Лекция 1. Элементы кинематики.

Физика в системе естественных наук. Физика и научно-технический прогресс. Общая структура и задачи дисциплины «Физика».

Физические модели: материальная точка, абсолютно твердое тело. Система отсчета, траектория, путь, перемещение. Поступательное и вращательное движения. Скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорения, полное ускорение.

Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и тангенциальным ускорением.

Типы движения: переменное, равнопеременное, равномерное.

Физика в системе естественных наук:

**1-й закон существования объективного**: всё, что существует объективно, оно обязательно изменяется (материя движется непрерывно). Всё существует во времени (подобно всё изменяется).

**2-й закон**: всё, что существует, объективно имеет размер. 2 вещи существовать не могут в одном и том же месте (поля, молекулы). Существует в пространстве и во времени (изменяется).

**Материя** – всё из чего создано объективно.

Наука появилась тогда, когда появилась письменность.

**Механическая** – самая простая движение материи.

**Физика** – наука о наиболее простых и вместе с тем наиболее общих формах движения материи и их взаимных превращениях.

Физика и научно-технический прогресс:

**Физика** тесно связана и с техникой, причем эта связь имеет двусторонний характер. Физика выросла из потребностей техники (развитие механики у древних греков, например, было вызвано запросами строительной и военной техники того времени), и техника, в свою очередь, определяет направление физических исследований (например, в свое время задача создания наиболее экономичных тепловых двигателей вызвала интенсивное развитие термодинамики).

Общая структура и задачи дисциплины «Физика»:

**Это фундаментальная база** для теоретической подготовки инженера, без которой его успешная деятельность невозможна.

Физические модели: материальная точка, абсолютно твердое тело:

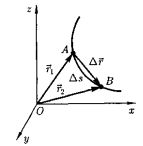
**Материальная точка** - тело, обладающее массой, размерами которого можно пренебречь.

Абсолютно твердое тело - тело, которое ни при каких условиях не может деформироваться и при всех условиях расстояние между двумя точками (или точнее между двумя частицами) этого тела остается постоянным.

Система отсчета, траектория, путь, перемещение:

**Система отсчета** - совокупность системы координат и часов.

**Траектория (движения мат. точки**) – линия, описываемой этой точки в пространстве.



**Путь** – отрезок траектории, который пройден от начала движения за время .

**Перемещение** - вектор , проведенный из начального положения движения точки в положение ее в данный момент времени.

Поступательное и вращательное движения:

**Поступательное движение** - движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению.

**Вращательное движение** - движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения.

Скорость и ускорение:

**Скорость** – как быстрота движения, так и его направление в данный момент времени.

Скорость бывает средняя, мгновенная.

**Вектор средней скорости** (v) - отношение приращения радиуса-вектора точки к промежутку времени At: 

**Мгновенная скорость** - При неограниченном уменьшении At средняя скорость стремится к предельному значению, т.е средняя v и есть мгновенная v.



**Ускорение** - физической величина, характеризующая быстроту изменения скорости по модулю и направлению.

**Среднее ускорение** (неравномерного движения в интервале от t до t + t) - векторная величина, равная отношению изменения скорости v к интервалу времени At:



**Мгновенным ускорением** а - материальной точки в момент времени t будет предел среднего ускорения:



Нормальное и тангенциальное ускорения, полное ускорение:

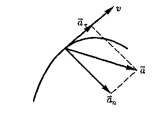
**Тангенциальная составляющая ускорения** – определяет быстроту изменения скорости по модулю. Направлена по касательной к траектории.



**Нормальная составляющая ускорения** – определяет быстроту изменения скорости по направлению. Направлена по главной нормали к траектории к центру ее кривизны.



**Полное ускорение (тела**) - есть геометрическая сумма тангенциальной и нормальной составляющих:

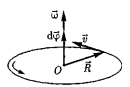
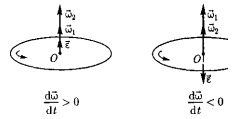
 

Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и тангенциальным ускорением:

**Угловая скорость** – векторная величина, определяемая первой производной угла поворота тела по времени. Вектор направлен вдоль оси вращения по правилу правого винта, т.е. так же, как и вектор d.



**Угловое ускорение** - векторная величина, определяемая первой производной угловой скорости по времени:

При ускоренном движений вектор сонаправлен вектору , при замедленном — противонаправлен ему. Связь между линейными (длина пути s, пройденного точкой по дуге окружности радиусом R, линейная скорость v, тангенциальное ускорение , нормальное ускорение ) и угловыми величинами (угол поворота , угловая скорость , угловое ускорение ) выражается следующими формулами:



Типы движения: переменное, равнопеременное, равномерное:

**Переменное (неравномерное**) – при неравномерном движении модуль мгновенной скорости с течением времени изменяется.



**Равнопеременное** (движение точки по окружности)



**Равномерное** - числовое значение мгновенной скорости постоянно:



Лекция 2. Динамика материальной точки

Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. I закон Ньютона. Основные динамические характеристики: масса, импульс, сила. Центр масс. II закон Ньютона – основной закон динамики поступательного движения. III закон Ньютона. Закон Всемирного тяготения. Силы упругости и трения, сила тяжести и вес тела.

