1. Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Относительность движения. Мгновенная скорость. Ускорение. Равномерное и равноускоренное движение.

Механическим движением тела называется изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени. При этом тела взаимодействуют по законам механики.

Движение материальной точки полностью определяется изменением её координат во времени.

Система отсчёта — это совокупность тела отсчёта, связанной с ним системы координат и системы отсчёта времени, по отношению к которым рассматривается движение каких-либо тел.

Материальная точка — простейшая физическая модель в механике — обладающее массой тело, размерами, формой, вращением и внутренней структурой которого можно пренебречь в условиях исследуемой задачи. Положение материальной точки в пространстве определяется как положение геометрической точки.

Точка — абстрактный объект в пространстве, не имеющий никаких измеримых характеристик.

Траектория - это линия, которую тело описывает при движении.

Траектория материальной точки — линия в пространстве, по которой движется тело, представляющая собой множество точек, в которых находилась, находится или будет находиться материальная точка при своём перемещении в пространстве относительно выбранной системы отсчёта.

Путь - это длина траектории. То есть длина той, возможно, кривой линии, по которой двигалось тело. Путь – это скалярная величина

Перемещение - векторная величина. Это вектор, который проведен из начальной точки отправления тела в конечную точку. Имеет численное значение, равное длине вектора.

Относительность движения – это перемещение и скорость тела относительно разных систем отсчета различны (например, человек и поезд). Скорость тела относительно неподвижной системы координат равна геометрической сумме скоростей тела относительно подвижной системы и скорости подвижной системы координат относительно неподвижной. (V1 – скорость человека в поезде, V0- скорость поезда, то V=V1+V0).

Мгновенная скорость – векторная физическая величина, равная отношению перемещения к интервалу времени, за который это перемещение произошло, если интервал времени стремится к нулю.

Ускорение — физическая величина, определяющая быстроту изменения скорости тела, то есть первая производная от скорости по времени. Ускорение является векторной величиной, показывающей, на сколько изменяется вектор скорости тела при его движении за единицу времени.

Равноускоренное движение — движение, при котором ускорение постоянно по модулю и направлению

Равномерное движение — механическое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одно и то же расстояние. Равномерное Движение материальной точки — это движение, при котором величина скорости точки остаётся неизменной.

1. Графики зависимости кинематических величин от времени в равномерном и равноускоренном движении. Свободное падение. Ускорение свободного падения

Ускорение свободного падения (ускорение силы тяжести) — ускорение, придаваемое телу силой тяжести, при исключении из рассмотрения других сил.

Свободное падение — равнопеременное движение под действием силы тяжести, когда другие силы, действующие на тело, отсутствуют или пренебрежимо малы.

1. Равномерное движение по окружности. Центростремительное ускорение.

Равномерное движение по окружности − движение по окружности с неизменной по модулю скоростью:

../Screen%20Shot%202016-06-02%20at%2021.11.20.png

Центростремительное ускорение, которое также называют нормальным ускорением, всегда направлено к центру окружности, по которой движется точка.

Центростремительное ускорение — компонента ускорения точки, характеризующая быстроту изменения направления вектора скорости для траектории с кривизной. Направлено к центру кривизны траектории, чем и обусловлен термин. По величине равно квадрату скорости, поделённому на радиус кривизны.

1. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Инертность.

Масса - физическая характеристика тела, определяющая его гравитационные и инерционные свойства. Масса в естественнонаучном смысле - количество вещества, содержащегося в теле.

Сила — векторная физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело других тел, а также полей. Приложенная к массивному телу сила является причиной изменения его скорости или возникновения в нём деформаций и напряжений. Сила как векторная величина характеризуется модулем, направлением и точкой приложения силы.

Второй закон Ньютона — дифференциальный закон механического движения, описывающий зависимость ускорения тела от равнодействующей всех приложенных к телу сил и массы тела. Один из трёх законов Ньютона.

Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Инертность — свойство тела в большей или меньшей степени препятствовать изменению своей скорости относительно инерциальной системы отсчёта при воздействии на него внешних сил.

1. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Третий закон Ньютона.

Первый закон Ньютона постулирует существование инерциальных систем отсчета. Поэтому он также известен как Закон инерции. Инерция — это свойство тела сохранять скорость своего движения неизменной

*Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых материальные точки, когда на них не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.*

Инерциальная система отсчёта — система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно, либо покоятся.

Третий закон Ньютона - этот закон описывает, как взаимодействуют две материальные точки.

*Материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению.*

1. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела.

Гравитационная сила – это сила, с которой притягиваются друг к другу тела, обладающие массой, находящиеся на определённом расстоянии друг от друга. F=G\*((m1\*m2)/r^2) где G- гравитационная постоянная, G=6,67\*10^-11 кг на секунду в квадрате r- расстояние

Закон всемирного тяготения: два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. был открыт Исааком Ньютоном

Сила тяжести — это векторная величина, действующая по направлению К земле.

Вес — сила воздействия тела на опору (или подвес или другой вид крепления), препятствующую падению p=mg

1. Сила трения. Коэффициент трения. Сила упругости. Жесткость пружины. Закон Гука.

Силой трения называют силу, которая возникает при движении одного тела по поверхности другого. Она всегда направлена противоположно направлению движения. Fтрения=mN где m- коэфицент трения, а N- реакция опоры.

Коэффициент трения - пропорциональность между силой трения и силой реакции опоры

Сила упругости — сила, возникающая в теле в результате его деформации и стремящаяся вернуть тело в исходное состояние. Закон гука: Fупр=k\*дельта\_x где k-коэфицент жесткости пружины, а x-абсолютное удлинение стержня

Жесткость пружины - коэффициент, связывающий в законе Гука удлинение упругого тела и возникающую вследствие этого удлинения силу упругости.

1. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.

Импульс тела - это физическая векторная величина, равная произведению массы тела на его скорость. Вектор импульса тела направлен так же как и вектор скорости этого тела. Векторная сумма импульсов взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему, остается неизменной.

p=mU

m1\*вектор\_U1+m2\*вектор\_U2=m1\*вектор\_U1+m2\*вектор\_U2

В ракете при сгорании топлива газы, нагретые до высокой температуры, выбрасываются из сопла с большой скоростью относительно ракеты. А так как сумма импульсов в замкнутой системе равна нулю, то ракета движется вперед.

1. Механическая работа и мощность. Закон сохранения механической энергии. Потенциальная и кинетическая энергии.

Механическая работа — это физическая величина, являющаяся скалярной количественной мерой действия силы или сил на тело

A=F\*дельта\_x=[Джоули]=[Ньютоны\*метры]

A=F\*дельта\_x\*cos(угол приложения силы)

Мощность - это отношение работы ко времени, физическая величина, равная в общем случае скорости изменения, преобразования, передачи или потребления энергии системы.

N=дельта\_a/дельта\_t

Потенциальная энергия (падение) — скалярная физическая величина, представляющая собой часть полной механической энергии системы. Это консервативная сила. Характеризует работу, совершаемую полем при их перемещении.

E=mgh

Кинетическая энергия (поднятие тела) это мера движения материальной точки, зависящая только от её массы и скорости

k=(mU^2)2

1. Опытное обоснование основных положений молекулярно-кинетической теории. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро.

Опытное обоснование МКТ: диффузия, изменение агрегатного состояния, броунское движение.

Основной характеристикой атомов и молекул служит относительная атомная масса элемента (сокращенно – атомная масса) и относительная молекулярная масса вещества (сокращенно – молекулярная масса). За единицу атомной массы выбрана часть массы атома углерода.

Количество вещества, в котором содержится число молекул, равное числу атомов в 0,012 кг углерода С, называется молем.

Число молекул, содержащихся в одном моле, называется числом Авогадро. Экспериментально определено, что число Авогадро = 6,022\*10^-23

В 1 моль любого вещества содержится число Авогадро молекул. Из этого можно посчитать их относительные размеры.

1. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура и ее изменение. Абсолютная температура.

Идеальный газ - такой газ, в котором взаимодействием молекул можно пренебречь. На очень малых расстояниях, когда молекулы вплотную подлетают друг к другу, между ними действуют большие по величине силы отталкивания.

Основное уравнение МКТ

P=1/3\*m0\*n\*(V^2)

P- давление

m- масса молекулы

n- концентрация молекул

V- скорость движения молекул

Уравнение состояния идеального газа

pU=VRT

p- давление

U- объем

V- кол-во моль

R- газовая универсальная постоянная, R=8,31[Дж/(Моль\*келвин)]

T- температура

Температура - мера измерения средней кинетической энергии молекулы

Абсолютная температура измеряется в кельвинах, шаг кельвина равен шагу цельсия.

Цельсии=Кельвины-273

1. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клайперона). Универсальная газовая постоянная. Газовые законы.

Уравнение состояния идеального газа

pU=VRT

p- давление

U- объем

V- кол-во моль

R- газовая универсальная постоянная, R=8,31[Дж/(Моль\*келвин)]

T- температура

Газовые законы показаны на прикрепленном фото

1. Атмосферное давление. Изменение атмосферного давления с высотой.

Атмосферное давление — давление атмосферы, действующее на все находящиеся в ней предметы и земную поверхность. Атмосферное давление равно весу вышележащего столба воздуха с площадью основания, равной единице. Измеряется барометром. Атмосфера=10^5 [Паскаль]=760мм[ртурного столба]. От поверхности Земли на каждый километр вверх давление примерно уменьшается на 12 килоПаскалей

1. Испарение. Насыщенные и ненасыщенные пары. Отличие паров от идеального газа. Влажность. Точка росы. Приборы по определению относительной влажности.

Испарением называется фазовый переход из жидкого состояния в газообразное. С точки зрения молекулярно-кинетической теории, испарение – это процесс, при котором с поверхности жидкости вылетают наиболее быстрые молекулы, кинетическая энергия которых превышает энергию их связи с остальными молекулами жидкости.

Насы́щенный пар — это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твёрдым телом того же состава. Давление насыщенного пара связано определённой для данного вещества зависимостью от температуры.

При низком давлении и высокой температуре свойства пара приближаются к идеальному газу, но при комнатной температуре пар ведёт себя по-другому.

Влажность воздуха зависит от количества водяного пара, содержащегося в нем. Сырой воздух содержит больший процент молекул воды, чем сухой. Относительная влажность — это отношение плотности водяного пара, содержащегося в воздухе, к плотности насыщенного пара при данной температуре, выраженное в процентах.

Точка росы — это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём пар достиг состояния насыщения и начал конденсироваться в росу.

