгое объяснение этих явлений требует учета как волновых, так и корпускулярных свойств света и дается на основе квантовой электродинамики.

Интерференция света – это сложение полей световых волн от двух или нескольких (сравнительно небольшого числа) источников. В общем случае поляризация каждой из интерферирующих волн (т.е. направление, вдоль которого колеблется вектор электрического поля; магнитное поле не учитываем) имеет свое направление, и сложение двух волн есть векторное сложение. Обычно рассматривают интерференцию волн, имеющих одинаковую поляризацию. Тогда волны складываются алгебраически.

Как известно, интенсивность электромагнитной волны, проходящей через некоторую точку пространства, пропорциональна квадрату напряженности электрического поля в этой точке. Следовательно, суммарная интенсивность света в точке наблюдения складывается из интенсивности обоих источников E_1^2 и E_2^2 и дополнительного фактора, который можно назвать интерференционным членом: $2E_1E_2\cos(\varphi_1-\varphi_2)$. В зависимости от разности фаз $\varphi_1-\varphi_2$ колебаний источников он может быть положительным, отрицательным или равным нулю. При этом предполагается, что $\varphi_1-\varphi_2$ не зависит от времени, а только от пространственных координат. Источники, удовлетворяющие это условие, называются когерентными.

Для того чтобы в некоторой точке наложения двух когерентных световых волн наблюдался максимум, т.е. усиление волн, на протяжении разности хода должно укладываться целое число длин волн; для того чтобы наблюдался минимум, разность хода должна вмещать нечетное число половин.

В общем случае световые лучи от разных источников могут двигаться в средах с различными показателями преломления n_1 и n_2 . Поскольку ско-

рость света в среде уменьшается: $v = c/n$, где c – скорость света в вакууме, то уменьшается и длина волны:

$$\lambda = vT = (c/n)T = \lambda_0/n,$$

где T – период колебаний, λ_0 длина волны в воздухе (или в вакууме).

Поэтому на одном и том же расстоянии в веществе укладывается в n раз больше число волн, чем в вакууме. Поэтому для разности фаз важна не сама по себе геометрическая разность путей интерферирующих лучей, а величина $n \cdot l$, где l – геометрический путь. Эта величина называется оптической длиной дуги, и она характеризует число длин волн, укладываемых на геометрическом пути светового луча в данной среде с показателем преломления n . Разность δ оптических длин путей двух лучей называется оптической разностью хода:

$$\delta = n_2 l_2 - n_1 l_1,$$

где l_1, l_2 – геометрические пути, проходящие лучами в средах с показателями преломления n_1 и n_2 соответственно.

Общее условие максимумов и минимумов остается прежним:

$\delta = m\lambda_0$ – условие максимума;

$\delta = (m + \frac{1}{2})\lambda_0$ условие минимума;

$m = 0, 1, 2, \dots$

(Е.И.Бутиков. «Оптика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Огюстен Френель (1788 – 1827)

Французский физик, один из основателей волновой оптики, член Парижской Академии Наук (с 1823), член Лондонского королевского общества (с 1825). Родился в семье архитектора. Окончил Политехническую школу (1806) и Школу дорог и мостов (1809) в Париже. Работал инженером по ремонту дорог. Молодой дорожный инженер Огюстен Френель, присоединившийся волонтером к роялистским войскам, которые должны были преградить путь Наполеону во время его возвращения с острова Эльба, в период Ста дней был уволен со службы и вынужден был удалиться в Матье, близ Казна. Молодой инженер, почти не сведущий в оптике, находясь в Казне, посвятил себя исследованию дифракции, имея в своем распоряжении лишь случайное и примитивное экспериментальное оборудование. Два мемуара, представленных им 15 октября 1815г. Парижской Академии наук, были первым результатом этих трудов. Араго и Пуансо, которым поручили рассмотреть их, нашли их настолько интересными, что они добились для Френеля, с наступлением реставрации вновь принятого на службу, приглашения в Париж для повторения своих опытов в более благоприятных условиях. В 1815 – 1823 Френель выполнил классические исследования дифракции и поляризации света. Френель создал теорию дифракции (независимо от Т.Юнга), положив в основу принцип Гюйгенса и дополнив его фундаментальной идеей об интерференции элементарных волн. Он объяснил на основе этого принципа законы геометрической оптики, в частности – прямолинейный характер

распространения света. Им создан приближенный метод расчета дифракционной картины, основанный на разбиении волнового фронта на зоны, и впервые рассмотрена дифракция от края экрана и круглого отверстия. Френель – автор опытов с бизеркалами (1816) и бипризмами (1819), ставшими классическими методами демонстрации интерференционных явлений. Он впервые объяснил поляризационные явления, приняв в качестве основной гипотезу о поперечности световых волн (1818, независимо от Юнга), и установил количественные законы явления поляризации света при его отражении и преломлении. Высказанные Френелем идеи о неподвижном эфире и коэффициенте увлечения световых волн легли в основу электродинамики движущихся сред Х.А.Лоренца. Именно в этот период благодаря Френелю было воздвигнуто величественное здание волновой оптики, которое, как, впрочем, все творения человека, не было свободно от недостатков. Молодой инженер подходил к различным проблемам и решал их, полагаясь больше на свою могучую интуицию, нежели на математический расчет. Поэтому иной раз он допускал ошибки, а чаще всего лишь давал схему решения. Но все же его идеи, несмотря на противодействие старых физиков, очень быстро увлекли молодежь, восхищенную наглядностью и простотой теоретической модели.

С 1823г. Френель, уже больной, начинает по долгу службы заниматься исследованием маяков (университетской кафедры ему не удалось получить). Эти исследования, которые он проводил до самой смерти, наступившей в 1827г., привели его к изобретению ступенчатых линз и существенному усовершенствованию мигающих маяков.

(Из Интернета.)

Урок 17

Выражение активного и пассивного субъекта

Конструкции

- а)
 - источник испускает свет
 - источник, испускающий свет
- б)
 - свет, испускаемый источником
 - свет испускается источником

1. Прочитайте текст и выделите предложения с активным и пассивным субъектом.

Тепловое излучение в замкнутой полости

Испускаемый источником свет уносит с собой энергию. В зависимости от того, где черпается эта энергия, различаются и виды свечения. Излучение, сопровождаемое химическими превращениями, называют хемилюминесценцией. Примером может служить свечение фосфора, окисляющегося на воздухе. Испускание лучистой энергии в этом случае происходит за счет уменьшения внутренней энергии тела при изменении его химического состава. Электролюминесценцией называют свечение, возникающее при электрическом воздействии. Другой пример- свечение газов или паров при электрическом разряде. В этом случае необходимая для излучения энергия сообщается атомам или молекулам газа электронами, ускоряемыми электрическим полем разряда. Бомбардировка электронным пучком может вызвать также свечение твердых тел, например, сернистого цинка на экране электронно-лучевой трубки (катодолюминесценция). Процессы излучения, вызываемые предварительным или одновременным освещением тела, объединяются под названием фотолюминесценции. При этом необходимая для излучения энергия доставляется светом от внешнего источника.

В тех случаях, когда необходимая энергия сообщается нагреванием, излучение называется тепловым, или температурным. Среди различных видов свечения оно занимает особое место. В противоположность всем видам люминесценции, это единственный вид излучения, который может находиться в состоянии термодинамического равновесия с телами. Поэтому физика теплового излучения представляет собой связующее звено между термодинамикой и оптикой. Объединение статистической механики и электромагнитной теории в проблеме теплового излучения разорвало рамки классической физики и дало начало одной из величайших революций в физике.

Чтобы составить представление о характере теплового излучения, рассмотрим несколько тел, нагретых до различной температуры и помещенных в замкнутую полость, стенки которой полностью отражают падающее на них излучение. Опыт показывает, что такая система рано или

поздно приходит в состояние теплового равновесия, при котором все тела нагреты одинаково. Так происходит и в том случае, когда внутри полости абсолютный вакуум и тела могут обмениваться энергией только путем испускания и поглощения электромагнитных волн. Испускаемая телами лучистая энергия за каждый промежуток времени становится в среднем равной поглощаемой энергии, и плотность энергии в пространстве между телами достигает определенной величины, соответствующей установившейся температуре тел. Макроскопически такое состояние излучения в полости остается неизменным во времени. Это излучение, находящееся в термодинамическом равновесии с телами, имеющими определенную температуру, называется равновесным или черным излучением.

Плотность энергии равновесного излучения и его спектральный состав совершенно не зависят от размеров и формы полости и от свойств находящихся в ней тел. Свойства равновесного излучения зависят только от температуры. Равновесное излучение однородно, изотропно и неполяризовано.

В пустой полости с идеально отражающими стенками поглощения и испускания света не происходит. Если каким-либо образом ввести в нее излучение, то направление его распространения будет изменяться при отражении от стенок, но спектральный состав сохранится прежним. Такое излучение неравновесно и неустойчиво.

Сколь угодно малого отклонения от идеальности свойств стенок уже достаточно для того, чтобы излучение пришло к равновесию.

Для экспериментального изучения спектрального состава равновесного излучения можно проделать небольшое отверстие в стенках полости, поддерживаемых при определенной температуре. Излучение, выходящее наружу через отверстие, обладает точно таким же спектральным составом. От равновесного оно отличается только тем, что распространяется в пределах некоторого телесного угла в одном направлении, т.е. оно не изотропно.

