

1. Научно-методический анализ темы «Строение вещества». Понятие о дискретном строении вещества.

На изучение темы программой предусмотрено 6 часов. Выполнение лаб. работ не предусмотрено. Большое количество демонстраций и опытов.

- 1) Дискретное строение вещества. Тепловое движение частиц.
- 2) Взаимодействие частиц вещества. Твёрдое, жидкое и газообразное состояние вещества.
- 3) Тепловое расширение.
- 4) Температура. Измерение температуры. Термометры.

Понятие о дискретном строении в-ва. Мельчайшие частицы в-ва, способные существовать самостоятельно и сохраняющие основные св-ва в-ва, называются *молекулами*.

Атом – это мельчайшая частица хим. эл-та, являющаяся носителями его хим св-в.

- В-во имеет дискретное строение;
- Между частицами в-ва имеются промеж.;
- Молекулы одного и того же в-ва одинаковые;
- Молекулы различных в-в отличаются друг от друга.

Явление взаимного проникновения в-ств друг в друга называют *диффузией*.

Беспорядочное движение частиц в-ва, зависящее от степени нагретости в-ва, называют *тепловыми*.

При расстоянии $r > r_0$ (растянута пружина) шарики *притягиваются* друг к другу. Если меньше, то шарики *отталкиваются*.

r_0 — расстояние между молекулами, на котором притяжение и отталкивание компенсируют друг друга (это расстояние приблиз. равно размеру одной такой же молекулы).

Частицы вещества стремятся вернуться в «ленивое состояние», в котором их энергия взаимодействия будет минимальной.

2.Методика изучения теплового движения и взаимодействия частиц в теме «Строение вещества».

Изменение размеров тела при его нагревании наз. *тепловым расширением*.

Тепловое расширение твердых тел легко подтвердить через опыт. Стальной шарик свободно проходит через кольцо, после нагревания на спиртовке шарик расширяется и застревает в кольце, после охлаждения шарик вновь свободно проходит через кольцо. Из опыта следует, что размеры твердого тела при нагревании увеличиваются, а при охлаждении — уменьшается. Тепловое расширение различных твердых тел и жидкостей неодинаково, а вот все газы расширяются одинаково.

Осн. положения теории о строении вещества: 1) Все вещества состоят из мельчайших частиц; 2) Молекулы беспорядочно двигаются; 3) Молекулы взаимодействуют между собой.

Доказательства:

1) Возможность разделения тел на части; наблюдение в электронные микроскопы.

2) Броуновское движение; диффузия.

Взаимодействие между частицами вещества:

1) притяжение (проявляется на расстояниях больших чем «ленивое расстояние»)

Частицы вещества стремятся вернуться в «ленивое состояние», в котором их энергия взаимодействия будет минимальной.

2) отталкивание (проявляется на расстояниях меньших чем «ленивое расстояние»)

3.Методика формирования понятия температура при изучении темы «Строение вещества».

Температура – физ. величина, определяющая степень нагретости тела.

Измерительный прибор – термометр. Устр-во и действие самого простого термометра было основано на тепловом расширении.

Можем ли мы определить температуру без приборов?

-Деревянная и металлическая линейки в одной комнате кажутся разной температуры.

-Холодная вода из крана после мороза кажется нам горячей наощупь.

Термоскоп – прибор для сравнения температуры – позволяет сравнить температуру одного тела с температурой другого.

4.Научно-методический анализ темы «Движение и силы».

На изучение темы программой предусмотрено 25 часов. Лаб работы: «Изучение неравномерного движения», «Измерение плотности вещества» и «Изучение силы трения». Контрольные работы по двум частям главы. Большое количество демонстраций и опытов.

Учащиеся овладевают основными физ понятиями, характеризующими кинематические и динамические аспекты механического движения.

Тема урока: Механическое движение. Относительность покоя и движения. Механическое движение - изменение положение данного тела в пространстве относительно других тел с течением времени. Механическое движение и покой относительны.

Тема урока: Траектория, путь, время. Единицы пути и времени. Траектория – линия, которую описывает тело при своем движении. Если траектория — прямая линия, то движение называется прямолинейным, если нет, то движение криволинейное. Путь – длина той части

траектории, которую описывает тело за данный промежуток времени.

5.Методика изучения равномерного и неравномерного движения тел в теме «Движение и силы».

Учащиеся овладевают основными физическими понятиями, характеристиками: 1) кинематические 2) динамические 3) энергетические

Аспекты механического движения. Необходимо большое внимание уделить созданию наглядных образов, а не определений.

Тема урока: Механическое движение.
Относительность покоя и движения Механическое движение изменение положение данного тела в пространстве относительно других тел с течением времени. Механическое движение и покой относительны.

Тема урока: Траектория, путь, время. Единицы пути и времени. Траектория – линия, которую описывает тело при своем движении. Если траектория — прямая линия, то движение называется прямолинейным, если нет, то движение криволинейное. Путь – длина той части траектории, которую описывает тело за данный промежуток времени.

Тема урока: Равномерное движение. Скорость. Единицы скорости. Скорость — количественная характеристика быстроты движения. Скорость =

$$\frac{\text{путь}}{\text{промежуток времени}} \quad v = \frac{s}{t}$$
 Равномерное прямолинейное движение — это движение по прямой с постоянной скоростью. Единицей скорости в СИ является 1 метр в секунду 1 м/с.

Тема урока: Графики пути и скорости при равномерном прямолинейном движении. Путь при равномерном прямолинейном движении можно определить по формуле $s = vt$, по графику пути или с помощью графика скорости. График пути выражает зависимость пройденного пути от времени движения тела. Пройденный путь численно равен площади фигуры под графиком скорости. Площадью фигуры под графиком скорости определяется путь не только при равномерном прямолинейном, но и при любом другом движении.

Тема урока: Неравномерное (переменное) движение. Средняя скорость. Движение, при котором скорость изменяется, называется неравномерным (переменным). Среднюю скорость находят путем деления всего пути на весь промежуток времени, за который этот путь пройден. Обозначим среднюю скорость $\langle v \rangle$ и запишем формулу: $\langle v \rangle = \frac{s}{\Delta t}$.

6.Методика формирования понятий «масса», «плотность» и «сила» при изучении темы «Движение и силы».

Физическая величина: масса. Обозначение: m

Масса – мера инерции (определяет насколько сильно тело сопротивляется изменению своей скорости).

Масса – мера количества вещества (чем больше частиц в теле, тем больше его масса).

Масса в-ва, содержащегося в единице объёма, называется *плотностью вещества*. $\rho = \frac{m}{V}$.

Физическая величина: плотность. Обозначение: ρ (читается «ро»). Единицы измерения в СИ: кг/м³

Плотность зависит от состояния вещества (жидкое, газообразное, твердое).

Если тела имеют равную массу, то большей плотностью будет обладать тело занимающее меньший объем.

Сила – количественная мера взаимодействия одного тела на другое. Сила — причина изменения скорости движения тела. Измерение размеров и формы тела, называется **деформацией**. Сила характеризуется модулем, направлением и точкой приложения. Если мы говорим, что на тело действует сила, это означает только то, что на тело действует другое тело.

Единица силы. Измерение силы

СИ единица силы — 1 ньютон (1 Н). Силу измеряют с помощью динамометра.

Формирование понятия «сила тяжести». Сила тяжести – сила, с которой тело притягивается к земле в данном месте, а вес – как сила, с которой тело вследствие притяжения земли действует на опору или подвес.

Из определения следует: 1) Если тело вместе с опорой неподвижно относительно Земли или движется

равномерно и при этом опора горизонтальна, то модули сил тяжести и веса равны. 2) При неравномерном движении модули этих сил не равны. 3) Если опора падает вместе с телом, то вес тела равен нулю.

Так же в данном разделе «Движение и силы» рассматривают:

1. Сила упругости. Сила упругости (сила реакции) возникает в ответ на действие деформирующей силы. Сила упругости приложена к телу, вызвавшему деформацию опоры или подвеса. Сила упругости противоположна деформирующей силе, но их модули равны.

2. Сложение сил. Равнодействующая сила. Действие нескольких сил, приложенных к телу, можно заменить одной силой — их равнодействующей. Направление равнодействующей двух сил, действующих вдоль одной прямой, совпадает с направлением большей из них. Если равнодействующая сил, приложенных к телу, равна нулю, то оно либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно. Если равнодействующая всех сил, приложенных к телу, не равна нулю, скорость тела изменяется.

3. Трение. Силы трения. Сила трения скольжения возникает при движении одного тела по поверхности другого. Сила трения скольжения направлена против движения. Сила трения зависит от свойств соприкасающихся поверхностей и силы, прижимающей тело к поверхности.

7.Формирование понятия давление. Изучения передачи давления газами и жидкостями, методика изучения закона Паскаля.

Учащиеся уже знают, что тело, находящееся на горизонтальной опоре, действует на опору силой давления. Она приложена к опоре и направлена перпендикулярно к ней. Опора деформируется. Далее рассматривается вопрос, от чего зависит степень ее деформации?

Можно проделать опыт с песком, столиком и гирей.

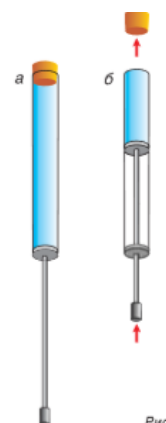
Давление — это физическая величина, равная отношению силы давления, действующей перпендикулярно поверхности, к площади поверхности.

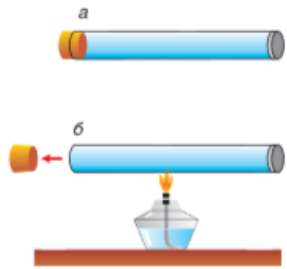
$$\text{давление} = \frac{\text{сила давления}}{\text{площадь поверхности}} \text{ или } p = \frac{F}{S}$$

В СИ единицей давления является 1 Н/м^2 . Ее называют паскалем (Па) в честь французского ученого Блеза Паскаля.

Давление газа

Тела, состоят из частиц. В газах среднее число ударов хаотически движущихся частиц и средняя сила ударов на единицу площади поверхности стенки по всем направлениям одинаковы. Значит, и среднее давление по всем направлениям одинаково. Подтвердим это опытом (опыт с шариком под колпаком). Объем шара по мере откачки воздуха увеличивается. Это связано с тем, что давление газа под колоколом становится меньше, чем внутри шара.





(Рисунок со шприцом) Итак, при уменьшении объема (сжатии) газа при постоянной температуре его давление увеличивается, а при увеличении объема (расширении) газа давление уменьшается.

(Рисунок со спиртовкой) Чем выше температура газа, тем больше его давление; чем ниже температура, тем меньше давление.

Твердые тела передают давление только в направлении действия силы давления. У газов частицы движутся по всему объему хаотически поступательно. У жидкостей они совершают и хаотическое колебательное, и хаотическое поступательное движение. Значит, у газов и жидкостей подвижность частиц значительно выше, чем у твердых тел. Поэтому жидкости и газы не сохраняют своей формы, а принимают форму сосуда, в котором находятся.

Опыт шар Паскаля.



Закон Паскаля: давление производимое внешние силы на жидкость (газ) находящуюся в сосуде передаётся жидкостью (газом) все точки жидкости (газа) без изменения.

1. Давление производимое на жидкость или газ находящийся в закрытом сосуде передается по всем направлениям
2. К давлению передается во все точки жидкости или газа без изменения.

8.Методика изучения давления жидкости, обусловленного ее весом. Атмосферное давление.

Благодаря подвижности частиц жидкость принимает форму того сосуда, в который она налита. Если на жидкость действует внешняя сила давления, то жидкость передает созданное этой силой давление во все точки. Но жидкость создает давление и за счет своего веса, причем не только на дно сосуда, но и на стенки.

Опыт с трубкой, нижний конец которой закрыт резиновой пленкой.

Причиной увеличения прогиба является рост давления воды на пленку. Притягиваясь к Земле, жидкость давит своим весом.

Давление неподвижной жидкости, обусловленное ее весом, называют **гидростатическим**.

$p = \rho gh$ (справедлива для сосуда любой формы),

А) чем больше высота столба жидкости на давление больше

Б) чем больше плотность жидкости тем больше давления на дно и стенки сосуда она оказывает

Формула $p = \rho gh$ позволяет найти давление не только на дно, но и на боковые стенки.

В открытых сообщающихся сосудах поверхности однородной жидкости устанавливается на одинаковом уровне. Подтвердим это опытом. Нальем в пластиковую бутылку с проколотыми в стенке отверстиями подкрашенную воду. Гидростатическое давление на боковую стенку сосуда и на поверхность находящегося в жидкости тела на глубине h равно ρgh .

Далее рассматриваются сообщающиеся сосуды. 1. Сосуды должны быть открытыми и достаточно широкими. 2. Формы сосудов может быть любое. 3. Однородная жидкость должна на покое в сосудах. Высоты столбов над уровнем раздела двух разнородных жидкостей обратно пропорциональны плотностям жидкостей.

Атмосферное давление.

Давление одного слоя атмосферы на другой по закону Паскаля передается по всем направлениям и действует на любое тело: на здания, на растения, на людей. Это давление называют атмосферным.

Рассматривается опыт Торричелли. Верхний конец трубки закрывался, трубка переворачивалась и опускалась в широкий сосуд со ртутью, после чего отверстие открывалось. Часть ртути вытекала из трубки в сосуд. В трубке оставался столб ртути высотой около 76 см. Атмосферное давление считают нормальным, если оно равно давлению столба ртути высотой $h = 760$ мм при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Одной атмосферой (сокращенно 1 атм): $1\text{ атм} = 760\text{ мм рт. ст.} = 101\,293\text{ Па}$.

9. Научно-методический анализ темы «Работа и мощность. Энергия». Формирование понятия «энергия».

В двадцатые годы XX века появилось термин «работа». В середине XIX века появился термин «энергия». Учащиеся должны усвоить, что тело только тогда может совершать работу, когда обладает энергией.

Далее вводят два вида энергии: потенциальная, кинетическая.

Формирование понятий механическая работа и мощность

Во всех случаях, когда сила изменяет скорость движения (увеличивает или уменьшает), говорят, что сила совершает механическую работу. **Механическая работа** — физическая величина, пропорциональная действующей на тело силе и пройденному пути.

$$\text{работа} = \text{сила} \cdot \text{путь} \quad \text{или} \quad A = F \cdot s$$

Единицей работы в СИ является 1 джоуль (1 Дж). Один джоуль — это работа, совершаемая силой 1 Н на пути 1 м.

- Силы, ускоряющие движение тела, совершают положительную работу.
- Силы, замедляющие движение тела, совершают отрицательную работу.

Полезная и совершенная работа. КПД.

Используя тот или иной механизм, мы совершаем работу, всегда превышающую ту, которая необходима для достижения поставленной цели. В соответствии с этим различают полную или *совершенную работу* $A_{\text{сов}}$ и *полезную работу* $A_{\text{пол}}$. Если, например, наша цель — поднять груз массой m на высоту h , то полезная работа — это та, которая обусловлена лишь преодолением силы тяжести, действующей на груз. Например, используя подвижный блок для поднятия груза, мы вынуждены будем совершать дополнительную работу.

*Полезная работа всегда составляет лишь некоторую часть полной работы, которую совершает человек, используя механизм. Физическая величина равная отношению полезной работы и совершенной полезны называется **коэффициентом полезного действия**. КПД как правило выражается в процентах и обозначают: $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{сов}}} \cdot 100\%$*

*Физическая величина, равная отношению работы к промежутку времени, за который эта работа совершена, называется **мощностью**. $P = \frac{A}{t}$*

За единицу мощности в СИ принимается ватт (Вт). Выразим мощность через другие единицы — силу и скорость. $P = Fv$ - мощность пропорциональна силе, совершающей работу, и скорости движения.

Формирование понятия энергия

1. В физике энергию движущегося тела называют кинетической. Кинетическая энергия обозначается буквой К (или E_k) и измеряется в СИ в джоулях. Кинетическая энергия прямо пропорциональна массе тела и квадрату скорости его движения: $K = \frac{mv^2}{2}$

2. Потенциальная энергия-это энергия обусловленная взаимным расположением взаимодействующих тел или частей тела. Обозначается потенциальная энергия буквой П: $P = mgh$

*Полная механическая энергия тела (системы тел), равная сумме кинетической и потенциальной энергий ($E = K + P$), сохраняется, называют **законом сохранения механической энергии**.*

10. Научно-методический анализ темы «Тепловые явления» и методика формирования понятий «теплопередача» и «внутренняя энергия». (8 кл.)

При изучении тепловых явлений в базовом курсе физики в качестве основных рассматриваются вопросы о: тепловом движении, теплопередачи и работе, изменение агрегатных состояний вещества, тепловых двигателях.

В качестве основных понятий включают: внутренняя энергия, два способа изменения внутренней энергии (работа и теплопередача), виды теплопередачи, количество теплоты, удельная теплоёмкость вещества.

Тепловое движение – новый вид движения, отличный от упорядоченного механического движения. Проводим лабораторный опыт. Энергию могут совершать нагретые тела. Тела кроме механической энергии, обладают и другими видами энергии – внутренняя. Тепловое движение частиц в любом состоянии вещества является беспорядочным, усиливающимся при нагревании.

Внутренняя энергия (Дж) - энергия движения и взаимодействия частиц из которых состоит тело. Суммарная кинетическая и потенциальная энергия всех частиц, из которых состоит тело, называется *внутренней энергией тела*.

Совершение механической работы — один из способов изменения внутренней энергии тела. Процесс

изменения внутренней энергии тела при контакте тел с разной температурой, происходящий без совершения работы, называется *теплопередачей (теплообменом)*.

Виды теплопередачи:

1. Процесс переноса теплоты (энергии) от более нагретых тел или частей тела к более холодным в результате теплового движения и взаимодействия частиц называется **теплопроводностью**. Процесс продолжается до тех пор, пока температура не станет одинаковой по всему телу.

2. *Конвекция* — способ передачи тепловой энергии потоками газа или жидкости. При конвекции происходит перемещение вещества — жидкости или газа. Конвекция невозможна в твердых телах.

Излучение — единственный способ теплопередачи, не требующий наличия среды. Все нагретые тела не только излучают, но и поглощают энергию. Тела, окрашенные в темные цвета, больше поглощают и больше излучают энергии, чем тела, имеющие светлую окраску.

11. Методика формирования понятий «количество теплоты» и «удельная теплоемкость вещества» в теме «Тепловые явления».

Количество теплоты — физическая величина, показывающая, какая энергия передана телу в результате теплообмена. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, прямо пропорционально его массе и изменению температуры.

Внутренняя энергия тела есть суммарная энергия всех его частиц. Значит, если массу данного тела увеличить в два или три раза, то и количество теплоты, необходимое для его нагревания на одно и то же число градусов, увеличится в два или три раза. Например, на нагревание двух килограммов воды от 20 °С до 80 °С потребуется в два раза больше теплоты, чем на нагревание одного килограмма воды.

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, прямо пропорционально его массе и изменению температуры.

Например, для изменения температуры масла на одну и ту же величину требуется меньше теплоты, чем для изменения температуры такой же массы воды. Поэтому для всех веществ вводят специальную величину — удельную теплоемкость вещества.

Удельная теплоемкость: $c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$. Удельная

теплоемкость есть физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать 1 кг данного вещества, чтобы изменить его температуру на 1 °С. Удельная теплоемкость измеряется в джоулях на килограмм-градус Цельсия - Дж/кгС °.

Количество теплоты (измеряется в Дж): $Q = cm(t_2 - t_1)$

Величина $C = cm$ называется *теплоемкостью тела*. Она численно равна количеству теплоты, необходимому для нагревания всей массы тела на 1 °С. Измеряется теплоемкость тела в Дж/ С °

12. Методика изучения переходов вещества из одного агрегатного состояния в другое на основе представлений о дискретном строении вещества в теме «Тепловые явления».

Горение — процесс соединения атомов различных веществ с кислородом в результате химической реакции, сопровождающийся выделением энергии. Величина, численно равная количеству энергии, которое выделяется при полном сгорании 1 кг топлива, называется *удельной теплотой сгорания топлива*. Обозначается удельная теплота сгорания буквой q . $Q = qm$; $q = \frac{Q}{m}$ Удельная теплота сгорания измеряется в джоулях на килограмм - Дж/кг

Плавление и кристаллизация. Процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое называется **плавлением**.__Температура, при которой вещество переходит из твердого состояния в жидкое, т. е. плавится, называется **температурой плавления**.

Процесс перехода вещества из жидкого состояния в твердое называется **кристаллизацией**.

В процессах плавления и кристаллизации температура вещества не изменяется. При плавлении вещество поглощает энергию, при кристаллизации столько же энергии выделяется.

Физическая величина, численно равная количеству теплоты, которое необходимо передать твердому телу массой 1 кг при температуре плавления для перехода в

жидкое состояние, называется **удельной теплотой плавления**. Обозначается греческой буквой λ .

$Q = \lambda m$. Удельная теплота плавления определяется как $\lambda = \frac{Q}{m}$. В СИ единицей удельной теплоты плавления является - Дж/кг .

При переходе 1 кг вещества из твердого состояния в жидкое поглощается количество теплоты, численно равное удельной теплоте плавления, и ровно столько же теплоты выделяется при его переходе из жидкого состояния в твердое. Удельная теплота плавления у разных веществ различная.

Процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное называется *парообразованием*. В физике отличают два вида парообразования: испарение и кипение. Испарение — это парообразование, идущее со свободной поверхности жидкости.

1. Испарение вызывает охлаждение жидкостей.
2. Испарение жидкостей происходит при любой температуре.
3. Скорость испарения зависит от рода жидкости, ее температуры, площади свободной поверхности и от притока воздуха (наличия ветра).

Кипение — это процесс парообразования, идущий при постоянной температуре по всему объему жидкости. При переходе пара в жидкость или конденсации, это же количество энергии выделяется. Температура, при которой происходит кипение жидкости, называется

температурой кипения. Чем меньше внешнее давление, тем при более низкой температуре закипит жидкость. Количество теплоты, необходимое для парообразования, прямо пропорционально массе жидкости: $Q = Lm$. Коэффициент L называется удельной теплотой парообразования, в СИ является - Дж/кг.

13. Научно-методический анализ темы «Электромагнитные явления». Формирование понятий «электрический заряд», «электрическое поле».

Тема состоит из 3 блоков: 1) элементы электростатики; 2) закономерности постоянного тока; 3) магнитное поле постоянных магнитов и проводников с током.

1. Эл-ты электростатики: электризация, электрический заряд, электрическое поле. С опорой на основные понятия этого блока вводят понятие «эл. ток» и рассматривают механизм его возникновения и сущ. в металлах.

2. Закономерности постоянного тока. Физ. величины, характеризующие эл.ток, вводят в след. последовательности: а)напряжение- отношение работы, совершаемой силами эл.поля при перемещении заряда на участке цепи к модулю перемещенного заряда; б)сила тока в цепи определяется как отношение заряда, проходящего через поперечное сечение проводника к промежутку времени. Вводят понятие источник тока и рассматривают действие тока; в)сопротивление вводят как физ.величину, ограничивающую силу тока в цепи.

Это позволяет с опорой на эксперимент получить формулу $R = \frac{\rho l}{S}$.

3. Магнитное поле постоянных магнитов и проводников с током изучают с опорой по демонстрац. эксперимент и графическую интерпретацию его рез-тов (магнитные линии, правило правой руки и др.) Эл. поле $A = qU$.

Потертое тело (пластмасса, стекло, фарфор и т. д.) электризуется или приобретает электрический заряд.

1. При трении электризуются, или приобретают электрический заряд, оба тела. Само трение малосущественно, оно лишь увеличивает площадь соприкосновения тел. 2. Появляющиеся на телах заряды принципиально отличаются друг от друга. Они разноименные.

Итак, электрическое взаимодействие бывает двух видов: притяжение разноименно заряженных тел и отталкивание одноименно заряженных тел.