Психрометр (psychros – холодный)

Психрометр состоит из двух одинаковых термометров. Баллончик с жидкостью одного из термометров оборачивается тряпочкой, конец которой опущен в чашечку с водой. Благодаря этому тряпочка всегда остается влажной. При испарении воды тряпочка и баллончик охлаждаются, вследствие чего показания влажного термометра оказываются меньшими, чем показания сухого термометра.

Волосной гигрометр.

Действие волосного гигрометра основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса и некоторых органических пленок изменять свою длину в зависимости от относительной влажности воздуха. Если волос или пленку через передаточный механизм соединить с подвижной стрелкой, укрепленной на оси, и проградуировать шкалу, то с помощью такого прибора можно напрямую измерять относительную влажность воздуха.

1. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления.

Кипение - это интенсивное парообразование, которое происходит при нагревании жидкости не только с поверхности, но и внутри неё. Кипение происходит с поглощением теплоты.

Большая часть подводимой теплоты расходуется на разрыв связей между частицами вещества,

остальная часть - на работу, совершаемую при расширении пара.

В результате энергия взаимодействия между частицами пара становится больше, чем между частицами жидкости, поэтому внутренняя энергия пара больше, чем внутренняя энергия жидкости при той же температуре.

Количество теплоты, необходимое для перевода жидкости в пар в процессе кипения можно расчитать

по формуле: Q=Lm, где L- удельная теплота парообразования

С ростом давления температура кипения жидкости повышается, а удельная теплота парообразования уменьшается и наоборот.

1. Первый закон термодинамики и его применение к различным процессам. Принцип действия тепловых двигателей. КПД тепловых двигателей.

Первый закон термодинамики: изменение внутренней энергии системы из одной системы равна сумме работы внешних сил и колва T, переданного системе.

дельта\_U=Q+A, где U- внутренняя энергия системы, Q- колво теплоты, A- работа внешних сил. Первый закон термодинамики позволяет вычислить изменение параметров идеального газа при тепловых и механических процессах(При изохорном процессе объем газа остается постоянным. Соответственно, не совершается работа и внутренняя энергия газа изменяется исключительно за счет теплообмена с окружающей средой.

При изотермическом процессе изменения внутренней энергии в идеальном газе не происходит и все подводимое к газу количество теплоты идет на совершение им работы. При изобарном процессе изменение внутренней энергии газа происходит как за счет теплообмена, так и за счет совершения механической работы. Если к газу подводится некоторое количество теплоты, то оно частично расходуется на увеличение внутренней энергии газа, частично на совершение газом работы при его расширении.)

Принципы действия тепловых двигателей. Для того чтобы двигатель совершал работу, необходима разность давлений по обе стороны поршня двигателя или лопастей турбины. Во всех тепловых двигателях эта разность давлений достигается за счет повышения температуры рабочего тела (газа) на сотни или тысячи градусов по сравнению с температурой окружающей среды. Такое повышение температуры происходит при сгорании топлива.

Одна из основных частей двигателя - сосуд, наполненный газом, с подвижным поршнем. Рабочим телом у всех тепловых двигателей является газ, который совершает работу при расширении. По мере совершения работы газ теряет энергию и неизбежно охлаждается до некоторой температуры T2, которая обычно несколько выше температуры окружающей среды. Ее называют температурой холодильника. Холодильником является атмосфера или специальные устройства для охлаждения и конденсации отработанного пара - конденсаторы. В последнем случае температура холодильника может быть немного ниже температуры атмосферы.

Коэффициентом полезного действия (КПД) теплового двигателя называется отношение полезной работы, совершенной двигателем, ко всей энергии Q1, полученной при сгорании топлива (то есть от нагревателя)

n=(Q1-Q2)/Q1=A/Q1

1. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Единица измерения заряда. Наименьший электрический заряд.

Закон Кулона — это закон, описывающий силы взаимодействия между неподвижными точечными электрическими зарядами.

F=k\*((q1\*q2)/R^2)

k=1/(4\*ПИ\_3,14\*E0\*E), где E0=8,85\*10^-12- Электростатическая постоянная E- диэлектрическая проницаемость среды

Электрический заряд ни во что не переходит и сохраняется в системе

Наименьший электрический заряд- заряд\_электрона=1,6021\*10^-19 кулона

1. Электрическое поле. Силовые линии поля. Напряженность электрического поля.

Электрическое поле — одна из двух компонент электромагнитного поля, представляющая собой векторное поле, существующее вокруг тел или частиц, обладающих электрическим зарядом, а также возникающее при изменении магнитного поля

Рисунок, два кружка. На одном плюс, на другом- минус. Стрелочки по-дуге идут от шарика с плюсом к шарику с минусом

Рисунок, две стенки. За одной- плюсы. За другой- минусы. Стрелочки от стены с плюсами к стене с минусами

!Силовые линии от плюса к минусу!

Напряженность - силовая характеристика электрического поля. Направление вектора напряженности электрического поля E совпадает с направлением действия силы F

E-Напряженность электрополя

вектор\_E=вектор\_F/q

1. Работа электрического поля при перемещении заряда. Разность потенциалов.

На заряд q, помещенный в однородное электрическое поле с напряженностью E, действует сила вектор\_F=q\*вектор\_E Работу поля можно рассчитать по формуле:

A=F\*дельта\_R\*cos(альфа)

r- ради

Потенциал электростатического поля — скалярная величина, равная отношению потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду.

Ф=W/q W-энергия Q-заряд

Напряжение — разность значений потенциала в начальной и конечнойточках траектории.

U=Ф2-Ф1

U=A/q

1. Электроемкость. Конденсаторы. Зависимость электроемкости конденсатора от диэлектрика и геометрических размеров. Энергия электрического поля.

Энергия заряженного конденсатора равна работе внешних сил, которую необходимо затратить, чтобы зарядить конденсатор.

Если двум изолированным друг от друга проводникам сообщить заряды q1 и q2, то между ними возникает некоторая разность потенциалов Δφ, зависящая от величин зарядов и геометрии проводников.

C=q/U [Фараты]([Rл/в])

Простейший конденсатор – система из двух плоских проводящих пластин, расположенных параллельно друг другу на малом по сравнению с размерами пластин расстоянии и разделенных слоем диэлектрика. Такой конденсатор называется плоским. Электрическое поле плоского конденсатора в основном локализовано между пластинами ; однако, вблизи краев пластин и в окружающем пространстве также возникает сравнительно слабое электрическое поле, которое называют полем рассеяния.

Чем больше площадь пластин и ближе они друг к другу, тем выше емкость конденсатора

C=(E\*E0\*S)/d

С- электроемкость

В случае, когда если заменить диэлектрик в конденсаторе с воздуха на другой, то ёмкость конденсатора возрастёт в E раз, так как диэлектрическая пронициаемость воздуха равна 1

W=1/2E\*E0\*e^2

(E- эпселент, e- Большая)

E0-электростатическая постоянная, E0=8,85418781762·10−12

E- диэлектрическая пронициаемость среды

W-энергоемкость конденсатора

W=(q\*U)/2

---------------

Энергия электрического поля

С=q/U

С- электроемкость

1. Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление.

Электрический ток- упорядоченное движение положительно заряженных частиц

I=дельта\_a/дельта\_t

I- сила тока

Закон Ома для участка цепи гласит: ток прямо пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению.

I=U/R

U-Напряжение

R-Сопротивление

Свойство материала проводника препятствовать прохождению через него электрического тока называется электрическим сопротивлением.

R=(p\*l)/S

p-длинна

S-площадь сечения

p- удельное сопротивление материала

Удельное сопротивление вещества — физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению электрического тока.Удельное сопротивление- показывает, чему равно сопротивление проводника, выполненного из данного вещества, длиной в 1м и с поперечным сечением 1 м кв.Единица измерения сопротивления в системе в СИ: Ом. Сопротивление проводника равно 1 Ом, если при разности потенциалов на его концах в 1 В,

по нему протекает ток силой 1 А.

1. Работа и мощность тока. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.

Работа электрического тока показывает, какая работа была совершена электрическим полем при перемещении зарядов по проводнику.

A=U\*q=U\*I\*t [Джоуль]

Энергия, получаемая приемником или отдаваемая источником тока в течение 1 с, называется мощностью.

P=UI=I^2\*R [ват]

ЭДС — это энергетическая характеристика источника. Это физическая величина, равная отношению работы, совершенной сторонни­ми силами при перемещении электрического заряда по замкнутой цепи, к этому заряду:

Измеряется в вольтах (В).

E=A/q

Закон Ома для полной цепи - сила тока в цепи пропорциональна действующей в цепи ЭДС и обратно пропорциональна сумме сопротивлений цепи и внутреннего сопротивления источника.

I=E/(R+r)

1. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников и ее зависимость от температуры. Применение полупроводниковых приборов.

Полупроводниками называются вещества, удельное сопротивление которых убывает с повышением температуры(Si, Ge). Необходимым условием резкого уменьшения удельного сопротивления полупроводника при введении примесей является отличие валентности атомов примеси от валентности основных атомов кристалла.

В полупроводниках нет свободного заряда, электроны связаны. С повышением U (напряжения) их начинает вырывать. Также спровоцировать появление свободных зарядов может температура.

Примесный полупроводник с дырочной проводимостью называется полупроводником p-типа. Основным носителем заряда в таком является дырка.

Дырочная проводимость возникает, когда в кристалл германия введены трехвалентные атомы (например, атомы индия, In). На образование связи с четвертым атомом германия у атома индия нет электрона. Этот недостающий электрон может быть захвачен атомом индия из ковалентной связи соседних атомов германия. В этом случае атом индия превращается в отрицательный ион, расположенный в узле кристаллической решетки, а в ковалентной связи соседних атомов образуется вакансия.

Транзистор - это полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов, а также коммутации электрических цепей.

1. Природа электрического тока в электролитах. Законы электролиза. Применение электролиза в технике.

Электролитами принято называть проводящие среды, в которых протекание электрического тока сопровождается переносом вещества. Носителями свободных зарядов в электролитах являются положительно и отрицательно заряженные ионы. К электролитам относятся многие соединения металлов в расплавленном состоянии, а также некоторые твердые вещества. Однако основными представителями электролитов, широко используемыми в технике, являются водные растворы неорганических кислот, солей и оснований. Прохождение электрического тока через электролит сопровождается выделением веществ на электродах. Это явление получило название электролиза.