С увеличением температуры внутри полости будет возрастать энергия выходящего из отверстия излучения. При этом изменяется и его спектральный состав. Это отражает изменение объемной плотности U энергии равновесного излучения и ее спектрального распределения при повышении температуры. Для характеристики распределения энергии по длинам волн или по частотам вводят спектральную плотность излучения U_ω или U_λ , так что величина $U_\lambda d\lambda$ дает энергию единицы объема излучения с длинами волн в интервале от λ до $\lambda+d\lambda$, а $U_\omega d\omega$ — с частотами в интервале от ω до $d\omega$. Очевидно, что

$$U_\lambda = \int U_\lambda d\lambda = \int U_\omega d\omega.$$

В случае равновесного излучения спектральная плотность U_ω представляет собой универсальную функцию только частоты (или длины волны) и температуры. Основная задача теории теплового излучения состоит в определении этой функции $U_\omega(T)$.

Универсальный характер спектральной плотности равновесного излучения, как впервые показал Кирхгоф в 1960 г., непосредственно вытекает из второго начала термодинамики.

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Люминесценция, хемилюминесценция, катодолюминесценция, фотолюминесценция, тепловое излучение, равновесное излучение, термодинамическое равновесие, спектральная плотность излучения, спектральный состав, изотропия, поляризация электромагнитных волн, телесный угол, закон излучения Кирхгофа, абсолютно черное тело, поглощение света.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: термодинамическое равновесие – тепловое равновесие; душевное равновесие.

Равновесное излучение, спектральная плотность излучения, спектральный состав, поляризация электромагнитных волн, телесный угол, абсолютно черное тело, поглощение света, лучистая энергия, электронный пучок, спектральное распределение, второе начало термодинамики.

4. Подберите синонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Испускание лучистой энергии, тепловое излучение, интервал, поместить, превращение, равновесие, свечение, возникать, объединяться, классический, предварительный, одинаковый, неизменный, универсальный, идеальный, основной.

Слова для справок: температурное излучение, промежуток, переход, излучение, появляться, люминесценция, расположить, типичный, устойчивость, группироваться, тождественный, безукоризненный, главный, неокончательный, постоянный, всеохватывающий.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Макросостояние, спектр поглощения, энергия излучения, классическая физика, твердое тело, изотропность, увеличение температуры, объединение, равновесное излучение, экспериментальное изучение, возрастание энергии, повышение температуры.

Слова для справок: спектр испускания, жидкое тело, неравновесное излучение, убывание энергии, микросостояние, анизотропность, теоретическое изучение, уменьшение температуры, энергия поглощения, разъединение, понижение температуры, релятивистская физика.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Серный – сернистый (кислота, цинк, натрий);
объемный – объемистый (плотность, книга, роман, рукопись);
статичный – статистический (механика, состояние, прогноз, данные);
абсолютный – абсолютистский (вакуум, монархия, величина, нуль, чемпион, покой, большинство, слух);
идеальный – идеалистический (свойства стенок, философия, воззрение, газ, человек, любовь, работник, исполнение).

7. В соответствии с нормативным употреблением форм единственного и множественного числа существительных составьте возможные словосочетания со словами, данными в скобках.

Вид – виды (свечение, обучение, растение, видал, делать, на будущее, на жительство);
счет – счета – счета (происходить за, финансовый, бухгалтерский, сводить, подать, платить по, открыть в банке, записать на свой, закрыть);
пар – пары (свечение, разводить, из котла, нестись на всех);
характер – характеры (тепловое излучение, выдержать, сильный, героический, затяжной);
волна – волны (электромагнитный, морской, звуковой, воздушный, новый, недовольство);
время – времена (промежуток, промежуточный, средний суточный, хорошо провести, терпит, в любое, суровый);
разряд – разряды (электрический, высший, получить);
единица – единицы (объем, сила тока, денежный, штатный, отдельный).

8. а) Данные предложения переделайте по образцу, заменяя активную конструкцию пассивной.

Образец: Свет, испускаемый источником, уносит с собой энергию. – Энергия уносится светом, испускаемым источником.

1. Излучение, сопровождаемое химическими превращениями, объединяет процессы под названием хемилюминесценции. 2. Электроны, ускоряемые электрическим полем разряда, сообщают энергию атомам или молекулам газа. 3. Процессы излучения, вызываемые предварительным или одновременным освещением тела, объединяют виды излучения под названием фотолюминесценции. 4. Свет, доставляемый от внешнего источника, сообщает энергию, необходимую для излучения. 5. Бомбардировка, возбуждаемая в веществе электронным пучком, вызывает свечение твердых тел.

б) Передайте содержание данных предложений, изменяя их по образцу.

Образец. Примером хемилюминесценции может служить свечение фосфора, окисляющегося на воздухе. – Фосфор окисляется на воздухе и вызывает свечение, называемое хемилюминесценцией.

1. Примером катодолюминесценции может служить свечение твердых тел, испытывающих воздействие электронного пучка. 2. Примером электролюминесценции может служить свечение, возникающее при электрическом воздействии. 3. Примером равновесного излучения может служить излучение тел, находящееся в состоянии термодинамического равновесия с другими телами. 4. Примером теплового, или температурного, излучения может служить свечение тел, возникающее при их нагревании. 5. Примером фотолюминесценции может служить излучение, появляющееся в результате предварительного или одновременного освещения тела.

9. Заключенные в скобки словосочетания поставьте в нужной форме.

1. Излучение, сопровождаемое (химические превращения), называют хемилюминесценцией. 2. Необходимая для излучения энергия сообщается атомам или молекулам газа электронами, ускоряемыми (электрическое поле разряда). 3. Процессы излучения, вызываемые (предварительное или одновременное освещение тела), объединяются под названием фотолюминесценции. 4. Катодолюминесценция – это люминесценция, возбуждаемая в веществе при бомбардировке его (быстрые электроны). 5. Бомбардировка (электронный пучок) может вызвать также свечение твердых тел. 6. Физика теплового излучения представляет собой связующее звено между (термодинамика и оптика). 7. Излучение, находящееся в термодинамическом равновесии с телами, (имеющие определенную температуру), называется (равновесное, или черное излучение).

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Хемилюминесценцией называется излучение, 2. Электролюминесценцией называют свечение, 3. Под катодолюминесценцией понимают излучение, 4. Под названием фотолюминесценции объединяются процессы излучения, 5. Тепловым, или температурным, излучением называется излучение, 6. В противоположность всем видам люминесценции, тепловое излучение ..., поэтому физика теплового излучения представляет собой 7. Объединение статистической механики и электромагнитной теории в проблеме теплового излучения 8. Свойства равновесного излучения зависят только 9. Универсальный характер спектральной плотности равновесного излучения непосредственно вытекает

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. При каких условиях тепловое излучение будет термодинамически равновесным?
2. Каковы основные свойства равновесного излучения?
3. Будет ли равновесным излучение, выходящее из маленького отверстия пустой полости?
4. Когда излучение в пустой полости будет неравновесным и неустойчивым?
5. Что требуется для того, чтобы излучение пришло к равновесию?
6. В чем принципиальное различие теплового излучения от всех видов люминесценции?
7. Когда спектральная плотность излучения зависит только от температуры?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Тепловое излучение

Все материалы при температуре выше абсолютного нуля имеют электромагнитное излучение за счет теплового движения атомов. Оно имеет непрерывный спектр, определяемый как функция температуры и эмиссии излучающего материала. В светотехнике температура источников света определяется по Кельвину (единица измерения "Кельвин" [K]).

Инфракрасное излучение имеет нелинейную зависимость от температуры.

Максимальные значения излучения смещаются с увеличением температуры в диапазон коротких волн (закон распределения Вина).

Спектральная излучательная способность материала определяется коэффициентом эмиссии ϵ , являющимся функцией длины волны и температуры. Он является отношением излучения материала к излучению абсолютно черного тела.

Коэффициент эмиссии вольфрама, который используется для изготовления нити накала в галогенных лампах, имеет то преимущество, что его максимальное излучение находится в видимом спектре.

Тепловое излучение материала, поглощающего все падающие на него излучения, зависит исключительно от его температуры. Идеальным является так называемое абсолютно черное тело. Среди всех тепловых излучателей оно имеет наивысшую излучательную способность. Его коэффициент эмиссии равен 1 (независимо от температуры и длины волны).

Так как в природе не существует абсолютно черных материалов, подобные создаются в специальных исследовательских лабораториях. Излучение абсолютно черного тела определяется законом Планка. Он показывает, как с ростом температуры большая часть излучения приходится на видимый и инфракрасный диапазон.

В отличие от лазеров, тепловые источники, вроде нитей ламп накаливания, обычно излучают некогерентный свет во всех направлениях и в широком спектральном диапазоне. Тем не менее, Жан-Жак Грефе и его коллеги обнаружили, что специальным образом изготовленный образец

карбида кремния излучает когерентный свет в четко выраженных направлениях, как антенна.