1. При контакте двух различных тел оба тела заряжаются и приобретают способность к электрическому взаимодействию. 2. Возникающие на телах заряды называются положительными и отрицательными, что связано с их нейтрализующим взаимным действием. 3. Одноименно заряженные тела отталкиваются, а разноименно заряженные — притягиваются.

Электрический заряд может перемещаться внутри тела или от одного тела к другому. Вещества, в которых возможно перемещение заряда, называются *проводниками*. Вещества, в которых перемещение

заряда затруднено, называются *диэлектриками* (изоляторами).

Электрический заряд частиц и тел — величина, отражающая способность частиц и тел к взаимодействию (притяжению или отталкиванию). Электрический заряд частиц, входящих в атом (электронов, протонов), неотделим от самих частиц. Электрический заряд любого заряженного тела дискретен, т. е. кратен наименьшему элементарному заряду. ($q = e \cdot N$, где N -целое число) — Кл. *Электрическое поле* — особое состояние пространства, связанное с заряженным телом (частицей, обладающей электрическим зарядом). Материальность электрического поля подтверждается его действием на внесенный в поле заряд.

14. Методика формирования понятий — «напряжение», «сила тока», «сопротивление» в теме «Электромагнитные явления».

Перемещая заряженную частицу, силы электрического поля совершают определенную работу. Напряжение между двумя выбранными точками электрического поля характеризует возможное значение выполненной силами поля работы.

Физ. величины, характеризующие эл.ток, вводят в след. последовательности: а) *напряжение* - отношение работы, совершаемой силами эл.поля при перемещении заряда на участке цепи к модулю перемещенного заряда. Вводят единицу напряжения 1 вольт и правило

его измерения вольтметром. $U = \frac{A}{q}$ (В). 1 вольт— это напряжение между такими двумя точками электрического поля, при переносе между которыми заряда 1 Кл совершается работа 1 Дж; б) сила тока в цепи определяется как отношение заряда, проходящего через поперечное сечение проводника к промежутку времени. Вводят понятие источник тока и рассматривают действие тока. После этого вводят единицу силы тока 1 Ампер и формулируют правило включения амперметра в эл.цепь; в) сопротивление вводят как физ.величину, ограничивающую силу тока в цепи. Это позволяет с опорой на эксперимент получить формулу $R = \frac{\rho l}{S}$.

Электрический ток — направленное движение заряженных частиц. Для создания и поддержания тока в цепи необходимы источники тока. В источниках тока (генераторах) происходит разделение разноименных зарядов, что создает необходимое электрическое напряжение. В любом источнике тока происходит превращение какого-либо вида энергии в электрическую энергию.

Электрический ток производит три основных действия: тепловое, химическое и магнитное. Тепловое действие ток производит в твердых, жидких, газообразных средах. Магнитное действие электрический ток производит во всех средах и даже в вакууме.

За силу электрического тока принимают физическую величину, численно равную заряду, прошедшему через поперечное сечение проводника за единицу времени.

$$I = \frac{q}{t} \text{ (A)}$$

Единица электрического заряда 1 Кл — это заряд, прошедший через поперечное сечение проводника с током силой 1 А за 1 с. За направление электрического тока выбрано направление движения положительно заряженных частиц.

Сопротивление — физическая величина, ограничивающая силу тока в цепи. $R = \frac{\rho l}{S}$ (Ом). 1 Ом — это сопротивление проводника, в котором при напряжении 1 В проходит ток силой 1 А.

Законы последовательного и параллельного соединения резисторов:

$R = R_1 + R_2 + \dots$ - последовательное, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ - параллельное

15. Методика изучения закона Ома для участка цепи и закона Джоуля-Ленца в теме «Электромагнитные явления».

З-н Ома для участка цепи устанавливают экспериментально. Опыт проводят в два этапа: 1. Зависимость силы тока от напряжения; 2. Зависимость силы тока от сопротивления участка цепи при неизменном напряжении на его концах.

Закон Ома: сила тока в проводнике (участке цепи) прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника (участка цепи).

$$I = \frac{U}{R}.$$

Чем меньше сопротивление амперметра, тем меньшие изменения вызывает он при подключении в цепь. Чем больше сопротивление вольтметра, тем меньшие изменения вызывает он при подключении в цепь. Вольт-амперная характеристика проводника представляет собой график зависимости силы тока от напряжения (линейный). Использование цепей без нагрузки приводит к недопустимо опасному росту силы тока (короткому замыканию).

Сопротивление — физическая величина, ограничивающая силу тока в цепи.

$R = \frac{\rho l}{S}$ (Ом) . 1 Ом — это сопротивление проводника, в котором при напряжении 1 В проходит ток силой 1 А. Законы последовательного и параллельного соединения резисторов:

$R = R_1 + R_2 + \dots$ - последовательное, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ - параллельное

Работа тока на участке цепи: $A = IUt$.

Работу электрических сил в проводнике называют работой электрического тока. Работа электрического тока на участке цепи зависит от перенесенного заряда и напряжения на этом участке.

Количество теплоты, выделяющееся в проводнике, пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока.

Закон Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R t$

16. Научно-методический анализ темы «Световые явления». Методика формирования основных понятий темы.

Изучение световых явлений осуществляют на качественном уровне с опорой на общеизвестные легконаблюдаемые факты и демонстрационный эксперимент. Основными понятиями темы явл. понятия «луч» и «световой пучок».

Учащиеся должны усвоить, что луч явл. геометрической моделью – его можно рассм. как ось светового пучка, указывающую направление переноса энергии световым пучком.

Тема состоит из трех основных частей: 1) прямолинейность распространения света, 2) закон отражения, 3) явление преломления.

Изучение световых явлений начинается с краткого исторического обзора развития оптики, и теоретического объяснения ее законов, исходя из двух гипотез о природе света: корпускулярной и волновой.

Источник света – тела, способные излучать свет. Излучающий свет – естественные – солнце, полярное сияние, молния, звезды и т.д. – точечные. Отражающие падающий свет – искусственные – лампы накаливания, костры, свечи, горящие спички и т.д. – протяженные.

Все тела, излучающие свет, наз. источниками света. 1) человек видит предметы только тогда, когда они освещены источниками света. 2) источники света и освещенные предметы человек видит потому, что в его

глаз попадает свет, излученный источниками или отраженный от предметов.

Если размерами источника света в данных условиях можно пренебречь, то его наз. точечным. Точечный источник света обозначается буквой S . Любой точечный источник излучает свет по всем направлениям. Линия, вдоль кот. распространяет свет, наз. световым лучом.

Скорость света - это физ. константа.

О среде, в кот. свет распространяется с меньшей скоростью, говорят как об оптически более плотной и, наоборот, о среде, в кот. свет распространяется быстрее, - как об оптически менее плотной.

17. Методика изучения законов распространения и отражения света.

Закон прямолинейного распространения света в однородной среде. И воздух, и вода имеют по объему одинаковые физ. св-ва, поэтому явл. однородными средами.

В однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Для неоднородных сред этот закон выполняется только в случае, когда световой луч падает перпендикулярно к поверхности среды. Во всех других случаях при переходе из одной среды в другую свет меняет свое направление.

Образование тени и полутени подтверждает прямолинейность распространения света.

Угол между падающим лучом и перпендикуляром, проведенным в точку падения, наз. углом падения. Обозначим этот угол буквой α .

Угол, образованный отраженным лучом и тем же перпендикуляром, наз. углом отражения. Обозначим его буквой γ .

Луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к отражающей поверхности, проведенный в точку падения, лежат в одной плоскости.

Угол отражения равен углу падения $\alpha = \gamma$.

Используя закон отражения, учитель анализирует особенности зеркального и диффузного отражений и обращает внимание учащихся, что плоская зеркальная поверхность не меняет геометрии светового пучка после его отражения, т.е. если, например, падающий пучок цилиндрический, то и отраженный пучок имеет ту же форму.

Если же поверхность зеркала не плоская, то падающий на нее цилиндрический пучок после отражения может стать сходящимся или расходящимся. Отражение от шероховатой поверхности наз. диффузным или рассеянным отражением, а саму поверхность – матовой. Для человека важны оба отражения – и зеркальное, и диффузное.

18. Методика изучения построения изображений в плоском зеркале и тонкой линзе в теме «Световые явления».

В плоском зеркале глаз видит изображение таких же размеров, что и предмет, и на таком же расстоянии за зеркалом.

Глаз может видеть изображение точечного источника света: 1. Когда световые лучи от этого источника непосредственно попадают в глаз, либо 2. Когда эти лучи попадают в глаз после однократного или многократного отражения от поверхностей.

Изображение предмета в плоском зеркале явл. *мнимым*, прямым, по размерам равным предмету и находится на таком же расстоянии за зеркалом, на котором расположен предмет перед зеркалом.

Изменение направления распространения света при переходе его через границу раздела двух сред наз. *преломлением*.

Угол β между перпендикуляром, проведенным в точку падения к границе раздела двух сред, и преломленным лучом наз. *углом преломления*.

При переходе луча из оптически менее плотной в оптически более плотную среду угол преломления меньше угла падения. $\beta < \alpha$

Если свет переходит из среды оптически более плотной в оптически менее плотную, то угол преломления больше угла падения. $\beta > \alpha$

Линза представляет собой прозрачное тело, ограниченное криволинейными (чаще всего сферическими) или криволинейной плоской поверхностями.

Два типа линз: двояковыпуклой, двояковогнутой.

Прямая, проходящая через центры C_1 и C_2 сферических поверхностей, наз. *главной оптической осью линзы*. Радиусы R_1 и R_2 есть радиусы кривизны поверхностей линзы.

Если толщина линзы мала по сравнению с радиусами кривизны ее поверхностей, то линза наз. *тонкой*.

Точка O наз. *оптическим центром линзы*.

Двояковыпуклая линза собирает преломленные лучи, поэтому такая линза наз. *собирающей*. Двояковогнутая линза рассеивает параллельный пучок падающих на нее лучей, поэтому такая линза наз. *рассеивающей*.

Точка F , в кот. пересекаются преломленные линзой лучи, падающие параллельно главной оптической оси, или их продолжения, наз. *главным фокусом линзы*.

Линза собирает лучи, идущие под углом к главной оптической оси, в точке F_1 . Она находится в плоскости $A-A_1$, проходящей через главный фокус перпендикулярно главной оптической оси. Эта плоскость наз. *фокальной плоскостью*, а точка F_1 , в отличие от главного фокуса, наз. *фокусом*.

У собирающей линзы в фокусе пересекаются сами преломленные лучи, несущие энергию, поэтому фокус наз. *действительным*. У рассеивающей линзы в фокусе

пересекаются *продолжения преломленных лучей*. Такой фокус наз. *мнимым*.

Расстояние от оптического центра до главного фокуса наз. *фокусным расстоянием*.

Величина, обратная фокусному расстоянию, определяет оптическую силу линзы. ($D = 1/F$ дптр)

19. Научно-методический анализ темы «Основы кинематики». Анализ способов описания движения в механике, виды движения и уравнения движения

Задача кинематики — дать математически строгое, количественное описание движения тел.

Все, что существует в окружающем нас мире, и есть материя. Материя — это не только вещество (физические тела и частицы, из которых они состоят), но и физические силовые поля: поле тяготения, электрическое поле, магнитное поле. Наиболее простой формой изменений является механическое движение — изменение положения одних тел относительно других в пространстве с течением времени. Наука, которая изучает механическое движение, называется механикой.

Понятия пространство и время играют в физике исключительно важную роль. Все, что существует в материальном мире, существует в пространстве и во времени. Кинематика описывает, как движутся тела, а динамика выявляет причины движения.

1. Процесс изменения формы и (или) объема тела называется деформированием. 2. Изменение ориентации тела в пространстве называется поворотом, а происходящее при этом движение — вращательным движением тела. 3. Перемещение тела без деформирования и поворота называют поступательным движением.

В общем случае движение тела представляет собой результат сложения трех движений: деформирования, вращения и поступательного движения.

Материальной точкой называют тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь. Тело, относительно которого рассматривается движение других тел, называется телом отсчета. Понятия и величины, зависящие от выбора тела отсчета, называют относительными. Основные характеристики движения: скорость, траектория, путь — относительны. Тело отсчета, снабженное устройствами для определения положения других тел и для измерения времени, называется системой отсчета. Движение материальной точки определяется зависимостью ее координат от времени.

Векторные величины характеризуются числовым значением и направлением, скалярные — только числовым значением. Сумму двух векторов находят по правилу параллелограмма или треугольника. Разность двух векторов находят, проводя вектор из конца вычитаемого вектора в конец уменьшаемого (при совмещенных началах векторов).

Способы описания движения:

- описание движения с помощью пути (как ϕ -и времени), пройденного материальной точкой вдоль траектории ($S=S(t)$)
- описание движения с помощью радиус-вектора ($\vec{r} = \vec{r}(t)$) и его изменения со временем.

Описание движения посредством пройденного пути как ϕ -и времени не всегда возможно т.к. траектория движения может быть и неизвестной.

При описании движения с помощью радиус-вектора как ϕ -я времени ($\vec{r} = \vec{r}(t)$) или с помощью координат основные кинематические характеристики вводят сразу как векторные величины

Такой подход безусловно помогает вскрыть векторный характер величин, к тому же этот способ более компактен.

Виды движения рассматривают на основе координатного метода.

Для этого вводят понятия система отсчёта и координаты точки.

Тело отсчёта связанная с ним система координат и часы, образуют систему отсчёта.

Для описания прямолинейного движения достаточно одной координатной оси, а для движения по плоскости двух осей.

Анализируя конкретные случаи движения, раскрывают понятия:

- координаты
- вектор перемещения
- путь, пройденного телом вдоль траектории.

Равномерное прямолинейное движение ($x=x_0\pm v_x\Delta t$;
 $y=y_0\pm v_y\Delta t$)

Движение по окружности $v=\omega R$; $T=\frac{1}{\nu}$; $a=\omega^2 R$

Неравномерное движение (равноускоренное, равнозамедленное)

20. Методика формирования основных кинематических понятий (перемещение, путь, средняя и мгновенная скорости, ускорение).

Путь — это длина участка траектории, пройденного телом за определенный промежуток времени. *Путь* — положительная скалярная величина.

Перемещение — это вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением (для заданного промежутка времени). Модуль перемещения не больше пути, пройденного за тот же промежуток времени.

Пройденные пути складываются арифметически, а перемещения — по правилам сложения векторов. Проекция вектора перемещения на координатную ось равна разности координат конца и начала этого вектора. При равномерном прямолинейном движении тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения. Скоростью равномерного прямолинейного движения называется векторная физическая величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за который оно совершено:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}. \quad s = v\Delta t. \quad \Delta r_x = v_x\Delta t. \quad x = x_0 + v_x t$$

Для равномерного прямолинейного движения этот кинематический закон движения формулируется так: координата равномерно и прямолинейно движущегося тела линейно зависит от времени.

Для равномерного прямолинейного движения график проекции скорости — прямая, параллельная оси времени. Графики проекции перемещения и координаты — прямые, наклон которых к оси времени определяется проекцией скорости. Площадь фигуры между графиком проекции скорости и осью времени определяет проекцию перемещения.

Средняя скорость пути: $\langle v \rangle = \frac{s}{\Delta t}$.

Средняя скорость перемещения: $\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

Быстрота неравномерного движения на участке траектории характеризуется средней скоростью, а в данной точке траектории — мгновенной скоростью. Мгновенная скорость приблизительно равна средней скорости, определенной за малый промежуток времени. Чем меньше этот промежуток времени, тем меньше отличие средней скорости от мгновенной. Мгновенная скорость направлена по касательной к траектории движения. Если модуль мгновенной скорости возрастает, то движение тела называют ускоренным, если он убывает — замедленным. При равномерном прямолинейном движении мгновенная скорость одинакова в любой точке траектории.

Перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета равно векторной сумме его перемещения относительно движущейся системы и перемещения

движущейся системы относительно неподвижной. Скорость тела в неподвижной системе отсчета равна векторной сумме его скорости относительно движущейся системы и скорости движущейся системы относительно неподвижной. Это утверждение называют законом сложения скоростей Галилея.

Ускорение — это физическая векторная величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ (м/с).

Среднее ускорение направлено по вектору изменения скорости. При прямолинейном движении ускорение направлено либо по скорости, либо противоположно ей. Если ускорение направлено по скорости, то движение будет ускоренным, если противоположно — то замедленным. Только при равномерном прямолинейном движении ускорение в любой момент времени равно нулю.

21. Методика изучения кинематических законов движения материальной точки и их графической интерпретации.

Изучение кинематических законов движения мат точки учащиеся начинают изучать в 9классе в 1 главе.

Первым делом повторяется и дополняется понятие равномерного прямолинейного движения.

При равномерном прямолинейном движении тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения и проходит одинаковые пути.

И вводится новое понятие для скорости :

Скорость равномерного прямолинейного движения — это величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за который оно совершено.

Скорость тут уже выступает как векторная величина.

Вводится формула: $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

Из этой формулы следуют еще 2: $\Delta \vec{r} = \vec{v} \Delta t$ (2) и $s = v \Delta t$

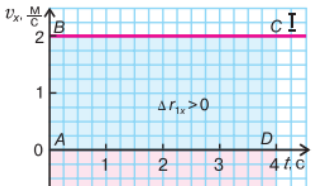
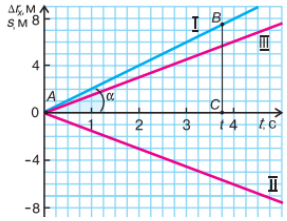
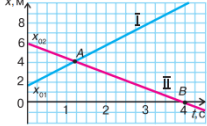
Из формулы (2) находим проекцию перемещения автомобиля на ось Ох: $\Delta r_x = v_x \Delta t$

за время $\Delta t = t - t_0$ автомобиль совершил перемещение $\Delta r_x = x - x_0$. Подставляя Δr_x и Δt в равенство

получаем : $x = x_0 + v_x t$ - Координата равномерно и прямолинейно движущегося тела линейно зависит от времени — это кинематическим законом движения равномерного прямолинейного движения.

Далее переходят к графическому представлению:

1. Граф фик проекции скорости	2. Граф фик проекции перемещения	3.График пути	4.График координат ы. Его называют также графиком движения
-------------------------------------	--	------------------	--

		<p>Такой же как и график перемещения но не может быть отрицательным</p>	
<p>проекция скорости при равномерном прямолинейном движении с течением времени не изменяется.</p>	<p>при равномерном прямолинейном движении проекция перемещения прямо пропорциональна времени.</p>	<p>при равномерном прямолинейном движении пройденный путь прямо пропорционален времени</p>	

Далее учащиеся переходят к изучению неравномерного движения.

Вводится новая величина: Величину, равную отношению изменения скорости Δv к промежутку времени Δt , называют ускорением $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ в СИ 1 м/с^2

Далее говорят что при прямолинейном движении ускорение направлено по скорости, если скорость растет, и противоположно скорости, если скорость уменьшается.

Далее переходят к изучению равнопеременного движения:

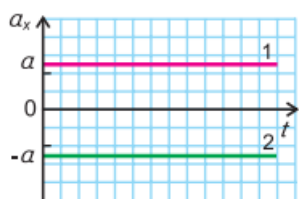
Самое простое из всех неравномерных движений — прямолинейное движение с постоянным ускорением, называемое равнопеременным. Говорят что ускорение постоянно.

И выводится закон изменения формулы для равнопеременного движения:

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ при движении с постоянным ускорением скорость тела линейно зависит от времени

И в проекции на ОХ: $v_x = v_{0x} + a_x t$

строится график проекций ускорения:

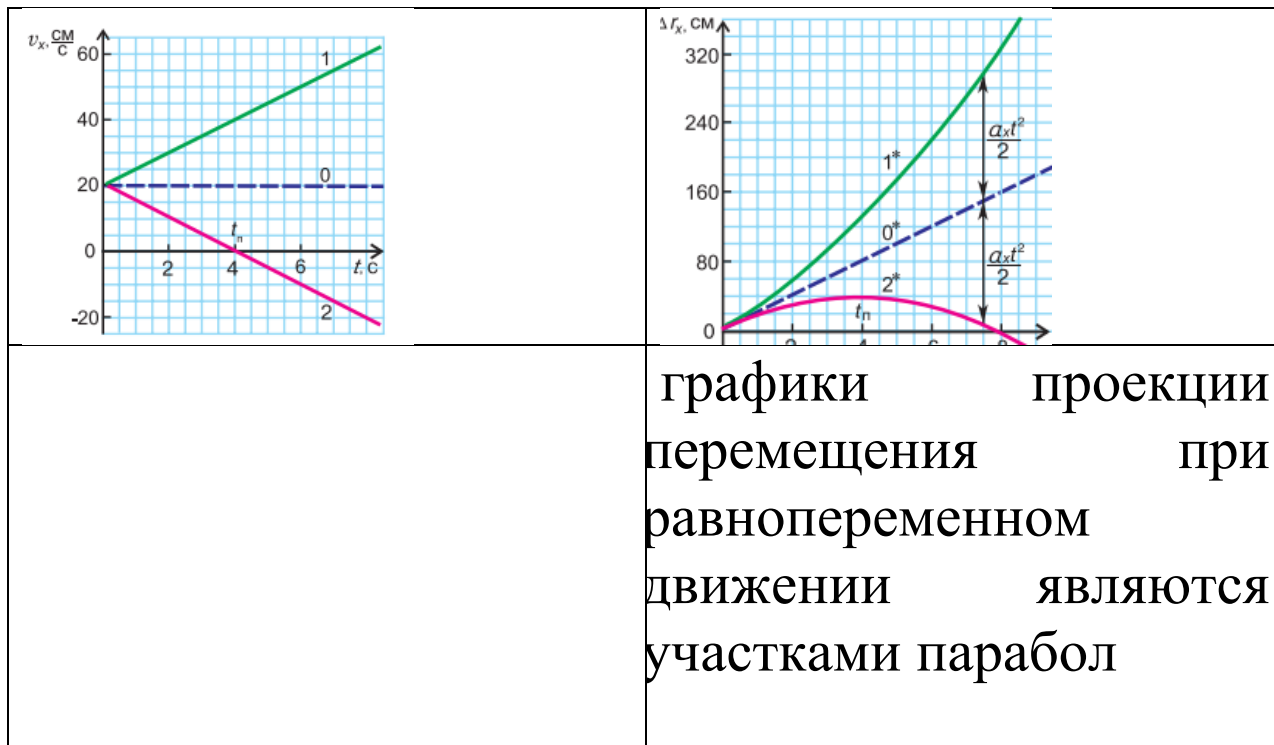


Далее выражается кинематические закон равнопеременного движения: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

И говорят что при равнопеременном движении проекция перемещения тела и его координата квадратично зависят от времени

После чего учащиеся знакомятся с графиками равнопеременного движения:

Зависимость проекции скорости от времени.	зависимость проекции перемещения от времени
---	---



22. Методика изучения основных понятий криволинейного движения в теме «Основы кинематики».

Вектор R наз. радиусом-вектором.

Радиус-вектор $R_1 = OA$ указывает, где находится тело в момент времени t_1 , вектор $R_2 = OB$ – в момент t_2 .

Тело движется по окружности, а вектор R совершает вращательное движение. За промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$ тело пройдет путь, равный длине дуги AB , а вектор R повернется на угол $\Delta \varphi$.

В СИ угол поворота измеряется в радианах. 1 рад – это центральный угол, длина дуги кот. равна радиусу окружности.

$\Delta \varphi = s/R$. Для одного полного оборота по окружности путь $s = 2\pi R$, а угол поворота $\Delta \varphi_1 = 2\pi R/R = 2\pi$. Значит, 2π рад = 360 градусов, а 1 рад = 360град./ 2π

Быстроту вращательного движения характеризуют *угловой скоростью*.