Количественные характеристики электролиза выражаются двумя законами Фарадея:

1) Масса вещества, выделяющегося на электроде, прямо пропорциональна количеству электричества, прошедшего через электролит.

2) При электролизе различных химических соединений одинаковые количества электричества выделяют на электродах массы веществ, пропорциональные их электрохимическим эквивалентам.

m=(M/(Nf))\*It

m – масса выделяющегося вещества, г;

n – количество электронов, переносимых в электродном процессе;

F – число Фарадея (F=96485 Кл/моль)

I – сила тока, амперы

t – время, с;

M – молярная масса выделяющегося вещества, г/моль.

Очистка или рафинирование металлов. Процесс происходит в электролитической ванне. Анодом служит металл, подлежащий очистке, катодом — тонкая пластинка из чистого металла, а электролитом — раствор соли данного металла, например, при рафинировании меди — раствор медного купороса. В загрязненных металлах могут содержаться ценные примеси. Так, в меди часто содержится никель и серебро. Для того чтобы на катоде выделялся только чистый металл, необходимо учитывать, что выделение каждого вещества начинается лишь при некоторой определенной разности потенциалов между электродами, называемой "потенциалом разложения". При надлежащем ее выборе из раствора медного купороса на катоде выделяется чистая медь, а примеси выпадают в виде осадка или переходят в раствор.

Электрометаллургия. Некоторые металлы, например, алюминий, получают методом электролиза из расплавленной руды. Электролитической ванной и одновременно катодом служит железный ящик с угольным полом, а анодом — угольные стержни. Температура руды (около 900 °С) поддерживается протекающим в ней током. Расплавленный алюминий опускается на дно ящика, откуда его через особое отверстие выпускают в формы для отливки.

Гальваностегия — электролитический способ покрытия металлических изделий слоем благородного или другого металла (золота, платины), не поддающегося окислению. Например, при никелировании предмета он сам служит катодом, кусок никеля — анодом. Пропуская через электролитическую ванну в течение некоторого времени электрический ток, покрывают предмет слоем никеля нужной толщины.

1. Электрический ток в металлах. Электрический ток в вакууме.

Электрический ток в металлах – это упорядоченное движение электронов под действием электрического поля.

Электрический ток в вакууме не возможен, так как в нём отсутствуют свободные электроны. Для существования электрического тока в вакууме нужно искусственно ввести в это пространство свободные электроны.

1. Магнитное поле. Силовые линии магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Магнитное поле — силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения;

Силовые линии магнитного поля – это воображаемые линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают по направлению с вектором магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля замкнуты. Они выходят из северного полюса и входят в южный. Таким образом, направление вектора магнитной индукции совпадает с направлением северного конца магнитной стрелки.

Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, называется силой Ампера. Сила действия однородного маг­нитного поля на проводник с током прямо пропорциональна силе тока, длине проводника, модулю вектора индукции магнитного поля, синусу угла между вектором индукции магнитного поля и проводником:

F=B\*I\*l\*sin(α) — закон Ампера.

I - сила тока в проводнике;

B - модуль вектора индукции магнитного поля;

L - длина проводника, находящегося в магнитном поле;

a - угол между вектором магнитного поля инаправлением тока в проводнике.

Направление силы Ампера (правило левой руки)

Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная составляющая вектора В входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на проводник с током.

Сила Лоренца – сила, действующая на точечную заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле.

F = q·V·B·sin(a)

где q - величина движущегося заряда;

V - модуль его скорости;

B - модуль вектора индукции магнитного поля;

a - угол между вектором скорости заряда и вектором магнитной индукции.

1. Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость. Ферромагнетики.

Физическая величина, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в одной среде больше или меньше индукции магнитного поля в вакууме, называется магнитной проницаемостью µ.

Диамагнетик: µ<1 (уменьшает магнитное поле внутри себя)

Парамагнетик: µ>1

Существенным отличием ферромагнетиков от диа- и парамагнетиков является наличие у ферромагнетиков самопроизвольной (спонтанной) намагниченности в отсутствие внешнего магнитного поля. Наличие у ферромагнетиков самопроизвольного магнитного момента в отсутствие внешнего магнитного поля означает, что электронные спины и магнитные моменты атомных носителей магнетизма ориентированы в веществе упорядоченным образом.

Ферромагнетики – это вещества, обладающие самопроизвольной намагниченностью, которая сильно изменяется под влиянием внешних воздействий – магнитного поля, деформации, температуры. Внутри ферромагнетика существуют группы электронов, построенные так что их магнитные поля имеют одинаковое направление. Изначально, они расположены хаотично, но магнит может оказать на них ориентирующее действие, дав объекту намагниченность.

1. Остаточный магнетизм

2. Зависимость индукции от внешнего поля

3. Критическая температура, при которой теряют свойства

1. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции.

Электромагнитная индукция — явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции Eинд, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

Eинд=-дельта\_ф/дельта\_t

Магнитным потоком Φ через площадь S контура называют величину

ф=B\*S\*cos(a)

где B – модуль вектора магнитной индукции, α – угол между вектором и нормально к плоскости контура

Магнитный поток — поток вектора магнитной индукции В через какую-либо поверхность. Магнитный поток измеряется в веберах.

Направление индукционного тока в контуре определяется правилом Ленца: Индукционный ток направлен так, чтобы своим магнитным полем противодействовать изменению магнитного потока, которым он вызван.

Закон электромагнитной индукции формулируется следующим образом:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур. Другими словами, при всяком изменении магнитного потока через проводящий замкнутый контур в этом контуре возникает электрический ток.

1. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

Самоиндукция – явление возникновения индукционного тока в катушке при нарастании или убывании тока, возникшего благодаря внешнему источнику тока.

Для самоиндукции: ε= - LΔI

Ед. самоиндукции – Генри.

Если в проводнике при изменении тока на 1 Ампер за 1 секунду возникает ЭДС 1 Вольт, то индуктивность = 1 Генри

При самоиндукции проводящий контур выполняет двойную роль: переменный ток в проводнике вызывает появление магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром. А так как магнитный поток изменяется со временем, то появляется ЭДС индукции.

Индуктивность – это физическая величина, численно равная ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока в нем на 1 А за 1 с.

Модуль вектора индукции магнитного поля, создаваемого током, пропорционален силе тока. Индуктивность, подобно электроемкости, зависит от геометрических факторов: размеров проводника и его формы, но не зависит непосредственно от силы тока в проводнике. Кроме геометрии проводника, индуктивность зависит от магнитных свойств среды, в которой находится проводник. (Например индуктивность одного проволочного витка меньше, чем у катушки, состоящей из N таких же витков, так как магнитный поток катушки увеличивается в N раз)

магнитный поток вектора магнитной индукции поля, создаваемого текущим в контуре током, пропорционален силе этого тока:

Ф=LI

L – индуктивность

Ф – магнитный поток

Энергия магнитного поля

Согласно закону сохранения энергии, энергия магнитного поля, созданного током, равна той энергии, которую должен затратить источник тока на создание тока. При размыкании цепи эта энергия переходит в другие виды энергии.

При замыкании цепи, когда ток начинает нарастать, в проводнике появляется вихревое электрическое поле, действующее против того электрического поля, которое создается в проводнике. Источник тока должен совершить работу против сил вихревого поля. Эта работа идет на увеличение энергии магнитного поля тока.

При размыкании цепи ток исчезает, и вихревое поле совершает положительную работу. Запасенная током энергия выделяется. Это обнаруживается, например, по мощной искре, возникающей при размыкании цепи с большой индуктивностью.

Энергия магнитного поля, созданного током, проходящим по участку цепи с индуктивностью L, определяется по формуле

1. Механические колебания. Уравнение координаты и скорости. Амплитуда, период, частота колебаний. Фаза колебаний. Сдвиг фаз.

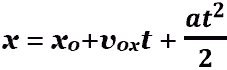
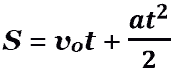
Все Механические колебания — это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени.   
Два типа колебаний:

1.Свободными колебаниями называются колебания в системе под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения равновесия и предоставлена затем самой себе. Свободные колебания всегда являются затухающими, а значит, их амплитуда и частота со временем уменьшаются.

2. Вынужденными колебаниями называются колебания тел под действием внешних периодически изменяющихся сил. Возникают при следующих условиях:

Во-первых, при ведении тела из положения равновесия в системе должна возникать сила, направленная к положению равновесия и, следовательно, стремящаяся возвратить тело в положение равновесия. Во-вторых, трение в системе должно быть достаточно мало.

Уравнение координаты и скорости:

**Уравнение координаты**- зависимость координаты тела от времени x = x(t).  
Уравнение x(t) служит для описания движение тела.   
**Уравнение перемещения**- зависимость перемещения тела от времени s = s(t).  
Уравнение s(t) служит для описания движение тела.   
Помимо значений координат для каждого момента времени по уравнениям x(t) и s(t) всегда можно найти основные кинематические величины - скорость, ускорение и перемещение тела, например:   
  
http://sverh-zadacha.ucoz.ru/lessons/Contents/mech/kin/x3.pngУравнение координаты при равномерном движении.   
  
Уравнение координаты при равноускоренном движении.   
  
Уравнения координаты механических гармонических колебаний:  
http://sverh-zadacha.ucoz.ru/lessons/Contents/mech/kin/x7.png  
http://sverh-zadacha.ucoz.ru/lessons/Contents/mech/kin/x6.png   
  
http://sverh-zadacha.ucoz.ru/lessons/Contents/mech/kin/s1.pngУравнение перемещения при равномерном движении.  
  
Уравнение перемещения при равноускоренном движении

а – ускорение  
А – амплитуда колебаний

ω - циклическая частота колебаний  
φ0 - начальная фаза колебаний]

Амплитуда колебаний — это наибольшее отклонение колеблющегося тела от положения равновесия.

Период колебаний — это наименьший промежуток времени, через который система, совершающая колебания, снова возвращается в то же состояние, в котором она находилась в начальный момент времени, выбранный произвольно.

T=t/n , где t – время, за которое было совершено какое-то количество колебаний, n - числом этих колебаний

Частота колебаний — это число колебаний, совершаемых за единицу времени.

* = n/t

Фаза колебаний.

Фаза колебания показывает, какая часть периода прошла с момента начала наблюдения колебаний. При заданной амплитуде фаза колебаний полностью определяет смещение колеблющегося тела в любой момент времени:   
 [6.02-60.jpg](http://school.xvatit.com/index.php?title=%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:6.02-60.jpg)  
Выражается фаза в угловых единицах радианах.