Обычно световые волны, испускаемые разными точками теплового источника, не могут интерферировать друг с другом из-за несогласованности между процессами их генерации. И наоборот, различные точки антенны испускают волны, интерферирующие на максимум в определенных направлениях, создавая лепестки излучения, ограниченные небольшими телесными углами.

Недавно физики показали, однако, что излучение, испускаемое тепловым источником из полярного материала, частично когерентно на протяжении 10-100 нм.

Грефе и его сотрудники увеличили длину когерентности, вытравив нанометровую решетку на поверхности куска карбида кремния, являющегося полярным материалом. Эта решетка связывает излучение, уходящее от карбида кремния, с электромагнитными волнами, автоматически возникающими на поверхности материала. Эти поверхностные волны когерентны, потому что они происходят от группового движения атомов образца.

Согласно исследователям, данная методика даст ученым возможность изменять свойства радиационного обмена некоторых материалов. Вытравив решетку на поверхности карбида кремния, они превратили его из зеркала в идеальный поглотитель. В инфракрасной области отражение от поверхности карбида кремния составляет 94%, но с решеткой оно упало почти до нуля. Тот же процесс может быть применен для стекла - другого полярного материала, сильно отражающего инфракрасное излучение, что позволит ему отдавать больше тепла в процессе "излучательного охлаждения".

(Из Интернета.)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Макс Планк (1858 – 1947)

Немецкий физик Макс Планк родился 23 апреля 1858 года в прусском городе Киле. В детстве мальчик учился играть на фортепиано и органе, обнаруживая незаурядные музыкальные способности. В 1867 году семья переехала в Мюнхен, и там Планк поступил в Королевскую классическую гимназию, где превосходный преподаватель математики впервые пробудил в нем интерес к естественным и точным наукам.

В течение трех лет Планк изучал математику и физику в Мюнхенском и год в Берлинском университетах. Знакомство с трудами выдающихся физиков способствовало тому, что научные интересы Планка надолго сосредоточивались на термодинамике – области физики, в которой на основе небольшого числа фундаментальных законов изучаются явления теплоты, механической энергии и преобразования энергии.

Ученую степень доктора Планк получил в 1879 году, защитив диссертацию «О втором законе механической теории тепла» – втором начале термодинамики, утверждающем, что ни один непрерывный самоподдерживающийся процесс не может переносить тепло от более холодного тела к более тепловому.

Работы Планка по термодинамике и ее приложениям к физической химии и электрохимии снискали ему международное признание. С 1896 года Планк заинтересовался проблемами теплового излучения тел. Он обратил внимание на новые физические закономерности. На основе эксперимента Планк установил закон теплового излучения нагретого тела. При этом он столкнулся с тем, что излучение имеет дискретный характер. Он предположил, что энергия колебания атомов не произвольная, а может принимать лишь ряд вполне определенных значений. Позднейшие исследования целиком подтвердили это предположение. Оказалось, что дискретность присуща любому излучению, что свет состоит из отдельных порций (квантов) энергии.

Планк установил, что свет с частотой колебания должен испускаться и поглощаться порциями, причем энергия каждой такой порции равна частоте колебания, умноженной на специальную константу, получившую название постоянной Планка.

Открытие Планка ознаменовало рождение квантовой теории, совершившей подлинную революцию в физике. Классическая физика, в противоположность современной физике, ныне означает «физика до Планка».

Позиции квантовой теории укрепились в 1905 году, когда Альберт Эйнштейн воспользовался понятием фотона – кванта электромагнитного излучения. Эйнштейн предположил, что свет обладает двойственной природой: он может вести себя и как волна, и как частица. В 1907 году Эйнштейн еще более упрочил положение квантовой теории, воспользовавшись понятием кванта для объяснения загадочных расхождений между предсказаниями теории и экспериментальными измерениями удельной теплоемкости тел. Еще одно подтверждение потенциальной мощи введенной Планком новации поступило в 1913 году от Нильса Бора, применившего квантовую теорию к строению атома.

Планк после прихода в 1933 году Гитлера к власти публично выступил в защиту еврейских ученых, изгнанных со своих постов и вынужденных эмигрировать. На научной конференции он приветствовал Эйнштейна, преданного анафеме нацистами.

Через всю свою жизнь он пронес любовь к музыке. Великолепный пианист, он часто играл камерные произведения со своим другом Эйнштейном, пока тот не покинул Германию.

Скончался Планк 4 октября 1947 года, за шесть месяцев до своего девяностолетия. На его могильной плите выбиты только имя и фамилия и численное значение постоянной Планка.

Был женат дважды, имел пятерых детей.

Лауреат Нобелевской премии.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

Урок 18

Характеристика предмета через действие. Временное значение активных и пассивных причастий

- Конструкции:
- а)
 - падать – падающий свет
 - зависеть – зависящий от интенсивности
 - б)
 - иметь – имевший максимальную скорость
 - достичь – достигший наивысшего расцвета
 - в)
 - приобретать – приобретаемая энергия
 - зависеть – зависимый от частоты
 - г) установить – установленные закономерности,
закономерности установлены открыть – открытый
Герцем закон, закон открыт Герцем

1. Прочитайте текст и выделите предложения с активными и пассивными причастиями.

Фотоэлектрический эффект

Корпускулярные свойства излучения наиболее отчетливо были обнаружены в явлении освобождения электронов из вещества под воздействием света – фотоэффекта.

Влияние света на электрические процессы было открыто Герцем, заметившим, что проскакивание искры между находящимися под напряжением цинковыми электродами облегчается при освещении их ультрафиолетовым излучением. Первое обстоятельное исследование фотоэффекта было выполнено в 1888-1890гг. А.Г.Столетовым. Им было установлено, что под действием света тело теряет отрицательный заряд, что действие пропорционально световому потоку и вызывается преимущественно ультрафиолетовыми лучами, что явление протекает практически безынерционно. Измерения показали, что под действием света освобождаются электроны.

Многочисленными экспериментами были установлены следующие основные закономерности фотоэффекта:

1) сила тока насыщения прямо пропорциональна падающему световому потоку. Этот закон проверен для очень широкого интервала интенсивностей. Отсюда следует, что число электронов пропорционально мощности падающего излучения;

2) максимальная энергия фотоэлектронов линейно зависит от частоты падающего света и не зависит от его интенсивности;

3) для каждого металла существует максимальная длина волны света, при котором еще происходит освобождение электронов. Если длина волны превышает эту так называемую красную границу фотоэффекта, то

эмиссия электронов отсутствует даже при сравнительно большой интенсивности облучающего света.

С точки зрения классических волновых представлений о природе излучения сам факт освобождения электронов из металла неудивителен, так как падающая на поверхность электромагнитная волна вызывает вынужденные колебания электронов в металле. Поглощая энергию волны, электрон может накопить ее в количестве, достаточном для преодоления потенциального барьера, удерживающего электрон в металле. Если эта картина верна, то энергия фотоэлектронов должна находиться в прямой связи с интенсивностью падающего света. Но опыт показывает, что энергия фотоэлектронов совершенно не зависит от интенсивности света. Увеличение интенсивности приводит лишь к пропорциональному увеличению числа фотоэлектронов. Энергия же отдельного фотоэлектрона зависит только от частоты падающего света.

Более того, даже при очень малой интенсивности фотоэлектроны появляются практически сразу после начала освещения, хотя, по классическим представлениям, в таких условиях требуется конечное время, чтобы электрон мог накопить необходимую энергию.

В 1905г. Эйнштейн объяснил экспериментальные закономерности фотоэффекта на основе гипотезы световых квантов. Качественная картина с этой точки зрения выглядит следующим образом. Падающее монохроматическое излучение рассматривается как поток фотонов, энергия которых связана с частотой соотношением $\varepsilon = \hbar\omega$. При поглощении фотона его энергия целиком передается одному электрону, и если эта энергия достаточна для того, чтобы освободить электрон от удерживающих его связей, то он может выйти за пределы поверхности металла.

По квантовым представлениям, полное число освобожденных электронов пропорционально числу поглощенных фотонов. Но энергия отдельного фотоэлектрона определяется энергией поглощенного фотона $\varepsilon = \hbar\omega$. Отсюда ясно, почему энергия фотоэлектронов линейно зависит от частоты падающего света и совсем не зависит от его интенсивности.

Приобретаемая электроном энергия $\varepsilon = \hbar\omega$ частично затрачивается на освобождение из металла. Ее излишек остается в форме кинетической энергии освобожденного электрона. Минимальную энергию A , необходимую для освобождения электрона из металла, называют работой выхода. Таким образом, для фотоэлектронов, имеющих максимальную скорость, закон сохранения энергии в элементарном акте поглощения фотона, открытый Эйнштейном, можно записать в виде:

$$\hbar\omega = mv^2/2 + A$$

Очевидно, что при $\hbar\omega < A$ электрон не может выйти из металла. Это значит, что существует некоторая минимальная частота излучения

$$\omega_m = A/\hbar,$$

при которой еще возможен фотоэффект.

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Фотоэлектрический эффект (фотоэффект), фотоэлектрон, корпускулярные свойства излучения, частота излучения, световой поток, ультрафиолетовые лучи, сила тока насыщения, интервал интенсивностей, длина волны, эмиссия электронов, потенциальный барьер, частота света, интенсивность света, световые кванты, монохроматическое излучение, ультрафиолетовое излучение.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: фотоэлектрический эффект – эффект Доплера; произвести эффект.