При равномерном вращении угловая скорость равна отношению угла поворота $\Delta\varphi$ радиус-вектора R промежутку времени Δt , за кот. этот поворот произошел.
 $\omega = \Delta\varphi / \Delta t$.

При равномерном вращении угловая скорость постоянна. Единицей угловой скорости в СИ явл. 1 радиан в секунду. $\omega = v/R$

Равномерное движение по окружности характеризуют также периодом обращения T . Он равен времени, за кот. тело (материальная точка) делает один полный оборот по окружности. За время $\Delta t = T$ радиус-вектор поворачивается на угол $\Delta\varphi = 2\pi$. $\omega = 2\pi/T$

Частота вращения равна отношению числа оборотов N к промежутку времени Δt , за кот. они совершены. $\nu = N/\Delta t$

Единица частоты в СИ явл. 1 оборот в секунду, или $1/c = c^{-1}$

Частота есть величина, обратная периоду. Угловая скорость пропорциональна частоте вращения. $\omega = 2\pi\nu$.

Модули линейных скоростей точек тела, вращающегося вокруг неподвижной оси, прямо пропорциональны расстоянию до этой оси. $v = \omega R$.

23. Научно-методический анализ темы «Основы динамики». Последовательность введения основных понятий и законов.

Основы динамики изучается в 9 классе после кинематики. В 9 классе изучение темы динамика начинается с того что учащиеся вспоминают изученное в 7 классе. Вспоминают определение силы: сила-величина количественно характеризующая взаимодействие тел.

Далее учащие изучают о движении по инерции и получают формулировку 1 закон Ньютона: всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока на него не действуют силы.

Далее разбирается определение: Системы отсчета, относительно которых тела покоятся или движутся равномерно и прямолинейно, когда на них не действуют силы (или силы скомпенсированы), называются инерциальными.

И дается 2-я формулировка 1 закона: существуют системы отсчета, относительно которых любое тело движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют силы или действие сил скомпенсировано.

Далее учащиеся приступают к изучению массы:

Для начала они вспоминают определение из 7 класса: Масса – величина характеризующая инертность тела.

Далее разбираются способы измерения массы(путем взвешивания и путем сравнения инерции). Далее

вспоминается что такое плотность и ее связь с массой

$$m = \rho V$$

Далее изучается 2рой закон Ньютона. Дается его формула $a = \frac{F}{m}$ или же $F = ma$ и формулировка: Ускорение тела прямо пропорционально результирующей всех сил, приложенных к нему, обратно пропорционально массе тела и направлено так же, как результирующая сила.

Дается определение 1Н(Ньютона): 1Н — сила, под действием которой тело массой 1 кг приобретает ускорение 1м/с^2 .

Далее изучается 3-й закон Ньютона: силы, с которыми тела действуют друг на друга, имеют равные модули, противоположные направления и лежат на одной прямой $F_{1 \rightarrow 2} = -F_{2 \rightarrow 1}$.

Дается определение принципа относительности Галилея: во всех инерциальных системах отсчета механические явления при одинаковых условиях происходят одинаково.

Далее изучается деформация тел, сила упругости, закон Гука. Изучаются 3 вида деформации: кручения, растяжения(сжатия) и сдвига. А также говорится что деформация может быть упругой и неупругой.

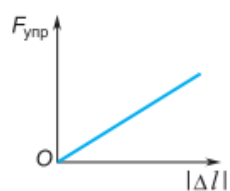
При упругих деформация против деформации возникает сила – Сила Упругости. $\vec{F}_{\text{упр}} = -\vec{F}_{\text{деф}}$

Далее дается определение Закона Гука: при упругих деформациях сжатия и растяжения модуль силы

упругости прямо пропорционален изменению длины тела. $F_{\text{упр}} = k|\Delta l|$

Вводится коэффициент k : Коэффициент пропорциональности k называется жесткостью. Жесткость тела численно равна модулю силы упругости, возникающей при удлинении (или сжатии) тела на единицу длины. В СИ 1 Н/м

Строится график зависимости силы упругости от удлинения:



И объясняется природа силы упругости: Силы упругости возникают из-за взаимодействия молекул между собой и имеют электромагнитную природу.

Далее изучается сила трения.

Вспоминается изученное в 7 классе: сила трения скольжения возникает при движении одного тела по поверхности другого и направлена в сторону, противоположную движению.

В 9 классе говорится, что модуль силы трения скольжения прямо пропорционален модулю силы давления тела на опору и вводится формула: $F_{\text{тр}} = \mu F_{\text{д}}$

Вводится коэффициент μ коэффициент трения скольжения. И вводится расчетная формула: $F_{\text{т}} = \mu N$

Даются основные характеристики силы трения: сила трения практически не зависит от площади соприкосновения тел, сила трения скольжения

направлена противоположно скорости движения тела относительно опоры.

Вводится понятие силы трения покоя- сила трения возникающая у покоящихся тел.

Далее говорится про силу сопротивления: в жидкости или газе. Здесь тоже есть силы, препятствующие движению. Их называют силами сопротивления. Силы сопротивления в жидкости и газе возникают только при движении тела и среды друг относительно друга.

Говорят что Сила сопротивления зависит от: От свойств среды, *От размеров тела, От формы тела, От скорости движения*

Далее изучается движение тел под действием силы тяжести.

Говорят что: Движение тела, на которое действует только сила тяжести, называется свободным падением.

Вводятся основные характеристики такого движения $a_{св} = g$

Далее рассматриваются 3 случая:

1. Тело падает с высоты h без начальной скорости

$$\begin{aligned} v_y = gt \quad y = \frac{gt^2}{2} \quad t_{\text{пад}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad v_{\text{пад}} \\ = \sqrt{2gh} \end{aligned}$$

2. Тело брошенное горизонтально

$$l = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{— дальность полета} \quad v$$

$$= \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

— скорость в любой момент времени

3. Тело брошено вертикально вверх

$$t_{\text{пол}} = \frac{2v_0}{g} \quad \text{— полное время полета} \quad H = \frac{v_0^2}{2g}$$

Далее изучается закон всемирного тяготения

Все тела притягивают друг друга силами, прямо пропорциональными произведению масс этих тел и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

гравитационная постоянная G численно равна силе притяжения двух материальных точек массами по 1 кг, находящихся на расстоянии 1 м друг от друга.

Изучается формула определения свободного падения на планетах: $g_r = G \frac{M}{(R+h)^2}$

Ускорение свободного падения на поверхности планеты прямо пропорционально массе планеты и обратно пропорционально квадрату ее радиуса.

Заканчивается изучение динамики в 9 классе изучением веса, невесомости и перегрузки.

В 7-м классе изучается, что вес тела — это сила, с которой тело действует на опору или на подвес из-за притяжения к Земле.

Вводится формула определения веса покоящегося тела:
 $\vec{P} = m\vec{g}$

Внимание акцентируется на различие силы тяжести и веса : Сила тяжести приложена к телу, а вес — к опоре или подвесу.

переходится к изучению тел движущихся с ускорением: Говорят что если тело движется с ускорением свободного падения то вес тела равен нулю такое состояние называется невесомостью.

Если тело двигается с ускорением не равным нулю и не равным ускорению свободного падения то $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$

Изменение веса тела, обусловленное ускоренным движением, характеризуют перегрузкой Q

$$Q = \frac{|\vec{g} - \vec{a}|}{\vec{g}}$$

24. Методика формирования понятия «масса» в теме «Основы динамики».

Массу как меру инертности называют инертной массой, а массу, определяемую по силе притяжения тел друг к другу, — гравитационной массой. Равенство инертной и гравитационной масс неоднократно проверялось на опыте.

1. *Масса тела* — мера его инертности. 2. *Масса тела* — мера его гравитационных свойств. 3. Масса данного тела на Земле, на Луне, на космической станции и т. д. одинакова.

В 9 классе в разделе «Основы динамики» понятие «масса» рассматривают двумя способами:

1) Измерение массы тела путём взвешивания. (Рассматриваются виды весов, вспоминается понятие «сила тяжести»)

2) Сравнения масс по инертности тел. (Происходит демонстрация опыта с помощью двух тележек и поставленных на них грузов разных масс, разгоняют тележки так, чтобы они двигались с одинаковым ускорением, не обгоняя и не отставая друг от друга. В дальнейшем сравниваются силы, приложенные к тележкам и делаем выводы о инертности тел.)

Напомним еще о двух практически важных свойствах массы: • общая масса m нескольких тел равна сумме их масс: $m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$; • масса однородного тела объемом V равна: $m = \rho V$.

25. Методика изучения законов Ньютона в теме «Основы динамики».

Учащимся уже известно, что окружающие нас тела взаимодействуют друг с другом. Каким закономерностям подчиняются взаимодействия тел? Как они влияют на механическое движение тел? Ответы на эти вопросы дает раздел физики динамика.

Вначале рассматривается взаимодействие сил и какие силы и как могут действовать на рассматриваемые тела. Проведем опыт, подобный опытам Галилея. Опыт показывает, что по стеклу шарик прокатится дальше всего. Почему? (наименьшее трение). Галилей сделал

вывод: скорость движения тела остается постоянной, если на тело не действуют силы или силы действуют, но при этом компенсируют друг друга. Такое движение называют движением по инерции. Развивая идеи Галилея, в 1687 г. Исаак Ньютон сформулировал утверждение, получившее название первый закон Ньютона (или закон инерции): *всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока на него не подействуют силы*. Первый закон Ньютона выполняется в системе отсчета, покоящейся относительно Земли, но не выполняется в системе отсчета, связанной с ускоренно движущейся опорой. Системы отсчета, относительно которых тела покоятся или движутся равномерно и прямолинейно, когда на них не действуют силы (или силы скомпенсированы), называются **инерциальными**. Первому закону Ньютона дают следующую формулировку: **существуют системы отсчета, относительно которых любое тело движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют силы или действие сил скомпенсировано.**

Далее учащиеся рассматривают понятие массы (мера инертности тела). После переходят ко второму закону Ньютона. Рассматривают опыты с тележками, прикладывая при этом к ним различные по величине силы и увеличивая массы самих тележек (добавляют на них гири). Делают выводы:

1. Ускорение тела прямо пропорционально результирующей всех сил, приложенных к нему: $a \sim F$.

2. Модули ускорений, приобретаемых телами под действием одинаковых сил, обратно пропорциональны массам этих тел: $a \sim \frac{1}{m}$.

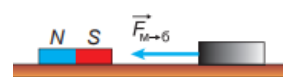
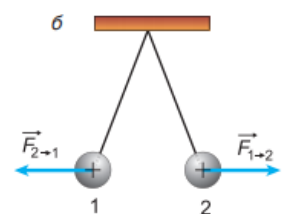
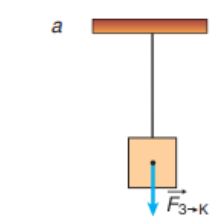
Далее рассматривают два случая:

1. К тележке приложили силу F , направленную против ее скорости v

2. Шарик, подвешенный на нити, движется по окружности

После делают вывод и формулируют 2 закон Ньютона: Ускорение тела прямо пропорционально результирующей всех сил, приложенных к нему, обратно пропорционально массе тела и направлено так же, как результирующая сила: $a = \frac{F}{m}$. В СИ 1 Н — сила, под действием которой тело массой 1 кг приобретает ускорение 1.

Третий закон Ньютона.



Второй закон Ньютона объясняет, какое ускорение возникает при движении тела, на которое действуют другие тела. А действует ли при этом данное тело на эти тела?

Рассматривают несколько примеров.

(Действует ли при этом кубик на Землю?

Заряженный шар 2 на заряженный шар 1?

Железный брусок на магнит? Если

действует, то с какой силой?) Проводят

опыт. Поместим магнит на тележку 1, а железный брусок — на тележку 2. Одинаковы ли модули сил, с которыми магнит и брусок притягивают друг друга?

Равенство показаний динамометров говорит, что модули этих сил равны. Механическое действие тел друг на друга всегда взаимно. При этом **силы, с которыми тела действуют друг на друга, имеют равные модули, противоположные направления и лежат на одной прямой:** $F_{1-2} = -F_{2-1}$. Силы взаимодействия приложены к разным телам. Силы взаимодействия всегда имеют одну и ту же природу. *Так же в данной теме рассматривается принцип относительности Галилея: во всех инерциальных системах отсчета механические явления при одинаковых условиях происходят одинаково.*

26. Методика изучения законов всемирного тяготения и закона Гука в теме «Основы динамики».

Количественной мерой взаимодействия, как вам известно, является **сила**. Земля притягивает шарик силой тяжести F_t посредством поля тяготения (полевое взаимодействие). Опора действует на шарик силой упругости $F_{упр}$.

Действующие силы компенсируют друг друга ($F_t + F_{упр} = 0$).

Во втором случае сила упругости действует на шарик со стороны растянутой пружины. В обоих случаях шарик взаимодействовал с двумя телами. Число сил, приложенных к телу, равно числу тел, с которыми данное тело взаимодействует.

Закон Гука

До сих пор мы рассматривали модель абсолютно твердого тела. Размеры и форма тела в процессе его движения и взаимодействия не изменялись. Однако в ряде явлений происходит деформация тела, т. е. изменение его размеров, формы. Какими закономерностями описываются деформации? Вспоминают виды деформаций: сжатие, сдвиг, изгиб, кручение. Рассматривают **упругую и неупругую(пластической) деформации**. Как при растяжении шнура, так и при сжатии пружины в ответ на действие деформирующей силы $F_{\text{деф}}$ возникала противодействующая ей сила упругости $F_{\text{упр}}$. Сила упругости *приложена* к телу, которое вызвало деформацию. Сила упругости направлена противоположно деформирующей силе, а их модули равны. $F_{\text{упр}} = k|\Delta l|$, где k — постоянный коэффициент, называется жесткостью тела. **Закон Гука (1660 г): при упругих деформациях сжатия и растяжения модуль силы упругости прямо пропорционален изменению длины тела.** Жесткость тела численно равна модулю силы упругости, возникающей при удлинении (или сжатии) тела на единицу длины. Единица жесткости в СИ — 1Н/м. При растяжении, и при сжатии сила упругости направлена противоположно перемещению точки приложения деформирующей силы, из чего: $F_{\text{упр}x} = -kx$, x -удлинение тела. Силу упругости,

возникающую в ответ на действие тела на опору, называют **силой реакции опоры**.

В 7-м классе ученики узнали о всемирном тяготении. Почему мы не замечаем взаимного притяжения окружающих нас предметов? С какой силой Солнце притягивает Землю? Ответы дает закон всемирного тяготения, сформулированный И. Ньютоном в 1667 г.

Все тела притягивают друг друга силами, прямо пропорциональными произведению масс этих тел и обратно пропорциональными квадрату расстояния

между ними: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, где m_1 и m_2 — массы тел, r

— расстояние между телами, G — гравитационная постоянная. *Формула дает точное значение F для материальных точек и однородных тел, имеющих форму шара (для них r — расстояние между центрами).*

Опыт для определения гравитационной постоянной был проведен Генри Кавендишем в 1798 г. На стержне АВ закреплены два одинаковых свинцовых шарика массой m_1 . Стержень подвешен на тонкой упругой металлической нити ОС с легким зеркальцем S. Такое устройство называется крутильными весами. Притяжение шариков к тяжелым неподвижным свинцовым шарам массами m_2 вызывает поворот стержня АВ и закручивание нити ОС. Угол закручивания чрезвычайно мал. Его определяли с помощью луча света, отраженного от зеркальца S, и шкалы. По углу закручивания нити находили силу

притяжения. **Ускорение свободного падения** на поверхности планеты прямо пропорционально массе планеты и обратно пропорционально квадрату ее радиуса: $g = G \frac{M}{R^2}$.

27. Научно-методический анализ темы «Законы сохранения в механике». Формирование понятия «замкнутая физическая система».

Структура темы: Импульс тела. Импульс системы тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Полная энергия системы тел. Закон сохранения энергии.

Закон сохранения импульса — один из наиболее точных и общих законов физики. Он подтвержден огромным количеством экспериментов и наблюдений в обычных масштабах, в микромире и космосе. Он справедлив как в механике Ньютона, так и в механике релятивистских скоростей.

Систему тел, на которую не действуют внешние тела, называют замкнутой системой. Импульс такой системы сохраняется всегда, как и предполагал Декарт. Реальные механические системы никогда не бывают абсолютно замкнутыми. На все окружающие нас тела действует Земля, на Землю действует Солнце и т. д. Однако закон сохранения импульса можно применять не только для замкнутых систем, но и для незамкнутых, если:

- внешние силы действуют, но их результирующая равна нулю;

- внешними силами можно пренебречь по сравнению с внутренними.

Рассмотрим пример. Деревянный кубик массой M лежит на горизонтальном столе. В кубик попадает пуля массой m и застревает в нем. Скорость пули горизонтальна, модуль скорости пули перед попаданием равен v_0 . Требуется найти скорость v , которую приобрел кубик. Замкнута ли система «кубик + пуля»? Нет. Но сила тяжести системы уравновешивается реакцией опоры, а сила трения кубика о поверхность стола гораздо меньше силы, с которой на кубик действует пуля во время удара. Тогда согласно равенству (2) можно приравнять импульс системы «кубик + пуля» до попадания пули к импульсу этой системы после попадания:

$$mv_0 = (m + M)v$$

Значит, скорость кубика вместе с пулей после удара

$$v = \frac{m}{m+M}v_0 \quad (3)$$

28. Методика изучения закона сохранения импульса в теме «Законы сохранения в механике».

Импульс силы. Если на тело массой m в течении времени t действует сила F и скорость его движения изменяется от v_0 до v (векторы), то ускорение a движения тела равно: $a = \frac{v-v_0}{t}$.

На основании второго з-на Ньютона для силы F можно записать выражение:

$$F=ma=\frac{m(v-v_0)}{t}.$$

Из равенства следует: $Ft = -mv_0$.

Физическая величина равная произведению силы F на время t ее действия, называется *импульсом силы*.

Импульс тела: физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость движения, называется импульсом тела. Изменение импульса тела равно импульсу силы, вызывающей это изменение.

Импульс тела является количественной характеристикой поступательного движения тел. За единицу импульса в СИ принят импульс тела массой 1 кг, движущегося поступательно со скоростью 1 м/с. Единицей импульса является килограмм-метр в секунду (кг*м/с). Величину $mv = p$ называют *импульсом тела*.

Закон сохранения импульса: Таким образом, векторная сумма импульсов двух тел до взаимодействия равна векторной сумме их импульсов после взаимодействия.

При изучении закона сохранения импульса вводят понятие “*замкнутая механическая система*”. Система тел, не взаимодействующих с другими телами, не входящими в эту систему, называется *замкнутой системой*. В замкнутой системе геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой. Необходимым условием применимости закона

сохранения импульса к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета. Если действуют внешние силы, то суммарный импульс силы, действующей на систему, равен суммарному изменению импульса системы.

29. Методические варианты изучения превращений механической энергии одного вида в другой и закона сохранения механической энергии в теме «Законы сохранения в механике».

Рассмотрим пример. Пусть падающий мячик массой m в некоторый момент времени находится на высоте h и имеет скорость v . Чему равна полная энергия системы «Земля + мячик»? Найдём сумму кинетической и потенциальной энергий данной системы (считая Землю неподвижной):

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = mgh + \frac{mv^2}{2}.$$

Мы получили величину, которую называют «механической энергией системы». Найдена ли полная энергия системы «Земля + мячик»? Нет.

Как вы уже знаете, все тела состоят из микрочастиц — атомов, молекул. Эти частицы участвуют в хаотическом тепловом движении и взаимодействуют (притягивают и отталкивают друг друга). Сумма кинетической энергии теплового движения микрочастиц и потенциальной энергии их взаимодействия друг с другом называется

внутренней энергией тела. Значит, полная энергия системы «Земля + мячик» равна:

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{мех}} + E_{\text{внут}}$$

где $E_{\text{внутр}}$ есть сумма внутренних энергий Земли и мячика.

Таким образом, для любой системы тел:

- механическая энергия системы есть сумма кинетических энергий тел системы и потенциальных энергий их взаимодействий;
- полная энергия системы складывается из ее механической энергии и суммы внутренних энергий тел системы.

30. Научно-методический анализ темы «Основы статики». Методика изучения закона Архимеда.

Содержание темы: Условия равновесия тел. Момент силы. Простые механизмы. Рычаги. Блоки. Наклонная плоскость. «Золотое правило механики». Коэффициент полезного действия механизма. Центр тяжести. Виды равновесия. Действие жидкости и газа на погруженные в них тела. Выталкивающая сила. Закон Архимеда. Плавание судов. Воздухоплавание (для дополнительного чтения)

Целью темы "Основы статики" в школе является ознакомление учащихся с основными понятиями и законами статики, а также развитие навыков решения задач, связанных с равновесием тел.

Задачи данной темы включают:

1. Изучение основных понятий статики, таких как сила, момент силы, равновесие тела и т.д. 2. Понимание законов статики, включая закон равновесия тела, закон плеча и закон действия и противодействия. 3. Развитие навыков анализа и решения задач, связанных с равновесием тела, например, определение сил, действующих на тело, и расчет момента силы. 4. Применение полученных знаний и навыков для решения практических задач, например, определение сил, действующих на конструкцию или механизм.

В целом, изучение основ статики в школе помогает учащимся развить понимание физических законов и применить их для анализа и решения различных задач, а также создает основу для изучения более сложных тем в области физики.

Выталкивающая сила. Закон Архимеда. На тело, погруженное в жидкость действует снизу вверх сила, выталкивающая тело из жидкости.

Опыт с воздухом. $F_{\text{выт}} = g\rho_{\text{ж}}V_{\text{нагр.тела}} = g m_{\text{ж}}$.

Закон Архимеда. На тело, погруженное в жидкость(газ) действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх, и равная весу жидкости в объеме погруженного тела(или его части).

31. Методика изучения простых механизмов (рычаги, блоки, условия равновесия, коэффициент полезного действия) в теме «Основы статики».

Даже у таких сложных устройств, как роботы, механическая часть является комбинацией простых механизмов: рычагов, наклонных плоскостей, блоков, винтов.

Рычагом может служить твердое тело, способное вращаться вокруг заданной оси (или точки опоры). Различают рычаги первого и второго рода. У рычага первого рода вес поднимаемого груза P и приложенная сила F находятся по разные стороны от точки опоры, а у рычага второго рода — по одну сторону от нее. В обоих случаях вес P груза больше, чем приложенная сила F . Значит, рычаг дает выигрыш в силе.

Итак, выигрыш в силе для рычага равен отношению плеча прикладываемой силы к плечу веса поднимаемого

$$\frac{P}{F} = \frac{l_1}{l_2}$$

груза.

Рассмотрим блоки. Их широко используют на стройках, в портах, на складах и т. д. Блок представляет собой колесо с желобом, через который проходит трос (канат, веревка, нить и т. д.). Если ось блока закреплена, то блок называют неподвижным, если нет, то — подвижным. Дает ли блок выигрыш в силе? Проведем опыт с неподвижным блоком. К одному концу нити,

перекинутой через блок, прикрепим груз, а к другому — динамометр. При покое или равномерном подъеме груза показания динамометра F практически равны весу груза P . Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, а лишь изменяет ее направление.

Подвижный блок дает выигрыш в силе приблизительно в 2 раза. Ведь блок с грузом удерживают две нити. Сила натяжения каждой из нитей равна половине веса груза.

32. Научно-методический анализ раздела «Молекулярная физика».

Цель данного раздела – изучение нового материального объекта:

- а) системы, состоящей из большого числа частиц (молекул и атомов),
- б) новую, присущую именно этому объекту форму движения (тепловую),
- в) соответствующий ей вид энергии (внутреннюю).

Учащихся впервые знакомят со статистическими закономерностями, которые используют для описания поведения большого числа частиц. Формирование статистических представлений позволяет понять смысл необратимости тепловых процессов. Именно необратимость процессов и позволяет говорить о тепловом равновесии, температуре, понять принцип работы тепловых машин.