Инерциальные и неинерциальные системы отсчета:

**Инерциальные системы отсчета** - такая система отсчета, относительно которой материальная точка, свободная от внешних воздействий, либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно. Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчета. (1 - **гелиоцентрическую** (звездную), начало координат находится в центре **Солнца**, а оси проведены в направлении определенных звезд, 2 – **геоцентрическая** (**Полярная звезда в центре Вселенной**), 3 – **Земля** (считается **неинерц**.)).

**Неинерциальные системы отсчета** - системы отсчета, движущиеся относительно инерциальной системы с ускорением. **Поезд** – **неинерциальное**, производить измерять нельзя.

I закон Ньютона:

Существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, в которых если на тело не действуют силы или равнодействующая всех сил равна нулю, то это тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя.

**Инертность** - Стремление тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Основные динамические характеристики: масса, импульс, сила.

**Масса тела** – физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные (инертная масса) и гравитационные (гравитационная масса) свойства. Гравитац. равна инерт. массе с точностью до 16 знаков.

**Импульс** – произведению массы материальной точки на ее скорость и имеющая направление скорости.



**Сила** - это векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.



Центр масс:

Воображаемая точка С, положение которой характеризует распределение массы этой системы. Ее радиус-вектор равен:

, где - масса и радиус-вектор i-й материальной точки; п — число материальных точек в системе, m – масса системы.

II закон Ньютона – основной закон динамики поступательного движения:

Ускорение, приобретаемое материальной точкой (телом), пропорционально вызывающей его силе, совпадает с нею по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки (тела).



III закон Ньютона – взаимодействие между двумя точками:

Всякое действие материальных точек (тел) друг на друга носит характер взаимодействия; силы, с которыми действуют друг на друга материальные точки, всегда равны по модулю, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти точки.

Закон Всемирного тяготения:

Между любыми двумя материальными точками действует сила взаимного притяжения, прямо пропорциональная произведению масс этих точек () и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними ():



Силы упругости и трения, сила тяжести и вес тела:

**Сила упругости** – [сила](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0), возникающая в теле в результате [деформации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) и стремящаяся вернуть его в исходное (начальное) состояние.

или

**Сила трения** – сила, которая препятствует скольжению соприкасающихся тел относительно друг друга.

**Сила тяжести** – в системе отсчета, связанной с Землей, на всякое тело массой m действует сила:

**Вес тела** - сила, с которой тело действует на опору (или подвес) вследствие гравитационного притяжения к Земле.



Лекция 3. Работа, мощность, энергия. Законы сохранения энергии и импульса.

Работа и мощность. Энергия. Кинетическая, потенциальная и полная механические энергии. Консервативные и диссипативные силы. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения и превращения энергии.

Закон сохранения импульса.

Работа и мощность.

**Работа (работа силы в механике**) – количественная характеристика в процессах обмена энергией между взаимодействующими телами. Работа изменяет энергию. Работа мб полож и отриц – определяется по cos.



**Мощность** - За время dt сила F совершает работу Fdr, и мощность, развиваемая этой силой, в данный момент времени, равна скалярному произведению вектора силы на вектор скорости, с которой движется точка приложения этой силы; N — величина скалярная.



Энергия.

**Энергия** – универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. энергия, отданная (в той или иной форме) одним телом другому телу, равна энергии, полученной последним телом.

Кинетическая, потенциальная и полная механические энергии.

**Кинетическая энергия** – энергия, связанная с механическим движением этой системы (зависит от массы и скорости движения тела).

**Потенциальная энергия** – механическая энергия системы тел, определяемая их взаимным расположенным характером сил взаимодействия между ними. Для наличия потенциальной энергии необходимо, чтобы тело было в поле сил (поле потенциальное).



**Полная механическая энергия** - энергия механического движения и взаимодействия:

Консервативные и диссипативные силы.

**Потенциальные поля** – работа, совершаемая силой, зависит от траектории перемещения тела из одной точки в другую точку и совершенно не зависит от формы пути.

**Консервативные силы** – силы, действующие со стороны потенциальных полей. Они не могут изменять полную энергию.

**Диссипативные силы** - работа, совершаемая силой, зависит от траектории перемещения тела из одной точки в другую (сила трения).

Закон сохранения механической энергии.

В системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, полная механическая энергия сохраняется, т. е. не изменяется со временем. Закон сохранения механической энергии связан с однородностью времени. Изменение полной механической системы при переходе из одного состояния в другое равно работе, совершаемой внешними некоторыми силами. Если внешние некоторые силы отсутствуют, то полная механическая энергия системы постоянна.

Закон сохранения и превращения энергии.

**Закон сохранения энергии** - энергия не возникает и не исчезает, она может превращаться из одного вида в другой, а также передаваться от одного тела к другому.

Закон сохранения импульса.

Если силы внешнее действие на систему равны 0, то импульс такой системы сохраняется (импульс изолированной системы). Свойства: фундаментальный связано с однородностью пространства.



Лекция 4. Динамика вращательного движения твердого тела.

Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Момент импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

Момент инерции.

**Момент инерции** – физическая величина, равная сумме произведений масс n материальных точек системы на квадраты их расстоянии до рассматриваемой оси:



**Аддитивные величины** – те, которые можно суммировать.

**Момент инерции** — величина аддитивная.

Теорема Штейнера.