Фаза определяет не только значение координаты, но и значение других физических величин, например, скорости и ускорения, изменяющихся также по гармоническому закону. Фаза определяет при заданной амплитуде состояние колебательной системы в любой момент времени.

Сдвигом фаз называется разность фаз двух колебаний.

Если два колебания происходят с одинаковым периодом (частотой), то такие колебания называются синхронными. Сдвиг фаз между ними сохраняется неизменным в течение всего колебательного процесса.

1. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Колебания груза на пружине и математическом маятнике. Формулы периодов колебательных систем. Вынужденные колебания. Механический резонанс.

При свободных механических колебаниях кинетическая и потенциальная энергии изменяются периодически. При максимальном отклонении тела от положения равновесия его скорость, а, следовательно, и кинетическая энергия обращаются в нуль. В этом положении потенциальная энергия колеблющегося тела достигает максимального значения. При гармонических колебаниях происходит периодическое превращение кинетической энергии в потенциальную и наоборот. Если в колебательной системе отсутствует трение, то полная механическая энергия при свободных колебаниях остается неизменной. Вынужденными колебаниями называются колебания тел под действием внешних периодически изменяющихся сил.

Возникают при следующих условиях:

Во-первых, при ведении тела из положения равновесия в системе должна возникать сила, направленная к положению равновесия и, следовательно, стремящаяся возвратить тело в положение равновесия. Во-вторых, трение в системе должно быть достаточно мало.

Резонанс — это явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний в какой-либо колебательной системе, это явление возможно при вынужденных колебаниях любого вида. При работе двигателей нередко возникают периодические усилия, связанные с движением частей двигателя (например, поршней). Если частота этих периодических усилий совпадает с частотой свободных колебаний системы, то возникает резонанс. Амплитуда колебаний может возрасти настолько, что возможна поломка машин, хотя напряжение в материале и не превышает предела прочности. В этих случаях принимаются специальные меры, чтобы не допустить наступления резонанса или ослабить его действие. Для этого увеличивают трение в системе или же добиваются, чтобы собственные частоты колебаний не совпадали с частотой внешней силы.

Колебания груза на пружине и математическом маятнике - ?

Формулы периодов колебательных систем - ?

1. Свободные электромагнитные колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре.
2. Переменный электрический ток. Генератор переменного тока. Уравнение зависимости силы тока и напряжения от времени.

Переменный электрический ток - меняющий свою величину и направление с течением времени. Величина переменного тока, как и напряжения, постоянно меняется во времени. Количественными показателями для измерений и расчётов применяются их следующие параметры:

Период T - время, в течении которого происходит один полный цикл изменения тока в оба направления относительно нуля или среднего значения.

Частота f - величина, обратная периоду, равная количеству периодов за одну секунду.

Один период в секунду это один герц (1 Hz)

f = 1/T

Циклическая частота ω - угловая частота, равная количеству периодов за 2π секунд.

ω = 2πf = 2π/T

Основная часть электроэнергии в мире в настоящее время вырабатывается генераторами переменного тока, создающими гармонические колебания.

* *Генератором переменного тока* называется электротехническое устройство, предназначенное для преобразования механической энергии в энергию переменного тока.

Зависимость силы тока от времени:  
http://d3dxadmpi0hxcu.cloudfront.net/goods/ymk/physics/work4/theory/5/image035.gif

Зависимость напряжения от времени - ?

1. Механические волны. Продольные и поперечные волны. Скорость и длина волны. Звуковые волны. Скорость звука. Громкость и высота звука.

Волны – колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.

механические волны переносят энергию, форму, но не переносят массу.

Важнейшей характеристикой волны является скорость ее распространения. Волны любой природы не распространяются в пространстве мгновенно, их скорость конечна.

Различают два вида механических волн: поперечные и продольные.

1.Поперечные волны:

Волны называются поперечными, если частицы среды колеблются перпендикулярно направлению распространения волны. Они существуют в основном за счет сил упругости, возникающих при деформации сдвига. В поперечных волнах различают горбы и впадины.

Длина поперечной волны - расстояние между двумя ближайшими горбами или впадинами.

2.Продольные волны:

Волны называются продольными, если частицы среды колеблются вдоль луча волны. Они возникают за счет деформации сжатия и напряжения, поэтому существуют во всех средах.

В продольных волнах различают зоны сгущения и зоны разряжения.

Длина продольной волны - расстояние между двумя ближайшими зонами сгущения или зонами разряжения.

Длина волны - путь, пройденный волной за период.

Скорость механической волны — скорость распространения возмущения в среде.

Звуковыми волнами или просто звуком принято называть волны, воспринимаемые человеческим ухом. Диапазон звуковых частот лежит в пределах приблизительно от 20 Гц до 2000 Гц. Волны с частотой менее 20 Гц называются инфразвуком, а с частотой более 20 кГц – ультразвуком. Волны звукового диапазона могут распространяться не только в газе, но и в жидкости (продольные волны) и в твердом теле (продольные и поперечные волны).

**скорость их распространения** определяется инертными и упругими свойствами среды. Скорость распространения продольных волн в любой безграничной однородной среде определяется по формуле

|  |
| --- |
| Звук |
| где B – модуль всестороннего сжатия, ρ – средняя плотность среды. |
| Громкость звука определяется его амплитудой: чем больше амплитуда колебаний в звуковой волне, тем громче звук.  Помимо громкости звук характеризуется высотой. Высота звука определяется его частотой: чем больше частота колебаний в звуковой волне, тем выше звук. Колебаниям небольшой частоты соответствуют низкие звуки, колебаниям большой частоты — высокие звуки. |

36. Амплитудная модуляция. Детектирование. Распространение радиоволн.

АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ - изменение амплитуды колебаний или волн во времени. Термин "Амплитудной модуляции" применяется к процессам с медленным изменением амплитуд, когда их поведение приближённо можно описать с помощью непрерывных функций. Как несущие колебания, так и их огибающие могут быть гармоническими, импульсными, случайными и т. п.

Амплитудная модуляция высокочастотных колебаний достигается специальным воздействием на генератор высокочастотных незатухающих колебаний. В частности, модуляцию можно осуществить, изменяя на колебательном контуре напряжение, создаваемое источником. Чем больше напряжение на контуре генератора, тем больше энергии поступает за период от источника в контур. Это приводит к увеличению амплитуды колебаний в контуре. При уменьшении напряжения энергия, поступающая в контур, также уменьшается. Поэтому уменьшается и амплитуда колебаний в контуре.

Принятый приемником модулированный высокочастотный сигнал даже после усиления не способен непосредственно вызвать колебания мембраны телефона или рупора громкоговорителя со звуковой частотой. Он может вызвать только высокочастотные колебания, не воспринимаемые нашим ухом. Поэтому в приемнике необходимо сначала из высокочастотных модулированных колебаний выделить сигнал звуковой частоты, т. е. провести детектирование.

Детектирование осуществляется устройством, содержащим элемент с односторонней проводимостью — детектор. Таким элементом может быть полупроводниковый диод.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН - процесс передачи в пространстве эл--магн. колебаний радиодиапазона. В естественных условиях распространение радиоволн происходит в различных средах, например, в атмосфере или в поверхностном слое Земли. Скорость распространения радиоволн в свободном пространстве в вакууме равна скорости света

1. Законы отражения и преломления света. Квантовая теория. Фотоэффект и его законы.

На границе, разделяющей две среды, происходит смена направления световых лучей в том случае, если эта граница намного превышает длину волны. При этом отражение света возникает, когда часть его энергии возвращается в первую среду.

Законы:

1. Угол падения равен углу отражения
2. Луч, падающий, отраженный и преломленный, а также перпендикуляр, проведенный в точку падения, лежат в одной плоскости.
3. Лучи обладают свойством обратимости (Обратимость световых лучей означает, что если показатель преломления при переходе из первой среды во вторую равняется n, то при переходе из второй среды в первую он равен 1/n.)

Преломление света — явление, при котором луч света, переходя из одной среды в другую, изменяет направление на границе этих сред.

n = sinАльфа/sinБета=C/V(скорость) с – скорость света в вакууме

Закон преломления: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред.

Убедиться в справедливости закона можно экспериментально, измеряя углы падения и преломления и вычисляя отношение их синусов при различных углах падения. Это отношение остается неизменным.

Фотоэффект — это вырывание электронов из вещества под действием света.

В результате исследований было установлено 3 закона фотоэффекта:

1. Фототок насыщения прямо пропорционален падающему световому потоку.

U3e=mV2/2 U – энергия эл. поля mV – кин. Энергия вырванных электронов

2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно растает с частотой света и зависит от его интенсивности.

hню=Aвых+mV2/2

hнюmin=Aвых

3. Для каждого вещества существует максимальная длина волны, при которой фотоэффект еще наблюдается. При больших длинах фотоэффекта нет.

Нюmin=Aвых/h

Квантовая теория:

Согласно квантовой теории, атомы всегда излучают или принимают лучевую энергию только порциями, прерывно, а именно определенными квантами кванты энергии, величина энергии которых равна частоте колебаний (скорость света, деленная на длину волны) соответствующего вида излучения, умноженной на планковский квант действия.

1. Линза. Фокусное расстояние. Построение изображения в линзах.

Линза – прозрачное тело, ограниченное 2-мя сферическими поверхностями.

Виды (отдельно): 1.двояковыпуклая 2.плосковыпуклая 3.вогнутовыпуклая 4.двояковогнутая 5.плосковогнутая 6.выпукловогнутая

По физическим свойствам делятся на собирающие и рассеивающие.

**Рассеивающая линза.** Вогнутые линзы, находящиеся в оптически менее плотной среде, являются рассеивающими. Направив на такую линзу лучи параллельно главной оптической оси, мы получим расходящийся пучок лучей. Их продолжения пересекаются в главном фокусе рассеивающей линзы.

**Собирающая линза**. Обычно линзы изготавливают из стекла. Выпуклые линзы являются собирающими. Любую из них можно представить как совокупность стеклянных призм. В воздухе каждая призма отклоняет лучи к основанию. Все лучи, идущие через линзу, отклоняются в сторону ее главной оптической оси.

**Фокусное расстояние линзы** — это дистанция между оптическим центром линзы и ее главным фокусом. Линзу относят к положительной (собирающей), когда ее фокусное расстояние больше нуля (F>0), и отрицательной (рассеивающей), когда ее фокусное расстояние менее нуля (F<0).