Задача учителя – рассмотреть в единстве два метода описания тепловых явлений и процессов: *термодинамический* (феноменологический),

основанный на понятии энергии, *статистический*, основанный на молекулярно-кинетических представлениях о строении вещества. При рассмотрении статистического и термодинамического методов необходимо четко разграничивать знания, полученные эмпирически, и знания, полученные в результате моделирования внутреннего строения вещества и происходящих с ним явлений и процессов.

В разделе получают дальнейшее развитие энергетические представления, происходит обобщение закона сохранения энергии на тепловые процессы, вводится формула первого закона термодинамики и рассматриваются применения этого закона к анализу конкретных процессов.

Раздел «Молекулярная физика» дает возможность продолжить знакомство учащихся с экспериментальным методом исследования, (броуновское движение, опыт Штерна, опыт Бойля, Шарля и пр.).

Значение раздела: 1. мировоззренческое 2. воспитательное 3. дает возможность для демонстрации дедуктивного метода изучения явлений природы.

Структуру раздела «Молекулярная физика» определяют два обстоятельства: избранный метод изучения газовых законов (индуктивный или дедуктивный) и метод введения понятия температуры.

При индуктивном изучении газовых законов вначале на качественном уровне рассматривают основные положения мкт, затем некоторые вопросы термодинамики, газовые законы вводят эмпирически и

объясняют с точки зрения молекулярных представлений и на основе термодинамического подхода. Методическая идея в этом случае заключается в совместном изучении тепловых явлений и молекулярной физики, в опытном изучении свойств вещества и их объяснении на основе теории.

При дедуктивном подходе вначале изучают мкт идеального газа: выводят основное уравнение мкт газов ($p = \frac{2}{3} n \underline{E_k}$), постулируют или выводят из мысленных экспериментов связь температуры со средней кинетической энергией его молекул ($\underline{E_k} = \frac{3}{2} kT$) и устанавливают уравнение состояния идеального газа $p = nkT$ или $pV = \frac{m}{M} RT$. Газовые законы рассматривают как следствия уравнения состояния идеального газа и подтверждают экспериментально. Далее можно изучать законы термодинамики и рассматривать применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Что касается введения понятия температуры, то при индуктивном изучении газовых законов последовательность его раскрытия такова: температура как параметр состояния макроскопической системы – абсолютная температура (из закона Шарля или Гей-Люссака) – температура – мера средней кинетической энергии молекул (из основного уравнения мкт газов и эмпирически полученного уравнения состояния идеального газа).

При дедуктивном изучении газовых законов понятие температуры вводят следующим образом: температура

как параметр состояния макроскопической системы – абсолютная температура – мера средней кинетической энергии молекул (из основного уравнения мкт газов).

33. Методика изучения основных положений молекулярно-кинетической теории.

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три положения:

1. Вещество имеет дискретное строение, т. е. состоит из микроскопических частиц.. 2. Частицы вещества хаотически движутся. 3. Частицы вещества взаимодействуют между собой. Согласно первому положению молекулярно-кинетической теории вещество имеет дискретное строение, т. е. состоит из отдельных частиц (молекул, атомов, ионов).

Тепловое движение частиц вещества. Согласно второму положению молекулярно-кинетической теории частицы, составляющие вещество, находятся в непрерывном хаотическом движении, которое называют тепловым. Наиболее ярким экспериментальным подтверждением теплового движения частиц вещества (молекул, атомов и ионов) является броуновское движение, т.е. движение «взвешенных» в жидкости или газе мельчайших нерастворимых твёрдых частиц размерами примерно 1мкм и меньше. «Взвешенные» частицы — это частицы, плотность вещества которых близка к плотности окружающей их среды (жидкости или газа). Они распределяются по всему объёму среды,

не оседая на дно сосуда и не поднимаясь на её поверхность.

Броуновское движение обусловлено свойствами жидкости или газа, не зависит от природы вещества броуновской частицы и внешних воздействий (кроме температуры). Причиной броуновского движения является тепловое движение частиц среды, окружающей броуновскую частицу, и отсутствие точной компенсации ударов, испытываемых частицей со стороны окружающих её молекул (атомов или ионов).

Подтверждением теплового движения частиц вещества является также диффузия — процесс выравнивания концентраций неоднородно распределённых в пространстве атомов, молекул или ионов вещества. Концентрация — величина, равная отношению числа частиц N к занимаемому ими объёму V . Взаимодействие частиц вещества. Сам факт существования твёрдых и жидких тел свидетельствует, что между частицами веществ, образующих эти тела, действуют силы взаимного притяжения. Частицы (атомы или молекулы) в этих телах удерживаются вместе именно силами взаимного притяжения.

Относительно малая сжимаемость жидкостей и твёрдых тел указывает на то, что между молекулами вещества существуют и силы взаимного отталкивания. Силы притяжения и силы отталкивания действуют одновременно. В противном случае устойчивых состояний больших совокупностей молекул не могло бы

существовать: составляющие их частицы стягивались бы в одном месте или разлетались в разные стороны. Кроме того, должно существовать некоторое расстояние r_0 между центрами частиц, при котором силы притяжения уравниваются силами отталкивания — их равнодействующая равна нулю. Расстояние r_0 называют *равновесным*.

Силы взаимодействия между частицами вещества имеют электромагнитную природу и очень быстро убывают с увеличением расстояния между частицами.

34. Методика изучения понятия идеальный газ.

Индуктивный и дедуктивный подходы к изучению особенностей газов.

Существуют два определения понятия идеального газа: термодинамическое и молекулярно-кинетическое.

С молекулярно-кинетической точки зрения идеальный газ — это газ, молекулы которого представляют собой материальные точки, не взаимодействующие друг с другом на расстоянии, но взаимодействующие при столкновении по закону абсолютно упругого удара.

Модель «идеальный газ» имеет определение границы применимости: она не применима при высоких давлениях и низких температурах.

В курсе физики при изучении газовых законов возможны два методических пути: индуктивный и дедуктивный. В первом случае последовательно изучают законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, а затем их обобщают и получают уравнение

Менделеева-Клапейрона. Этим законам дают качественное молекулярно-кинетическое истолкование. Далее независимо от изучения этих вопросов выводят основное уравнение кинетической теории газов для давления и из него устанавливают связь между абсолютной температурой и средней кинетической энергией хаотического поступательного движения молекулы. Все газовые законы при этом изучаются на опытной основе.

При другом пути - дедуктивном - на основе положений молекулярно-кинетической теории, изученных на классических опытах, сразу выводят основное уравнение кинетической теории газов для давления (уравнение Клаузиуса). При этом используют физическую модель идеального газа. Из этого уравнения получают как частные случаи все законы для идеальных газов, в том числе и закон Менделеева-Клапейрона.

Поведение молекул идеального газа можно описать, пользуясь законами Ньютона. Между соударениями молекулы движутся практически равномерно и прямолинейно.

Уравнение, связывающее микропараметры состояния идеального газа (массу молекулы и её среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$ с его макропараметром (давлением, характеризующим газ как целое), не⁴ посредственно измеряемым на опыте,

называют основным уравнением молекулярно-кинетической теории идеального газа:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle v^2 \rangle$$

Давление идеального газа зависит от средней кинетической энергии поступательного движения его молекул и их концентрации:

$$p = \frac{2}{3} n \langle E_k \rangle$$

35. Методика изучения основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов.

Выводу основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов должно предшествовать изучение таких понятий, как давление газа в молекулярно-кинетической теории и средний квадрат скорости теплового движения молекул.

Изучая физику в 7 классе, вы узнали, что давление газа на стенки сосуда, в котором он находится, как и на любое тело, помещенное внутрь сосуда, создается в результате ударов частиц, образующих газ. Вследствие хаотичности их движения усредненное по времени давление газа, находящегося в тепловом равновесии со стенками сосуда, в любом месте сосуда одинаково и

равно
$$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle v^2 \rangle$$

Уравнение, названное основным уравнением молекулярно-кинетической теории идеального газа, позволяет рассчитать макроскопический параметр давление p газа, используя среднюю квадратичную скорость их теплового движения, определяемую по

формуле $v_{\text{кв}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$, и микроскопические параметры: концентрацию n молекул, массу m_0 молекулы.

Вы уже знаете, что в общем случае, давление – это физическая скалярная величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно площадке, к

площади этой площадки: $p = \frac{F_{\text{д}}}{S}$. Зависимость

давления газа от среднего значения квадрата скорости теплового движения его молекул обусловлена тем, что с увеличением скорости, во-первых, возрастает импульс молекулы, а, следовательно, и сила удара о стенку. Во-вторых, возрастает число ударов, так как молекулы чаще соударяются со стенками.

Обозначим через $\langle E_{\text{к}} \rangle = \frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2}$ среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул. Тогда основное уравнение молекулярно-кинетической теории примет вид:

$$p = \frac{2}{3} n \langle E_{\text{к}} \rangle$$

36. Методические варианты изучения газовых законов.

Газовые законы могут изучаться либо индуктивно, либо дедуктивно.

При индуктивном подходе газовые законы изучают как эмпирические, полученные при обобщении данных эксперимента.

Последовательность изучения газовых законов может быть любой, однако традиционно первым рассматривают закон Бойля – Мариотта, что соответствует и исторической последовательности открытия законов.

Единый план изучения газовых законов:

1) определение процесса, 2) условия существования процесса, 3) формула и формулировка закона, 4) экспериментальное исследование справедливости закона, 5) графическое изображение процесса, 6) молекулярно-кинетическое объяснение установленной зависимости, 7) границы применимости закона.


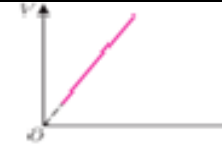

Уравнение состояния идеального газа

Если при переходе идеального газа из одного состояния в другое число его молекул $N = \frac{m}{M} N_A$ остается постоянным, т. е. масса и молярная масса газа не изменяются, то из уравнений $p = nkT$ и $n = \frac{N}{V}$ следует:

$$p_1 V_1 = NkT_1, \quad p_2 V_2 = NkT_2, \quad (5.1)$$

где k – постоянная Больцмана, – параметры начального состояния газа, а – конечного. Из соотношений (5.1) следует, что

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, или $\frac{pV}{T} = \text{const}$. (5.2) Уравнение состояния в виде (5.2) его называют уравнением Клапейрона.

Изотермический	$T = \text{const}$	$p_1 V_1 = p_2 V_2$ $p = \text{const}/V$	
Изобарный	$P = \text{const}$	$V_1/T_1 = V_2/T_2$; $V = \text{const} T$	
Изохорный	$V = \text{const}$	$p_1/T_1 = p_2/T_2$ $p = \text{const} T$	

37. Научно-методический анализ темы «Основы термодинамики». Внутренняя энергия идеального одноатомного газа. Работа в термодинамике.

Цели изучения темы:

1. обобщение, углубление и систематизация знаний о тепловых явлениях, усвоение их механизмов на микро и макро уровнях;
 2. усвоение основного закона термодинамики и формул темы;
 3. формирование практических умений по применению
- Место темы: вторая тема 10 класса, после темы «Основы молекулярно-кинетической теории», предшествует изучению раздела «Электродинамика».

Значение: имеет четко выраженную политехническую направленность, формируются умения применять энергетические методы для количественного анализа физических процессов.

Особенности:

1. необходима актуализация, углубление и систематизация опорных знаний; 2. используются параллельно энергетический и статистический методы объяснения изучения явлений; 3. основной тип урока – урок изучения нового знания и формирования новых умений; 4. преобладают теоретические методы изучения основных вопросов, эксперимент является иллюстративным и преимущественно качественным.

Структура и логика:

1. *Термодинамическая система и термодинамическое равновесие*

В основе термодинамического метода лежат следующие понятия: термодинамическая система, состояние термодинамической системы, термодинамические параметры состояния и равновесное состояние.

Термодинамической системой называют тело или совокупность тел, обменивающихся энергией между собой и с внешними телами. Если обмена энергией с внешними телами нет, то система является изолированной. Понятие изолированной системы - абстракция, все реальные системы можно считать изолированными с той или иной степенью точности. Состояние термодинамической системы также определяется рядом параметров (термодинамических).

Термодинамическими параметрами состояния являются температура, объём, давление и т.д. Число параметров, характеризующих состояние системы, зависит от свойств системы и от условий, в которых она находится.

Параметры могут быть внешними и внутренними (Температура и давление). При изменении состояния системы меняются и её параметры. Состояние системы может быть равновесным и неравновесным. Равновесное состояние характеризуется неизменностью всех термодинамических параметров системы во времени и одинаковостью в пространстве в отсутствие внешних воздействий. Термодинамика изучает в основном равновесные состояния. Если система находится в неравновесном состоянии (т.е. параметры её с течением времени меняются), то постепенно она придёт в состояние равновесия и её параметры выровняются во всех частях системы. Изолированная термодинамическая система с течением времени всегда приходит в равновесное состояние, из которого не может самопроизвольно выйти. Это утверждение составляет сущность закона термодинамического равновесия, являющегося одним из важнейших опытных законов термодинамики.

2. Внутренняя энергия, количество теплоты, работа в термодинамике, внутренняя энергия идеального газа

Введение понятия внутренней энергии позволило распространить закон сохранения энергии на тепловые процессы: при наличии диссипативных сил убыль механической энергии системы равна увеличению её внутренней энергии. Под внутренней энергией тела в термодинамике понимают энергию, зависящую только от такого внутреннего состояния и не связанную с движением относительно других тел. Внутренняя энергия является однозначной функцией состояния тела, которое определяется рядом параметров (давление, объём, температура). Это означает, что в каждом состоянии (или система) обладает лишь одним значением внутренней энергии.

Изменение внутренней энергии системы при переходе из одного состояния в другое не зависит от этого перехода, т.е. внутренняя энергия является функцией состояния системы, а не функцией процесса. Внутренняя энергия может изменяться под действием каких-либо внешних факторов, либо при совершении работы, либо в процессе теплопередачи. В первом случае мерой изменения внутренней энергии является работа, во втором количество переданного теплоты. Работа, так же как и количество теплоты, зависит не только от конечного и начального состояния системы, но и от того, при каком процессе происходило изменение состояния. Количество теплоты и работа характеризуют процесс изменения состояния и не

являются функциями состояния. Внутренняя энергия идеального газа зависит только от его температуры.

Используя первый закон термодинамики, показывают, как изменяется внутренняя энергия идеального газа при различных изопроцессах, и объясняют характер этого изменения с молекулярно-кинетической точки зрения.

Понятие количества теплоты и калориметрические расчёты достаточно полно изучают в базовом курсе физики, поэтому в старших классах, этот материал лишь повторяют.

3. Первый закон термодинамики, его применение к изопроцессам в идеальном газе

Рассматривают, какими способами можно изменить внутреннюю энергию системы. Этот материал изучали в базовом курсе физики, поэтому здесь его повторяют и обобщают. В результате школьников подводят к выводу: внутреннюю энергию можно изменить либо в процессе теплопередачи, либо при совершении работы, либо при совершении работы и при теплопередаче одновременно. Рассмотрев ряд примеров, делают вывод: изменение внутренней энергии системы равно сумме количества теплоты, переданного системе, и работе внешних сил над системой.

Количество теплоты, сообщённое системе, идёт на увеличение её внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами.

4. Принцип действия тепловых машин. Тепловые двигатели, КПД тепловых двигателей

5. Экологические проблемы использования тепловых двигателей

38. Методика изучения первого закона термодинамики и его применения к изопроцессам.

Опыты Джоуля, а также исследования немецкого врача и естествоиспытателя Р.Майера (1814—1878), немецкого профессора физиологии и одного из самых знаменитых физиков второй половины XIX века Г. Гельмгольца (1821—1894) позволили сформулировать закон сохранения и превращения энергии, распространив его на все явления природы. Согласно этому закону при любых взаимодействиях материальных объектов энергия не исчезает и не возникает из ничего, она только передаётся от одних объектов к другим или превращается из одной формы в другую.

Для термодинамических систем (в термодинамике обычно рассматривают макроскопически неподвижные системы) закон сохранения и превращения энергии называют *первым законом термодинамики*. Согласно первому закону термодинамики, приращение внутренней энергии термодинамической системы при переходе из одного состояния в другое равно алгебраической сумме работы, совершённой внешними силами, и количества теплоты, полученного или

отданного системой при взаимодействии с внешними телами:

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

Поскольку работа внешних сил равна работе, совершаемой термодинамической системой, взятой с противоположным знаком ($A' = -A$), то первый закон термодинамики можно сформулировать иначе: количество теплоты, полученное или отданное термодинамической системой при взаимодействии с внешними телами при её переходе из одного состояния в другое, идёт на приращение внутренней энергии системы и на работу, которую она совершает при расширении:

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

При *изохорном* процессе всё передаваемое системе количество теплоты идёт на увеличение её внутренней энергии: $Q = \Delta U$

При *изотермическом* процессе работа расширения или сжатия идеального газа сопровождается теплопередачей между газом и термостатом: $A = Q$.

При *изобарном* процессе переданное идеальному газу количество теплоты частично расходуется на увеличение внутренней энергии газа и частично идёт на совершение работы газом при его расширении: $Q = \Delta U + p\Delta V$.

При *адиабатном* процессе приращение внутренней энергии газа равно работе, которую совершает сила давления газа, взятой с противоположным знаком: $\Delta U = -A$.

39. Методика изучения тепловых двигателей.

Тепловые двигатели. Двигатели, в которых происходит превращение части внутренней энергии сжигаемого топлива в механическую работу, называют *тепловыми двигателями*.

В качестве упрощенной модели теплового двигателя рассмотрим цилиндр, в котором находится газ (воздух) под поршнем. Поместим на поршень тело массы m и будем нагревать газ в цилиндре (рис1, а).

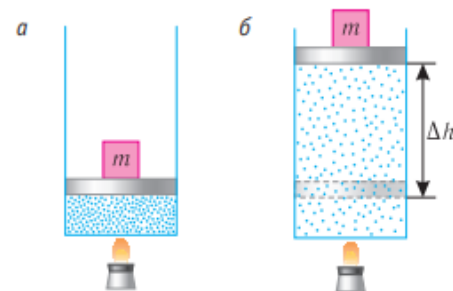


Рис 1

Давление газа начинает увеличиваться, поршень приходит в движение и поднимает тело на некоторую высоту Δh (рис1, б). Объем газа увеличивается, т. е. сила давления газа совершает работу ($A > 0$). Но в данном случае устройству свойственно одноразовое выполнение работы. Понятно, что такие устройства мало пригодны. Поэтому первый принцип действия тепловых двигателей – цикличность (непрерывность) их работы. Тело, совершающее работу, – *рабочее тело*, после получения количества теплоты Q_1 от *нагревателя*, находящегося при температуре T_1 , должно, в конечном счете, вернуться в исходное состояние, чтобы снова начать такой же процесс.

Для возвращения поршня в исходное положение газ необходимо сжать до первоначального объема. При этом внешняя сила совершает работу сжатия. Но если сжатие будет происходить при такой же температуре, что и расширение газа,

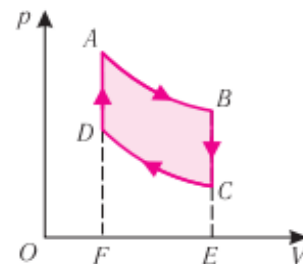


Рис. 2

то работа внешних сил будет равна работе силы давления газа при его расширении. В результате полная работа газа за один цикл (расширение–сжатие) окажется равной нулю. Отсюда вытекает второй принцип действия тепловых двигателей – сжатие газа должно происходить при более низкой температуре T_2 , чем его расширение (рис. 2). Из рисунка следует, что в этом случае полная работа газа за цикл положительная ($A > 0$) и численно равна площади фигуры $S_{ABCD} = S_{ABEF} - S_{DCEF}$.

Таким образом, перед сжатием рабочее тело необходимо охладить. Это осуществляется путем передачи количества теплоты Q_2 третьему телу – *холодильнику*. Из сказанного следует, что для работы циклического теплового двигателя кроме нагревателя и рабочего тела необходимо наличие холодильника.

Схема теплового двигателя изображена на рисунке 3. Тепловой двигатель состоит из нагревателя, рабочего тела (как правило, газ) и холодильника (атмосфера или вода при температуре окружающей среды – около 300 К). Энергия, выделяемая при сгорании топлива в нагревателе, передается рабочему телу (газу) путем теплопередачи. При расширении газа часть его внутренней энергии идет на совершение работы. Некоторое количество теплоты неизбежно передается холодильнику.

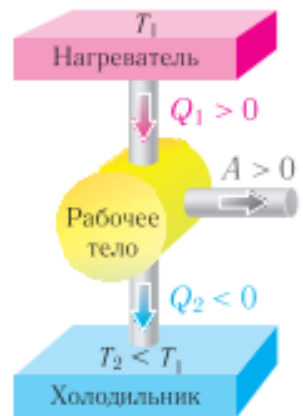


Рис.3

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя. Коэффициент полезного действия теплового двигателя – отношение полезно используемой энергии $E_{\text{полез}}$ к общему количеству энергии E , получаемому системой: $\eta_{\text{э}} = \frac{E_{\text{полезн}}}{E}$.

Определяемый таким образом КПД тепловых двигателей, называют эффективным *КПД*. При этом $E = Q_{\text{полн}}$, где $Q_{\text{полн}}$ – количество теплоты, выделяемое при полном сгорании топлива.

Степень совершенства преобразования определенной части внутренней энергии нагревателей в механическую работу, происходящего в цилиндрах теплового двигателя, характеризуют термическим (термодинамическим) коэффициентом полезного

действия $\eta_t = \frac{A_{\text{ц}}}{Q_1}$, где $A_{\text{ц}}$ – работа, совершаемая рабочим телом за цикл, Q_1 – количество теплоты, полученное

рабочим телом от нагревателя за цикл. Если Q_2 – количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику ($Q_2 < 0$), то $A_{ц} = Q_1 + Q_2 = Q_1 - |Q_2|$ и $\eta_t = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1}$

(1)

Из формулы (1) следует, что термический КПД теплового двигателя зависит от процессов, в которых участвует рабочее тело и всегда меньше единицы. Реальные тепловые двигатели имеют следующие средние значения термического КПД: дизельный двигатель – 40 %; газотурбинные установки – 25–30 %; паровая турбина – 40 %.

В автомобильных двигателях внутреннего сгорания эффективный коэффициент полезного действия определяют по экспериментальной механической мощности P двигателя и сжигаемому за единицу времени количеству топлива. Так, если за промежуток времени Δt сожжено топливо массы m , имеющее удельную теплоту сгорания q , то

$$\eta_{\text{э}} = \frac{P\Delta t}{qm}.$$

Из сформулированного можно сделать вывод, что $\eta_{\text{э}} < \eta_t$

40. Методика формирования понятия «температура» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

1. Качественно понятие температуры вводят при рассмотрении свойств теплового равновесия.

Ученикам напоминают, что существуют более и менее нагретые тела. При их контакте более нагретые тела охлаждаются, менее нагретые нагреваются, со временем оба тела приходят в состояние теплового равновесия, при котором параметры, характеризующие состояние тела, остаются постоянными. Из состояния равновесия тела самопроизвольно выйти не могут. Говорят, что тело, которое при контакте отдает теплоту, имеет более высокую температуру, а тело, которое получает теплоту, – более низкую. При термодинамическом равновесии температура системы не меняется, она остается постоянной сколько угодно долго, поэтому температуру можно определять, как величину, позволяющую описывать тепловое равновесие между телами, находящимися в тепловом контакте.

Таким образом, температура – физическая величина, характеризующая состояние теплового равновесия системы: во всех частях системы, находящейся в состоянии теплового равновесия, температура имеет одно и то же значение. Если одно из состояний принять за нулевое, то температура системы указывает степень отклонения ее состояния от теплового состояния, принятого за нулевое.

Необходимо рассмотреть способ измерения температуры.