Корпускулярные свойства излучения, световой поток, ультрафиолетовые лучи, интервал интенсивностей, длина волны, эмиссия электронов, потенциальный барьер, работа выхода, закон сохранения энергии, частота излучения, красная граница фотоэффекта, уравнение Эйнштейна.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Обнаруживаться, влияние, свойство, отчетливо, облегчаться, обстоятельный, пропорционально, преимущественно, превышать, вынужденный, поглощать, накопить, потенциальный, барьер, закономерный, гипотеза, соотношение, интенсивность, элементарный, основной.

Слова для справок: Воздействие, особенность, упрощаться, подробный, превосходить, вбирать, соразмерно, главным образом, невольный, раскрываться, ясно, препятствие, предположение, набрать, вероятный, неслучайный, напряженность, пропорция, существенный, упрощенный.

5. Подберите антонимы к данным словам и словосочетаниям, пользуясь словами для справок. Составьте с ними предложения.

Излучение света, отчетливо, облегчаться, освещение, обстоятельный, терять, отрицательный заряд, пропорциональный, практически, основной, прямо пропорционально, максимальная энергия, вынужденный, прямая связь, увеличение интенсивности, ясно, частично, освобожденный электрон.

Слова для справок: смутно, осложняться, поверхностный, затемнение, поглощение света, положительный заряд, теоретически, несущественный, находить, несоразмерный, добровольный, минимальная энергия, обратная связь, обратно пропорционально, непонятно, полностью, связанный электрон, уменьшение интенсивности.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. Составьте с ними предложения.

Обстоятельный – обстоятельный (исследование, придаточное предложение, рассказ, отчет, человек);

световой – светлый (поток, год, кванты, комната, голова, лампочка, ручеек, платье, ум);

практический – практичный (занятия, человек, деятельность, курс иностранного языка, жизнь, способ);

численный – числовой (состав войск, соотношение);

основной – основательный (закономерности, принцип, груз, цель, закон, довод, место работы, человек, сооружение);

классический – классовый – классный (противоречия, враг, политика, мировоззрение, парень, представления, руководитель, писатель, физика, пример, языки, филология, образование, живопись, общество, борьба);

волновой – волнистый (представления, волосы, природа света);

малый – маленький (интенсивность, домик, рост, неприятность, дети);

конечный – конченый (время, человек, станция, цель, дело).

7. От данных существительных образуйте, где это возможно, формы множественного числа. Выделите в каждом ряду те существительные, формы единственного и множественного числа которых не совпадают по объему лексических значений. Составьте с ними словосочетания.

1. Электрон, свет, фотоэффект, электрод, вид, луч, эксперимент, закон, металл, выход.

2. Сила, граница, волна, картина, связь, основа, точка, форма, работа, скорость, закономерность, мощность.

3. Свойство, излучение, явление, освобождение, освещение, исследование, тело, измерение, число, условие.

8. Переделайте данные предложения по образцу, заменяя полные пассивные причастия прошедшего времени краткими.

Образец. Корпускулярные свойства излучения, обнаруженные в явлении фотоэффекта, проявляются в освобождении электронов из вещества под действием света. – Корпускулярные свойства излучения были обнаружены в явлении фотоэффекта. Они проявляются в освобождении электронов из вещества под действием света.

1. Влияние света на электрические процессы, открытое Герцем, проявляется в том, что проскакивание искры между цинковыми электродами облегчается при освещении их ультрафиолетовым излучением. 2. Первое обстоятельное исследование фотоэффекта, выполненное Столетовым и усовершенствованное Эйнштейном, объяснило, почему под действием света тело теряет отрицательный заряд. 3. Основные закономерности фотоэффекта, установленные многочисленными экспериментами, можно выразить в трех постулатах. 4. Закон о зависимости силы тока насыщения от светового потока, проверенный для широкого интервала интенсивностей, гласит, что число электронов прямо пропорционально

мощности падающего излучения. 5. Закон сохранения энергии в элементарном акте поглощения фотона, открытый Эйнштейном, можно записать в виде: $\hbar\omega = mv^2/2 + A$.

9. От данных в скобках глаголов образуйте активные или пассивные причастия и вставьте их вместо точек в нужной форме. Обратите внимание на вид глагола.

1. Герц, ... (заметить), что проскакивание искры между цинковыми электродами облегчается при освещении их ультрафиолетовым излучением, открыл влияние света на электрические процессы. 2. Поглощая энергию волны, электрон может накопить ее в количестве, достаточном для преодоления потенциального барьера, (удерживать) электрон в металле. 3. Максимальная энергия фотоэлектронов линейно зависит от частоты света, (падать) на поверхность металла. 4. (Падать) монохроматическое излучение рассматривается как поток фотонов, энергия которых ... (связать) с частотой соотношением $\varepsilon = \hbar\omega$. 5. Энергия $\varepsilon = \hbar\omega$, (приобретать) электроном, частично затрачивается на освобождение из металла. 6. Для фотоэлектронов, (иметь) максимальную скорость, закон сохранения энергии можно записать в виде: $\hbar\omega = mv^2/2 + A$. 7. Излишек энергии остается в форме кинетической энергии (освободить) электрона.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. Влияние света на электрические процессы, открытое Герцем, 2. Первое обстоятельное исследование фотоэффекта, выполненное Столетовым в 1888 – 1890гг., 3. Основные закономерности фотоэффекта, установленные многочисленными экспериментами, ... 4. Электромагнитная волна, падающая на поверхность металла, 5. Если энергия фотона достаточна для того, чтобы освободить электрон от связей, удерживающих его, 6. Энергия $\varepsilon = \hbar\omega$, приобретаемая электроном, 7. Минимальная энергия A , необходимая для освобождения электрона из металла, 8. Для фотоэлектронов, имеющих максимальную скорость,

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Где наиболее отчетливо были обнаружены корпускулярные свойства излучения?
2. Какое открытие было сделано Герцем?
3. Кем было выполнено первое обстоятельное исследование фотоэффекта?
4. Что было установлено многочисленными экспериментами?
5. Как объясняется факт освобождения электронов из металла?
6. От чего зависит максимальная энергия фотоэлектронов?
7. В чем заключается сущность фотоэффекта?

8. Кто объяснил экспериментальные закономерности фотоэффекта на основе гипотезы световых квантов?
9. Чем определяется энергия отдельного фотоэлектрона?
10. Как записывается закон сохранения энергии для фотоэлектронов, имеющих максимальную скорость?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Фотоэффект

Фотоэффект – это превращение световой энергии (энергии электромагнитных излучений) в электрическую энергию. Фотоэффект сопровождается изменением электрических свойств тел под действием на них этих излучений. Различают три вида фотоэффекта:

- 1) внешний фотоэффект, представляющий собой вырывание электронов из поверхности тел под действием света;
- 2) внутренний фотоэффект, заключающийся в изменении электропроводности полупроводников и диэлектриков под действием света;
- 3) фотоэффект запирающего слоя, представляющий собой возбуждение электродвижущей силы на границе между проводником и светочувствительным полупроводником.

Во всех случаях фотоэффект происходит благодаря передаче энергии световыми квантами (фотонами) электронам вещества.

Первые исследования внешнего фотоэффекта принадлежат немецким физикам Г.Герцу и В.Гальваку и русскому физiku А.Г.Столетову.

(Энциклопедический словарь)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Александр Столетов (1839 – 1896)

Владимирский купец Григорий Михайлович Столетов любил записывать в календарь разные разности и пустяковины. Но есть одна очень важная приписка. В июле дело было. Сначала идут толкования снов: «Первый сон – справедливый, второй – скоро сбудется, и притом в радости, третий сон пустой», а ниже: «1839 год. 29 числа сего месяца, в 11 часов ночи родился сын Александр». От этого листочка календаря и начинается жизнь знаменитого русского физика, жизнь, до краев наполненная трудом, жизнь строгого, умного, одинокого, нервного человека.

У него было изумительное детство, солнечное, веселое, все пронизанное добротой, ласковостью, детство с яркими книжками, глухим садом, снежной кутерьмой, сладкими конфетами, домашним театром, с бесконечными маленькими подарочками, сюрпризами, приятностями, от которых так покойно и радостно засыпать и просыпаться, зная, что и сегодня, завтра, всегда будет вот так же хорошо. Маленький мальчик ведет дневник, пишет стихи, и дома поговаривают, что Сашуня, видно, будет беллетристом, а он путает все родительские прогнозы ровным своим талантом, постоянными гимназическими успехами, скрывающими до времени истин-

ное его призвание. Лишь в последних классах увлекла его математика и – физика, физика, физика! Как, почему, отчего все происходит в этом мире, сотканном из миллиметров, секунд, градусов? Из родного Владимира – в Москву, в университет. На всю жизнь в университет. Из университетской церкви дорогой дубовый гроб его свезут на вокзал, и он поедет во Владимир. Николай Егорович Жуковский, нервно теребя в руках липкую молодую веточку, скажет прощальные слова, и круг жизни его свершится. Но все это будет еще так не скоро, ведь он только студент пока

Наука наша пошла от Ломоносова, это верно, но корни древа русской физики – это Столетов. Им положено начало некой интеллектуальной системе, ясно видимому зародышу того деликатного и драгоценного организма, который называется научной школой. Наша благодарность Александру Григорьевичу будет вечной уже потому, что он закладывал «нулевой цикл» физики. А это работа тяжелая, неблагодарная, светлые итоги так далеки еще, и не знаешь, доживешь ли до радости этих итогов. Он не дожил ...