Формула фокусного расстояния для тонкой линзы: 1/F=1/d+1/f

Где: F — фокусное расстояние линзы;

d — дистанция от объекта, до линзы;

f — дистанция от линзы, до изображения;

n — относительный показатель преломления;

R1 — радиус кривизны передней части линзы;

R2 — радиус кривизны задней части линзы.

для любой линзы: 1/F=(n-1)(1/R1-1/R2)

Где:

F — фокусное расстояние линзы;

n — относительный показатель преломления;

R1 — радиус кривизны передней части линзы;

R2 — радиус кривизны задней части линзы.

39. Дисперсия света. Спектроскопы. Спектры. Спектральный анализ и его применение.

Явление дисперсии заключается в том, что показатель преломления зависит от частоты падающей волны. Чем больше частота, тем больше показатель преломления. Один из самых наглядных примеров дисперсии — разложение белого света при прохождении его через призму. Сущностью явления дисперсии является неодинаковая скорость распространения лучей света c различной длиной волны в оптической среде.

Спектроскоп, прибор для получения и изучения спектра света электромагнитного излучения (света или других длин волн). Спектроскоп является основным инструментом спектроскопии, где он применяется для исследования химического состава и физических параметров объекта. Спектроскопы применяются в астрономии для изучения света звезд и в химии для обнаружения следов различных химических элементов в образцах. Свет, входящий в спектроскоп, сводится в тонкий пучок при помощи щели и линзы. Затем луч проходит либо через призму, либо через дифракционную решётку, разлагаясь в спектр. С решеткой или призмой соединена шкала, по которой можно определить спектральные длины волн.

Спектры - это разложение света на составные части, лучи разных цветов.

По видам делятся на:   
Непрерывные спектры. Если солнечный спектр или спектр дугового фонаря является непрерывным, то в спектре представлены волны всех длин. В спектре нет разрывов, и на экране спектрографа можно видеть сплошную разноцветную полосу.

Линейчатые спектры - оптические спектры испускания и поглощения, состоящие из отдельных спектральных линий.

Полосатые спектры - Полосатый спектр состоит из отдельных полос, разделенных темными промежутками. Каждая полоса представляет собой совокупность большого числа очень тесно расположенных линий.

Спектральные анализы – это определение элементного и молекулярного состава и строения веществ по их спектрам. Атомы каждого элемента испускают излучение определенных длин волн, это в свою очередь, позволяет определить, какие элементы входят в состав данного вещества. Спектры определяются свойствами электронных оболочек атомов и молекул, и воздействием структуры и массы атомных ядер на положение энергетических уровней. Спектральный анализ может обнаружить элементы в сложном веществе, даже если их масса не превышает 10грамм.

Методы спектрального анализа – методы, заключающиеся в определении химического состава и строения веществ по их спектру.

1. Эмиссионные методы – используют спектры поглощения атомов и является одним из наиболее распространенных методов элементарного анализа вещества, основанный на регистрации атомных спектров с помощью специального прибора – спектрографа. Целью практического эмиссионного анализа является качественное обнаружение элементов в веществе.
2. Абсорбционные методы - используют спектры поглощения молекул и их частей. Абсорбционный анализ – аналитический метод определения содержащихся в пробе элементов, основанный на поглощении света свободными атомами. Анализ используется для исследования микроколичеств объектов.

40. Волновая природа света. Интерференция и дифракция света.

свет представляет собой поток частиц (корпускул), испускаемых светящимися телами. Ньютон считал, что движение световых корпускул подчиняется законам механики.

Интерференция волн — взаимное усиление или ослабление двух (или большего числа) волн при их наложении друг на друга при одновременном распространении в пространстве. Когда два источника излучают синусоидальные волны одинаковой частоты, то в месте встречи возникает интерференционная картина. Однако если попытаться поставить такой же опыт с помощью двух независимых источников света, излучающих одинаковый свет, то никакой интерференционной картины не возникнет — в месте встречи обеих волн мы будем наблюдать просто суммирование интенсивностей света.

41. Шкала электромагнитных волн.

Мы знаем, что длина электромагнитных волн бывает самой различной: от 103 м (радиоволны) до 10-10 м (рентгеновские лучи). Свет составляет ничтожную часть широкого спектра электромагнитных волн. При изучении этой малой части спектра были открыты другие излучения с необычными свойствами.

На форзацах изображена полная шкала электромагнитных волн с указанием длин волн и частот различных излучений, а также устройства, с помощью которых получают электромагнитные волны разных диапазонов частот.

Принято выделять: низкочастотное излучение, радиоизлучение, инфракрасные лучи, видимый свет, ультрафиолетовые лучи, рентгеновские лучи и γ-излучение.

Принципиального различия между отдельными излучениями нет. Все они представляют собой электромагнитные волны, порождаемые заряженными частицами.

Обнаруживаются электромагнитные волны в основном по их действию на заряженные частицы. В вакууме электромагнитное излучение любой длины волны распространяется со скоростью 300 000 км/с. Границы между отдельными областями шкалы излучений весьма условны.

Излучения различных длин волн отличаются друг от друга по способам их получения (излучение антенны, тепловое излучение, излучение при торможении быстрых электронов и др.) и методам регистрации.

Все перечисленные виды электромагнитного излучения порождаются также космическими объектами и успешно исследуются с помощью ракет, искусственных спутников Земли и космических кораблей. В первую очередь это относится к рентгеновскому и у-излучениям, сильно поглощаемым атмосферой. По мере уменьшения длины волны количественные различия в длинах волн приводят к существенным качественным различиям.

Излучения различной длины волны очень сильно отличаются друг от друга по поглощению их веществом. Коротковолновые излучения (рентгеновское и особенно γ-лучи) поглощаются слабо. Непрозрачные для волн оптического диапазона вещества прозрачны для этих излучений.

Коэффициент отражения электромагнитных волн также зависит от длины волны.

Длина электромагнитных волн изменяется в широком диапазоне. Независимо от длины волны все электромагнитные волны обладают одинаковыми свойствами. Существенные различия наблюдаются при взаимодействии с веществом: коэффициенты поглощения и отражения зависят от длины волны.

42. Принципы работы лазеров. Применение лазерных генераторов.

На вопрос о том, что такое *лазер*, академик Н. Г. Басов отвечал так: «Лазер**1** — это устройство, в котором энергия, например тепловая, химическая, электрическая, преобразуется в энергию электромагнитного поля — лазерный луч. При таком преобразовании часть энергии неизбежно теряется, но важно то, что полученная в результате лазерная энергия обладает более высоким качеством. Качество лазерной энергии определяется ее высокой концентрацией и возможностью передачи на значительное расстояние. Лазерный луч можно сфокусировать в крохотное пятнышко диаметром порядка длины световой волны и получить плотность энергии, превышающую уже на сегодняшний день плотность энергии ядерного взрыва. С помощью лазерного излучения уже удалось достичь самых высоких значений температуры, давления, магнитной индукции. Наконец, лазерный луч является самым емким носителем информации и в этой роли — принципиально новым средством ее передачи и обработки».

**Индуцированное излучение.** В 1917 г. Эйнштейн предсказал возможность так называемого *индуцированного* (вынужденного) излучения света атомами. Под **индуцированным излучением** понимается излучение возбужденных атомов под действием падающего на них света. Характерной особенностью этого излучения является то, что возникшая при индуцированном излучении световая волна не отличается от волны, падающей на атом, ни частотой, ни фазой, ни поляризацией; таким образом, падающая и излученная волны являются когерентными.

На языке квантовой теории вынужденное излучение означает переход атома из высшего энергетического состояния в низшее, но не самопроизвольный, как при обычном излучении, а переход под влиянием внешнего воздействия.

**Лазеры.** Еще в 1940 г. советский физик В. А. Фабрикант указал на возможность использования явления вынужденного излучения для усиления электромагнитных волн. В 1954 г. советские ученые Н. Г. Басов и А. М. Прохоров и независимо от них американский физик Ч. Таунс использовали явление индуцированного излучения для создания микроволнового генератора радиоволн с длиной волны λ = 1,27 см. За разработку нового принципа генерации и усиления радиоволн Н. Г. Басову и А. М. Прохорову в 1959 г. была присуждена Ленинская премия. В 1963 г. Н. Г. Басов, А. М. Прохоров и Ч. Таунс были удостоены Нобелевской премии.

В 1960 г. в США был создан первый лазер — квантовый генератор электромагнитных волн в видимом диапазоне спектра.

Свойства лазерного излучения. Лазерные источники света обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с другими источниками света.

1. Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения (около 10-5рад). На Луне такой пучок, испущенный с Земли, дает пятно диаметром 3 км.

2. Свет лазера обладает исключительной монохроматичностью. В отличие от обычных источников света, атомы которых излучают свет независимо друг от друга, в лазерах атомы излучают свет согласованно. Поэтому фаза волны не испытывает нерегулярных изменений.

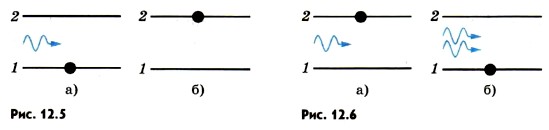
3. Лазеры являются самыми мощными источниками света. В узком интервале спектра кратковременно (в течение промежутка времени продолжительностью порядка 10-13 с) у некоторых типов лазеров достигается мощность излучения 1017 Вт/см2, в то время как мощность излучения Солнца равна только 7 • 103 Вт/см2, причем суммарно по всему спектру. На узкий же интервал Δλ = 10-6 см (ширина спектральной линии лазера) приходится у Солнца всего 0,2 Вт/см2. Напряженность электрического поля в электромагнитной волне, излучаемой лазером, превышает напряженность поля внутри атома.

**Принцип действия лазеров.** В обычных условиях большинство атомов находится в низшем энергетическом состоянии. Поэтому при низких температурах вещества не светятся.

При прохождении электромагнитной волны сквозь вещество ее энергия поглощается. За счет поглощенной энергии волны часть атомов возбуждается, т. е. переходит в более высокое энергетическое состояние. При этом у светового пучка отнимается энергия, равная разности энергий между уровнями 2 и 1:

hν = Е2 - Е1.

На рисунке (12.5, а) схематически представлены невозбужденный атом и электромагнитная волна в виде отрезка синусоиды. Электрон находится на нижнем уровне. На рисунке (12.5, б) изображен возбужденный атом, поглотивший энергию. Возбужденный атом может отдать свою энергию соседним атомам при столкновении или испустить фотон.