а) тепловое равновесие транзитивно; из этого свойства следует, что для установления равенства температур двух тел не обязательно приводить их в тепловой контакт, можно воспользоваться третьим телом, называемым термометрическим;

б) термометрическое тело может быть любым; только чтобы его свойства зависели от температуры. В простейших термометрах используют зависимость объема от температуры, считают, что эта зависимость линейная.

2. Вводят понятия абсолютной температуры и абсолютной шкалы температур.

При индуктивном изучении газовых законов понятие абсолютной температуры в ряде учебных пособий вводят после изучения закона Гей-Люссака или закона Шарля путем экстраполирования этих законов на область низких температур.

Графики соответствующих зависимостей продолжают до пересечения с осью абсцисс, объем или давление приравнивают нулю и показывают, что температура при этом оказывается равной $-273,15^{\circ}\text{C}$. *Эту температуру принимают за абсолютный нуль, а шкалу, по которой нулевая температура соответствует абсолютному нулю, называют абсолютной.* Следует отметить, что такой подход к введению абсолютной температуры нельзя считать строгим, поскольку модель идеального

газа имеет определенные границы применимости и при температурах, близких к абсолютному нулю, понятие идеального газа теряет смысл.

В связи с этим при индуктивном изучении газовых законов целесообразно после закона Бойля-Мариотта ввести закон Шарля, а затем уже закон Гей-Люссака. После рассмотрения зависимости давления идеального газа от температуры можно поставить вопрос о создании такого термометра, в котором за термометрическое тело был бы принят идеальный газ. Это удобно, так как для идеального газа давление строго пропорционально температуре. Далее рассматривают построение абсолютной шкалы температур и измерение температуры с помощью газового термометра. *Абсолютный нуль - это такая температура, при которой молекулы совершают только нулевые колебания.* Им соответствует минимальная энергия, которая не может быть отнята у тела, т. е. при абсолютном нуле тело не может отдавать энергию.

3. Дают статистическое толкование понятия температуры.

Можно выделить четыре подхода к объяснению статистического смысла понятия температуры.

а) Связь между температурой и средней кинетической энергией; поступательного движения молекул вводят как определение понятия температуры.

В частности, предлагают определить абсолютную температуру как физическую величину,

пропорциональную средней кинетической энергии молекул, и в соответствии с законами классической молекулярной теории записать: $\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT$

б) В пособии по молекулярной физике для вузов рассматривается переход двух тел к состоянию теплового равновесия.

С одной стороны, этот переход характеризуется тем, что молекулы соприкасающихся тел сталкиваются между собой, при этом молекулы более нагретого тела передают часть своей энергии молекулам менее нагретого тела. Это происходит до тех пор, пока энергии не сравниваются. С другой стороны, при контакте температура более нагретого тела уменьшается, а менее нагретого увеличивается до тех пор, пока они не сравниваются. Таким образом, средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул и температура одинаково характеризуют процесс перехода к тепловому равновесию: средняя кинетическая энергия микроскопически, а температура макроскопически. Следовательно, эти величины связаны между собой $\overline{E_k} \sim T$

в) Понятие температуры как меры средней кинетической энергии поступательного движения молекул может быть введено как следствие основного уравнения кинетической теории газов.

$$p = \frac{2}{3} N \frac{\overline{E_k}}{V}$$

Это уравнение сравнивают с эмпирическим уравнением Менделеева –Клапейрона. $pV = \frac{m}{M} RT$

Можно записать $RT = \frac{2}{3} N_A \overline{E_k}$ откуда $\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT$

При таком подходе комбинируют теоретический и эмпирический законы.

г) Возможен подход, при котором понятие абсолютной температуры вводят при рассмотрении различных газов в состоянии теплового равновесия. В частности, три сосуда известных объемов, заполненные различными газами, помещают в термостат с тающим льдом. Давление газа измеряют с помощью манометра.

Далее, используя положение о том, что чем быстрее движутся молекулы, тем выше температура газа, делают предположение: при тепловом равновесии средние кинетические энергии молекул всех газов одинаковы и согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов для всех газов в состоянии теплового равновесия отношение произведения давления газа (p) на его объем (V) к числу молекул (N) одинаково.

Это соотношение обозначается через Θ $\Theta = \frac{pV}{N}$

Утверждают, что экспериментальная проверка подтверждает сделанное предположение, которое справедливо для не слишком высоких давлений.

Данное отношение не зависит ни от объема газа, ни от его давления, ни от числа частиц в сосуде, а зависит от температуры, поэтому ее можно рассматривать как

меру температуры, т. е. $\Theta = kT$ и $\frac{pV}{N} = kT$

Сравнив $\frac{pV}{N} = kT$ и $pV = \frac{3}{2}N\overline{E_k}$ получают $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$

Очевидно, правомерен любой подход к введению связи температуры со средней кинетической энергией молекул; при его выборе следует учитывать общую последовательность изложения учебного материала и познавательные возможности учащихся.

Важно подчеркнуть, что кинетическая энергия $\overline{E_k}$ – среднестатистический параметр, он характеризует совокупность молекул, температура T также относится к совокупности молекул, поэтому нельзя говорить о температуре одной молекулы.

И, наконец, целесообразно обратить внимание на то, что формула $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$ связывает микроскопические параметры состояния системы с макроскопическими; в ней четко выражена взаимосвязь двух подходов: статистического и феноменологического к описанию свойств термодинамических систем.

41. Научно-методический анализ темы «Электростатика». Методика изучения закона Кулона.

Электростатика — раздел электродинамики, изучающий взаимодействие и условия равновесия неподвижных относительно инерциальной системы отсчета электрических зарядов и электростатические

поля, создаваемые такими зарядами. В ядро электростатики входят закон взаимодействия покоящихся точечных зарядов, экспериментально открытый Кулоном и закон сохранения электрического заряда.

При изучении данной темы решаются определенные образовательные, воспитательные задачи и задачи развития учащихся. Этим и определяется в первую очередь значение данной темы.

Решение общеобразовательных задач в основном сводится к введению физических понятий: электрический заряд, электрическое поле, напряженность, потенциал, разность потенциалов. Учащихся на доступном им уровне начинают знакомство с фундаментальной физической теорией – теорией макроскопической электродинамики, основным творцом которой был Дж. К.Максвелл.

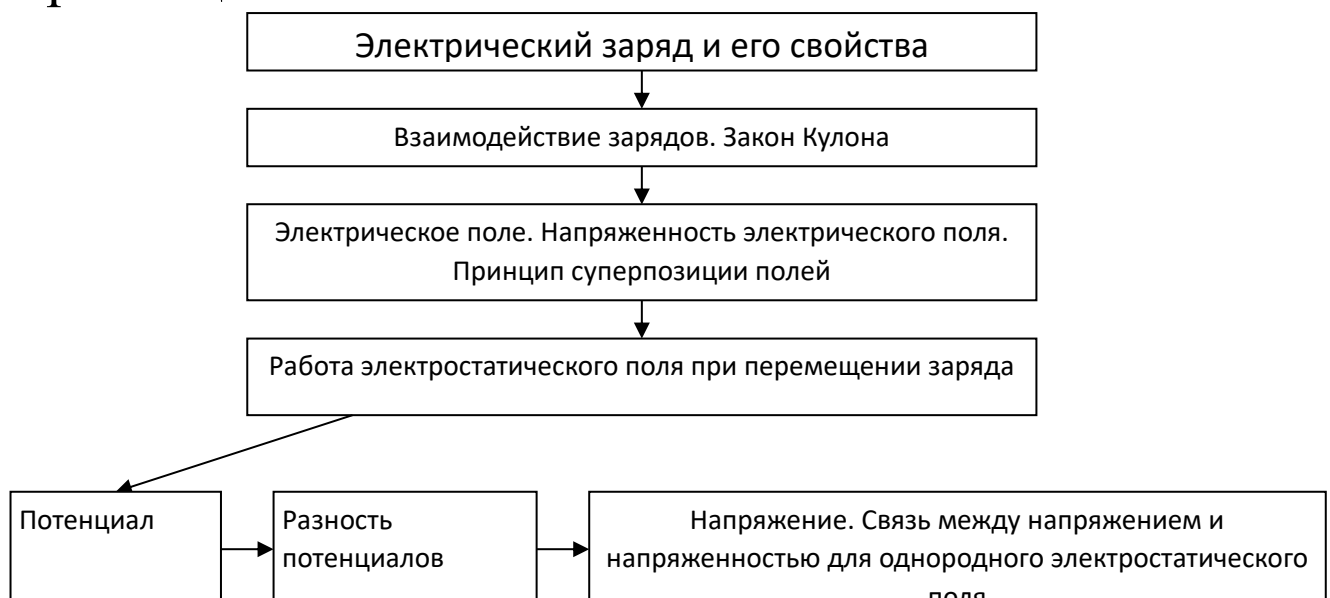
Решение воспитательных задач сводится к дальнейшему развитию научного мировоззрения учащихся, их материалистического и диалектического понимания природы. При изучении темы происходит расширение и углубление в сознании школьников понятия материи. На II первой ступени обучения физике ученики встречались с двумя видами материи: веществом и полем, причем понятие поля рассматривалось не подробно. Учащиеся узнали об электрическом поле, но не изучали его характеристики. На второй ступени обучения они встречаются с особым

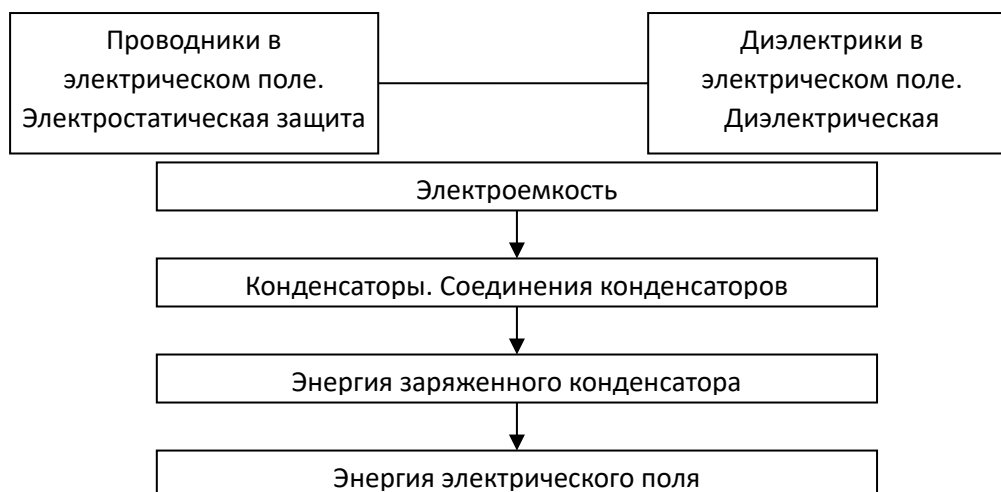
видом материи – электростатическим полем, познают его отличие от вещества, основные характеристики. Также приобретают умения и навыки обращения с различными электрическими приборами.

В программе раздел «Электродинамика» следует непосредственно после «Механики», что позволяет подчеркнуть ограниченность механических представлений и вскрыть особенности электродинамики.

Тема «Электростатика» является первой в данном разделе. Если рассматривать логическую структуру темы «Электростатика», то в ней следует выделить такие основные вопросы, как формирование понятия электрического поля и электрического заряда; изучение взаимодействия поля и вещества (схема 1).

Ведущими понятиями при изучении электростатики являются понятия «электрический заряд» и «электростатическое поле», но для усвоения этих понятий необходимы закон Кулона и принцип суперпозиции.





Закон Кулона. Вы уже встречались с физическими моделями при изучении механики (материальная точка) и молекулярной физики (идеальный газ). В электростатике при изучении взаимодействия электрически заряженных тел эффективной оказывается модель «точечный заряд». Точечный заряд – это заряд такого заряженного тела, размеры которого значительно меньше расстояния от этого тела до точки наблюдения и до других тел (т. е. размерами заряженного тела в условиях данной задачи можно пренебречь).

Кулон первым опубликовал результаты своих исследований по взаимодействию неподвижных точечных зарядов. Он на опыте изучил зависимость сил электрического взаимодействия тел от модулей зарядов этих тел и расстояния между ними. Полученное им соотношение является одним из основных законов электростатики.

В своих опытах Кулон использовал специальный прибор – крутильные весы (рис. 1). Крутильные весы представляют собой два стеклянных цилиндра, внутри которых на тонкой серебряной нити подвешено легкое непроводящее коромысло.

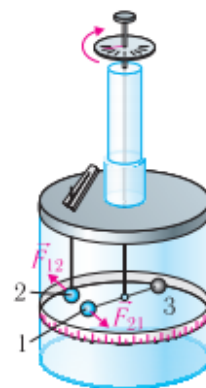


Рис. 1

На одном конце коромысла закреплен проводящий шар 1, а на другом – бумажный противовес 3. Шар 1 можно заряжать с помощью такого же проводящего шара 2, находящегося на изолирующем стержне, который крепится на крышке нижнего цилиндра. При соприкосновении шара 1 с заряженным шаром 2 заряд распределяется между ними поровну и шары отталкиваются. По углу закручивания нити, отсчитываемому по шкале, можно определить силу взаимодействия заряженных шаров.

Проведя большое количество опытов, Кулон установил, что модуль сил взаимодействия двух заряженных шаров

$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = F$ обратно пропорционален квадрату

расстояния между ними: $F \propto \frac{1}{r^2}$ и прямо

пропорционален произведению модулей электрических зарядов каждого из них: $F \sim |q_1| \cdot |q_2|$.

Обобщив экспериментальные данные, Кулон сформулировал закон, получивший его имя.

Модули сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо

пропорциональны произведению модулей зарядов этих тел, обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними, а сами силы направлены вдоль прямой, соединяющей эти тела.

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}, \quad (1) \quad \text{где} \quad k - \text{коэффициент}$$

пропорциональности, зависящий от выбора единиц физических величин, $|q_1|$ и $|q_2|$ – модули точечных зарядов, r – расстояние между ними.

Силы взаимодействия неподвижных точечных зарядов называют *кулоновскими силами*. В соответствии с третьим законом Ньютона эти силы противоположно

направлены $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$, а их модули равны. Отметим,

что силы электростатического взаимодействия являются силами отталкивания для одноименных

зарядов и силами притяжения для разноименных. Закон

Кулона установлен с помощью фундаментального опыта по установлению зависимости силы

взаимодействия двух электрических зарядов от модуля этих зарядов и расстояния между ними. В самой

формулировке закона Кулона указывают на *неподвижность* взаимодействующих заряженных тел.

Учащимся разъясняют особый смысл этого условия.

В формулировке закона Кулона имеется указание на *точечность* заряда. Учащимся необходимо разъяснить

смысл этого ограничения, а также отметить, что закон Кулона может быть применен и тогда, когда заряды нельзя считать точечными. Но в этом случае вначале

надо мысленно разделить заряженное тело на отдельные элементы, каждый из которых рассматривают как точечный, а затем векторное просуммировать полученные силы. Возможность суммирования действия отдельных зарядов на какой-либо данный заряд (принцип суперпозиции) – опытный факт, как и закон Кулона. Это обязательно следует разъяснить учащимся, ибо они должны знать не только физические законы и принципы, но и понимать, что в физике является опытным фактом, а что – логическим следствием.

42. Методика формирования понятия «электрический заряд» и изучения закона сохранения электрического заряда.

Электрический заряд (обозначают буквой q или Q) – это скалярная физическая скалярная величина, характеризующая интенсивность электромагнитного взаимодействия тел (частиц), источник электромагнитных полей.

Носителем заряда может быть как элементарная частица, так и макроскопическое тело. Электрический заряд, как и масса, не существуют без тела или частицы. Как вы знаете, существуют два вида электрических зарядов, которые условно называют положительными и отрицательными. Причем при взаимодействии одноименно заряженные тела (частицы) отталкивают

друг друга, а разноименно заряженные – притягивают друг друга.

Заряды разных тел (частиц) могут отличаться не только знаком, но и числовым значением.

За единицу электрического заряда в СИ принят кулон (Кл). Эта единица названа в честь французского ученого Ш. Кулона. 1 Кл – это величина электрического заряда, проходящего через поперечное сечение проводника за промежуток времени 1 с при силе постоянного тока 1 А.

Элементарный заряд. А на рубеже XIX и XX столетий ученые экспериментально установили, что в природе существует электрический заряд, модуль которого минимален. Этот заряд называли *элементарным*. Ядра всех атомов содержат протоны, которые являются носителями положительного элементарного заряда, а сами атомы содержат электроны, являющиеся носителями отрицательного элементарного заряда. Равенство модулей зарядов электрона и протона установлено с точностью порядка $\sim 10^{-20}$. Модуль элементарного электрического заряда $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ Кл. Обычно ограничиваются двумя значащими цифрами $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Электрическому заряду присущи следующие фундаментальные свойства: 1) электрический заряд существует в двух видах, которые названы положительным и отрицательным зарядом ; 2) в любой электрически изолированной системе алгебраическая сумма зарядов тел (частиц) не изменяется; 3) значение

электрического заряда тела (частицы) не зависит от выбора системы отсчёта, а значит, не зависит от того, движется оно (она) или покоится; 4) электрический заряд тела (частицы) не зависит ни от его (её) механического состояния, ни от каких-либо действующих на него (неё) сил.

Закон сохранения электрического заряда.

Экспериментально доказано, что модули противоположных по знаку зарядов, возникших на телах в результате электризации трением, равны. Возьмем эбонитовую палочку и кусочек меха. При трении друг о друга тела электризуются.

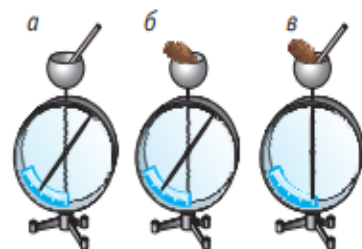


Рис. 93

Поместим поочередно внутрь металлической сферы, укрепленной на стержне электрометра, эбонитовую палочку (рис. 93, а) и кусочек меха (рис. 93, б). Стрелка электрометра отклонится, причем, как в первом, так и во втором случаях на один и тот же угол. Если одновременно опустить внутрь сферы эбонитовую палочку и кусочек меха (рис. 93, в), то стрелка электрометра остаётся на месте. Следовательно, модули зарядов обоих тел равны, а их знаки противоположны.

Результаты многочисленных экспериментов позволили сформулировать утверждение, которое является фундаментальным законом природы — *законом сохранения электрического заряда*: **в электрически изолированной системе при любых взаимодействиях**

алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$, где n — число зарядов в системе. Систему тел (частиц) называют *электрически изолированной*, если между ней и внешними телами нет обмена электрически заряженными частицами.

Данная формулировка этого закона учитывает атомистическое представление о строении электричества: заряженные частицы могут возникать вновь, но всегда рождаются парами: с одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами. Исчезают заряженные частицы тоже парами, превращаясь в нейтральные частицы.

Наряду с данной формулировкой можно дать и другую — макроскопическую, основанную на идее возможности измерения заряда: алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе остается неизменной во времени.

Учащимся дают возможное здесь доказательство справедливости закона сохранения заряда: одновременное появление противоположных по знаку, но равных по модулю зарядов при контактной электризации тел. Позднее они узнают о появлении двух противоположно заряженных частиц в процессе рождения электронно-позитронной пары, а также о превращении электронно-позитронной пары в фотоны, что также является доказательством этого закона. Важно уяснить еще одно свойство заряда — его *инвариантность*, т.е. независимость модуля заряда от

скорости движения заряженной частицы, а значит, и от системы отсчета.

Учащимся объясняют, что закон сохранения электрического заряда тесно связан с инвариантностью заряда. Если бы величина заряда зависела от его скорости, то, приведя в движение заряды какого-нибудь одного знака, изменялся бы суммарный заряд изолированной системы.

43. Методика формирования понятий «напряженность», «потенциал» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Для изучения свойств электростатического поля удобно использовать характеристику, которая не зависит от числового значения пробного заряда. Ею является напряженность поля. (начальные знания в 8, заверш в 10)

Напряженностью \vec{E} электростатического поля в любой его точке называют физическую векторную величину, характеризующую силовое действие поля на вносимые в него заряды, и равную отношению силы \vec{F} , с которой поле действует на пробный заряд q_0 , находящийся в выбранной точке, к значению этого заряда:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} - \text{ед. изм. } \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}; \frac{\text{В}}{\text{м}}, \quad E = k \frac{|Q|}{r^2} - \text{напряженность поля точечного заряда}$$

Учащимся необходимо разъяснить следующее: 1) т.к. отношение $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ в данной точке поля не зависит от значения заряда q , то напряженность является характеристикой поля, в котором находится данный заряд.

2) вносимый в поле заряд q должен быть таким, чтоб его действием можно было пренебречь. Такой заряд обычно называют пробным. Внесение его в поле заряда Q практически не изменяет это поле.

3) в других точках поле будет характеризоваться другой напряженностью. Если во всех точках поля напряжённость постоянна, то такое поле называют однородным. В общем случае поле неоднородно $\vec{E} \neq \text{const}$

4) если $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$, то $\vec{F} = \vec{E}q$, то есть по известной напряженности можно определить силу \vec{F} , действующую на электрический заряд, помещенный в данную точку электростатического поля. Это дает право считать напряженность поля силовой характеристикой электростатического поля.

При $q > 0$ \vec{F} и \vec{E} совпадают по направлению, при $q < 0$ направления этих векторов противоположны.

5) если поле создано несколькими зарядами $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$, то каждый заряд создает в данной точке свое поле напряженностью $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \vec{E}_n$, а общее поле по принципу суперпозиции характеризуется величиной $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \vec{E}_n$.

потенциал электростатического поля

Физические поля, работа сил которых не зависит от формы траектории, называют потенциальными.

Потенциальная энергия заряда в данной точке поля пропорциональна величине заряда, а значит, отношение W_n/q_0 не зависит от заряда. Это отношение является **энергетической характеристикой электростатического поля**, получившей название потенциал.

Потенциалом φ электростатического поля в данной точке пространства называют физическую скалярную величину, равную отношению потенциальной энергии W_n точечного (пробного) заряда q_0 , помещенного в данную точку поля, к значению этого заряда:

$$\varphi = \frac{W_n}{q_0} \quad 1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}}, \quad \varphi = k \frac{q}{r} - \text{Потенциал } \varphi$$

электростатического поля точечного заряда q на расстоянии r от него в вакууме или в воздухе определяют соотношением

Если электрическое поле создано в однородной среде с диэлектрической проницаемостью ϵ , то потенциал поля

$$\varphi = k \frac{q}{\epsilon r}.$$

44. Методика формирования понятий «электроемкость» и изучения энергии электростатического поля при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Существуют различные способы введения понятия электроёмкости: 1) вводится электроёмкость уединённого проводника

2) вводится понятие электроёмкости системы проводников, или, конкретно, электроемкость конденсатора.

Конденсаторы. Накапливает заряд. Простейший конденсатор состоит из двух проводников, разделенных слоем диэлектрика, толщина d которого мала по сравнению с размерами проводников (рис. 114). Проводники, образующие конденсатор, называют его обкладками. На обкладках конденсатора накапливаются противоположные по знаку электрические заряды, модули которых равны. Накапливания зарядов на обкладках-зарядка конденсатора. Нейтрализации зарядов при соединении обкладок конденсатора проводником - разрядка конденсатора. Модуль заряда, находящегося на одной из обкладок конденсатора, называют зарядом конденсатора.

Электроемкость конденсатора.

Напряжение между обкладками конденсатора прямо пропорционально заряду конденсатора

Электрической

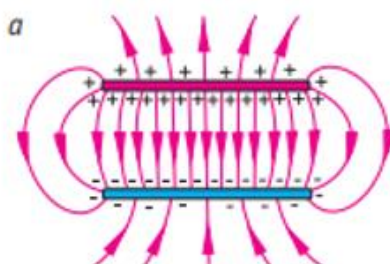
емкостью(электроемкость)

C

114

конденсатора называют физическую скалярную величину, количественно характеризующую способность конденсатора накапливать электрические заряды и равную отношению заряда q конденсатора к напряжению U между его обкладками:

$$C = \frac{q}{U}$$
 Единицу электрической емкости в СИ называют фарад (Ф). $1 \text{ Ф} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}}$.



