**1. Введение. Кинематика материальной точки.**

***Предмет физики. Методы физического исследования. Роль физики в современном мире. Связь физики с другими науками.***

Мир материален: он состоит из вечно существующей и непрерывно движущейся материи. Материей в широком смысле слова называется все, что реально существует в природе и может быть обнаружено человеком посредством органов чувств или с помощью специальных приборов. «Материя» - философская категория для обозначения объективной реальности. Конкретные виды материи многообразны. К ним относятся [элементарные частицы](http://scask.ru/b_book_e_phis.php?id=178) (электроны, протоны, нейтроны и др.), совокупности небольшого числа этих частиц (атомы, [молекулы](http://scask.ru/b_book_e_chem.php?id=128), ионы), физические тела (совокупности множества элементарных частиц) и другое. Неотъемлемым свойством материи является движение, под которым следует понимать все изменения и превращения материи, все процессы, протекающие в природе. Разнообразные формы движения материи исследуются различными науками, в том числе и физикой. Физика изучает наиболее простую и вместе с тем наиболее общую форму движения материи: механические, атомно-молекулярные, гравитационные, электромагнитные, внутриатомные и внутриядерные процессы. Эти разновидности физической формы движения являются наиболее общими потому, что они содержатся во всех более сложных формах движения материи, изучаемых другими науками. Физика, позволяет создавать приборы и вырабатывать методы исследования, необходимые для успешного развития всех естественных и прикладных наук. Пример: [микроскоп](http://scask.ru/b_book_e_tech.php?id=132) - [биология](http://scask.ru/b_book_e_bio.php?id=30), [телескоп](http://scask.ru/a_book_phis_t3.php?id=120) — астрономия, [спектральный анализ](http://scask.ru/g_book_prs.php?id=35)— химия и т. п.

Следует подчеркнуть, что связь физики с другими науками взаимна: развиваясь с помощью физики, эти науки обогащают физику своими достижениями и ставят перед нею новые задачи, разрешая которые физика развивается и совершенствуется сама.

***Основные понятия механики: механическая система, материальная точка, система отсчета, координаты, радиус-вектор.***

*Механической системой* называется совокупность МТ, взаимодействующих между собой. Эти МТ находятся во взаимосвязи, и движение и положение каждой из них определяется движением и положением всех остальных МТ.

*Материальная точка*называется тело, вся масса которого сосредоточена в одной точке, а размерами данного тела можно пренебречь.

*Тело отсчета* – тело, относительно которого рассматривается изменение положения других тел в пространстве.

*Система отсчёта* — это совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и системы отсчёта времени, по отношению к которым рассматривается движение (или равновесие) каких-либо материальных точек или тел.

*Система координат* — способ определять положение и перемещение точки или тела с помощью чисел или других символов. Совокупность чисел, определяющих положение конкретной точки, называется координатами этой точки.

*Радиус-вектор* — вектор, задающий положения точки в пространстве относительно некоторой начала координат.

***Способы описания движения: координатный, векторный, естественный.***

***Векторный способ описания движения*** – это описание изменения радиус-вектора [материальной точки](http://ru.solverbook.com/spravochnik/mexanika/kinematika/materialnaya-tochka/) в пространстве с течением времени.

***Координатный способ описания движения*** – описание изменения во времени координат точки в выбранной системе отсчета.

***Естественный способ описания движения*** – описание движения вдоль траектории. Этим способом пользуются, когда траектория точки заранее известна.

***Кинематика материальной точки. Путь и перемещение. Скорость, средняя мгновенная.***

*Кинематика* –пространственное описание движения, не изучая причины.

***Перемещением*** - называется вектор, соединяющий начальную и конечную точки траектории.

***Путь*** пройденный телом за время наблюдения, — это длина отрезка его [траектории](http://ru.solverbook.com/spravochnik/mexanika/kinematika/traektoriya/).

*Средняя скорость* - определяется как отношение вектора перемещения к промежутку времени, за который перемещение произошло.

Вектор мгновенной скорости - скорости в конкретный момент времени t или в конкретной точке траектории .