Момент инерции тела J относительно произвольной оси равен моменту его инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс С тела, сложенному с произведением массы тела на квадрат расстояния а между осями:

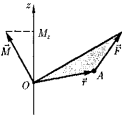
 J – искомый момент инерции; - если тело вращается вокруг своей оси; d – расстояние между осями.

Момент силы.

**Момент силы относительно неподвижной точки** **О** - физическая величина М, определяемая векторным произведением радиуса-вектора r, проведенного из точки О в точку Л приложения силы, на силу F.

 М - его направление совпадает с направлением поступательного движения правого винта при его вращении от r к F.

**Модуль**: – угол между r и F; l - кратчайшее расстояние между линией действия силы и точкой О — плечо силы.

Направление F определяем по правилу буравчика. Буравчик вращается от 1 вектора ко 2 через острый угол.

Момент импульса.

**Момент импульса количество движения материальной точки А относительно неподвижной точки О** - физическая величина, определяемая векторным произведением:

r - радиус-вектор, проведенный из точки О в точку А; р = mv — импульс материальной точки; L — псевдовектор, его направление совпадает с направлением поступательного движения правого винта при его вращении от r к p.

**Модуль**:  – угол угол между векторами г и р; l — плечо вектора р относительно точки О.

Момент импульса твердого тела относительно оси есть сумма моментов импульса отдельных частиц:

Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.



Можно показать, что если ось z совпадает с главной осью инерции, проходящей через центр масс, то имеет место векторное равенство:

 где J — главный момент инерции тела (момент инерции относительно главной оси).

Лекция 5. Закон сохранения момента импульса

Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия и работа при вращательном движении.

Закон сохранения момента импульса.

**Закон**: Момент импульса замкнутой системы сохраняется, не изменяется с течением времени.

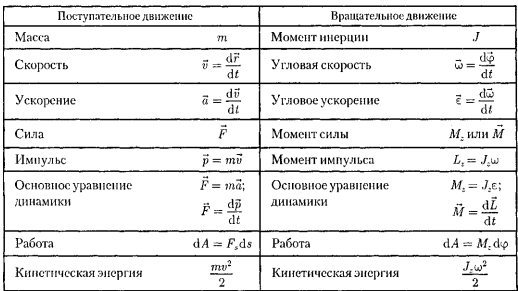
 , где М=0, dt=0 поэтому

Закон: 

Кинетическая энергия и работа при вращательном движении.

- **для тела**, **вращающегося вокруг неподвижной оси**.

- **плоское движение тела** (тело катится и вращается одновременно), где m — масса катящегося тела; — скорость центра масс тела; — момент инерции тела относительно оси, проходящей через его центр масс; -- угловая скорость тела.



Лекция 12. Электростатическое поле

Электрические заряды и их свойства. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса и ее применение для расчета электростатических полей.

Электрические заряды и их свойства.

**Электрический заряд** — величина релятивистски инвариантная, т.е. не зависит от системы отсчета и не зависит от того, движется этот заряд или покоится. **Заряды**: **полож**., возникающие на стекле, потертые о кожу; **отриц**., возникающие на эбоните, потертые о мех. **Одноименные** - **отталкиваются**, **разноименные** -**притягиваются**. **Милликен** показал, что эл. заряд **дискретен** (заряд любого тела составляет целое кратное от элементарного электрического заряда е = 1,6\*).

Закон сохранения электрического заряда.

**Алгебраическая** сумма электрических зарядов любой замкнутой системы (системы, не обменивающейся зарядами с внешними телами) остается неизменной, какие бы процессы ни происходили внутри этой системы. Электрон нельзя разрушить!!!

Закон Кулона.

**Сила** взаимодействия F между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, пропорциональна зарядам и обратно пропорциональна квадрату расстояния г между ними:

где k — коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора системы единиц.

**Кулоновская сила** - сила F направлена по прямой, соединяющей взаимодействующие заряды, т.е. является центральной, и соответствует притяжению (F < 0) в случае разноименных зарядов и отталкиванию (F> 0) в случае одноименных.

**Векторная форма**: где — сила, действующая на заряд со стороны заряда , — радиус-вектор, соединяющий заряд с зарядом



Электростатическое поле.

**Электростатическое поле** - электрические поля, которые создаются неподвижными электрическими зарядами. Для обнаружения и исследования электростатического поля используется пробный точечный положительный заряд — такой заряд, который не искажает исследуемое поле (не вызывает перераспределения зарядов, создающих поле). Если в поле, создаваемое зарядом Q, поместить пробный заряд , то на него действует сила F, различная в разных точках нуля, которая, согласно закону Кулона (78.2), пропорциональна пробному заряду . Поэтому отношение не зависит от и характеризует электростатическое поле в той точке, где пробный заряд находится.

Напряженность электростатического поля.

Напряженность – физическая величина, определяемая силой, действующей на пробный единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля:

 - **напряженность** поля точечного заряда в вакууме.

**Линии напряженности** - линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора Ё.

Для однородного поля (когда вектор напряженности в любой точке постоянен по модулю и направлению) линии напряженности параллельны вектору напряженности.

Принцип суперпозиции электростатических полей.