Электроемкость плоского конденсатора.

Плоский-две одинаковые параллельные друг другу пластин.

Электростатическое поле заряженного плоского конденсатора в основном сосредоточено между его обкладками и является практически однородным

Чем больше d (расст) между пластинами конденсатора, тем меньше его C (емк) ($d \uparrow \Rightarrow C \downarrow$).

Формула для определения электроемкости плоского конденсатора:

ε — диэлектрическая проницаемость среды. Эп постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ энергия электростатического поля

Энергии без материи не существует! Носителем энергии является само электрическое поле. В электростатике прямого доказательства наличия энергии у электростатического поля не существует.

Процесс зарядки конденсатора можно представить как перенос заряда q с одной обкладки на другую, в результате чего одна из них приобретает заряд $-q$, а другая — $+q$. Работа, совершенная при этом внешней силой, равна энергии электростатического поля заряженного конденсатора.

Расчеты показывают, что формулу для определения энергии электростатического поля заряженного конденсатора можно записать в виде:

$$W = \frac{qU}{2} \text{ или } W = \frac{CU^2}{2}, \text{ или } W = \frac{q^2}{2C}$$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d},$$

45. Научно-методический анализ темы «Постоянный электрический ток». Методика обобщения и систематизации знаний об электрических характеристиках участка цепи.

В методике преподавания этой темы значительное место уделяют использованию аналогий и моделей. Так, используется аналогия между электрическим током и течением жидкости для установления зависимости между силой тока и напряжением; при выяснении роли источника тока, введении понятия об ЭДС и рассмотрении энергетических превращений в цепи тока – механическая аналогия, т.е. сопоставление электрического тока с движением шарика по наклонной винтовой дорожке.

Структура темы; Постоянный эл.ток- Условия существования постоянного электрического тока- Сторонние силы- ЭДС источника тока-Закон Ома для полной электрической цепи- КПД источника тока.

Термин «электрический ток» и определение направления тока введены Ампером в 1820 г. Постоянный ток – это модель электрического тока, в которой сила тока не зависит от времени и распределение заряда в проводнике остается неизменным.

Постоянный электрический ток

а) Условия существования постоянного электрического тока. Сторонние силы. ЭДС источника тока

Для существования постоянного электрического тока в проводнике необходимо, чтобы проводник являлся частью замкнутой цепи, содержащей источник тока, создающий и поддерживающий в проводнике электрическое поле в течение длительного промежутка времени. Внутри источника тока перенос носителей заряда против сил электрического поля осуществляют силы неэлектростатической природы, называемые сторонними силами. Участок цепи, на котором носители заряда движутся под действием только электрических сил, называют внешним. Участок цепи, на котором носители заряда движутся под действием сторонних и электрических сил, называют внутренним. ЭДС называют физическую скалярную величину, равную отношению работы сторонних сил по перемещению положительного электрического заряда внутри источника тока от его отрицательного полюса к положительному к значению этого заряда: $\varepsilon = \frac{A}{q}$

б) Закон Ома для полной электрической цепи. КПД источника тока

Сила тока в полной цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи (закон Ома для полной электрической цепи): $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

В разомкнутой электрической цепи ЭДС источника тока равна напряжению между его полюсами.

Короткое замыкание — режим работы источника тока, при котором сопротивление внешнего участка цепи

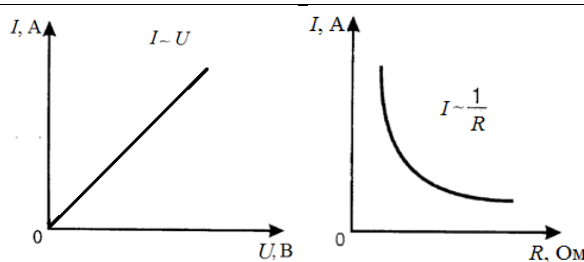
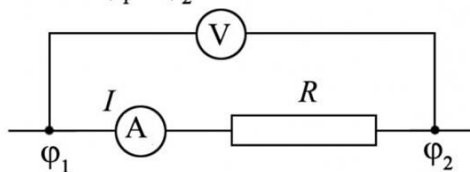
стремится к нулю, а сила тока достигает максимального для данного источника тока значения.

Отношение полезной мощности тока на внешнем участке цепи к полной мощности, развиваемой сторонними силами источника тока, называют коэффициентом полезного действия источника тока в данной цепи: $\eta = \frac{P_{\text{полезн}}}{P_{\text{полн}}} 100\%$

– сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению:

$$I = \frac{U}{R}$$

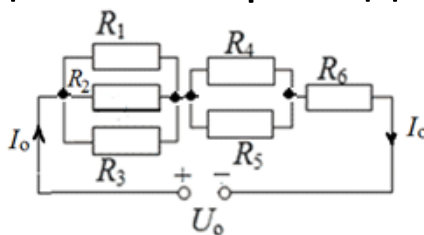
$$U = \phi_1 - \phi_2$$



Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине и обратно пропорционально площади его поперечного сечения:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Соединение проводников



последовательное

$$I_o = I_{123} = I_{45} = I_6$$

$$U_o = U_{123} + U_{45} + U_6$$

$$R_o = R_{123} + R_{45} + R_6$$

параллельное

$$I_{123} = I_1 + I_2 + I_3; \quad I_{45} = I_4 + I_5$$

$$U_{123} = U_1 = U_2 = U_3; \quad U_{45} = U_4 = U_5$$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{123} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

$$\frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \Rightarrow R_{45} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}$$

46. Методика изучения закона Ома для полной цепи.

Использование элементов классической электронной теории для вывода закона Ома для участка цепи позволяет:

- осуществить анализ характера зависимости силы тока от напряжения в различных средах;
- установить границы применимости этого закона;
- связать макроскопическую величину — удельное сопротивление — с атомарными величинами, характерными для данного вещества.

Сопротивление проводников зависит от температуры.

Закон Ома для полной электрической цепи.

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и сопротивлением r , которое называют внутренним, и резистора с сопротивлением R . Схема цепи на рис 127. Пусть сила тока в цепи I , а напряжение на внешнем участке цепи U .

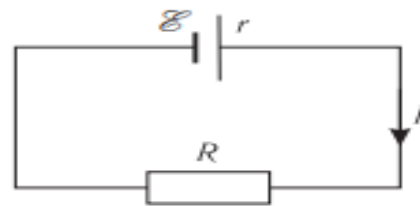


Рис. 127

Закон Ома для полной цепи связывает силу тока I в цепи, ЭДС \mathcal{E} источника тока и полное сопротивление цепи $R + r$, которое складывается из сопротивлений внешнего (резистор) и внутреннего (источник тока) участков цепи. Эта связь может быть установлена теоретически на основании закона сохранения энергии.

Если через поперечное сечение проводника за промежуток времени t проходит заряд q , то работу сторонних сил по перемещению электрического заряда можно определить по формуле: $A_{\text{ст}} = \mathcal{E}q$. С учетом

определения силы тока $I = \frac{q}{t}$: $A_{\text{ст}} = \mathcal{E}It.$ (26.1)

При прохождении электрического тока в резисторе и источнике тока выделяется количество теплоты Q , которое может быть определено по закону Джоуля–Ленца:

$$Q = I^2 R t + I^2 r t \quad (26.2)$$

На основании закона сохранения энергии: $A_{\text{ст}} = Q.$ (26.3)

Подставим формулы (26.1) и (26.2) в равенство (26.3) и в результате математических преобразований получим:

$$\mathcal{E} = IR + Ir. \quad (26.4)$$

Произведение силы тока на сопротивление участка цепи часто называют падением напряжения на этом участке. Поэтому $IR = U$ – падение напряжения (напряжение) на внешнем участке цепи, Ir – падение напряжения на внутреннем участке цепи.

Выражая силу тока из формулы (26.4), получим:

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (26.5)$$

Формула (26.5) является математическим выражением *закона Ома для полной электрической цепи*, согласно которому сила тока I в полной электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС \mathcal{E} источника тока и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи $R + r$.

Преобразуем формулу (26.4) $IR = \mathcal{E} - Ir$, т.к. $IR = U$, то $U = \mathcal{E} - Ir$ (26.6)

Из выражения (26.6) следует, что при разомкнутой цепи ($I = 0$) ЭДС источника тока равна напряжению между его полюсами $U = \mathcal{E}$.

Когда сопротивление внешнего участка цепи стремится к нулю ($R \rightarrow 0$), сила тока возрастает и достигает максимального значения. Падение напряжения на источнике тока при этом равно ЭДС, а напряжение между его полюсами – нулю.

Такой режим работы источника тока называют *коротким замыканием*, а максимально возможную для

данного источника силу тока называют *силой тока* короткого замыкания:

$I_{к.з} = \frac{E}{r}$, где r – внутреннее сопротивление источника тока.

47. Научно-методический анализ и методика формирования понятий «ЭДС» и «напряжение» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Введение понятия ЭДС осуществляется на основе анализа условий необходимых для существования электрического тока в цепи

- наличие электрического поля
- наличие свободных носителей заряда
- замкнутость электрической цепи.

Основной характеристикой источника тока является *электродвижущая сила* (ЭДС). Обозначают её \mathcal{E}

ЭДС называют физическую скалярную величину, равную отношению работы $A_{ст}$ сторонних сил по перемещению положительного электрического заряда внутри источника тока от его отрицательного полюса к положительному к значению этого заряда q : $\mathcal{E} = \frac{A_{ст}}{q}$ В

СИ в вольтах (В).

ЭДС является энергетической *характеристикой источника тока*. Энергия электрического заряда, перемещаемого внутри источника, увеличивается за счёт работы сторонних сил. При подключении проводника к полюсам источника эта энергия

расходуется на перемещение заряда по всей электрической цепи.

Если электрическая цепь замкнута, то можно говорить, что ЭДС численно равна работе сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда по всей замкнутой цепи, поскольку работа электрических сил в замкнутой цепи равна нулю.

Напряжение-это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы.

Из курса физики базовой школы школьники знают, что напряжение на концах участка цепи $U = \frac{A}{q}$ Единица

измерения $V = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$

где A – работа тока на данном участке цепи, q - заряд, прошедший по этому участку. В нашем случае следует

записать $U = \frac{(A_{\text{кул}} + A_{\text{ст}})}{q}$, $U = \frac{A_{\text{кул}}}{q} + \frac{A_{\text{ст}}}{q}$, где $A_{\text{кул}}$ – работа по перемещению заряда на участке под действием кулоновских сил, $A_{\text{ст}}$ – работа по перемещению заряда под действием сторонних сил.

По определению $\frac{A_{\text{кул}}}{q} = \varphi_1 - \varphi_2$, т. е. разности потенциалов в электростатическом (кулоновском) поле.

Величину $\frac{A_{\text{ст}}}{q}$ называют ЭДС источника тока. Тогда получаем

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon.$$

Принято, что знак ЭДС зависит от направления тока и направления обхода цепи. При этом положительной считают ЭДС, увеличивающую потенциал в направлении тока (ток внутри источника идет от отрицательного полюса к положительному полюсу). Если рассматривать поля, то напряженность поля сторонних сил всегда направлена в сторону, противоположную напряженности электростатического (кулоновского) поля внутри источника тока.

Итак, напряжение характеризует стационарное электрическое поле. Разность потенциалов — энергетическая характеристика кулоновского (электростатического) поля, ЭДС — энергетическая характеристика стороннего поля. Только в том случае, когда ЭДС равна нулю, напряжение на участке цепи равно разности потенциалов на его концах.

48. Научно-методический анализ темы «Электрический ток в различных средах». Методика изучения электропроводности металлов и газов.

Электрический ток в металлах

Металлы являются хорошими проводниками электричества. Это обусловлено их внутренним строением. У всех металлов внешние валентные электроны слабо связаны с ядром, и при объединении атомов в кристаллическую решетку эти электроны

становятся общими, принадлежащими всему куску металла.

Носителями заряда в металлах являются электроны.

Электроны в металлах при помещении их в электрическое поле движутся с постоянной средней скоростью, пропорциональной напряженности поля.

Электрический ток в металлах представляет собой упорядоченное движение свободных электронов

Сверхпроводимость – явление резкого уменьшения до нуля сопротивления проводника при охлаждении до критической температуры (зависящей от рода вещества).

Сверхпроводимость – это квантовый эффект. Объясняется он тем, что при низких температурах макроскопическое число электронов ведут себя как единый объект.

Зависимость сопротивления металлов от температуры.

$R = \rho \frac{l}{S}$ сопротивление проводников зависит от рода вещества (удельного сопротивления ρ) и его геометрических размеров (длины l и площади поперечного сечения S).

При описании температурной зависимости удельного сопротивления проводника вводят температурный коэффициент сопротивления α , численно равный отношению приращению удельного сопротивления вещества проводника при приращении его температуры на 1 К: $\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0(T - T_0)}$

Сопротивление металлического проводника возрастает с увеличением температуры: $R = R_0(1 + \alpha \Delta T)$

Электрический ток в газах

При обычных условиях все газы являются диэлектриками.

Однако при определенных условиях газы могут становиться проводниками. Например, пламя, внесенное в пространство между двумя металлическими дисками, приводит к тому, что гальванометр отмечает появление тока. Отсюда следует вывод: пламя, то есть газ, нагретый до высокой температуры, является проводником электрического тока.

Нагревание – не единственный способ превращения газа в проводник. Вместо пламени можно использовать ультрафиолетовое или рентгеновское излучение, а также поток альфа-частиц или электронов. Опытами установлено, что действие любой из этих причин приводит к ионизации молекул газа.

Прохождение тока через газы называют **газовым разрядом**. Только что мы рассмотрели пример так называемого несамостоятельного разряда. Он так называется потому, что для его поддержания требуется какой-либо ионизатор – пламя, излучение или поток заряженных частиц. Опыты показывают, что если ионизатор устранить, то ионы и электроны вскоре воссоединяются (говорят: **рекомбинируют**), вновь образуя электронейтральные молекулы. В результате газ перестает проводить ток, то есть становится диэлектриком.

Виды самостоятельного газового разряда.

Тлеющий разряд характеризуется небольшой силой тока (десятки миллиампер), относительно высоким напряжением (десятки и сотни вольт), низким давлением газа (десятые доли миллиметра ртутного столба).

Дуговой разряд представляет собой столб ярко светящегося газа

Коронный разряд возникает вблизи заострённой части проводника при атмосферном давлении под действием сильно неоднородного электрического поля.

Искровой разряд наблюдают при высоком напряжении

49. Методика изучения электропроводности полупроводников и электролитов в теме «Электрический ток в различных средах».

Электрический ток в жидкостях

Электролитами принято называть проводящие среды, в которых протекание электрического тока сопровождается переносом вещества.

К электролитам относятся: водные растворы кислот, щелочей, оснований, расплавы соединений металлов.

Достигнув катода, ионы меди нейтрализуются избыточными электронами катода и превращаются в нейтральные атомы, оседающие на катоде. Ионы хлора, достигнув анода, отдают по одному электрону. Хлор выделяется на аноде в виде пузырьков.

Закон электролиза был экспериментально установлен английским физиком М. Фарадеем в 1833 году (*закон Фарадея*)

Масса m вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна заряду Q , прошедшему через электролит:

$$m = kq = kIt$$

m — масса выделившегося чистого вещества, k — электрохимический эквивалент вещества

$$k = \frac{m_0}{q_0} = \frac{m_0 N_A}{ne N_A} = \frac{1}{F} \frac{M}{n}$$

$F = eN_A = 96485$ Кл/моль — **постоянная Фарадея**

Постоянная Фарадея численно равна заряду, который необходимо пропустить через электролит для выделения на электроде одного моля одновалентного вещества

Закон Фарадея для электролиза $m = \frac{1M}{Fn} It$

Электрический ток в полупроводниках

Полупроводники — широкий класс как неорганических, так и органических веществ в твёрдом или жидком состоянии, удельное сопротивление которых находится в пределах от 10^{-6} до 10^8 Ом·м (при $T = 300$ К) и существенно убывает при увеличении температуры и изменяется при изменении освещения, введении сравнительно небольшого количества примесей.

Зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещённости.

Опыт показывает, что **при нагревании** полупроводника **сила тока в цепи возрастает**. Возрастание силы тока обусловлено тем, что при увеличении температуры сопротивление полу проводника уменьшается. Причём

в отличие от металлов зависимость сопротивления полупроводников от температуры является *нелинейной*. С понижением температуры сопротивление металлов уменьшается, а полупроводников возрастает и вблизи абсолютного нуля становится таким же большим, как у диэлектриков. График зависимости удельного сопротивления от температуры (157).

Природа электрического тока в полупроводниках.

Нейтральный атом, которому принадлежал освободившийся электрон, становится положительно заряженным ионом, а в ковалентных связях образуется вакантное место с недостающим электроном. Его называют *дыркой*.

Одновременно с процессом возникновения свободных электронов и дырок происходит процесс, при котором один из электронов (не свободный, а обеспечивающий ковалентную связь) перескакивает на место образовавшейся дырки и *восстанавливает ковалентную связь*. При этом положение дырки меняется, что можно моделировать как её перемещение. Дырки считают подвижными носителями положительного заряда, который равен модулю заряда электрона.

Дырочная проводимость в действительности обусловлена «эстафетным» перемещением по вакансиям от одного атома кристалла полупроводника к другому электронов, которые осуществляют ковалентную связь. Дырок как положительных зарядов, существующих реально, в действительности нет.

Проводимость, обусловленная движением свободных электронов и дырок в чистом полупроводнике, называют ***собственной проводимостью полупроводника.***

При сообщении полупроводнику энергии концентрация свободных электронов, а следовательно, и дырок возрастает, так как увеличивается число разрывов ковалентных связей. Этим и объясняется *уменьшение сопротивления полупроводника при его нагревании и облучении.*

Техническое применение полупроводников.

Терморезисторы используют для защиты телефонных станций и линий от токовых перегрузок, для пускозащитных реле компрессоров холодильников; поджига люминесцентных ламп; для подогрева дизельного топлива; в различных электронагревательных устройствах: нагревательных решётках тепловентиляторов, сушилках для обуви.

50. Научно-методический анализ темы «Магнитное поле. Электромагнитная индукция».

Методика изучения закона электромагнитной индукции производится по плану обобщенного характера о физическом законе.

1.Связь между какими явлениями или величинами, характеризующими явления выражает данный закон? Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла) устанавливает связь между ЭДС

электромагнитной индукции и изменение магнитного потока.

2.Формулировка закона: ЭДС электромагнитной индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром. 3.Математическое выражение закона: $\varepsilon = -\Phi'$. 4.Опыты, подтверждающие справедливость закона электромагнитной индукции: Опыт Фарадея с постоянным магнитом, опыт Фарадея с катушками.

5.Примеры использования закона электромагнитной индукции на практике: трансформатор, детектор металла, запись и воспроизведение информации с помощью магнитной ленты, генератор и т.д. *Место темы «Электромагнитная индукция» в электродинамической теории.* К экспериментальному базису электродинамики можно отнести эмпирические законы: Ампера, Кулона, электромагнитной индукции.

Основание

Проявление и действие электромагнитного поля, основные понятия и величины.

Ядро

Четыре качественных положения о связи поля и зарядов (Система уравнений Максвелла-Лоренца).

Следствия

Электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, магнитные свойства вещества, излучение электромагнитного поля

51. Формирование основных понятий темы «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»: магнитное поле, индукция магнитного поля, магнитный поток, явление электромагнитной индукции, вихревое электрическое поле, индуктивность.

Ещё ранее 7-м классе мы говорили о поле тяготения(гравитационное поле). Магниты также взаимодействуют друг с другом на расстоянии. Значит, с любым магнитом связано **особое состояние пространства- магнитное поле.**

При изучении любого физического поля важно ответить на вопрос: «С каким телом или явлением связано данное поле?» Ответ прост- магнитное поле связано с магнитом.

Используя большое количество маленьких магнитных стрелок можно получить наглядную картину действия магнитного поля в окружающем магнит пространстве. На практике ещё удобнее использовать мелкие железные опилки, насыпанные на картонный лист.

Для описания магнитного поля введём его основную характеристику, аналогичную напряжённости E электростатического поля. Такой характеристикой служит индукция магнитного поля B (или магнитная

индукция), которая является векторной величиной и позволяет определить силу, действующую на проводник с током (движущийся заряд) в магнитном поле.

Для определения направления индукции магнитного поля В используют ориентирующее действие магнитного поля на магнитную стрелку или рамку с током. Направление от южного полюса S к северному полюсу N магнитной стрелки, свободно устанавливаю.

Линией индукции магнитного поля называют воображаемую линию в пространстве, касательная к которой совпадает с направлением индукции магнитного поля в каждой точке поля. Линии магнитной индукции непрерывны (не имеют ни начала, ни конца), замыкаются сами на себя. Это характерно для любых магнитных полей. Поля, обладающие таким свойством, называют вихревыми.

После опытов Эрстеда и Ампера стало понятно, что электрические и магнитные поля имеют одни и те же источники — движущиеся электрические заряды. Это позволило предположить, что они каким-то образом связаны друг с другом. Фарадей был абсолютно уверен в единстве электрических и магнитных явлений. Вскоре после открытия Эрстеда в своём дневнике в декабре 1821 г. он записал: «Превратить магнетизм в электричество». На решение этой фундаментальной задачи ему понадобилось десять лет. После многочисленных экспериментов Фарадей сделал эпохальное открытие: замыкая и размыкая

электрическую цепь одной катушки, он в замкнутой цепи другой катушки получил электрический ток. Наблюдаемое явление Фарадей назвал электромагнитной индукцией.

Магнитный поток. Индукция магнитного поля характеризует магнитное поле в конкретной точке пространства. Чтобы охарактеризовать магнитное поле во всех точках поверхности, ограниченной замкнутым контуром, вводят физическую величину, которую называют магнитным потоком (поток магнитной индукции). Магнитным потоком Φ через плоскую поверхность, находящуюся в однородном магнитном поле, называют физическую скалярную величину, равную произведению модуля индукции B магнитного поля, площади S поверхности и косинуса угла α между направлениями нормали к этой поверхности и магнитной индукции $\Phi = BScos\alpha$

Изменить магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, можно, изменяя: 1) индукцию магнитного поля, в котором находится контур; 2) размеры этого контура; 3) ориентацию контура в магнитном поле.

Явление электромагнитной индукции. В 1831 г. Фарадей провёл серию опытов, которые позволили установить следующие факты: — при движении постоянного магнита относительно катушки, подключённой к гальванометру, в катушке возникал электрический ток (стрелка гальванометра

отклонялась). Причём направление тока изменялось на противоположное при изменении направления движения магнита. Это же явление наблюдалось, если магнит был неподвижен, а двигали катушку.

— в катушке, подключённой к гальванометру, возникал электрический ток, если относительно неё двигали другую катушку, которая была подключена к источнику постоянного тока

— если две катушки намотаны на общий каркас и одну подключали к гальванометру, а другую — к источнику тока, то ток в первой катушке возникал при изменении тока во второй.

Электрический ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре при любом изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром, называют индукционным током

Явление возникновения ЭДС индукции в контуре, который либо покоится в изменяющемся во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле так, что магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, меняется, называют электромагнитной индукцией

Вихревое электрическое поле. при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в замкнутом неподвижном (относительно выбранной инерциальной системы отсчёта) контуре возникает электрический ток. Это свидетельствует о том, что на свободные заряженные

частицы в контуре действуют силы. Но для хаотически движущихся заряженных частиц усреднённое значение силы Лоренца равно нулю, поэтому на такие частицы действие оказывает электрическое поле. Таким образом, при любом изменении магнитного поля в окружающем пространстве возникает электрическое поле. Именно это индукционное электрическое поле действует на заряженные частицы, приводя их в упорядоченное движение и создавая индукционный электрический ток. Подчеркнём, что индукционное электрическое поле не связано с электрическими зарядами, его источником является изменяющееся со временем магнитное поле. Линии напряжённости индукционного электрического поля замкнуты.