Столетов – классический пример университетского ученого. Процессы, сложные и запутанные, привели в наше время к тому, что подобный тип очень крупного ученого и педагога одновременно стал скорее исключением, нежели правилом. А ведь есть великая логика в том, что знания и опыт растут там, где растет сам человек, которому предназначено эти знания и опыт умножить. Столетов был блестящим педагогом. Он изгнал из физической аудитории отвлекающее околону научное словоблудие, когда лекции по электричеству начинались с описания искр, сыпавшихся с черных кошек древнеегипетских жрецов. У Столетова красноречие только по делу. Молодой Тимирязев, прослушав однажды доклад Столетова, не мог скрыть своего восхищения в разговоре с Бредихиным. Знаменитый астроном согласно кивал, а потом добавил:

– Заметьте, что вы можете судить только о половине его достоинств. Если бы вы могли только оценить, какой это математик!

На кафедре Столетов был предельно ясен, конкретен и строг. У писателя Андрея Белого есть пометка: «Знаменитый профессор Столетов. Крупный физик, умница, чудака, экзаменационная гроза». Он вовсе не был таким всепрощающим «отцом» с душой нараспашку. Напротив, скорее сух, холоден, как бы отчужден ото всех своей манерой держаться, неприменной аккуратностью в одежде, изумительной правильностью речи, которая, по свидетельству современников, обладала странным свойством и притягивать слушателей, и раздражать их одновременно. Профессор Житков вспоминал: «Его словесные конструкции отличались почти угнетающей правильностью».

Став профессором совсем еще молодым, в 34 года, Столетов действительно становится «экзаменационной грозой». Категорически невозможно обвести его, подкупить мнимой энергией, прикинуться отрешенным, не от мира сего умником, утомить гипнотической лукавой болтливостью. У него были только две просьбы: знай и понимай. Ничем другим можешь себя не утруждать. Сам в шутку называл себя «людоедом», но относиться к экзаменам по иному не мог. Писал в письмах, «...экзамены

мучат», «экзаменовал – до изнеможения». А строкой ниже: «В свободное время занимался актинтоками в разрежвоздух...»

Соединение воедино преподавательской и исследовательской работ составляло его кредо ученого. И то и другое он считал неразрывным и обязательным: «Актин. токи», о которых говорится в письме, – это явления фотоэффекта, впервые изученные Столетовым. Работы университетского профессора по исследованию этих явлений и свойств ферромагнитных тел признаны классическими. Столетов навсегда останется незримым соавтором всех генераторов, динамо-машин и даже такого сверхсовременного чуда, как солнечные батареи космических кораблей. Вот куда зашли его занятия «в свободное время».

Великий князь Константин сказал однажды генералу Столетову: «У вашего брата дурной характер!» Александр Григорьевич действительно неуживчивый был человек, даже нетерпимый. Холуйства не терпел. Не терпел поучающую бездарность. Не мог терпеть, когда чиновная узколобая надменность давила ясный ум, человеческую простоту, измывалась над добром, чистотой и справедливостью. Столетов в нашу историю пришел не один. Он трудился в созданной им физической лаборатории в то время, когда великий Чебышев создавал теорию машин и механизмов, Бредихин прославил себя изучением кометных хвостов, Бутлеров штурмовал высоты структурной химии. Он дружил не только с Тимирязевым, но и с Танеевым, был знаком с Чайковским, восхищался Чернышевским, Писаревым, Добролюбовым. Когда он прочитал «Преступление и наказание», не мог спать, был почти физически болен. Любознательность владимирского гимназиста переросла в постоянную потребность знать обо всем важном и талантливом, помогать важному занять свое место, доказывать очевидность талантливого. Он не был революционером, но его революционность была уже в том, что во времена подлейшей реакции оставался он порядочным человеком. Человеком с «дурным характером» для великих князей.

Грустными, обидными, горькими были последние годы его жизни. Принципиальный научный спор с выдающимся физиком Голицыным быстро оброс слухами, интригами, вздором. Обида усилилась, когда точно ему уготовленное место в Академии наук отдали Голицыну, «князьку», как язвил Столетов. Припомнились сразу все обиды, и мнимые, и настоящие, а настоящих немало было, ушел в себя, ожесточился, избегал людей, зол был на весь свет, и это точило его, убивало.

Он умер совсем нестарым - 56 лет. Никто не ждал такого. Великий физик Лебедев так разнервничался, что утром 15 мая 1896 года отослал в Петербург две совершенно одинаковые телеграммы: «Сегодня скончался Александр Григорьевич Столетов».

(Я.И.Голованов. «Этюды об ученых».)

Урок 19

Выражение предположения, уверенности или сомнения, подтверждения или опровержения

Конструкции:	а)	• допустить что • предположить, что ... • высказать предположение о чём • выдвинуть гипотезу о том, что ...	
	б)	• убежден в чём • уверен в чём • сомневается в чём	• в том, что ...
	в)	• верить – поверить • подтверждать – подтвердить • опровергать – опровергнуть	• во что • в то, что ... • что • что ...

1. Прочитайте текст и выделите предложения с конструкциями, выражающими предположение, уверенность или сомнения в чем-либо.

Электромагнитная теория света

XIX столетие ознаменовалось целым рядом достижений в физике. К ним относятся достижения в области электричества и магнетизма, которые привели к теории электромагнитного поля Максвелла и позволили включить оптику в рамки электромагнитных явлений. Первоначальные предположения о природе света оказались ошибочными. Дальнейшие исследования опровергли их. Были проблемы в связи с исследованиями теплового излучения, а также экспериментально обнаруженные, непонятные закономерности фотоэффекта. Природа света представлялась полностью загадкой, так как указывала на особенный характер световых волн, на то, что эти волны принципиально отличаются от обычных волн, для которых нужна какая-то среда. Но тут надо было вспомнить о корпускулярной концепции световых корпускул. В результате произошло диалектическое объединение волновой и корпускулярной концепций.

В 1846г. М.Фарадей экспериментально открыл явление поворота плоскости поляризации светового пучка, который пропусклся сквозь кристалл, помещённый в магнитное поле. Это магнитно-оптическое явление называют сегодня «эффектом Фарадея». Обнаружив данный эффект,

Фарадей тем самым подтвердил существование связи между оптикой и магнетизмом. Идея Фарадея об электромагнитной природе света получила убедительное математическое подтверждение в работах Дж.К. Максвелла. Максвелл был убежден в том, что изменения во времени электрической и магнитной составляющих поля перемещаются в пространстве, образуя электромагнитную волну. Максвелл не сомневался в том, что электромагнитные волны поперечны и распространяются со скоростью, равной скорости света. Анализируя полученные результаты, Максвелл выдвинул гипотезу о том, что световые волны – это электромагнитные волны. Максвелл был уверен, что показатель преломления света n для данной среды связан с диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемостями среды соотношением $n = \sqrt{\epsilon\mu}$

Он не сомневался в том, что это соотношение связывает друг другом оптические, электрические и магнитные постоянные вещества. В 1888г. Г.Герц подтвердил существование электромагнитных волн экспериментально. На шкале электромагнитных волн видимый свет занимает очень узкий диапазон волн – от 0.4 до 0.75 мкм. Обычно оптическое излучение рассматривают в существенно более широком диапазоне длин волн, включая сюда ультрафиолетовый диапазон, а также инфракрасный диапазон.

Допустим, что электромагнитная волна падает нормально на поверхность тела, таким образом электромагнитная волна должна оказывать на нее давление. По определению Максвелла, $p = \rho(1+R) = S(1+R)/c$, где R – коэффициент отражения поверхности, S – вектор Умова–Пойтинга. Опыты Максвелла подтвердили, что солнечные лучи в яркий день давят на 1 м^2 чёрной поверхности с силой порядка 10^{-6} Н .

(Д.В.Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Оптика, магнетизм, электромагнитная волна, электромагнитная природа света, электромагнитное поле, оптическое излучение, тепловое излучение, световые волны, световые корпускулы, световой лучок, волновая концепция, корпускулярная концепция, эффект Фарадея, показатель преломления света, диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость, ультрафиолетовый диапазон, инфракрасный диапазон.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: ультрафиолетовый диапазон – инфракрасный диапазон; диапазон интересов, узкий диапазон.

Электромагнитная волна, оптическое излучение, световой пучок, волновая концепция, эффект Фарадея, показатель преломления света, скорость света.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Столетие, ознаменоваться, достижение, концепция, закономерный, обнаружить, убедительный, перемещаться, диапазон, существенный, исследование, допустить, соотношение, объединять, солнечный, черный.

Слова для справок: отмечаться, век, выявить, успех, теория, передвигаться, масштаб, неслучайный, веский, важный, изыскания, пропорция, яркий, предположить, связывать, темный.