***Скорость и ускорение как производные радиус-вектора по времени.***

Величина, к которой стремится отношение при стремлении к нулю, называется ***мгновенной скоростью***:

*- первая производная радиус-вектора по времени t.*

Мгновенное ускорение получается, если промежуток времени сделать бесконечно малым . Мгновенное ускорение или ускорение в данный момент времени - это предельное значение среднего ускорения, которое является первой производной скорости по времени:

– *вторая производная радиус вектора по времени.*

***Длина пути как интеграл.***

Интегрирование – это суммирование. Следовательно, если разделить весь путь на конечное число отрезков.

***Виды движений. Прямолинейное движение. Равномерное и равноускоренное движения.***

При прямолинейном движении векторы скорости и ускорения совпадают с направлением траектории.

*Равномерное прямолинейное движение* **-** Движение, при котором скорость тела не меняется, т. е. тело за любые равные промежутки времени перемещается на одну и ту же величину.

*Равноускоренное движение* - движение скорость и ускорение имеют одинаковые направления, причем скорость изменяется одинаково за любые равные промежутки времени.

***Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения.***

Вектор скорости в любой точке траектории направлен по касательной к ней. Ускорение сумма тангенциального и нормального ускорения.

*Тангенциальное ускорение* характеризует быстроту изменения скорости движения по численному значению и направлена по касательной к траектории.

*Нормальное ускорение* характеризует быстроту изменения скорости по направлению.

**2. Динамика материальной точки.**

***Силы в механике.***

В механике обычно имеют дело с тремя основными видами сил: силой тяжести, силой упругости и силой трения. (В КОНЦЕ ВОПРОСА ОНИ ОПИСАНЫ)

***Причины изменения скорости тела.***

Сила является причиной изменения скорости тела целиком или его частей (деформации).

***Масса тела, сила. Единицы их измерения.***

В механике Ньютона массой тела называют скалярную физическую величину, которая является мерой инерционных его свойств и источником гравитационного взаимодействия. В классической физике масса всегда является положительной величиной.

Единица измерения массы тела 1 кг.

Единица измерения силы

***Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.***

Если на тело не действуют силы или их действие скомпенсировано, то данное тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Свойство тел сохранять свою скорость при отсутствии действия на него других тел называется инерцией

Инерциа́льная систе́ма отсчёта (ИСО) — система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно, либо покоятся

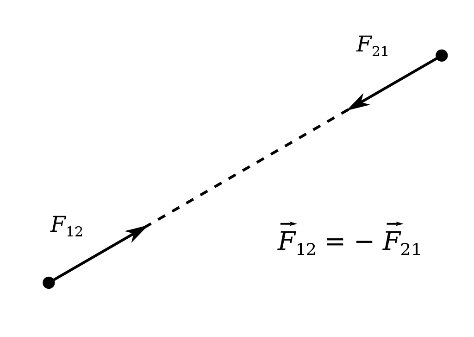
***Второй закон Ньютона. Импульс тела, импульсу силы.***

Второй закон Ньютона

Импульс тела

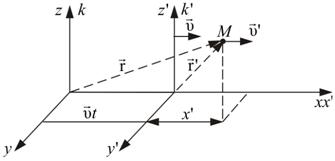
Импульс силы

***Третий закон Ньютона.***

Силы взаимодействия двух материальных точек равны по величине, противоположно направлены, и действуют вдоль прямой, соединяющей эти материальные точки . Силы, возникающие при взаимодействии тел, всегда имеют одинаковую природу. Они приложены к разным телам.

***Преобразования Галилея.***

Рассмотрим две инерциальные системы отсчета k и k'. Система k' движется относительно k со скоростью v = const вдоль оси x. Точка М движется в двух системах отсчета



Найдем связь между координатами точки M в обеих системах отсчета. Отсчет начнем, когда начала координат систем совпадают, то есть t = t'. Тогда:

-  Совокупность данных уравнений называется ***преобразованиями Галилея***.

***Принцип относительности Галилея.***

Физические процессы в инерциальных системах отсчёта протекают одинаково, независимо от того, неподвижна ли система или она находится в состоянии равномерного и прямолинейного движения.

***Силы в механике. Закон всемирного тяготения.***

Все тела взаимодействуют друг с другом с силой, прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

***Сила тяжести и вес. Упругие силы, закон Гука.***

Сила тяжести - это та сила, с которой тело притягивается к Земле вследствие "всемирного тяготения" , где .