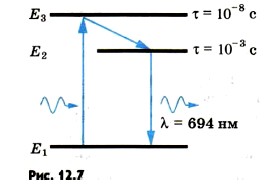
Теперь представим себе, что каким-либо способом мы возбудили бо́льшую часть атомов среды. Тогда при прохождении через вещество электромагнитной волны с частотой

энергетические состояния

эта волна будет не ослабляться, а, напротив, усиливаться за счет индуцированного излучения. Под ее воздействием атомы согласованно переходят в низшие энергетические состояния, излучая волны, совпадающие по частоте и фазе с падающей волной. На рисунке (12.6), а изображены возбужденный атом и волна, а на рисунке (12.6, б) схематически показано, что атом перешел в основное состояние, а волна усилилась.

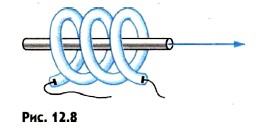
**Трехуровневая система.** Существуют различные методы получения среды с возбужденными состояниями атомов. В рубиновом лазере для этого используется специальная мощная лампа. Атомы возбуждаются за счет поглощения света.

Но двух уровней энергии для работы лазера недостаточно. Каким бы мощным ни был свет лампы, число возбужденных атомов не будет больше числа невозбужденных. Ведь свет одновременно и возбуждает атомы, и вызывает в них индуцированные переходы с верхнего уровня на нижний.

Выход был найден в использовании трех энергетических уровней (общее число уровней всегда велико, но речь идет о «работающих» уровнях). На рисунке 12.7 изображены три энергетических уровня. Существенно, что в отсутствие внешнего воздействия время, в течение которого атомная система находится в различных энергетических состояниях («время жизни»), неодинаково. На уровне 3 система «живет» очень мало, порядка 10-8 с, после чего самопроизвольно переходит в состояние 2 без излучения света. (Энергия при этом передается кристаллической решетке.) «Время жизни» в состоянии 2 в 100 000 раз больше, т. е. составляет около 10-3 с. Переход из состояния 2 в состояние 1 под действием внешней электромагнитной волны сопровождается излучением. Это используется в лазерах. После вспышки мощной лампы система переходит в состояние 3 и спустя промежуток времени около 10-8 с оказывается в состоянии 2, в котором «живет» сравнительно долго. Таким образом и создается «перенаселенность» возбужденного уровня 2 по сравнению с невозбужденным уровнем 1.

Необходимые энергетические уровни имеются в кристаллах рубина. Рубин — это красный кристалл оксида алюминия Аl2O3 с примесью атомов хрома (около 0,05%). Именно уровни ионов хрома в кристалле обладают требуемыми свойствами.

**Устройство рубинового лазера.** Из кристалла рубина изготовляют стержень с плоскопараллельными торцами. Газоразрядная лампа, имеющая форму спирали (рис. 12.8), дает сине-зеленый свет. Кратковременный импульс тока от батареи конденсаторов емкостью в несколько тысяч микрофарад вызывает яркую вспышку лампы. Спустя малое время энергетический уровень 2 становится «перенаселенным». В результате самопроизвольных переходов 2 —> 1 начинают излучаться волны всевозможных направлений. Те из них, которые идут под углом к оси кристалла, выходят из него и не играют в дальнейших процессах никакой роли. Но волна, идущая вдоль оси кристалла, многократно отражается от его торцов. Она вызывает индуцированное излучение возбужденных ионов хрома и быстро усиливается.

Один из торцов рубинового стержня делают зеркальным, а другой — полупрозрачным. Через полупрозрачный торец выходит мощный кратковременный (длительностью около сотни микросекунд) импульс красного света, обладающий теми феноменальными свойствами, о которых было рассказано в начале параграфа.

Волна является когерентной, так как все атомы излучают согласованно, и очень мощной, так как при индуцированном излучении вся запасенная энергия выделяется за очень малое время.

**Другие типы лазеров.** Рубиновый лазер, с которым мы ознакомились, работает в импульсном режиме. Существуют также лазеры непрерывного действия. В газовых лазерах этого типа рабочим веществом является газ. Атомы рабочего вещества возбуждаются электрическим разрядом.

Применяются и полупроводниковые лазеры непрерывного действия. Они созданы впервые в нашей стране. В них энергия для излучения заимствуется от электрического тока.

Созданы очень мощные газодинамические лазеры непрерывного действия на сотни киловатт. В этих лазерах «перенаселенность» верхних энергетических уровней возникает при расширении и адиабатном охлаждении сверхзвуковых газовых потоков, нагретых до нескольких тысяч кельвинов.

**Применение лазеров.** Очень перспективно применение лазерного луча для связи, особенно в космическом пространстве, где нет поглощающих свет облаков. Лазеры используются для записи и хранения информации (лазерные диски). Огромная мощность лазерного луча используется для испарения различных материалов в вакууме, для сварки и т. д. С помощью луча лазера проводят хирургические операции: например, «приваривают» отслоившуюся от глазного дна сетчатку; помогают человеку получать объемные изображения предметов, используя когерентность лазерного луча.

Лазеры позволили создать светолокатор, с помощью которого расстояния до предметов измеряются с точностью до нескольких миллиметров. Такая точность недоступна для радиолокаторов.

Возбуждая лазерным излучением атомы или молекулы, можно вызвать между ними химические реакции, которые в обычных условиях не идут.

Перспективным может быть использование мощных лазерных лучей для осуществления управляемой термоядерной реакции.

В настоящее время лазеры настолько широко используются, что перечислить все области их применения не представляется возможным.

Создание лазеров — пример того, как развитие фундаментальной науки (квантовой теории) приводит к гигантскому прогрессу в самых различных областях техники и технологии.

43. Методы регистрации ионизирующих излучений.

Выражения *атомное ядро* и *элементарные частицы* уже неоднократно упоминались. Вы знаете, что атом состоит из ядра и электронов. Само атомное ядро состоит из элементарных частиц, нейтронов и протонов. Раздел физики, в котором исследуется строение и превращение атомных ядер, называется ядерной физикой.

Первоначально разделения на ядерную физику и физику элементарных частиц не было. С многообразием мира элементарных частиц физики столкнулись при изучении ядерных процессов. Выделение физики элементарных частиц в самостоятельную область исследования произошло около 1950 г. Сегодня существуют два самостоятельных раздела физики: содержание одного из них составляет изучение атомных ядер, а содержание другого — изучение природы, свойств и взаимных превращений элементарных частиц.

Вначале ознакомимся с устройствами, благодаря которым возникла и начала развиваться физика атомного ядра и элементарных частиц. Это устройства для регистрации и изучения столкновений и взаимных превращений ядер и элементарных частиц. Именно они дают людям необходимую информацию о микромире.

**Принцип действия приборов для регистрации элементарных частиц.** Любое устройство, регистрирующее элементарные частицы или движущиеся атомные ядра, подобно заряженному ружью с взведенным курком. Небольшое усилие при нажатии на спусковой крючок ружья вызывает эффект, не сравнимый с затраченным усилием, — выстрел.

Регистрирующий прибор — это более или менее сложная макроскопическая система, которая может находиться в неустойчивом состоянии. При небольшом возмущении, вызванном пролетевшей частицей, начинается процесс перехода системы в новое, более устойчивое состояние. Этот процесс и позволяет регистрировать частицу. В настоящее время используется множество различных методов регистрации частиц.

В зависимости от целей эксперимента и условий, в которых он проводится, применяются те или иные регистрирующие устройства, отличающиеся друг от друга по основным характеристикам.

Газоразрядный счетчик Гейгера. Счетчик Гейгера — один из важнейших приборов для автоматического подсчета частиц.

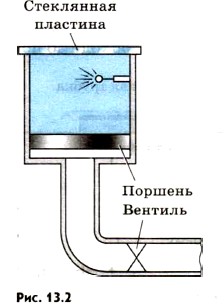
Счетчик (рис. 13.1) состоит из стеклянной трубки, покрытой изнутри металлическим слоем (катод), и тонкой металлической нити, идущей вдоль оси трубки (анод). Трубка заполняется газом, обычно аргоном. Действие счетчика основано на ударной ионизации. Заряженная частица (электрон, α-частица и т. д.), пролетая в газе, отрывает от атомов электроны и создает положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между анодом и катодом (к ним подводится высокое напряжение) ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация. Возникает лавина ионов, и ток через счетчик резко возрастает. При этом на нагрузочном резисторе R образуется импульс напряжения, который подается в регистрирующее устройство.

Для того чтобы счетчик мог регистрировать следующую попавшую в него частицу, лавинный разряд необходимо погасить. Это происходит автоматически. Так как в момент появления импульса тока падение напряжения на нагрузочном резисторе R велико, то напряжение между анодом и катодом резко уменьшается — настолько, что разряд прекращается.

Счетчик Гейгера применяется в основном для регистрации электронов и γ-квантов (фотонов большой энергии).

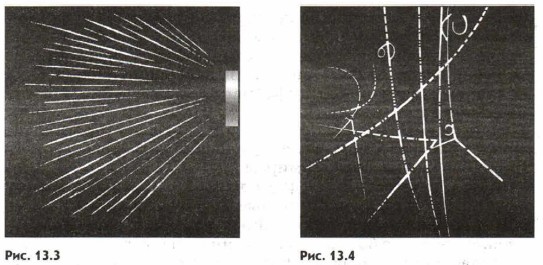
В настоящее время созданы счетчики, работающие на иных принципах.

**Камера Вильсона.** Счетчики позволяют лишь регистрировать факт прохождения через них частицы и фиксировать некоторые ее характеристики. В камере же Вильсона, созданной в 1912 г., быстрая заряженная частица оставляет след, который можно наблюдать непосредственно или сфотографировать. Этот прибор можно назвать окном в микромир, т. е. мир элементарных частиц и состоящих из них систем.

Принцип действия камеры Вильсона основан на конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды. Эти ионы создает вдоль своей траектории движущаяся заряженная частица.

Камера Вильсона представляет собой герметически закрытый сосуд, заполненный парами воды или спирта, близкими к насыщению (рис. 13.2). При резком опускании поршня, вызванном уменьшением давления под ним, пар в камере адиабатно расширяется. Вследствие этого происходит охлаждение, и пар становится перенасыщенным. Это — неустойчивое состояние пара: он легко конденсируется, если в сосуде появляются центры конденсации. Центрами конденсации становятся ионы, которые образует в рабочем пространстве камеры пролетевшая частица. Если частица проникает в камеру сразу после расширения пара, то на ее пути появляются капельки воды. Эти капельки образуют видимый след пролетевшей частицы — **трек** (рис. 13.3). Затем камера возвращается в исходное состояние, и ионы удаляются электрическим полем. В зависимости от размеров камеры время восстановления рабочего режима варьируется от нескольких секунд до десятков минут.