5. Подберите антонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Позволить, включить, обычный, вспомнить, объединение, подтвердить, подтверждение, распространяться, широкий, отражение, видимый, длина.

Слова для справок: опровержение, запретить, особенный, опровергнуть, исключить, разъединение, узкий, забыть, концентрироваться, поглощение, невидимый, ширина.

6. Прочитайте. Сравните значения выделенных слов и укажите, относятся ли они к явлениям многозначности или омонимам.

Целый *ряд* достижений – первый *ряд* – ряд поколений – овощной *ряд*; *связь* между оптикой и магнетизмом – телеграфная *связь* – в *связи* (с чем); природа *света* – выйти в свет – путешествие вокруг света; электромагнитная *волна* – морская волна – волна протеста; оказывать *давление* – давление света; давить с *силой* – нет сил – сила света – сила воли – единица силы – центробежная сила; старый друг – друг с другом; волна *падает* – яблоки падают – сердце падает – ударение падает – подозрение падает; лучи *давят* – тоска давит – сапог давит – давит (кто) авторитетом.

7. Назовите форму множественного числа данных существительных. Выделите те, формы числа которых не совпадают по объему лексических значений. Составьте с ними словосочетания.

Столетие, скорость, ряд, поле, достижение, работа, область, показатель, явление, концепция, связь, волна, загадка, сила.

8. Замените данные простые предложения близкими по значению сложными, используя конструкции со значением предположения, уверенности и подтверждения высказанной мысли.

Образец: Фарадей своим опытом подтвердил существование связи между оптикой и магнетизмом. – Фарадей своим опытом подтвердил, что существует связь между оптикой и магнетизмом.

1. Идея Фарадея об электромагнитной природе света получила убедительное математическое подтверждение в работах Максвелла. 2. Максвелл не сомневался в распространении волн со скоростью, равной скорости света. 3. Анализируя полученные результаты, Максвелл высказал предположение об электромагнитной природе света. 4. Максвелл был убежден в связи показателя преломления света n с диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемостями среды соотношением $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ 5. Герц подтвердил существование электромагнитных волн экспериментально.

9. Ответьте на вопросы, используя конструкции со словами *уверен, сомневаться (не сомневаться)*.

1. Почему произошло диалектическое объединение волновой и корпускулярной концепций?

2. Считал ли Фарадей неизбежным существование связи между оптикой и магнетизмом?

3. Почему Максвелл неоднократно ставил опыты по доказательству электромагнитной природы света?

4. Почему Максвелл выдвинул гипотезу о том, что световые волны – это электромагнитные волны?

5. Считал ли Герц правильной гипотезу Максвелла?

6. Считал ли Максвелл верным соотношение $n = \sqrt{\epsilon\mu}$?

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. До открытий Фарадея и Максвелла природа света представлялась полностью загадкой, так как 2. Однако достижения в области электричества и магнетизма привели к тому, что 3. Фарадей экспериментально открыл явление поворота плоскости поляризации светового пучка, который ... 4. Обнаружив данный эффект, Фарадей тем самым подтвердил, что 5. Максвелл также был убежден в том, что Он не сомневался, что 6. На основе полученных результатов Максвелл выдвинул гипотезу о том, что Он был уверен, что 7. Герц также подтвердил экспериментально, что

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Чем ознаменовалось XIX столетие?

2. К чему привели достижения в области электричества и магнетизма?

3. Почему природа света представлялась полностью загадкой?

4. Какое магнитно-оптическое явление называется «эффектом Фарадея»?
5. Кто подтвердил идею Фарадея об электромагнитной природе света?
6. В чем был убежден Максвелл?
7. Кто подтвердил экспериментально гипотезу Максвелла?
8. Что было научно доказано в результате всех опытов?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Уравнения Максвелла для волн в веществе.

Как и в диэлектриках, распространение электромагнитных волн в металлах описывается уравнениями Максвелла, только с добавлением члена $\vec{j}$

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \vec{j} & \operatorname{div} \vec{D} &= 4\pi\rho \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; & \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \end{aligned}$$

В статических и низкочастотных полях ток обусловлен движением практически одних только свободных электронов, а в видимой и ультрафиолетовой областях спектра в колебания вовлекаются и связанные электроны.

Смещение связанных зарядов вызывает поляризацию металлов, аналогичную поляризации диэлектриков. Появляется ток поляризации. Однако в высокочастотных полях нет существенной разницы между движениями свободных и связанных частиц. Вынужденное колебание заряженной частицы или атомного ядра в поле световой волны можно разложить на колебание, происходящее в фазе с электрическим полем, и колебание, сдвинутое относительно него по фазе на 90° . Ток, обусловленный первыми колебаниями, условимся называть током проводимости и обозначать его плотность через $\vec{j}$. Они вызывают поглощение электромагнитных волн. Токи же, обусловленные колебаниями, сдвинутыми по фазе на 90° , назовем токами поляризации. С ними не связано поглощение волн. Металлы будем считать оптически изотропными, хотя все металлы имеют кристаллическую структуру. Однако кристаллы кубической системы оптически изотропны, так как они состоят из множества хаотически ориентированных кристалликов, размеры которых малы по сравнению с длиной волны. Для изотропных металлов материальные уравнения имеют вид

$$\begin{aligned} \vec{D} &= \epsilon \vec{E} \\ \vec{j} &= \sigma \vec{E}, \end{aligned}$$

где σ – электрическая проводимость металла, ϵ – диэлектрическая проницаемость металла. С наличием проводимости σ связано поглощение света в металлах.

(Е.И.Бутиков. «Оптика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Максвелл Джеймс Клерк (1831 – 1879)

Английский физик, создатель классической электродинамики, один из основоположников статистической физики, организатор и первый директор (с 1871г.) Кавендишской лаборатории, член Эдинбургского и Лондонского королевских обществ. Максвелл должен быть причислен к числу величайших естествоиспытателей всех времен; в нем соединялись редкая проницательность ума с богатой научной фантазией, глубокое знание математики с необыкновенной экспериментаторской ловкостью. Работы Максвелла носят главным образом математический характер, но он не был в душе математиком; склад ума его ближе всего подходил к складу ума Фарадея, развитие учения которого об электричестве и магнетизме создало ему всемирную славу.

Максвелл происходил из знатной шотландской фамилии Клерков Пенникуик. Отец его, юрист по образованию, приняв фамилию Максвелл, жил в своем имении Гленпэре, где и протекало детство Джеймса. В 1841г. Джеймс Максвелл отдан был в гимназию в Эдинбурге; к 1846г. относится его первый научный труд.

Перейдя в 1847г. в Эдинбургский университет, Максвелл, под руководством Келланда, Форбса и др., с жаром принялся за изучение физики и математики; его работы, относящиеся к этому времени, указывают уже на необыкновенные его способности. По окончании университета Максвелл решил посвятить себя науке и переехал в 1860г. в Кембридж в Тринити колледж, где в продолжение 4 лет неустанно работал, изучая любимые науки. Внимательное изучение работ Фарадея дало направление всей его деятельности.

Работы Максвелла посвящены электродинамике, молекулярной физике, общей статистике, оптике, механике, теории упругости. Наиболее весомый вклад Максвелл сделал в молекулярную физику и электродинамику. Самым большим достижением Максвелла является созданная им 1860 – 1865 теория электромагнитного поля, которую он сформулировал в виде системы четырех дифференциальных уравнений, выражающих все основные закономерности электромагнитных явлений.

Другие работы Максвелла по физике касались вопросов кинетической теории газов, в которой ему удалось найти новые важные законы, и вопроса о восприятии цветов и об их сочетании; последние работы особенно замечательны по примененным в них экспериментальным приемам, за

них в 1860г. он награжден был медалью Румфорда. Максвелл принимал также деятельное участие в работах британской ассоциации для развития науки; ему принадлежат опытные работы по установлению единицы электрического сопротивления и точной проверке закона Ома. Из других работ Максвелла большинство относится к механике и небольшое число к чистой математике.

Болезнь груди уже с 1873г. подтачивала силы Максвелла, и 5 ноября 1879 г. он скончался.

(Из Интернета.)

Урок 20

Выражение различных оттенков общего значения перемещения предметов в пространстве

- Конструкции:
- а) • подходить, приближаться, притягиваться к чему
 - б) • отходить, удаляться, отклоняться от чего
 - в) • проходить что, через что, сквозь что
 - г) • доходить, дотягиваться до чего
 - д) • вращаться вокруг чего
 - вертеться вокруг чего
 - крутиться вокруг чего

1. Прочитайте текст и выделите конструкции, выражающие значение перемещения предметов в пространстве.

Независимость скорости света от движения источника

Помимо принципа относительности, Эйнштейн положил в основу теории относительности постулат о независимости скорости света в вакууме от движения источника. Его обычно называют принципом «постоянства скорости света», хотя такое название может привести к «недоразумениям». Об универсальности постоянства скорости света в вакууме не может быть и речи уже потому, что эта скорость постоянна только в инерциальных системах отсчета, а независимость скорости света от движения источника сохраняется и в общей теории относительности, где на выбор систем отсчета не накладывается никаких ограничений.