Напряженность Ё результирующего поля, создаваемого системой зарядов, равна геометрической сумме напряженностей полей, создаваемых в данной точке каждым из зарядов в отдельности. Нарушается на малых расстояниях ( м). Позволяет рассчитать электростатические поля любой системы неподвижных зарядов.



Поток вектора напряженности.

, - **проекция вектора** Ё на нормаль n к площадке dS; dS = dSn — вектор, модуль которого равен dS, а направление совпадает с направлением нормали п к площадке. Выбор направления вектора n и dS условен, так как его можно направить в любую сторону.



**Для произвольной замкнутой поверхности S поток вектора Е сквозь эту поверхность**:



Теорема Гаусса и ее применение для расчета электростатических полей.

Поток вектора напряженности электростатического поля в вакууме сквозь произвольную замкнутую поверхность равен алгебраической сумме заключенных внутри этой поверхности зарядов, деленной на .

**Применение**: **1. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости**: 

**2. Поле двух бесконечных параллельных разноименно заряженных плоскостей**: 

**3. Поле равномерно заряженной сферической поверхности**: 

**4. Поле объемно заряженного шара**: 

**5. Поле равномерно заряженного бесконечного цилиндра (нити**): 

Лекция 13. Потенциал электростатического поля. Диэлектрики в электростатическом поле

Потенциал и разность потенциалов электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Диполь в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества. Индукция электрического поля.

Потенциал и разность потенциалов электростатического поля.

**Потенциал** - физическая величина, определяемая работой по перемещению единичного положительного заряда при удалении его из данной точки поля на бесконечность.



Разность потенциалов двух точек 1 в 2 в электростатическом поле определяется работой, совершаемой силами поля, при перемещении единичного положительного заряда из точки 1 в точку 2.



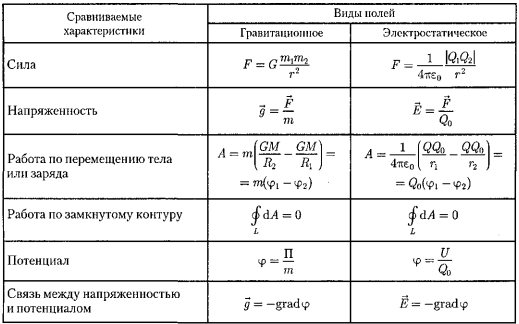
Если перемещать заряд из произвольной точки за пределы поля:



Эквипотенциальные поверхности.

**Эквипотенциальные поверхности** - поверхности, во всех точках которых потенциал имеет одно и то же значение.





Связь между напряженностью и потенциалом.

**Напряженность** Ё поля равна градиенту потенциала со знаком «—». Знак «—» определяется тем, что вектор напряженности Е поля направлен в сторону убывания потенциала:



Связь между напряженностью поля и его потенциалом линейная, поэтому принцип суперпозиции для напряженности поля справедлив и для потенциала поля.



Диполь в электростатическом поле.

**Электрический диполь** — система двух равных по модулю разноименных точечных зарядов (+Q, -Q), расстояние l между которыми значительно меньше расстояния до рассматриваемых точек поля.

**Электрический момент диполя** – Вектор, , совпадающий по направлению с плечом диполя и равный произведению заряда \Q\ на плечо Г.

**Напряженность диполя**: 

**1.Напряженность на продолжении оси диполя в точке А**:



**2. Напряженность на перпендикуляре, восставленном к оси из его середины, в точке В:**



Поляризация диэлектриков.

**Поляризация** - процесс ориентации диполей или появления под воздействием внешнего электрического поля ориентированных по полю диполей.

**1. Электронная(деформационная)** - с неполярными молекулами, заключающаяся в возникновении у атомов индуцированного дипольного момента за счет деформации электронных орбит;

**2. Ориентационная(дипольная)** - с полярными молекулами, заключающаяся в ориентации имеющихся дипольных моментов молекул по полю.

**3. Ионная** - с ионными кристаллическими решетками, заключающаяся в смещении подрешетки положительных ионов вдоль поля, а отрицательных — против поля, приводящем к возникновению дипольных моментов.

Диэлектрическая проницаемость вещества.

**Проницаемость**:  где ае — величина безразмерная, диэлектрическая восприимчивость вещества, характеризующая свойства диэлектрика; Р – поляризованность.

Индукция электрического поля.

Индукция(эл.**смещение**)Кл/ - [векторная величина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), равная сумме вектора [напряжённости электрического поля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F) и [вектора поляризации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8):

Лекция 14. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость проводников и конденсаторов.

Проводники в электростатическом поле. Распределение зарядов на поверхности проводников. Электроемкости уединенного проводника и конденсатора

Проводники в электростатическом поле.

**Проводники** - вещества, в которых есть свободные носители зарядов.

**Индуцированные заряды** - на одном конце проводника скапливается избыток положительного заряда, на другом - избыток отрицательного.

**Электростатическая индукция** - явление перераспределения поверхностных зарядов на проводнике во внешнем электростатическом поле.

Распределение зарядов на поверхности проводников.

Если поместить проводник во внешние электростатическое поле или его зарядить, то на заряды проводника будет действовать электростатическое поле, в результате чего они начнут перемещаться до тех пор, пока не установится равновесное распределение зарядов, при котором электростатическое поле внутри проводника обращается в нуль. Во всех точках внутри проводника 

Потенциал внутри проводника должен быть постоянным .