Электрическое поле, возникающее при любом изменении магнитного поля, называют **вихревым электрическим полем**.

Самоиндукция является важным частным случаем явления электромагнитной индукции. Если электрический ток в замкнутом проводящем контуре по каким либо причинам изменяется, то изменяется и магнитное поле этого тока ($B \sim I$). Но при изменении индукции магнитного поля, создаваемого током, проходящим в контуре, изменяется и магнитный поток ($\Phi \sim B$). Следовательно, магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, пропорционален силе тока в контуре:

$$\Phi \sim B \sim I.$$

Коэффициент пропорциональности между магнитным потоком Φ и силой тока I Томсон (лорд Кельвин) в 1853 г. предложил назвать «коэффициент самоиндукции»:

$$\Phi = LI.$$

Коэффициент самоиндукции L часто называют **индуктивностью контура**.

Индуктивность в СИ измеряют в генри (Гн). Индуктивность контура равна 1 Гн, если при силе тока в контуре 1 А магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром, равен 1 Вб.

Индуктивность зависит от размеров и формы контура, а также от магнитных свойств среды, в которой находится этот контур.

52. Экспериментальный и теоретический методы изучения силы Ампера, силы Лоренца, закона электромагнитной индукции.

Сила Ампера. Пусть магнитная индукция составляет угол α с направлением тока в прямолинейном участке проводника длиной Δl . Если весь прямолинейный проводник длиной l находится в однородном магнитном поле, то $\Delta l = l$. Как уже отмечалось, в случае расположения проводника параллельно линиям индукции магнитное поле не оказывает на проводник никакого воздействия. Поэтому модуль силы Ампера зависит лишь от модуля составляющей магнитной индукции $B_{\perp} = B \sin \alpha$ перпендикулярной проводнику, и не зависит от модуля составляющей $B_{\parallel} = B \cos \alpha$,

параллельной проводнику. Из выражения следует, что модуль максимальной силы Ампера $F_{\max} = BIl$.

Выражение называют законом Ампера. Направление силы Ампера определяют по правилу левой руки: если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая индукции магнитного поля B_{\perp} входила в ладонь, четыре вытянутых пальца были направлены по току, то отогнутый на 90° в плоскости ладони большой палец покажет направление силы Ампера, действующей на прямолинейный участок проводника с током. Таким образом, силу Ампера, модуль которой $F_A = BIl \sin \alpha$, можно рассматривать как результат сложения сил, действующих на отдельные движущиеся заряженные частицы. Силу, с которой магнитное поле действует на заряженную частицу, движущуюся в этом поле, называют силой Лоренца в честь выдающегося голландского физика Хендрика Антона Лоренца

Модуль силы Лоренца можно определить по формуле $F_L = \frac{F_A}{N}$ где N — общее число свободных заряженных частиц на прямолинейном участке проводника длиной l . Если модуль заряда одной частицы q , а модуль суммарного заряда всех частиц Nq , то согласно определению силы тока, $I = \frac{Nq}{\Delta t}$ где Δt — промежуток времени, за который заряженная частица проходит

участок проводника длиной Δl . Тогда. $F_L = \frac{I \Delta l \sin \alpha}{N} = \frac{BNq \Delta l \sin \alpha}{\Delta t N} = \frac{Bq \Delta l \sin \alpha}{\Delta t}$

Поскольку $\frac{\Delta l}{\Delta t} = v$ — модуль средней скорости заряженной частицы, упорядоченно движущейся в магнитном поле внутри проводника, то формулу для определения модуля силы Лоренца можно записать в виде $F_L = Bqv \sin \alpha$, где α — угол между направлениями индукции магнитного поля B и скорости v упорядоченного движения заряженной частицы.

Направление силы Лоренца, действующей на заряженные частицы, как и силы Ампера, определяют по правилу левой руки: если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции, перпендикулярная скорости упорядоченного движения заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда (против движения отрицательного), то отогнутый на 90° в плоскости ладони большой палец покажет направление действующей на заряд силы Лоренца

53. Научно-методический анализ темы «Механические колебания и волны» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Периодическим называется движение, при котором физические величины, характеризующие

колебательную систему, через равные промежутки времени принимают одинаковые значения. Колебательным называется движение (процесс), при котором любая характеризующая это движение (процесс) физическая величина поочередно изменяется то в одну, то в другую сторону от ее значения в положении устойчивого равновесия. Периодическим колебательным движением (колебаниями) называют любой процесс, который обладает свойством повторяемости во времени. Колебания любой физической природы, описываемые уравнением $ax(t) + \omega^2 x(t) = 0$, являются гармоническими, а система, совершающая такие колебания, — гармонической колебательной системой, или гармоническим осциллятором. Колебания, при которых зависимость координаты (смещения) тела от времени определяется соотношениями $x(t) = x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0)$ или $x(t) = x_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0)$ называются гармоническими. Зависимость координаты от времени $x(t)$ называется кинематическим законом гармонических колебаний (законом движения). Колебания материальной точки являются гармоническими, если они происходят под действием возвращающей силы, модуль которой прямо пропорционален смещению точки из положения равновесия $F_x = -kx$, направленной к положению равновесия колеблющегося тела.

Амплитуда колебаний A ($A > 0$) — максимальное смещение x_{\max} тела или системы тел из положения равновесия. Фаза колебаний $\phi = \omega t + \phi_0$ определяет состояние колебательной системы (координаты,

скорость, ускорение) в любой момент времени при заданной амплитуде. В начальный момент времени $t = 0$ она равна начальной фазе ϕ_0 . Единицей фазы является 1 радиан (1 рад).

Циклическая частота ω — число полных колебаний за промежуток времени $\Delta t = 2\pi$ секунд: $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Период

колебания T — время одного полного колебания: $T = \frac{t}{N}$.

Частота колебаний ν — число полных колебаний, совершаемых в единицу времени: $\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$.

Колебательная система, состоящая из тела с прикрепленной к нему пружины, называется пружинным маятником. Его период колебаний: $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Колебательная система, состоящая из небольшого тела, подвешенного на легкой нерастяжимой нити, называется математическим маятником.

Период малых колебаний математического маятника определяется по формуле Гюйгенса: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Собственные (свободные) колебания — это колебания, происходящие в отсутствие внешних воздействий на систему. Они происходят со строго определенной частотой, называемой частотой собственных колебаний системы. Затухающими называются колебания, энергия которых уменьшается с течением времени.

Вынужденными называются колебания системы, вызываемые действием на нее периодических внешних

сил. Резонансом называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, когда частота периодической внешней силы совпадает с собственной частотой колебаний системы.

Механической волной называется процесс распространения колебаний в упругой среде, который сопровождается передачей энергии от одной точки среды к другой.

Длина волны — расстояние, пройденное волной в среде за промежуток времени, равный периоду колебаний частиц: $\lambda = vT$. Скорость распространения волны — это скорость распространения гребня волны или любой другой точки волны с определенной фазой, модуль которой $v = \lambda\nu$. Волна называется продольной, если колебания частиц среды происходят вдоль направления распространения волны. Волна называется поперечной, если частицы среды колеблются в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны.

Упругие волны, вызывающие у человека слуховые ощущения, называются звуковыми волнами или просто звуком.

Основными физическими характеристиками звука являются интенсивность и спектральный состав (спектр).

54. Анализ и методика изучения основных кинематических и динамических характеристик гармонических колебаний при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Движение, при котором все характеризующие его физические величины (например, координата x , проекция скорости v_x , проекция действующей силы F_x) принимают одинаковые значения через равные промежутки времени T , называется периодическим. колебательным называется периодическое движение (процесс), при котором любая характеризующая его физическая величина (например, координата) поочередно принимает то положительное, то отрицательное значение относительно положения устойчивого равновесия. Периодическое колебательное движение (колебания) обладает свойством повторяемости во времени.

Колебания любой физической природы, описываемые уравнением $a_x(t) + \omega^2 x(t) = 0$, являются гармоническими, а система, совершающая такие колебания, — гармонической колебательной системой, или гармоническим осциллятором.

Уравнение описывает гармонические колебания, при которых координата (смещение) тела от времени изменяется по закону косинуса $x(t) = x_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ или синуса $x(t) = x_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$.

Наиболее важными величинами, характеризующими механические периодические колебания, являются:

$x(t)$ — координата (смещение из положения равновесия) в момент времени t : $x = f(t)$; $f(t) = f(t + T)$, где $f(t)$ — заданная периодическая функция времени t , T — период этой функции.

A ($A > 0$) — амплитуда колебаний — максимальное смещение x_{\max} тела или системы тел из положения устойчивого равновесия.

$T = \frac{t}{N}$ — период — длительность одного полного колебания, т. е. наименьший промежуток времени, по истечении которого повторяются значения всех физических величин, характеризующих колебание. Здесь t — время совершения N полных колебаний. В СИ единицей периода колебаний является 1 секунда (1 с).

$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$ — частота — число полных колебаний, совершаемых в единицу времени.

В СИ единицей частоты колебаний является 1 герц (1 Гц). 1 Гц равен частоте колебаний тела, при которой за 1 с тело совершает одно полное колебание ($1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$).

ω — циклическая частота — число полных колебаний, совершаемых за промежуток времени Δt , равный 2π секунд: $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$. В СИ единицей циклической частоты является 1 радиан в секунду 1 рад/с.

$\phi = \omega t + \phi_0$ — фаза (от греч. $\phi\alpha\sigma\iota\varsigma$ (фазис) — появление, момент явления) — аргумент периодической функции, определяющий значение физической величины в любой момент времени t . Она определяет состояние

колебательной системы (координаты, скорости, ускорения) в любой момент времени при заданной частоте и амплитуде. Единицей фазы является 1 радиан (1 рад).

ϕ_0 — начальная фаза, которая определяет состояние колебательной системы в начальный момент времени ($t_0 = 0$).

Положению равновесия тела соответствует точка, в которой равнодействующая сил, приложенных к нему, равна нулю. Координату этой точки, как правило, принимают равной нулю ($x = 0$).

55. Методические варианты изучения законов колебаний математического и пружинного маятников в теме «Механические колебания и волны».

Колебательная система, состоящая из тела с прикрепленной к нему пружиной, называется **пружинным маятником**. Пружина может располагаться как вертикально (вертикальный пружинный маятник), так и горизонтально (горизонтальный пружинный маятник).

Пусть груз массой m , лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплен к свободному концу легкой (невесомой) пружины жесткостью k . Второй конец пружины неподвижен относительно данной инерциальной системы отсчета (ИСО).

Выведем груз из положения равновесия, сместив его на расстояние x вправо. Тогда в пружине возникнет сила

упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$, действующая на груз и направленная влево. Согласно второму закону Ньютона для движения груза

$$m\vec{a} = -\vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} + \vec{N}$$

В проекции на ось Ох действующих на груз сил с учетом закона Гука получаем:

$$-ma_x = -F_{\text{упр}} = kx$$

$$ma_x + kx = 0$$

Перепишем полученное соотношение в виде:

$$a_x + \left(\frac{k}{m}\right)x = 0 \quad (1)$$

которое является **уравнением гармонических колебаний пружинного маятника**.

Сравнивая (1) с уравнением гармонических колебаний $a_x(t) + \omega^2 x(t) = 0$ находим циклическую частоту колебаний горизонтального пружинного маятника:

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (2), которая определяется массой m груза и жесткостью k пружины.

Для нахождения периода колебаний пружинного маятника воспользуемся формулой $T = \frac{2\pi}{\omega}$, подставив в нее выражение (2):

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

Свойство независимости периода колебаний маятника от амплитуды называется **изохронностью** (от греч. ισος (изос) — равный и χρονος (хронос) — время).

Следовательно, колебания пружинного маятника обладают свойством изохронности.

Колебательная система, состоящая из находящегося в поле силы тяжести тела, подвешенного на легкой нерастяжимой нити, размеры которого малы по сравнению с длиной нити, а его масса значительно больше массы нити, называется **математическим маятником**.

Отклонение маятника от положения равновесия будем характеризовать углом α , который нить образует с вертикалью.

Согласно второму закону Ньютона для движения маятника можем записать:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = m\vec{a} \quad (4)$$

В проекциях на выбранные оси координат Ox и Oy получаем:

$$-F_{\text{упр}}\sin\alpha = ma_x \quad (5)$$

$$-mg + F_{\text{упр}}\cos\alpha = ma_y \quad (6)$$

Практически маятник движется вдоль оси Ox . Из $\triangle ACD$ находим $\sin\alpha = \frac{x}{l}$ и, подставив это выражение в (5), получим:

$$-F_{\text{упр}}\sin\alpha \approx -F_{\text{упр}}\frac{x}{l} = ma_x \quad (7)$$

При малых углах отклонения маятника проекция вектора ускорения $a_y \ll g$ и ею можно пренебречь, а $\cos\alpha \approx 1$, тогда из уравнения (6) следует, что $F_{\text{упр}} \approx mg$.

Следовательно, уравнение движения маятника вдоль оси Ox запишется в виде:

$$ma_x = -\frac{mg}{l}x$$

Отсюда получаем **уравнение гармонических колебаний математического маятника:**

$$a_x + \frac{g}{l}x = 0 \quad (8)$$

При сравнении уравнения (8) с уравнением гармонических колебаний $a_x(t) + \omega^2 x(t) = 0$ можно сделать вывод, что при малых отклонениях математический маятник совершает гармонические колебания с циклической частотой

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (9)$$

Тогда период малых колебаний математического маятника в поле тяжести Земли определяется по формуле Гюйгенса:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

56. Научно-методический анализ и методика изучения темы «Электромагнитные колебания и волны» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в контуре. Формула Томсона. Превращения энергии в колебательном контуре.

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных конденсатора электроемкостью C и катушки (соленоида)

индуктивностью L , называемую идеальным колебательным контуром или LC-контуром.

Свободные электромагнитные колебания в LC-контуре — это периодические изменения заряда на обкладках конденсатора, силы тока и напряжения в контуре, происходящие без пополнения энергии от внешних источников.

Формула для периода свободных электромагнитных колебаний в контуре:

$$W = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{q^2(t)}{2C} + \frac{LI^2(t)}{2} = \text{const}$$

для периода свободных колебаний в LC-контуре получим формулу: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, которая называется формулой Томсона.

Вынужденные электромагнитные колебания.
Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения.

Вынужденные электромагнитные колебания.
Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения.

Ток, сила и направление которого периодически меняются, называется переменным.

Основными частями индукционного генератора переменного тока являются: индуктор — постоянный магнит или электромагнит, который создает магнитное поле; якорь — обмотка, в которой индуцируется переменная ЭДС; коллектор — контактные кольца и скользящие по ним контактные пластинки (щетki) — устройство, посредством которого ток снимается или подводится к вращающимся частям.

Неподвижная часть генератора называется статором, а подвижная — ротором. Максимальные величины напряжения и силы тока U_0 , I_0 называются амплитудными значениями напряжения и силы тока соответственно.

Значения напряжения $U(t)$ и силы тока $I(t)$ в любой момент времени называются мгновенными.

Действующее (эффективное) значение силы переменного тока равно силе такого постоянного тока, который, проходя в электрической цепи по резистору сопротивлением R , выделяет за промежуток времени, кратный периоду колебаний ($\tau = nT$), такое же количество теплоты, что и данный переменный ток.

$$I_d = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$
$$U_d = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$$P = U_d I_d = I_d^2 R = \frac{U_d^2}{R}$$

$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Преобразование переменного тока. Трансформатор
Трансформатор — это электромагнитное устройство, преобразующее переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения с сохранением его частоты.

Режимом холостого хода трансформатора называется режим с разомкнутой вторичной обмоткой.

Рабочим ходом (режимом) трансформатора называется режим, при котором в цепь его вторичной обмотки включена некоторая нагрузка.

Режимом короткого замыкания называется режим, при котором вторичная обмотка трансформатора замкнута без нагрузки.

Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические проблемы производства и передачи электрической энергии

Тепловые электростанции (ТЭС) используют теплоту, получаемую при сжигании угля, нефти, мазута, газа и других горючих ископаемых

Гидроэлектростанции (ГЭС) используют энергию движущейся воды рек, водохранилищ и иных водных потоков

Атомные электростанции (АЭС) работают на энергии, выделяющейся при расщеплении ядер урана и плутония

Ветроэнергетика — использование кинетической энергии ветра для получения электроэнергии.

Геотермальная энергетика — использование естественного тепла Земли для выработки электрической энергии. Приливная энергетика использует энергию морских приливов.

Гелиоэнергетика — получение электрической энергии из энергии солнечного излучения.

Водородная энергетика. Самым распространенным перспективным источником энергии в масштабах Вселенной следует считать водород

Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн

Совокупность связанных друг с другом периодически изменяющихся электрического и магнитного полей называют переменным электромагнитным полем.

Электромагнитное поле, распространяющееся в вакууме или в какой-либо среде с конечной скоростью, называется электромагнитной волной

57. Научно-методический анализ темы «Оптика» при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Цели изучения темы: Формирование основных понятий: когерентность, интерференция, дифракция, (поляризация). Усвоение физического смысла, характерных признаков и закономерностей интерференции и дифракции и условий, при которых эти явления наблюдаются. Усвоение на количественном уровне законов геометрической оптики и формулы тонкой линзы. Формирование умений определять основные физические характеристики световых волн, объяснять факты, опыты и явления, подтверждающие волновую природу света, рассчитывать и экспериментально определять физические характеристики простейших оптических систем.

1. Изучение вопросов волновой оптики предполагает актуализацию опорных знаний из раздела "Колебания и волны", а вопросов геометрической оптики – знаний из темы "Световые явления".

2. Изучение основных вопросов волновой оптики осуществляется преимущественно на качественном уровне с опорой на демонстрационный эксперимент.

3. Понятия, характеризующие световые волны, формируются на основе соответствующих понятий, относящихся к механическим и электромагнитным волнам.

4. Демонстрационный эксперимент используется для подтверждения теоретических выводов.

Волновая оптика завершает изучение волн. Основными вопросами темы являются природа света и его распространение

Оптику условно делим на: волновую и геометрическую

Оптика — раздел физики, в котором изучаются физическая природа и свойства света, а также его взаимодействие с веществом.

Далее описываются опыты, в которых были совершены попытки определения скорости света (Олаф Рёмер, Арман Физо, Альберт Майкельсон).

В 1972 г. значение модуля скорости света было определено на основе независимых измерений длины волны и частоты света.

Согласно современным измерениям модуль скорости распространения света в вакууме: $c = (299\,792\,458.0 \pm 1.2) \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Одним из параметров, характеризующих световую волну в вакууме, является длина волны λ , связанная с периодом колебаний T соотношением: $\lambda = cT$

Абсолютный показатель преломления n вещества характеризует его оптические свойства и показывает, во сколько раз модуль скорости распространения света в данном веществе меньше модуля скорости распространения света в вакууме: $n = \frac{c}{v}$

Длина световой волны λ_n в веществе, абсолютный показатель преломления которого n , определяется по формуле: $\lambda_n = \frac{\lambda_0}{n}$

Волна одной определенной и строго постоянной частоты называется монохроматической.

Интерференция света

Волны одинаковых частот, разность фаз колебаний которых в данной точке пространства не изменяется с течением времени, называются когерентными. Соответственно, свойство, характеризующее согласованность протекания в пространстве и времени нескольких колебательных или волновых процессов, называется когерентностью.

Устойчивое во времени распределение амплитуд колебаний в пространстве при интерференции называется интерференционной картиной.

Интерференция (от лат. *inter* — взаимно, между собой и *ferio* — ударяю, поражаю) — явление возникновения устойчивой во времени картины чередующихся максимумов и минимумов амплитуд результирующей волны при сложении двух (или нескольких) когерентных волн.

оптическая разность хода волн от источника до точки наблюдения. Эта величина определяется расстояниями

d_1 и d_2 , пройденными волнами с учетом их различных скоростей распространения v_1 и v_2 в этих средах с показателями преломления n_1 и n_2 .

условие максимума интерференции $\delta = 2m \frac{\lambda}{2} = m\lambda$

условие минимума интерференции $\delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракция света. Дифракционная решетка

Согласно принципу Гюйгенса: каждая точка среды, которой волновой фронт достиг в момент времени t , становится источником вторичных сферических волн. Новое положение волнового фронта через малый промежуток времени τ определяется огибающей волновых фронтов вторичных волн в момент времени $t + \tau$.

Линия, перпендикулярная волновому фронту в данной точке, называется лучом.

Принцип Гюйгенса объясняет прямолинейное распространение волн в однородной среде

Явление огибания волнами препятствий, которое проявляется в отклонении направления распространения волн от прямолинейного, называется дифракцией.

Принцип Гюйгенса — Френеля позволил описать явление дифракции количественно: все источники вторичных волн, расположенные на волновом фронте, когерентны между собой. Для расчета амплитуды огибающей волны в данной точке пространства следует учесть интерференцию вторичных волн от всех участков волнового фронта в начальном положении.

Дифракционной решеткой называют оптический прибор, предназначенный для точного измерения длин волн и анализа состава света.

Если ширина каждой щели b , ширина непрозрачной части между щелями a , то величина $d = a + b$ называется постоянной решетки или ее периодом.

Наиболее яркие дифракционные максимумы получили название главных дифракционных максимумов.

Условие возникновения главных дифракционных максимумов, наблюдаемых под углами θ , имеет вид:

$$d \sin \theta = m \lambda$$

Закон преломления света. Показатель преломления.

Полное отражение

Геометрической оптикой называют раздел оптики, в котором изучаются законы распространения оптического излучения на основе представления о световых лучах четыре основных закона геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света; закон независимости световых лучей; закон отражения световых лучей; закон преломления световых лучей.

Лучи, выходящие из одной точки, называют расходящимися, а собирающиеся в одной точке — сходящимися.

закон преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$

исходя из волновой теории света, получен закон преломления световых волн: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и равная

относительному показателю преломления второй среды относительно первой; лучи, падающий и преломленный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границы раздела двух сред.

Прохождение света через плоскопараллельные пластинки и призмы

луч света, проходя через плоскопараллельную пластинку, с обеих сторон которой находится одна и та же среда, смещается параллельно своему начальному направлению на некоторое расстояние h

Трехгранная призма (преломляющий луч призмы)

Формула тонкой линзы

Линза считается тонкой, если ее толщина в центре намного меньше радиусов ограничивающих ее поверхностей.

Отметим условия, при одновременном выполнении которых линза является собирающей: толщина в центре больше толщины у краев; ее показатель преломления больше показателя преломления окружающей среды. При невыполнении (или выполнении) только одного из этих условий линза является рассеивающей.

Между фокусным расстоянием тонкой линзы, расстоянием от предмета до линзы и от линзы до изображения существует определенная количественная зависимость, называемая формулой линзы.

Формулу тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

Линейным (поперечным) увеличением Γ называется отношение линейного размера изображения h' к линейному размеру предмета h .

правило знаков: для собирающей линзы, действительного источника и действительного изображения величины F , d , f считают положительными. Для рассеивающей линзы, мнимого источника и мнимого изображения величины F , d , f считают отрицательными.

Таким образом, линза с $F > 0$ является собирающей (положительной), а с $F < 0$ — рассеивающей (отрицательной).

Оптические приборы для получения действительных изображений

Мультимедийный проектор, Фотоаппарат

Оптические приборы для увеличения угла зрения

Очки, Лупа, Микроскоп, Телескопы, бинокль

Дисперсия света. Спектр. Спектральные приборы

Источником оптического излучения называется физическое тело, преобразующее любой вид энергии в энергию электромагнитных излучений оптического диапазона

В общем случае произвольный электромагнитный сигнал состоит из набора различных электромагнитных волн, длины (или частоты) которых можно установить. Подобную процедуру называют спектральным анализом сигнала, а совокупность полученных «простейших» электромагнитных волн — спектром.