Информация, которую дают треки в камере Вильсона, значительно богаче той, которую могут дать счетчики. По длине трека можно определить энергию частицы, а по числу капелек на единицу длины трека — ее скорость. Чем длиннее трек частицы, тем больше ее энергия. А чем больше капелек воды образуется на единицу длины трека, тем меньше ее скорость. Частицы с большим зарядом оставляют трек большей толщины.



Советские физики П. Л. Капица и Д. В. Скобельцын предложили помещать камеру Вильсона в однородное магнитное поле. Магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу с определенной силой (силой Лоренца). Эта сила искривляет траекторию частицы, не изменяя модуля ее скорости. Трек имеет тем большую кривизну, чем больше заряд частицы и чем меньше ее масса. По кривизне трека можно определить отношение заряда частицы к ее массе. Если известна одна из этих величин, то можно вычислить другую. Например, по заряду частицы и кривизне ее трека можно найти массу частицы.

**Пузырьковая камера.** В 1952 г. американским ученым Д. Глейзером было предложено использовать для обнаружения треков частиц перегретую жидкость. В такой жидкости на ионах (центрах парообразования), образующихся при движении быстрой заряженной частицы, появляются пузырьки пара, дающие видимый трек. Камеры данного типа были названы *пузырьковыми*.

В исходном состоянии жидкость в камере находится под высоким давлением, предохраняющим ее от закипания, несмотря на то, что температура жидкости несколько выше температуры кипения при атмосферном давлении. При резком понижении давления жидкость оказывается перегретой, и в течение небольшого времени она будет находиться в неустойчивом состоянии. Заряженные частицы, пролетающие именно в это время, вызывают появление треков, состоящих из пузырьков пара (рис. 13.4). В качестве жидкости используются главным образом жидкий водород и пропан. Длительность рабочего цикла пузырьковой камеры невелика — около 0,1 с.

Преимущество пузырьковой камеры перед камерой Вильсона обусловлено большей плотностью рабочего вещества. Пробеги частиц вследствие этого оказываются достаточно короткими, и частицы даже больших энергий застревают в камере. Это позволяет наблюдать серию последовательных превращений частицы и вызываемые ею реакции.

Треки в камере Вильсона и пузырьковой камере — один из главных источников информации о поведении и свойствах частиц.

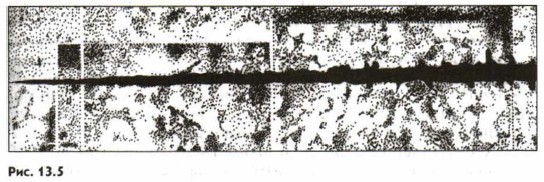
Наблюдение следов элементарных частиц производит сильное впечатление, создает ощущение непосредственного соприкосновения с микромиром.

Метод толстослойных фотоэмульсий. Для регистрации частиц наряду с камерами Вильсона и пузырьковыми камерами применяются толстослойные фотоэмульсии. Ионизирующее действие быстрых заряженных частиц на эмульсию фотопластинки позволило французскому физику А. Бекке- релю открыть в 1896 г. радиоактивность. Метод фотоэмульсии был развит советскими физиками Л. В. Мысовским, Г. Б. Ждановым и др.

Фотоэмульсия содержит большое количество микроскопических кристалликов бромида серебра. Быстрая заряженная частица, пронизывая кристаллик, отрывает электроны от отдельных атомов брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При проявлении в этих кристалликах восстанавливается металлическое серебро и цепочка зерен серебра образует трек частицы (рис. 13.5). По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы.

Из-за большой плотности фотоэмульсии треки получаются очень короткими (порядка 10-3см для α-частиц, испускаемых радиоактивными элементами), но при фотографировании их можно увеличить.

Преимущество фотоэмульсий в том, что время экспозиции может быть сколь угодно большим. Это позволяет регистрировать редкие явления. Важно и то, что благодаря большой тормозящей способности фотоэмульсий увеличивается число наблюдаемых интересных реакций между частицами и ядрами.



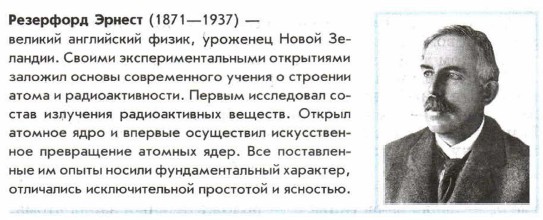
Мы рассказали далеко не о всех приборах, регистрирующих элементарные частицы. Современные приборы для обнаружения редко встречающихся и короткоживущих частиц очень сложны. В их создании принимают участие сотни людей.

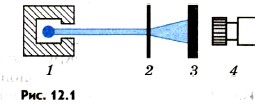
44. Опыт Резерфорда по рассеянию альфа- частиц. Квантовые постулаты Бора. Излучение и поглощение света.

**Опыты Резерфорда.** Масса электронов в несколько тысяч раз меньше массы атомов. Так как атом в целом нейтрален, то, следовательно, основная масса атома приходится на его положительно заряженную часть.

Для экспериментального исследования распределения положительного заряда, а значит, и массы внутри атома Эрнест Резерфорд предложил в 1906 г. применить зондирование атома с помощью α-частиц. Эти частицы возникают при распаде радия и некоторых других элементов. Их масса примерно в 8000 раз больше массы электрона, а положительный заряд равен по модулю удвоенному заряду электрона. Это не что иное, как полностью ионизированные атомы гелия. Скорость α-частиц очень велика: она составляет 1/15 скорости света.

Этими частицами Резерфорд бомбардировал атомы тяжелых элементов. Электроны вследствие своей малой массы не могут заметно изменить траекторию а-частицы, подобно тому как камушек в несколько десятков граммов при столкновении с автомобилем не может значительно изменить его скорость.



Рассеяние (изменение направления движения) α-частиц может вызвать только положительно заряженная часть атома. Таким образом, по рассеянию α-частиц можно определить характер распределения положительного заряда и массы внутри атома. Схема опытов Резерфорда показана на рисунке 12.1.

Радиоактивный препарат, например радий, помещался внутри свинцового цилиндра 1, вдоль которого был высверлен узкий канал. Пучок -частиц из канала падал на тонкую фольгу 2 из исследуемого материала (золото, медь и пр.). После рассеяния α-частицы попадали на полупрозрачный экран 3, покрытый сульфидом цинка. Столкновение каждой частицы с экраном сопровождалось вспышкой света (сцинтилляцией), которую можно было наблюдать в микроскоп 4. Весь прибор размещался в сосуде, из которого был откачан воздух.

При хорошем вакууме внутри прибора в отсутствие фольги на экране возникал светлый кружок, состоящий из сцинтилляций, вызванных тонким пучком α-частиц. Но когда на пути пучка помещали фольгу, α-частицы из-за рассеяния распределялись на экране по кружку большей площади.

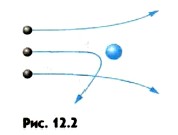
Модифицируя экспериментальную установку, Резерфорд попытался обнаружить отклонение α-частиц на большие углы. Для этого он окружил фольгу сцинтилляциоными экранами и определил число вспышек на каждом экране. Совершенно неожиданно оказалось, что небольшое число α-частиц (примерно одна из двух тысяч) отклонилось на углы, большие 90°. Позднее Резерфорд признался, что, предложив своим ученикам провести эксперимент по наблюдению за рассеянием α-частиц на большие углы, он сам не верил в положительный результат. «Это почти столь же невероятно, — говорил Резерфорд, — как если бы вы выстрелили 15-дюймовым снарядом в кусок тонкой бумаги, а снаряд возвратился бы к вам и нанес вам удар».

В самом деле, предвидеть этот результат на основе модели Томсона было нельзя. При распределении по всему атому положительный заряд не может создать достаточно сильное электрическое поле, способное отбросить α-частицу назад. Максимальная сила отталкивания может быть определена по закону Кулона:

закон Кулона

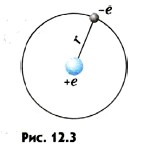
где qα — заряд α-частицы; q — положительный заряд атома; R — его радиус; k — коэффициент пропорциональности. Напряженность электрического поля равномерно заряженного шара максимальна на поверхности шара и убывает до нуля по мере приближения к центру. Поэтому чем меньше радиус R, тем больше сила, отталкивающая α-частицы.

**Определение размеров атомного ядра.** Резерфорд понял, что α-частица могла быть отброшена назад лишь в том случае, если положительный заряд атома и его масса сконцентрированы в очень малой области пространства. Так Резерфорд пришел к мысли о существовании *атомного ядра — тела малых размеров, в котором сконцентрированы почти вся масса и весь положительный заряд атома*.

На рисунке 12.2 показаны траектории α-частиц, пролетающих на различных расстояниях от ядра.

Подсчитывая число α-частиц, рассеянных на различные углы, Резерфорд смог оценить размеры ядра. Оказалось, что ядро имеет диаметр порядка 10-12—10-13 см (у разных ядер диаметры различны). Размер же самого атома 10-8 см, т. е. в 10—100 тысяч раз превышает размеры ядра. Впоследствии удалось определить и заряд ядра. При условии, что заряд электрона принят за единицу, заряд ядра в точности равен номеру данного химического элемента в периодической системе Д. И. Менделеева.

**Планетарная модель атома.** На основе своих опытов Резерфорд создал планетарную модель атома. В центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. В целом атом нейтрален. Поэтому число внутриатомных электронов, как и заряд ядра, равно порядковому номеру элемента в периодической системе. Ясно, что покоиться электроны внутри атома не могут, так как они упали бы на ядро. Они движутся вокруг ядра, подобно тому как планеты обращаются вокруг Солнца. Такой характер движения электронов определяется действием кулоновских сил притяжения со стороны ядра.

В атоме водорода вокруг ядра обращается всего лишь один электрон. Ядро атома водорода имеет положительный заряд, равный по модулю заряду электрона, и массу, примерно в 1836,1 раза бо́льшую массы электрона. Это ядро было названо **протоном** и стало рассматриваться как элементарная частица. Размер атома водорода — это радиус орбиты его электрона (рис. 12.3).