Электроемкости уединенного проводника и конденсатора

**Уединенный** - проводник, который удален от других проводников, тел и зарядов.

**Электроемкость** **Ф** – величина . Определяется зарядом, сообщение которого проводнику изменяет его потенциал на единицу; Зависит от его размеров и формы, но не зависит от материала, агрегатного состояния, формы и размеров полостей внутри проводника.

**Конденсатор** - устройства, обладающие способностью при малых размерах и небольших относительно окружающих тел потенциалах накапливать значительные по величине заряды (обладать большой емкостью).

**1. Плоские**

**2. Цилиндрические**

**3. Сферические**

**Емкость конд**. - физическая величина, равная отношению заряда Q, накопленного в конденсаторе, к разности потенциалов () между его обкладками:

Лекция 15. Постоянный электрический ток

Сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома. Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединения проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

Сила и плотность тока.

**Эл.ток** - любое упорядоченное (направленное) движение электрических зарядов.

**Сила тока А**– скалярная физическая величина, определяемая электрическим зарядом, проходящим через поперечное сечение проводника в единицу времени: 

**Плотность** А/ - Физическая величина, определяемая силой тока, проходящего через единицу площади поперечного сечения проводника, перпендикулярного направлению тока. 

Сторонние силы.

**Сторонние** - Силы неэлектростатического происхождения, действующие на заряды со стороны источников тока. Совершают работу по перемещению электрических зарядов. В гальванических элементах они возникают за счет энергии химических реакций между электродами и электролитами; в генераторе — за счет механической энергии вращения ротора генератора. , - напряженность поля сторонних сил.

Электродвижущая сила и напряжение.

**ЭДС** В – Физическая величина, определяемая работой, совершаемой сторонними силами при перемещении единичного положительного заряда:

**Напряжение на участке 1-2** - физическая величина, определяемая работой, совершаемой суммарным полем электростатических (кулоновских) и сторонних сил при перемещении единичного положительного заряда на данном участке цепи: Напряжение на концах участка цепи равно разности потенциалов в том случае, если на этом участке не действует ЭДС, т. е. сторонние силы отсутствуют.

Закон Ома.

**1.Однородый участок:** Сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

**2.Неоднородный**: ,

**3.Для полной (замкнутой цепи**):

**4.В дифф-ом виде**: , , – удельная проводимость (См Сименс)

Сопротивление проводников.

Для однородного линейного проводника сопротивление R прямо пропорционально его длине l и обратно пропорционально площади его поперечного сечения S: 

**Удельное сопротивление** Ом\*м- коэффициент пропорциональности, характеризующий материал проводника.

Последовательное и параллельное соединения проводников.

**Последовательное**: сила тока во всех проводниках одинакова. Общее напряжение в цепи равно сумме напряжений на концах каждого из проводников: , ,

**Параллельное**: падение напряжения между двумя узлами, объединяющими элементы цепи, одинаково для всех элементов. В[еличина, обратная общему сопротивлению цепи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), равна сумме величин, обратных сопротивлениям параллельно включённых проводников: , ,

Работа и мощность тока.

**Работа**:

**Мощность**: **1.Полезная**:

**2.Затраченная(полная**):

**3.Потерь**:

Закон Джоуля-Ленца.

, A=Q

Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.

**1-е правило**: , Алгебраическая сумма токов в сходящейся цепи равна 0. Направление тока задается произвольно. Сумма входящих токов равна сумме выходящих ()

**2-е правило**: Сумма напряжений в замкнутом контуре равна сумме ЭДС в этом же контуре. Контур – набор элементов, соединенный проводами.

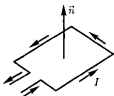
**1) Если с «-» на «+», то . 2) Если с «+» на «-», то**

Лекция 16. Магнитное поле и его характеристики

Магнитное поле, его свойства и характеристики. Закон Ампера. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для расчета магнитных полей. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

Магнитное поле, его свойства и характеристики.

**Магнитное поле** создается или движущимися зарядами, или проводником с током. В качестве индикатора магнитного поля выступает магнитная стрелка или замкнутый контур.

**Силовая линия** – линия, касательная к которой каждой точки совпадает с направлением магнитного поля.

**Направление** нормали задается правилом правого винта: за положительное направление нормали принимается направление поступательного движения винта, головка которого вращается в направлении тока, текущего в рамке.

– вектор магнитный момент, S – площадь поверхности контура(рамки) n – орт единичный вектор, показывающий направление.

– **вращающий момент**

– **магнитная индукция**

, - магнитная постоянная; - безразмерная величина. магнитная проницаемость среды, H - вектором напряженности.

Закон Ампера.

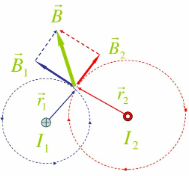
**Закон** появляется, когда в магнитном поле находятся проводник с током. , - вектор, по модулю равный dl и совпадающий по направлению с током.

**Правило левой руки**: если ладонь левой руки расположить так, чтобы в нее входил вектор В, а четыре вытянутых пальца — по направлению тока в проводнике, то отогнутый большой палец покажет направление силы, действующей на ток.

**Модуль**:

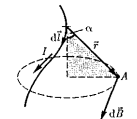
Принцип суперпозиции магнитных полей.