Предположение о зависимости скорости света от движения источника ввел Ритц. Согласно этому предположению, скорость света в вакууме постоянна и равна c только относительно источника. Если же источник света движется со скоростью V относительно какой-либо системы отсчета, то скорость света c' в этой системе векторно складывается из c и V то есть $c' = c + V$, как это происходит со скоростью снаряда, который проходит при стрельбе через движущееся орудие. Такая гипотеза получила название баллистической. Ритц систематически перестроил электродинамику Максвелла, приведя её в соответствие с этой гипотезой. Ясно, что баллистическая гипотеза объясняет отрицательный результат опыта Майкельсона, если только источник света неподвижен относительно интерферометра.

Но баллистическая гипотеза, как и любое предположение о зависимости скорости света от движения источника, не согласуется с молекулярным объяснением отражения и преломления света. В основе такого объяснения лежит представление, что отраженная и преломленная вол-

ны возникают в результате интерференции падающей волны с вторичными волнами, излучаемыми молекулами и атомами среды. Действительно, если среду считать неподвижной, а источник взять движущимся, то волны, излучаемые источником, будут проходить через среду с иными скоростями, чем волны, излучаемые молекулами и атомами среды. Интерференция между ними невозможна. Однако это замечание есть аргументация, основанная на волновой теории света, а не экспериментальное доказательство, свободное от гипотетических представлений о природе света.

Убедительное доказательство несостоятельности баллистической гипотезы, как показал голландский астроном де Ситтер, дают астрономические наблюдения над движением двойных звезд. Действительно, допустим, что баллистическая теория верна. Предположим, для простоты, что компоненты двойной звезды вращаются вокруг их центра масс по круговым орбитам в той же плоскости, в какой расположена Земля. Рассмотрим движение одной из этих двух звезд. Пусть v – скорость движения её по круговой орбите. В положении звезды, когда она удаляется от Земли вдоль соединяющей их прямой, скорость света равна $(c - v)$, а в положении, когда звезда приближается к Земле, равна $(c + v)$. Если отсчитывать время от момента, когда звезда отклоняется от первоначального положения, удаляясь от Земли, то свет из этого положения дойдет до Земли в момент $t_1 = L / (c - v)$, а из второго положения – в момент $t_2 = T / 2 + L / (c + v)$, где T – период обращения звезды, а L – расстояние до неё. При громадных расстояниях до звезд наблюдаемые движения звезды могли бы заметно отступать от законов Кеплера. В частности, при очень больших L могло бы случиться, что $t_2 \leq t_1$, т.е. звезда одновременно была бы видна в двух (и даже больше) положениях или вращалась бы в противоположном направлении. Ничего подобного, как показали астрономические наблюдения, не происходит. Этот и другие опыты показывают, что скорость света не зависит от движения источника.

(Д.В. Сивухин. «Общий курс физики».)

2. Выучите данные термины и терминированные словосочетания. Переведите их на армянский язык.

Теория относительности Эйнштейна, вакуум, принцип постоянства скорости света, баллистическая гипотеза, электродинамика Максвелла, интерферометр, отраженная волна, преломленная волна, интерференция волны, волновая теория света, двойная звезда, круговая орбита, период обращения, инерциальная система отсчета, отражение света, преломление света, плоскость, прямая.

3. В данных терминированных словосочетаниях найдите опорное слово и составьте с ним другие словосочетания, терминированные и нетерминированные.

Образец: принцип постоянства скорости света – принцип относительности Галилея; держаться твердых принципов.

Теория относительности Эйнштейна, баллистическая гипотеза, отраженная волна, двойная звезда, период обращения звезды, природа света, скорость света, система отсчета, центр масс, круговая орбита, единица времени.

4. Подберите синонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Помимо, вакуум, постоянство, недоразумение, универсальный, сохраняться, предположение, зависимость, объяснять, опыт, возникать, аргументация, допустим, компонент, вращаться, удаляться.

Слова для справок: пустота, кроме, всеохватывающий, гипотеза, неизменность, путаница, эксперимент, удерживаться, растолковывать, крутиться, подчиненность, появляться, предположим, обоснование, составная часть, отходить.

5. Подберите антонимы к данным словам, пользуясь словами для справок. Составьте с ними словосочетания.

Удаляться, в частности, отрицательный, любой, отражение, возникать, действительно, неподвижный, свободный, соединить, прямая, подходить.

Слова для справок: положительный, исчезать, поглощение, приближаться, в общем, конкретный, отходить, возможно, связанный, ломаная, движущийся, разъединить.

6. Скажите, какой из паронимов подходит к каждому из слов, помещенных в скобках. С полученными словосочетаниями составьте предложения.

Систематичный – систематический (процесс, описание, заняться, наблюдения, человек);

второй – вторичный (волна, вызов, период болезни, скрипка, по счету, ребенок);

волновой – волнистый (теория, волосы);

двойной – двойственный – двоичный (звезда, код, удар, заработок, подкладка, дно, игра, решение, отношение, игра);

круговой – круглый (орбита, движение, порука, площадка, оборона, стол, лицо, сумма, глаза, невежда, сирота, отличник, цифры, счетом, год);

первый – первичный (положение, впечатление, время, место, ученик, делом, долгом, слой, период болезни, организация).

7. Скажите, какие из данных словосочетаний могут употребляться и в единственном, и во множественном числе, а какие – только во множественном. Подтвердите свой ответ примерами.

Никакие ограничения, гипотетические представления, отраженные и преломленные волны, вторичные волны, иные скорости, астрономические наблюдения, компоненты двойной звезды, круговые орбиты, громадные расстояния, наблюдаемые движения звезды, законы Кеплера, эти опыты.

8. Вместо точек вставьте один из подходящих по смыслу глаголов, помещенных в скобках.

1. Если среду считать неподвижной, а источник света взять движущимся, то волны, излучаемые источником, будут (проходить, доходить, отходить) через среду с иными скоростями, чем волны, излучаемые молекулами и атомами среды. 2. В положении звезды, когда она от Земли вдоль соединяющей их прямой, скорость света равна $(c - v)$, а в положении, когда звезда к Земле (приближаться, удаляться), равна $(c + v)$. 3. Если отсчитывать время от момента, когда звезда (отклоняться, отходить, удаляться) от первоначального положения, удаляясь от Земли, то свет из этого положения (дойти, дотягиваться) до Земли в момент $t_1 = L/(c - v)$, а из второго положения – в момент $t_2 = T/2 + L/(c + v)$. 4. Независимость скорости света от движения источника сохраняется и в общей теории относительности, где на выбор систем отсчета не (складываться, накладываться, прикладываться) никаких ограничений. 5. Предположим, для простоты, что компоненты двойной звезды (вращаться, вертеться, крутиться) вокруг их центра масс по круговым орбитам в той же плоскости, в какой расположена Земля.

9. Вместо точек употребите нужные по смыслу глаголы, обозначающие приближение, удаление и перемещение предмета в пространстве.

1. В положении звезды, когда она от Земли вдоль соединяющей их прямой, скорость света равна $(c - v)$. 2. В положении, когда звезда к Земле, скорость света равна $(c + v)$. 3. Если отсчитывать время от момента, когда звезда от первоначального положения, от Земли, то свет из этого положения до Земли в момент $t_1 = L/(c - v)$. 4. Если среду считать неподвижной, а источник взять движущимся, то волны, излучаемые источником, будут через среду с иными скоростями, чем волны, излучаемые молекулами и атомами среды. 5. Если же источник

света движется со скоростью V относительно какой-либо системы отсчета, то скорость света c' в этой системе векторно складывается из c и V , как это происходит со скоростью снаряда, который при стрельбе через движущееся орудие.

10. Дополните данные предложения, опираясь на текст.

1. В положении звезды, когда она удаляется, а в положении, когда звезда приближается. 2. Если отсчитывать время от момента, когда звезда отклоняется, удаляясь ..., то свет из этого положения. 3. Предположим, что компоненты двойной звезды вращаются. 4. Независимость скорости света от движения источника сохраняется и в общей теории относительности, где не накладывается. 5. Если же источник света движется со скоростью V относительно какой-либо системы отсчета, то скорость света c' в этой системе векторно складывается из c и V как это происходит со скоростью снаряда, который проходит. 6. Если среду считать неподвижной, а источник взять движущимся, то волны, излучаемые источником, будут проходить.

11. Ответьте на данные вопросы по содержанию текста.

1. Как называется постулат о независимости скорости света от движения источника?
2. Что предположил Ритц?
3. Согласуется ли его предположение с молекулярным объяснением отражения и преломления света?
4. Что лежит в основе такого объяснения?
5. Какое астрономическое наблюдение может служить доказательством того, что баллистическая гипотеза неверна?
6. Кому принадлежит убедительное доказательство несостоятельности баллистической гипотезы?
7. Что лежит в основе этого доказательства?

12. Прочитайте текст и скажите, какую дополнительную информацию вы из него извлекли.