Простая и наглядная планетарная модель атома имеет прямое экспериментальное обоснование. Она кажется совершенно необходимой для объяснения опытов по рассеиванию α-частиц. Но на основе этой модели нельзя объяснить факт существования атома, его устойчивость. Ведь движение электронов по орбитам происходит с ускорением, причем весьма немалым. Ускоренно движущийся заряд по законам электродинамики Максвелла должен излучать электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра. Излучение сопровождается потерей энергии. Теряя энергию, электроны должны приближаться к ядру, подобно тому как спутник приближается к Земле при торможении в верхних слоях атмосферы. Как показывают строгие расчеты, основанные на механике Ньютона и электродинамике Максвелла, электрон за ничтожно малое время (порядка 10-8 с) должен упасть на ядро. Атом должен прекратить свое существование.

В действительности ничего подобного не происходит. Атомы устойчивы и в невозбужденном состоянии могут существовать неограниченно долго, совершенно не излучая электромагнитные волны.

Не согласующийся с опытом вывод о неизбежной гибели атома вследствие потери энергии на излучение — это результат применения законов классической физики к явлениям, происходящим внутри атома. Отсюда следует, что к таким явлениям законы классической физики неприменимы.

Резерфорд создал планетарную модель атома: электроны обращаются вокруг ядра, подобно тому как планеты обращаются вокруг Солнца. Эта модель проста, обоснована экспериментально, но не позволяет объяснить устойчивость атома.

# Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору

Выход из крайне затруднительного положения в теории атома был найден в 1913 г. датским физиком Нильсом Бором на пути дальнейшего развития квантовых представлений о процессах в природе.

Эйнштейн оценивал проделанную Бором работу «как высшую музыкальность в области мысли», всегда его поражавшую. Основываясь на разрозненных опытных фактах, Бор благодаря гениальной интуиции правильно предугадал путь развития теории атома.

**Постулаты Бора.** Последовательной теории атома Бор, однако, не разработал. Он в виде постулатов сформулировал основные положения новой теории. Причем и законы классической физики не отвергались им безоговорочно. Новые постулаты, скорее, налагали лишь некоторые ограничения на рассматриваемые классической физикой движения.

Успех теории Бора был тем не менее поразительным, и всем ученым стало ясно, что Бор нашел правильный путь развития теории. Этот путь привел впоследствии к созданию стройной теории движения микрочастиц — квантовой механики.

*Первый постулат Бора* гласит: **существуют особые, станционарные состояния атома, находясь в которых атом не излучает энергию, при этом электроны в атоме движутся с укорением. Каждому стационарному состоянию соответствует определенная энергия Еn**.

Согласно *второму постулату Бора* **излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией Ek в стационарное состояние с меньшей энергией Еn. Энергия излученного фотона равна разности энергий стационарных состояний**:

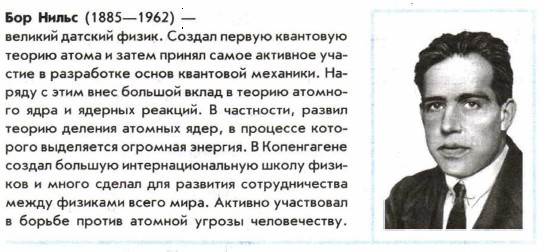
hvkn = Еk - Еn                         (12.2)

Отсюда частоту излучения можно выразить так:

частоту излучения можно выразить так

Согласно теории Бора энергия электрона в атоме водорода, находящегося на n-м энергетическом уровне, равна:

энергия электрона в атоме водорода



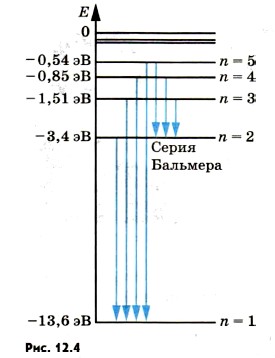
При поглощении света атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.

Второй постулат, также как и первый, противоречит электродинамике Максвелла, так как согласно этому постулату частота излучения света свидетельствует не об особенностях движения электрона, а лишь об изменении энергии атома.

Свои постулаты Бор применил для построения теории простейшей атомной системы — атома водорода. Основная задача состояла в нахождении частот электромагнитных волн, излучаемых водородом. Эти частоты можно найти на основе второго постулата и правила определения стационарных значений энергии атома. Это правило (так называемое правило квантования) Бору опять-таки пришлось постулировать.

**Модель атома водорода по Бору.** Используя законы механики Ньютона и правило квантования, на основе которого определяются возможные стационарные состояния атома, Бор смог вычислить радиусы орбит электрона и энергии стационарных состояний атома. Минимальный радиус орбиты определяет размеры атома. На рисунке 12.4 значения энергий стационарных состояний (в электрон- вольтах**1**) отложены на вертикальной оси.

**1** В атомной физике энергию принято выражать в электронвольтах (сокращенно эВ). 1 эВ равен энергии, приобретаемой электроном при прохождении им разности потенциалов 1 В: 1 эВ = 1,6 • 10-19 Дж.

Теория Бора приводит к количественному согласию с экспериментом для значений этих частот. Все частоты излучений атома водорода составляют в своей совокупности ряд серий, каждая из которых образуется при переходах атома в одно из энергетических состояний со всех верхних энергетических состояний (состояний с большей энергией).

Переходы в первое возбужденное состояние (на второй энергетический уровень) с верхних уровней образуют *серию Балъмера*. На рисунке 12.4 эти переходы изображены стрелками. Красная, зеленая и две синие линии в видимой части спектра водорода (см. рис. V, 3 на цветной вклейке) соответствуют переходам

Е3 → Е2, Е4 → Е2, Е3 → Е2, Е6 → Е2.

Данная серия названа по имени швейцарского учителя И. Бальмера, который еще в 1885 г. на основе экспериментальных данных получил простую формулу для определения частот видимой части спектра водорода.

**Поглощение света.** Поглощение света — процесс, обратный излучению. Атом, поглощая свет, переходит из низших энергетических состояний в высшие. При этом он поглощает излучение той же самой частоты, которую излучает, переходя из высших энергетических состояний в низшие.

На основе двух постулатов и правила квантования Бор определил радиус атома водорода и энергии стационарных состояний атома. Это позволило вычислить частоты излучаемых и поглощаемых атомом электромагнитных волн.

45. Радиоактивность. Альфа- и бета- частицы. Гамма- излучение.

Радиоактивность - разложение атомных ядер нек-рых химических элементов, сопровождающееся активным излучением.

Радиоактивный распад — спонтанное изменение состава или внутреннего строения нестабильных атомных ядер путём испускания элементарных частиц.

Альфа-излучение — поток положительно заряженных α-частиц (ядер атомов гелия). Основным источником альфа-излучения являются естественные радиоактивные изотопы, многие из которых испускают при распаде альфа-частицы

Бета-излучение — поток электронов или позитронов, испускаемых при радиоактивном бета-распаде ядер некоторых атомов. Электроны или позитроны образуются в ядре при превращении нейтрона в протон или протона в нейтрон.

Гамма-излучение — вид электромагнитного излучения с чрезвычайно малой длиной волны

На шкале электромагнитных волн гамма-излучение соседствует с рентгеновскими лучами, но имеет более короткую длину волны. Первоначально термин “гамма-излучение” относился к тому типу излучения радиоактивных ядер, который не отклонялся при прохождении через магнитное поле, в отличие от α- и β-излучений.

46. Состав ядра атома. Изотопы. Энергия связи атомных ядер.

Атом состоит из ядра и окружающего его электронного "облака". Находящиеся в электронном облаке электроны несут отрицательный электрический заряд. Протоны, входящие в состав ядра, несут положительный заряд.

В любом атоме число протонов в ядре в точности равно числу электронов в электронном облаке, поэтому атом в целом – нейтральная частица, не несущая заряда.

Атом может потерять один или несколько электронов или наоборот – захватить чужие электроны. В этом случае атом приобретает положительный или отрицательный заряд и называется ионом.

Практически вся масса атома сосредоточена в его ядре и плотность вещества в ядре фантастически велика. Спичечный коробок, наполненный веществом такой плотности, весил бы 2,5 миллиарда тонн.

Кроме протонов, в состав ядра большинства атомов входят нейтроны, не несущие никакого заряда. Масса нейтрона практически не отличается от массы протона. Вместе протоны и нейтроны называются нуклонами.

Изотопы (от др.-греч. ισος — «равный», «одинаковый», и τόπος — «место») — разновидности атомов (и ядер) какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный (порядковый) номер, но при этом разные массовые числа. Название связано с тем, что все изотопы одного атома помещаются в одно и то же место таблицы Менделеева.

Для того, чтобы атомные ядра были устойчивыми, протоны и нейтроны должны удерживаться внутри ядер огромными силами, во много раз превосходящими силы кулоновского отталкивания протонов. Силы, удерживающие нуклоны в ядре, называются ядерными. Они представляют собой проявление самого интенсивного из всех известных в физике видов взаимодействия – так называемого сильного взаимодействия.

Энергия связи ядра равна минимальной энергии, которую необходимо затратить для полного расщепления ядра на отдельные частицы. Из закона сохранения энергии следует, что энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.

47. Ядерные реакции деления и синтеза. Энергетический выход ядерных реакций. Цепная ядерная реакция. Управляемые ядерные реакции.

Ядерная реакция — это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и строения ядра. Последствием взаимодействия может стать деление ядра, испускание элементарных частиц или фотонов. Кинетическая энергия вновь образованных частиц может быть гораздо выше первоначальной, при этом говорят о выделении энергии ядерной реакцией. Впервые ядерную реакцию наблюдал Резерфорд в 1919 году

По механизму взаимодействия ядерные реакции делятся на два вида:

* реакции с образованием составного ядра, это двухстадийный процесс, протекающий при не очень большой кинетической энергии сталкивающихся частиц (примерно до 10 [МэВ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82)).
* прямые ядерные реакции, проходящие за ядерное время, необходимое для того, чтобы частица пересекла ядро. Главным образом такой механизм проявляется при больших энергиях бомбардирующих частиц.

Разность сумм энергии покоя ядер и частиц до реакции и после реакции называется энергетическим выходом ядерной реакции.

Цепная ядерная реакция — последовательность единичных ядерных реакций, каждая из которых вызывается частицей, появившейся как продукт реакции на предыдущем шаге последовательности.

В атомных бомбах цепная неуправляемая ядерная реакция возникает при быстром соединении двух кусков урана-235, каждый из которых имеет массу несколько ниже критической.

Устройство, в котором поддерживается управляемая реакция деления ядер, называется ядерным (или атомным) реактором.