**Вектор магнитной индукции** результирующего поля, создаваемого несколькими токами или движущимися зарядами, равен векторной сумме магнитных индукций складываемых полей, создаваемых каждым током или движущимся зарядом в отдельности: результирующее магнитное поле.



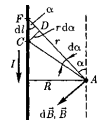
1)

2) 0< <90,

Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для расчета магнитных полей.

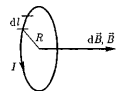
, – магнитная проницаемость в-ва (=1), – магнитная постоянная ()

**1.Магнитное поле от бесконечно длинного проводника**:



**2.От отрезка проводника**:

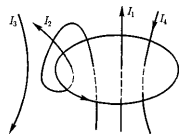
**3.В центре кругового проводника**:



Теорема о циркуляции (закон полного тока).

– циркуляция

**Закон**: - циркуляция вектора В по произвольному замкнутому контуру равна произведению магнитной постоянной на алгебраическую сумму токов, охватываемых этим контуром:



Лекция 17. Действие магнитного поля на проводники с током и движущиеся заряды

Взаимодействие параллельных токов. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент контура с током.

Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Ускорители заряженных частиц.

Взаимодействие параллельных токов.

(**Закон Ампера.)** - **Параллельные** [проводники](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE)) с электрическими токами, текущими в одном направлении, притягиваются.

- Если токи имеют противоположные направления, то, используя правило левой руки, можно показать, что между ними действует сила отталкивания.

Контур с током в магнитном поле.

Магнитный момент контура с током.

Сила Лоренца.

**Сила**, действующая на электрический заряд Q, движущийся в магнитном поле со скоростью v.

 Направление силы Лоренца определяется с помощью правила левой руки.

**Модуль**: 

Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.

Ускорители заряженных частиц.

**Ускорители**: устройства, в которых под действием электрических и магнитных полей создаются и управляются пучки высокоэнергетичных заряженных частиц (электронов, протонов, мезонов); характеризуется типом ускоряемых частиц, энергией, сообщаемой частицам, разбросом частиц по энергиям и интенсивностью пучка.

Лекция 3. Свободные незатухающие и затухающие механические колебания.

Гармонические колебания и их характеристики. Свободные незатухающие механические колебания. Пружинный и математический маятники. Скорость и ускорение, кинетическая, потенциальная и полная энергия материальной точки, совершающей незатухающие колебания(или ?гармонических?). Свободные затухающие механические колебания. Их уравнение и характеристики. Сложение колебаний.

Гармонические колебания и их характеристики.

**Гармонические колебания** – колебания, при которых колеблющаяся величина колеблется по закону sin или cos.

, x – то, что колеблется; A - максимальное значение колеблющейся величины (амплитуда колебания); -круговая (циклическая) частота; - фаза колебаний; – начальная фаза; T – период колебаний, время, в течение которого совершается одно полное колебание: , – частота колебаний, число колебаний за 1с.



 - **дифф-льное урав-е гармон-х колебаний**

Свободные незатухающие механические колебания.

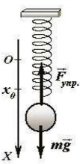
**Незатухающие** – при отсутствии . 

**По 2-у закону Ньютона** (ma=F): 

**Решением** является гармоническая ф-я:,

Пружинный и математический маятники.

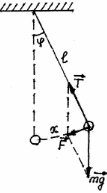
**Пружинный маятник** – колеблется по sin, колебания гармонические.

,

**Математический маятник** - материальной точки массой m, подвешенной на нерастяжимой невесомой нити, и колеблющаяся под действием силы тяжести.

Математический маятник вращается по гармоническому закону с частотой

Скорость и ускорение, кинетическая, потенциальная и полная энергия материальной точки, совершающей незатухающие колебания(или ?гармонических?).

**Скорость**:  

**Ускорение**:  

**Кинет-я:** 

**Потен-я**:  

**Полная**: 

Свободные затухающие механические колебания.

**Затухающие** – колебания, амплитуда которых из-за потерь энергии реальной колебательной системы с течением времени уменьшается.

, r – **коэффициент** сопротивления, зависящий от свойств среды, формы и размеров тела.

**Дифф-льное ур-е при наличии** : , – **коэффициент затухания**:



**Слабое затухание**: , exp – e

Экспоненциальный закон:, exp – e

Их уравнение и характеристики. Сложение колебаний.

Лекция 4. Вынужденные механические колебания. Упругие волны

Вынужденные механические колебания. Резонанс. Сложение колебаний.

Продольные и поперечные волны в упругой среде. Распространение волн. Фронт волны и волновая поверхность. Принцип Гюйгенса. Уравнение плоской бегущей волны. Длина волны. Звуковые волны.

Вынужденные механические колебания.

**Вынужденные** – колебания, происходящее под действием внешней периодически меняющейся силы.

Резонанс.

**Резонанс** - явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы (частоты вынуждающего переменного напряжения) к частоте, равной или близкой собственной частоте колебательной системы.



**Резонансная частота** - частота, при которой амплитуда А смещения (заряда) достигает максимума.



Сложение колебаний.

Продольные и поперечные волны в упругой среде.

**Продольные**: частицы среды колеблются в направлении распространения волны; могут возбуждаться в средах, в которых возникают упругие силы при деформации сжатия и растяжения, в твердых, жидких и газообразных телах.