Опыт Майкельсона

Основные уравнения электродинамики Максвелла–Лоренца не инвариантны относительно преобразования Галилея. Действительно, скорость света в вакууме, вычисленная из этих уравнений, равна постоянной c . Такой результат оставался бы верным во всех инерциальных системах отсчета, если бы в них уравнения Максвелла имели один и тот же вид. Неинвариантность уравнений Максвелла относительно преобразования Галилея, как думали физики конца XIX и начала XX веков, не противоречит, однако, принципу относительности Эйнштейна. Уравнения Максвелла

принимают обычный вид только в системе отсчета, в которой эфир покоится. Такая система является преимущественной или выделенной среди всех прочих инерциальных систем отсчета. Во всех остальных системах должно наблюдаться движение эфира – эфирный ветер. Однако опыты по его обнаружению не совсем потеряли свое значение. Не вводя представления об эфире, можно поставить вопрос о существовании преимущественной инерциальной системы отсчета. На этот вопрос и отвечают опыты по обнаружению эфирного ветра. Если принять гипотезу о существовании преимущественной системы отсчета, то прежде всего возникает вопрос, как движется Земля относительно этой системы. Времена измеряются с помощью двух часов, находящихся в различных точках пространства. Для измерения необходимо эти часы синхронизировать, что практически невозможно сделать с требуемой точностью. Для осуществления опыта надо обойтись без синхронизации, т.е. все измерения производить с помощью только одних часов. Реальным опытом, выполняемым с такой точностью, является интерференционный опыт Майкельсона, представляющий, по существу, определение скорости распространения света в направлении, совпадающем с направлением движения Земли, и в направлении, к нему перпендикулярном. Опыт выполняется по схеме, причем интерферометр Майкельсона располагается таким образом, чтобы одно плечо его совпадало с направлением движения Земли. При повороте всего прибора на 90° следует ожидать изменения интерференционной картины, по которому и можно судить о влиянии движения Земли на интерференционный опыт и вычислить абсолютную скорость этого движения в эфире.

(Е.И.Бутиков. «Оптика».)

13. Прочитайте текст и перескажите его.

Альберт Эйнштейн (1879 – 1955)

В его век, когда доминировала, как никогда ранее, наука, он стоит особняком, словно некий символ интеллектуальной мощи. Иной раз даже как бы возникает мысль: человечество делится на две части – Альберт Эйнштейн и весь остальной мир.

Альберт Эйнштейн родился в маленьком австрийском городке Ульме. В пять лет Альберт увидел магнитный компас и преисполнился благоговейного трепета и удивления. В двенадцать лет он испытал такое же изумление, впервые заглянув в учебник геометрии.

Осенью 1895 года Альберт Эйнштейн приезжает в Швейцарию, чтобы поступить в Высшее техническое училище в Цюрихе, «Политехникум» – так называлось кратко это учебное заведение. Однако он был принят туда только в октябре 1896 года. В первый год обучения в политехникуме Эйнштейн усердно работал в физической лаборатории, увлеченный непосредственным соприкосновением с опытом. В годы учебы он переживал большие материальные трудности, однако он делал все для того,

чтобы получить высшее образование. Летом 1900 года политехникум был закончен. Альберт получил диплом учителя физики и математики.

Долгое время Альберт Эйнштейн не мог найти постоянной работы. По рекомендации друга математика Марселя Гроссмана он был зачислен на должность эксперта с годовым жалованием 3500 франков в федеральном бюро патентов в Берне.

Там он проработал семь с лишним лет – с июля 1902 по октябрь 1909 года. Необременительная работа и простой уклад жизни позволили Эйнштейну именно в эти годы стать крупнейшим физиком-теоретиком. В 1904 году он послал в журнал «Анналы физики» статьи, посвященные изучению вопросов статистической механики и молекулярной теории теплоты. Как выразился известный физик Луи де Бройль, эти работы были словно сверкающие ракеты, осветившие мрак ночи, открывшие нескончаемые и неизвестные просторы Вселенной.

Ученый смог объяснить броуновское движение молекул и сделал вывод о том, что можно вычислить массу и число молекул, находящихся в данном объеме. Через несколько лет это открытие повторил французский физик Жан Перрон, получивший за него Нобелевскую премию.

В одной из статей Альберт Эйнштейн предложил объяснение фотоэффекта. Он предположил, что некоторые металлы могут испускать электроны под действием электромагнитного излучения.

Самая замечательная работа Эйнштейна привела к созданию специальной теории относительности. Ученый пришел к выводу, что ни один материальный объект не может двигаться быстрее света. На основании этого он пришел к заключению, что масса тела зависит от скорости его движения и представляет собой «замороженную энергию», с которой связана формулой – масса, умноженная на квадрат скорости света.

После публикации работ по теории относительности к Эйнштейну пришло академическое признание. Весной 1909 года Эйнштейн был назначен профессором теоретической физики Цюрихского университета.

Рождение новой теории было очень трудным для Эйнштейна. Об этом он 25 июня 1913 года писал Маху: «В эти дни Вы, наверное, уже получили мою новую работу об относительности и гравитации, которая, наконец, была окончена после бесконечных усилий и мучительных сомнений. В будущем году во время солнечного затмения должно выясниться, искривляются ли световые лучи вблизи Солнца, другими словами, действительно ли подтверждается основное фундаментальное предположение об эквивалентности ускорения системы отсчета, с одной стороны, и полем тяготения с другой. Если да, то тем самым будут блестяще подтверждены, вопреки несправедливой критике Планка, Ваши гениальные исследования по основам механики. Потому что отсюда с необходимостью следует, что причиной инерции является особого рода взаимодействия тел – вполне в духе Ваших рассуждений об опыте Ньютона с ведром». В 1914 году Эйнштейна пригласили в Германию на должность профессора Берлинского университета.

В 1915 году Эйнштейн завершил свой шедевр – общую теорию относительности. Ученый предположил, что все тела не притягивают друг друга, как считалось со времен Ньютона, а искривляют окружающее пространство и время. Среди прочих явлений предсказывалось отклонение световых лучей в гравитационном поле, что и подтвердили английские ученые во время солнечного затмения в 1919 году. За одну ночь Эйнштейн стал знаменит на весь мир.

Эйнштейн, один из крупнейших физиков мира, в Германии подвергался преследованиям из-за своих антимилитаристских взглядов. В 1933 году Эйнштейн переехал в США. Учёный был категорически против разрушительного применения научных открытий. Он верил, что в будущем научные открытия будут использованы только в интересах людей.

Эйнштейн умер 18 апреля 1955 года. Прах ученого был предан огню, пепел был развеян на ветру.

Эйнштейн был женат дважды. От первого брака у него было двое сыновей.

(Д.К.Самин. «Сто великих ученых».)

С о д е р ж а н и е

Предисловие	3
Раздел «Механика»	
Урок 1	5
Выражение квалификации лица, предмета и явления	
Общие понятия о механике	
Рене Декарт	
Урок 2	12
Выражение условия, взаимозависимости, обусловленности, связи явлений	
Законы Ньютона	
Исаак Ньютон	
Урок 3	21
Выражение общего значения перемещения в пространстве	
Консервативные и неконсервативные силы	
Г Кориолис	
Урок 4	28
Выражение причинно-следственных отношений	
Внутренняя энергия.	
Общефизический закон сохранения энергии	
Вольфганг Паули	
Урок 5	35
Выражение времени действия, срока действия и срока сохранения результата действия	
Гармонические колебания	
Христиан Гюйгенс	
Раздел «Молекулярная физика»	
Урок 6	43
Выражение наличия информации, получения информации и источника информации	
Первое и второе начала термодинамики	
Уильям Томсон	
Урок 7	52
Выражение характеристики действия.	
Характеристика образа действия деепричастием и деепричастным оборотом	
Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно	
Никола Карно	

Урок 8	61
Характеристика предмета по назначению	
Температура и термодинамическое равновесие	
Джон Дальтон	
Урок 9	71
Выражение долженствования, необходимости действия	
Закон распределения Больцмана	
Людвиг Больцман	
Урок 10	79
Некоторые случаи употребления глаголов совершенного и несовершенного вида в прошедшем времени при передаче единичного действия	
Внутренняя энергия идеального газа. Закон Джоуля	
Джеймс Джоуль	
Раздел «Электричество»	87
Урок 11	
Выражение целевых отношений	
Закон Кулона. Принцип суперпозиции электростатических полей	
Шарль Кулон	
Урок 12	95
Выражение определительных отношений.	
Выражение признака предмета Электрическое поле в веществе	
Гендрик Антон Лоренц	
Урок 13	102
Выражение равенства, соответствия, пропорциональности предметов.	
Выражение тождества, совпадения предметов, явлений	
Закон Ома	
Георг Ом	
Урок 14	109
Выражение наличия или отсутствия предмета	
Поляризация диэлектриков	
Майкл Фарадей	
Урок 15	118
Выражение возможности/невозможности действия	
Измерение разности потенциалов электрометром	
Эмилий Христианович Ленц	

Урок 16

Выражение связи между однородными явлениями

Общие сведения об интерференции

Огюстен Френель

Урок 17

Выражение активного и пассивного субъекта

Тепловое излучение в замкнутой полости

Макс Планк

Урок 18

Характеристика предмета через действие.

Временное значение активных и пассивных причастий Фотоэлектрический эффект

Александр Столетов

Урок 19

Выражение предположения, уверенности или сомнения, подтверждения или опровержения

Электромагнитная теория света

Максвелл Джеймс Клерк

Урок 20

Выражение различных оттенков общего значения

перемещения предметов в пространстве

Независимость скорости света от движения источника

Альберт Эйнштейн