спектр — распределение энергии, излучаемой или поглощаемой веществом, по частотам или длинам волн.

Разложение пучка белого света в спектр призмой является следствием дисперсии (от лат. *dispersio* — рассеяние) света — зависимости скорости волны в среде от его частоты $v(\nu)$.

Если абсолютный показатель преломления среды уменьшается с ростом длины волны, то такая дисперсия называется нормальной, в противоположном случае — аномальной.

Приборы для визуального наблюдения спектров называются спектроскопами

58. Методические варианты изучения основных понятий и законов геометрической оптики при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

При изучении геометрической оптики необходимо объяснять с волновых позиций известные уже учащимся законы (прямолинейное распространение света), дополнить их, указать на те границы, которые устанавливает волновая оптика для геометрической.

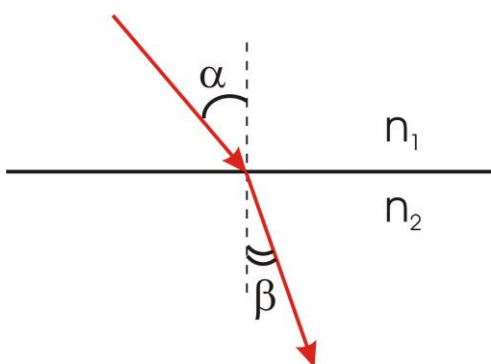
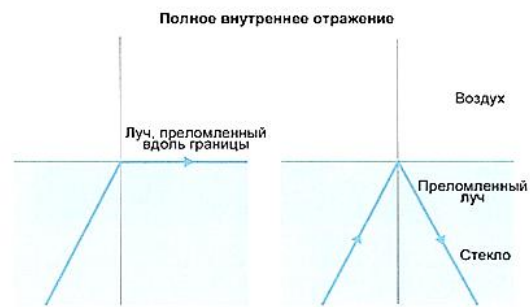
Геометрическая оптика — раздел физики, в котором изучаются законы распространения оптического излучения на основе представлений о световых лучах.

Основные законы:

- 1) Закон отражения
- 2) Закон преломления
- 3) Закон независимости световых лучей
- 4) Закон прямолинейного распространения света

Почему геометрическая оптика является предельным случаем волновой? Потому, что ф-лы геометрической оптики получены из уравнений Максвелла как предельный случай соответствующий переходу к исчезающе малой λ . В базовом курсе физики явления отражения и преломления света рассматриваются только как экспериментальные факты.

В 11 кл. – как проявление волновых св-в света. Теоретический вывод законов отражения и преломления осуществляется с помощью принципа Гюйгенса и основываясь на том, что свет – э/м волна. Формулировка 3-на преломления: лучи, падающие и преломленный лежат в одной плоскости с \perp проведенным в точке падения луча к плоскости границы раздела двух сред.



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Закон преломления световых лучей: Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух

данных сред и равная отношению показателю преломления второй среды относительно первой; лучи, падающий и преломленный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границы раздела двух сред.

Энергия преломленной волны при этом станет равной нулю, а энергия отраженного излучения будет равна энергии падающего. Следовательно, начиная с этого угла падения, вся световая энергия полностью отражается от границы раздела этих сред в среду I. Это явление называется полным отражением света. Угол α_0 , при котором возникает полное отражение, называется предельным углом полного отражения.

59. Методика формирования основных понятий волновой оптики при обучении физике в учреждениях общего среднего образования.

Вначале рассм. свет как э/м волна. Изучение начинают с опытов по измерению скорости света. Т.к. результат этих опытов — док-во того, что свет — это э/м волна. Необходимо рассм. 1 лабораторный опыт (Физо) и 1 астрономический (Ремера). После их рассмотрения: Свет — это э/м волна в диапазоне частот от $1,5 \cdot 10^{11}$ Гц до $3 \cdot 10^{16}$ Гц. При этом этот диапазон делим на инфракрасный, видимый и УФ.

Волны одинаковых частот, разность фаз колебаний которых в данной точке пространства не изменяется с течением времени, называются когерентными (от лат. *cohaerens* — связанный, сцепленный). Соответственно, свойство, характеризующее согласованность протекания в пространстве и времени нескольких колебательных или волновых процессов, называется когерентностью.

Устойчивое во времени распределение амплитуд колебаний в пространстве при интерференции называется интерференционной картиной. Интерференция (от лат. *inter* — взаимно, между собой и *ferio* — ударяю, поражаю) — явление возникновения устойчивой во времени картины чередующихся максимумов и минимумов амплитуд результирующей волны при сложении двух (или нескольких) когерентных волн

При рассмотрении интерференции света (электромагнитных волн) следует учесть, что длина волны света в веществе изменяется в зависимости от показателя преломления вещества.

Интерференция — явление возникновения устойчивой во времени картины чередующихся *max* и *min* амплитуд результирующей волны при сложении двух или нескольких когерентных волн (опыты по интерференции сложны, применяем ЭСО).

δ — оптическая разность хода волн от источника до точки наблюдения. Эта величина определяется расстояниями d_1 и d_2 , пройденными волнами с учетом их различных скоростей распространения v_1 и v_2 в этих средах с показателями преломления n_1 и n_2 .

Изучают условие *max* и *min* интерференции.

условие максимума интерференции $\delta = 2m \frac{\lambda}{2} = m\lambda$

условие минимума интерференции $\delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

Завершают изучение интерф. рассм. ее проявлений в природе и примерами практического использования.

Далее переходят к изучению дифракции, напоминают основное условие, при выполнении которого возможно явление дифракции: размеры препятствия должны быть соизмеримы с длиной волны → исторический экскурс → домашний эксперимент.

Принцип Гюйгенса: каждая точка среды, которой волновой фронт достиг в момент времени t , становится источником вторичных сферических волн. Новое положение волнового фронта через малый промежуток времени τ определяется огибающей волновых фронтов вторичных волн в момент времени $t + \tau$.

Явление огибания волнами препятствий, которое проявляется в отклонении направления распространения волн от прямолинейного, называется дифракцией. Явление дифракции служит одним из подтверждений волновой природы света.

Принцип Гюйгенса — Френеля позволил описать явление дифракции количественно: все источники вторичных волн, расположенные на волновом фронте, когерентны между собой. Для расчета амплитуды огибающей волны в данной точке пространства следует учесть интерференцию вторичных волн от всех участков волнового фронта в начальном положении.

Дифракционной решеткой называют оптический прибор, предназначенный для точного измерения длин волн и анализа состава света.

Если ширина каждой щели b , ширина непрозрачной части между щелями a , то величина $d = a + b$ называется постоянной решетки или ее периодом.

Наиболее яркие дифракционные максимумы получили название главных дифракционных максимумов.

Даем определение: дифракция – явление огибания волнами препятствий, кот. проявляется в отклонении направления распространения волн от прямолинейного. Далее переходят к дифракционной решетке. Сначала рассм. дифракцию от двойной щели и получают условие для дифракционных max.

$$d \sin \theta = m \lambda$$

Дифракционная решетка разлагает белый свет в спектр, это связано с тем, что положение max, кроме центрального, зависит от λ , но дифракционный спектр отличается от дисперсионного спектра.

Дифракционный спектр равномерный (нормальный)

Дисперсионный – неравномерный → Демонстрация явления дисперсии.

60. Научно-методический анализ темы «Основы специальной теории относительности».

Принцип относительности. Кинематика, динамика и законы сохранения в специальной теории относительности.

Цели изучения темы: формирование представления об относительности одновременности, знания постулатов Эйнштейна, следствия из преобразований Лоренца,

понимание смысла физических законов: взаимосвязь массы и энергии.

Развитие науки и техники позволило физикам уже на рубеже XIX—XX вв. провести достаточно точные измерения скорости света. Как оказалось, скорость света в вакууме не зависит ни от скорости движения приемника света, ни от скорости источника, излучающего свет. Эти экспериментальные результаты привели физиков к пересмотру представлений о свойствах пространства и времени.

Была создана специальная теория относительности (СТО) — раздел физики, в котором изучаются свойства пространства и времени, а также законы движения тел при скоростях, сравнимых со скоростью света.

Специальная теория относительности называется также релятивистской теорией (от лат. *relativus* — относительный). Явления, происходящие при скоростях, сравнимых со скоростью света, характеризующие их величины (скорость, энергия, импульс и т. д.) и законы этих явлений тоже называются релятивистскими.

Первый постулат СТО (постулат относительности): во всех инерциальных системах отсчета все физические явления при одинаковых начальных условиях происходят одинаковым образом.

Второй постулат СТО (постулат постоянства скорости света): во всех инерциальных системах отсчета скорость света в вакууме одинакова и не зависит ни от

скорости источника, ни от скорости приемника излучения.

События, одновременные в одной ИСО, могут оказаться не одновременными в другой ИСО, движущейся относительно первой. Т. о., одновременность событий — понятие относительное

Предельная скорость

Скорость света в вакууме является предельной скоростью движения материальных объектов и распространения сигналов.

Энергия и импульс тела

Энергия, импульс тела и его инертность неограниченно растут при приближении скорости тела к предельной скорости c .

Взаимосвязь энергии и массы

Энергия покоя E_0 тела пропорциональна его массе: $E_0 = mc^2$.

Изменения массы и энергии покоя взаимосвязаны:

$$\Delta m = \frac{\Delta E_0}{c^2}.$$

Эффект замедления времени. $\tau = \Delta t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \Delta t \gamma;$

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ — лоренцев множитель

Релятивистское замедление времени состоит в том, что собственное время в γ раз меньше, чем лабораторное.

Эффект сокращения длины. $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{l_0}{\gamma}$

С точки зрения неподвижного наблюдателя движущееся тело сокращается в направлении своего движения в γ раз.

Преобразования Галилея: $x' = x - Vt$; $y' = y$; $z' = z$; $t' = t$

Преобразования Лоренца

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}; \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = \frac{t - \frac{Vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

скорость света c в вакууме является предельной скоростью движения материальных объектов и распространения сигналов.

Сохранили свой вид законы изменения импульса и энергии тела:

$$\Delta \vec{p} = \overline{F \Delta t}; \quad \Delta E = A$$

где A — работа, совершенная силой F . Изменились соотношения, выражающие зависимость импульса и энергии тела от его скорости:

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

инертность тела неограниченно возрастает по мере приближения скорости тела к скорости света c .

Утверждение о том, что энергия покоя пропорциональна массе, а изменение энергии покоя вызывает изменение массы, называют законом взаимосвязи массы и энергии.

Кинетическая энергия E_K в СТО определяется как разность $E - E_0$:

$$E_K = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$$

61. Научно-методический анализ темы «Фотоны. Действия света». Методика изучения законов внешнего фотоэффекта.

К концу 19 в считалось, что развитие физики закончилось, но к началу 20 в возникают проблемы, которые касаются проблем физической природы изучения вещества, а также их взаимодействия. Происходит научная революция и открытие фотоэффекта.

Обычно в учебных материалах закономерности фотоэффекта формулируют как его законы, но строгого деления нет (пример из учебника физики 11 кл):

1-й з-н: сила фототока насыщения прямо пропорциональна интенсивности падающего излучения.

2-й з-н: max кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего излучения и линейно возрастает с увеличением частоты падающего излучения.

3-й з-н: для каждого вещества существует граничная частота такая, что излучение меньшей частоты не может вырвать электрон из его поверхности.

Возможно сформулировать 4-й: фотоэффект практически безынерционен.

Объяснение фотоэффекта не лежит на поверхности, необходимо многоступенчатое логическое рассуждение (объяснение):

1) знакомство учащихся с самим явлением фотоэффекта, рассказ об истории его открытия.

2) рассказ о поиске закономерностей этого явления, исследования Столетова.

3) рассмотрение основных закономерностей фотоэффекта, показ трудностей – невозможность объяснить все законы фотоэффекта с известных учащимся позиций.

4) выдвижение гипотезы о световых квантах. Работа Эйнштейна, уравнение фотоэффекта.

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$$
$$h\nu = A_{\text{вых}} + U_{\text{з}}e$$

5) объяснение закономерностей фотоэффекта с квантовых позиций.

6) вывод квантовой теории о природе света.

7) применение фотоэффекта в технике.

Проведенное обсуждение позволяет сделать выводы:

1. Под действием света разряжаются только отрицательно заряженные металлы. Следовательно, при некоторых условиях свет способен вырывать электроны из металлов. Это явление называют фотоэффектом.

2. Разряд начинается одновременно с началом освещения, следовательно, фотоэффект практически безынерционен.

3. Наличие фотоэффекта зависит от рода и обработки освещаемого металла и от спектрального состава излучения, скорость разряда зависит и от падающей в единицу световой энергии.

62. Научно-методический анализ темы «Физики атома». Методика изучения опыта Резерфорда.

Явления, подтверждающие сложное строение атома.

Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома

К числу первых моделей атомов относятся модель атома Томсона и ядерная (планетарная) модель атома Резерфорда.

Резерфорд предложил ядерную модель атома

Квантовые постулаты Бора

Постулаты Бора. I постулат Бора (постулат стационарных состояний): атом может находиться в особых стационарных квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия. В стационарном состоянии атом не излучает. II постулат Бора (правило частот): атом может переходить из одного стационарного состояния в другое. При этом переходе испускается или поглощается квант электромагнитной энергии, частота которого определяется разностью энергий атома в данных состояниях:

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}, \text{ где } \nu_{kn} \text{ — частота}$$

поглощенного или испущенного кванта излучения, E_k ,

E_n — энергия атома в k -м и n -м стационарном состоянии, h — постоянная Планка.

Условие квантования орбит в атоме: $m\vartheta r_n = n \frac{h}{2\pi}, n = 1, 2, 3$

Квантово-механическая модель атома

Квантовая механика — раздел физики, в котором изучаются свойства и поведение микрочастиц, а также связь величин, характеризующих частицы, с физическими величинами, непосредственно измеряемыми в экспериментах.

В квантовой механике для задания состояния электрона в атоме необходимы четыре различных квантовых числа: главное квантовое n , орбитальное квантовое l , магнитное квантовое m_l , спиновое квантовое m_s . Принцип неопределенности Гейзенберга, согласно которому: ни при каком увеличении точности измерений невозможно добиться того, чтобы произведение неопределенностей измерения координаты и импульса частицы стало меньше постоянной Планка.

Принцип запрета Паули: в одном и том же квантовом состоянии может находиться не более одного электрона. Принцип соответствия: любая новая теория, претендующая на более глубокое описание физических явлений (соответственно и на более широкую область применимости) должна включать в себя «предшествующие» теории как предельные случаи.

Излучение и поглощение света атомом. Спектры испускания и поглощения

Линейчатые спектры, полосатые, непрерывные (сплошные), поглощение

Спонтанное и индуцированное излучение

Состояние вещества, при котором для некоторой пары уровней населенность верхнего больше, чем нижнего, получило название состояния с инверсной населенностью.

Среда с инверсной населенностью уровней энергии — активная среда.

Процесс перевода атомов из основного состояния в возбужденное называют накачкой.

Лазеры

Основной физический процесс, определяющий действие лазера, — это индуцированное испускание излучения.

Основные характеристики лазерного излучения: когерентность, малая расходимость (узкая направленность), монохроматичность, реализация сверхкоротких импульсов, большая мощность излучения.

Для проверки справедливости модели атома Томсона Резерфорд выполнил эксперименты, результаты которых оказались в противоречии с моделью атома Томсона.

Пучок α -частиц направлялся на тонкую золотую фольгу толщиной около 400 нм. Световые вспышки от частиц, прошедших через фольгу, регистрировались на сцинтилляционном экране с помощью микроскопа.

Исходя из модели атома Томсона, вследствие равномерного распределения заряда по всему объему

атома ожидалось, что при столкновении α -частиц с атомами они легко пройдут через фольгу и будут незначительно отклоняться от прямолинейной траектории (рассеиваться).

Однако полученные результаты совершенно не соответствовали этим предсказаниям. В экспериментах значительная часть α -частиц действительно отклонялась на малые углы θ от нуля до 4° — 6° от направления своего начального движения. Но были и такие частицы, которые рассеивались на углы больше 90° или даже возвращались назад.

Из результатов экспериментов следовало то, что внутри атома имеется очень сильное электрическое поле, которое создается положительным зарядом, сконцентрированным в очень малом объеме. Название «ядро» для этого заряда было предложено Резерфордом. Размер ядра мал, но в нем сосредоточена практически вся масса атома. При сближении α -частицы и ядра в соответствии с законом Кулона между ними возникают большие силы отталкивания, которые существенно изменяют траекторию α -частиц

На основании анализа результатов проведенных экспериментов Резерфорд в 1911 г. предложил ядерную модель атома

1) в центре атома расположено ядро размером $d \leq 10^{-15}$ м, его заряд $q = +Ze$, где Z — порядковый номер элемента в периодической системе элементов Менделеева;

2) почти вся масса атома (99,96 %) сосредоточена в положительно заряженном ядре;

3) ядро окружают электроны, образуя электронную оболочку атома; число электронов равно Z ; суммарный заряд электронов $q = Z(-e)$, поэтому атом в целом электрически нейтрален.

63. Методика изучения квантовых постулатов Бора в теме «Физика атома».

Для преодоления противоречий, возникающих при описании строения атома на основе законов классической механики и электродинамики, с экспериментальными данными датский физик Нильс Бор в 1913 г. в работе «О строении атомов и молекул» предложил квантовую модель атома, основанную на двух постулатах.

I Постулат Бора (постулат стационарных орбит).

Атомы и атомные системы могут длительно прибывать лишь в определенных состояниях – стационарных состояниях, в которых они не поглощают и не испускают электромагнитного излучения. Любое изменение энергии системы возможно лишь путем скачкообразного перехода из одного стационарного состояния в другое.

II Постулат Бора (постулат частот)

При переходе из одного стационарного состояния в другое возможно поглощение или испускание электромагнитного излучения, частота ν которого удовлетворяет условию:
$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$$

где ν_{kn} — частота поглощенного или испущенного кванта излучения, E_k , E_n — энергия атома в k -м и n -м стационарном состоянии, h — постоянная Планка. Если $E_k > E_n$, то при переходе происходит излучение энергии, если $E_k < E_n$ — ее поглощение.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Состояние атома, которому соответствует наименьшая энергия, называется основным, а состояния, которым соответствуют большие значения энергии, — возбужденными.

Бор предложил также количественное условие квантования для нахождения радиусов орбит электронов, движущихся по круговым орбитам. Стационарные (разрешенные) орбиты электронов в атоме находятся из условия

$$m v r_n = n \frac{h}{2\pi}, n = 1, 2, 3$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$ — номер орбиты, m — масса электрона, v_n — модуль скорости электрона на n -й орбите, r_n — радиус n -й орбиты, h — постоянная Планка.

64. Научно-методический анализ и методика изучения основных вопросов темы «Ядерная физика и элементарные частицы» (протонно-нейтронная модель ядра, энергия связи, законы сохранения в микромире).

Цели изучения темы: сформировать представление у учащихся о реакциях деления и синтеза ядер, принципе

действия ядерного реактора, ядерной энергетике и экологич. проблемах ее использования, элементарных частицах и их взаимодей., достижениях белорусских ученых в области ядерной физики и физики элементарных частиц; учащиеся должны понимать смысл физических понятий: протонно-нейтронная модель ядра, ядерная реакция, энергия связи, дефект масс, период полураспада, цепная ядерная реакция деления; физич. явлений и процессов: радиоактивность, радиоакт. распад, деление ядер; физич. з-нов: радиоакт. распада, сохранения в ядерных реакциях; владеть практич. умениями: решать качественные и расчетные задачи на опред. продуктов ядерных реакций, энергию связи атомного ядра, периода полураспада радиоактивных веществ с использ. з-на сохр. эл. заряда и массового числа, ф-лы взаимосвязи массы и энергии.

Изучение протонно-нейтронной модели строения атома начинаем с того, что в exper. Э. Резерфорда по изучению рассеивания α -частиц в-вом было установл., что в центр. части атома нах. "+" зарядж. ядро, имеющее р-р порядка 10^{-15} м, в кот. сосредоточено 99,96% массы атома. Для завершения построения модели атома необх. было ответить на вопрос: обладает ли атомное ядро структурой, и если обладает, то какой? Наличие в ядре "+" зарядж. частиц — протонов — было exper. док-но Э. Резерфордом в 1919 г. Протон, обознач. латинской буквой p, представл. собой ядро атома водорода. Он

обладает массой $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг и элементарным зарядом $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Далее говорим о том, что в 1932 г. была открыта новая частица: нейтрон (обозначается латинской буквой n . $m_n = 1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг, электрич. нейтрален).

В 1932 г. Была предложена протонно-нейтронная модель строения ядра (ядро состоит из частиц двух типов — протонов и нейтронов)

Далее рассм. что такое нуклон → зарядовое число → массовое число → нуклид → изотоп → ядерные силы → энергия связи ядра: $E_{св} = (Zm_p + Nm_n - m_{я})c^2 = \Delta mc^2$

Рассм. Что такое дефект масс, удельная энергия связи ядра; что такое ядерные реакции и энергетический выход ядерной реакции.

Законы сохранения в микромире: $A + a \rightarrow B + b$



65. Методика изучения радиоактивности и закона радиоактивного распада при изучении темы «Ядерная физика и элементарные частицы».

Сначала говорим о том, что большинство изотопов любого хим. элемента превращ. в более устойчивые изотопы путем радиоактивного распада. Каждый радиоакт. элемент распадается со своей, присущей только ему «скоростью». При этом для каждого

радиоакт. ядра сущ. характерное время, называемое периодом полураспада $T_{1/2}$, спустя которое в исходном состоянии остается половина имевшихся ядер. Таким образом, периодом полураспада $T_{1/2}$ называется промежуток времени, за который распадается половина начального количества N_0 радиоактивных ядер. При этом распавшиеся ядра превращаются в ядра других, более устойчивых изотопов.

Затем : спустя промежуток времени, равный n периодам полураспада ($t = nT_{1/2}$), радиоактивных ядер останется:
Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \frac{1}{2^n} = N_0 2^{-n} = N_0 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

число нераспавшихся радиоактивных ядер убывает с течением времени по закону, представленному соотношением выше.

Далее рассм. периоды полураспада радиоактивных изотопов веществ.

Затем идет изучение деления тяжелых ядер и цепные ядерные реакции.

Ядерная реакция деления, в которой частицы, вызыв. реакцию, образ. как продукты этой же реакции, назыв. цепной. Какие же условия необходимы для цепных ядерных реакций?

1. Число вторичных нейтронов $N > 1$.
2. Энергия нейтронов, выделяющихся при делении, должна быть достаточной, чтобы вызвать деление ядер.

3. Должны отсутствовать примеси, поглощающие нейтроны.

4. Необходимо иметь минимальное количество вещества, чтобы нейтроны успели возбудить ядро до выхода из области деления ядер.

Затем рассм. понятие критической массы.

Минимальная масса вещества, необходимая для осуществления цепной реакции, называется *критической массой*.

Затем говорят о коэффициенте размножения нейтронов:

$$k = \frac{n_2}{n_1}$$

где n_2 — число нейтронов в данном поколении, n_1 — число нейтронов в предыдущем поколении.

Цепная ядерная реакция будет самоподдерживающейся, если количество нейтронов в каждом следующем поколении не уменьшается. В ядерных реакциях вып. 3-ны сохр. энергии и импульса, эл. и барионного зарядов. Именно они позвол. предсказать возможные пути ядерных превращений.

Затем рассм. ядерные реакторы. Ядерный реактор — это устройство, в котором происходит управляемая цепная ядерная реакция деления ядер тяжелых элементов под действием нейтронов.