**Поперечные**: частицы среды колеблются в плоскостях, перпендикулярных направлению распространения волны; могут возбуждаться в среде, в которой возникают упругие силы при деформации сдвига, в твердых телах.

Распространение волн.

**Частицы** среды не движутся вместе с волной, а колеблются около своих положений равновесия. Вместе с волной от частицы к частице среды передаются лишь состояние колебательного движения и его энергия. **Основное свойство всех волн**: перенос энергии без переноса вещества.

Фронт волны и волновая поверхность.

**Фронт** – Геометрическое место точек, до которых доходят колебания к моменту времени t; в каждый момент времени — один.

**Поверхность** - Геометрическое место точек, колеблющихся в одинаковой фазе; можно провести бесчисленное множество; могут быть любой формы или совокупность плоскостей, параллельных друг другу, или совокупность концентрических сфер.

Принцип Гюйгенса.

Уравнение плоской бегущей волны.

**Бегущая** - волны, которые переносят в пространстве энергию.

**Ур-е, распространяющейся вдоль положительного направления оси х в среде, не поглощающей энергию:**  А – const, амплитуда волны; — циклическая частота; — начальная фаза волны; определяемая в общем случае выбором начал отсчета х и t; [….] – фаза плоской волны.

Длина волны.

Звуковые волны.

**Звуковые** - распространяющиеся в среде упругие волны, обладающие частотами в пределах 16 - 20 000 Гц.

Волны с v < 16 Гц (инфразвуковые) и v > 20 кГц (ультразвуковые) органами слуха человека не воспринимаются.

**Интенсивностью звука**: величина, определяемая средней по времени энергией, переносимой звуковой волной в единицу времени сквозь единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения волны:. ВТ/

**Уровень** **интенсивности**: , - интенсивность звука на пороге слышимости, принимаемая для всех звуков равной 10^-12 Вт/м^2 .

Лекция 7. Интерференция света

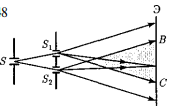
Интерференция света от двух точечных когерентных источников. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции. Кольца Ньютона.

Интерференция света от двух точечных когерентных источников.

**Интерференция** – явление, возникающее при наложении двух или нескольких когерентных волн, в рез-те чего возникает пространственное перераспределение энергии, вследствие чего возникает максимумы и минимумы интенсивности света.

Когерентные волны – волны, которые имеют одинаковые частоты, постоянную во времени в данной точке разность фаз.

**Метод** **Юнга**: Источником света служит ярко освещенная щель S от которой световая волна падает на две узкие равноудаленные щели и , параллельные щели S. Таким образом, щели и играют роль вторичных когерентных источников. Так как волны, исходящие из и , получены разбиением одного и того же волнового фронта, исходящего из S, то они когерентны, и в области перекрытия этих световых пучков (область ВС) наблюдается интерференционная картина на экране (Э), расположенном на некотором расстоянии параллельно и .



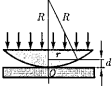
Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции.

Если разность хода волн равна **нечетному** числу полуволн, то в точке наложения этих волн образуется **интерференционный** **минимум**. **Амплитуда** колебаний в данной точке **минимальна**., k=0,1,2,... 

Если разность хода волн равна **целому** числу волн, то в точке наложения этих волн образуется **интерференционный** **максимум**. **Амплитуда** колебаний в данной точке **максимальна**. 

Кольца Ньютона.

**Наблюдаются** при отражении света от воздушного зазора, образованного плоскопараллельной пластинкой и соприкасающейся с ней плосковыпуклой линзой с большим радиусом кривизны. Параллельный пучок света надает нормально на плоскую поверхность линзы и частично отражается от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора между линзой и пластинкой. При наложении отраженных лучей возникают полосы равной толщины, при нормальном падении света имеющие вид концентрических колец. Центры колец Ньютона совпадают с точкой О соприкосновения линзы с пластинкой.



Лекция 8. Дифракция света

Дифракция света. Метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке.

Дифракция света.

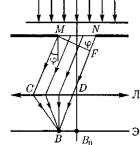
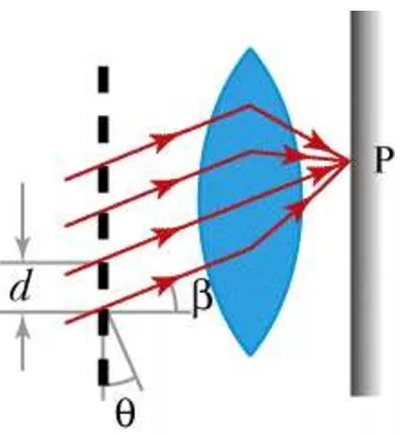
**Дифракция** – любое отклонение распространения волн вблизи препятствий от законов геометрической оптики. Волны могут огибать препятствия, попадать в геом-е тени. Зависит от размера препятствий, если препятствие меньше, то свет точнее.

Метод зон Френеля.

**Согласно**[**принципу Гюйгенса-Френеля**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF_%D0%93%D1%8E%D0%B9%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0_%E2%80%94_%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8F) [световое поле](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5) в некоторой точке пространства является результатом интерференции вторичных источников. Френель предложил оригинальный и чрезвычайно наглядный метод группировки вторичных источников. Этот метод позволяет приближённым способом рассчитывать дифракционные картины, и носит название метода зон Френеля.

Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке

**На одной щели**: наблюдается в том случае, когда источник света и точка наблюдения бесконечно удалены от препятствия, вызвавшего дифракцию. Пусть плоская монохроматическая световая волна падает нормально плоскости узкой щели шириной а. Оптическая разность хода между крайними лучами MC и ND, идущими от щели в произвольном направлении .  Число зон Френеля, укладывающихся на ширине щели, зависит от угла . Если число зон Френеля четное, то  и в точке В наблюдается дифракционный минимум (полная темнота), если нечетное, то  и наблюдается дифракционный максимум.

 - **на одной щели**  - **дифрак. решетка**

**На дифр-й решетке**: стеклянная или металлическая пластинку, на которой через строго одинаковые интервалы нанесены параллельные штрихи. В итоге получают последовательность параллельных щелей равной ширины a , разделенных непрозрачными промежутками равной ширины b . Величина d = a + b, называется периодом (постоянной) дифракционной решётки. Пусть на дифракционную решетку падает нормально световой поток. Благодаря дифракции свет от щелей будет распространяться во всех направлениях. Разность хода Δ параллельных лучей, дифрагирующих от щелей под углом ϕ , равна:  где ϕ - угол дифракции, d – постоянная дифракционной решетки. Собранные линзой в одну линию (проходящую параллельно щелям через точку В на экране) эти лучи интерферируют. Для того, чтобы в точке В наблюдался интерференционный максимум, разность хода Δ между волнами, испущенными соседними щелями, должна быть равна целому числу длин волн (четному числу полуволн):   где m – порядок максимума, λ - длина световой волны.

Лекция 9. Дисперсия и поляризация света.

Дисперсия света. Опыт Ньютона. Нормальная и аномальная дисперсии.

Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении. Законы Брюстера и Малюса.

Дисперсия света.

**Дисперсия** - зависимость фазовой скорости v света в среде от его частоты. Следствием дисперсии является разложение в спектр пучка белого света при прохождении его через призму.

- дисперсия света

Опыт Ньютона.

**Пусть** монохроматический пучок света падает на призму с преломляющим углом А и показателем преломления п под углом . После двукратного преломления (на левой и правой гранях призмы) луч оказывается отклоненным от первоначального направления на угол ф. Угол отклонения лучей призмой зависит от величины (п— 1), а п — функция длины волны, поэтому лучи разных длин волн после прохождения призмы окажутся отклоненными на разные углы, т. е. пучок белого света за призмой разлагается в спектр.

Нормальная и аномальная дисперсии.

**Нормальная**: показатель преломления для прозрачных веществ с уменьшением длины волны увеличивается, величина по модулю увеличивается с уменьшением X

**Аномальная**: ход кривой п(Х) - кривой дисперсии - вблизи линий и полос поглощения будет иным: п убывает с уменьшением X.

Поляризация света.

Естественный и поляризованный свет.

**Естественный**: Свет со всевозможными равновероятными ориентациями вектора Е.

**Поляризованный**: Свет, в котором направления колебаний светового вектора каким-то образом упорядочены.

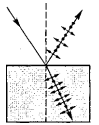
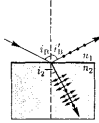
**Частично поляр-й**: В результате каких-либо внешних воздействий появляется направление колебаний вектора Е.

**Линейно поляр-й**: Свет, в котором вектор Е колеблется только в одном направлении, перпендикулярном лучу.

Поляризация света при отражении и преломлении.

**Отражении**: преобладают колебания, перпендикулярные плоскости падения(точки).

**Преломлении**: колебания, параллельные плоскости падения(стрелки).

Законы Брюстера и Малюса.

Б: ,i12 – угол падения, n12 – показатель преломления второй среды относительно первой.

М:

Лекция 10. Тепловое излучение

Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело (АЧТ). Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка.

Тепловое излучение и его характеристики.

**Тепловое излучение**: Свечение тел, обусловленное нагреванием. совершается за счет энергии теплового движения атомов и молекул вещества. единственный вид излучения, которое является равновесным. спектральная плотность энергетической светимости (излучательности) тела — мощность излучения с единицы площади поверхности тела в интервале частот единичной ширины: 

Абсолютно черное тело (АЧТ).

**Черное тело**: Тело, способное поглощать полностью при любой температуре все падающее на него излучение любой частоты. спектральная поглощательная способность для всех частот и температур тождественно равна 1. **Черный тел в природе нет.**

Закон Кирхгофа.

Установил количественную связь между спектральной плотностью энергетической светимости и спектральной поглощательной способностью тел. Отношение спектральной плотности энергетической светимости к спектральной поглощательной способности не зависит от природы тела; оно является для всех тел универсальной функцией частоты (длины волны) и температуры 

Законы Стефана-Больцмана и Вина.

энергетическая светимость черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры; — **постоянная Стефана**— **Больцмана**, ее экспериментальное значение равно 5,67\*10^-8 Вт/(м^2\*К^1 ). 

Квантовая гипотеза Планка.

**атомные** **осцилляторы** излучают энергию не непрерывно, а определенными порциями — квантами, причем энергия кванта пропорциональна частоте колебания.

Формула Планка.

 где h — 6,625\*10^-34 Дж\*с— **постоянная** **Планка**.