Весом тела называют силу, с которой тело оказывает воздействие на опору или подвес вследствие притяжения тела к Земле.

Сила упругости - Изменение формы или размеров тела называется **деформацией**. Деформации бывают упругими и пластичными. При упругих деформациях тело восстанавливает свою форму и размеры после прекращения действия силы, при пластичных – нет. При упругих деформациях справедлив **закон Гука**: величина деформации пропорциональна вызывающей ее силе: . Коэффициент k называется **жесткостью**.

***Силы трения и сопротивления.***

Сила трения . Коэффициент трения μ зависит от материалов, из которых изготовлены соприкасающиеся тела, и не зависит от размеров соприкасающихся поверхностей. Сила, с которой тело действует на горизонтальную опору или подвес, называется ***весом тела***  По третьему закону Ньютона с той же по модулю силой опора или подвес действует на тело; эта сила называется ***реакцией опоры*** . Сила трения скольжения всегда направлена против относительного движения тела.

Сила сопративления - сила, возникающая при движении тела в газе или в жидкости и препятствующую движению.

Сила сопротивления зависит от:

1. свойств среды (в воде бежать труднее, чем по суше);
2. формы тела;
3. скорости движения (чем выше скорость, тем больше возрастает сила сопротивления).

***Границы применимости ньютоновской механики.***

Вычисления в классической механики становятся неточными для систем, скорость которых приближается к скорости света (поведение таких систем должно описываться релятивистской механикой), или для очень малых систем, где действуют законы квантовой механики.

Таким образом, вырисовываются следующие границы применимости законов ньютоновской механики:

1. классическая механика применима для описания механических систем, в которых скорость составляющих ее объектов намного меньше скорости света
2. классическая механика применима для описания только тех объектов, у которых размер превышает на несколько порядков величину

**3. Законы сохранения в механике.**

***Закон сохранения импульса.***

В замкнутой системе тел **векторная** сумма импульсов тел не изменяется при взаимодействии тел.

***Работа силы. Работа силы тяжести, силы упругости. Мощность. Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия.***

*Работа* *(Дж)*- это скалярная величина, мера действия **силы** на тело или **сил** на систему тел. Определяется по формуле:

: – сила, – перемещение тела, - угол между ними.

*Работа силы тяжести:*

*Работа силы упругости:* ; –жесткости, –удлинение*.*

*Мощность* *(Вт)* - скалярная величина, которая характеризует быстроту выполнения работы.

В общем случае *энергия* выражает количественную меру и качественную характеристику движения и взаимодействия материи во всех ее превращениях. Понятие энергии связывает воедино все явления природы.

***Кинетическая энергия механической системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил, приложенных к системе. Теорема об изменении кинетической энергии.***

*Кинетическая энергия* - физическая величина, характеризующая способность движущегося тела или системы совершать работу при торможении до полной остановки.

*Кинетическая энергия системы* равна сумме кинетических энергий отдельных тел (материальных точек) этой системы:

*Теорема об изменении кин. энер. -* изменение кинетической энергии системы при ее переходе из одного состояния в другое происходит под действием приложенных к системе внешних и внутренних сил и равно сумме работ этих сил:

***Поле как форма материи, осуществляющая силовое взаимодействие между частицами вещества. Поле центральных сил. Потенциальная энергия системы.***

*Поля характеризуются тем*, что работа, совершаемая действующими силами при перемещении М.Т. из одного положения в другое, не зависит от того, по какой траектории это перемещение произошло, а зависит только от начального и конечного положений.

*Потенциальной энергией механической системы* в рассматриваемом положении M потенциального силового поля П называется сумма работ сил поля, действующих на систему, которую эти силы совершают при перемещении системы из рассматриваемого положения M в начальное положение M0.

***Консервативные и диссипативные системы.***

*Диссипативная система -*работа, совершаемая силой, зависит от траектории перемещения М.Т. из одной точки пространства в другую.

***Консервативная система* –** работа, совершаемая действующими силами при перемещении М.Т. из одного положения в другое, не зависит от того, по какой траектории это перемещение произошло, а зависит только от начального и конечного положений.

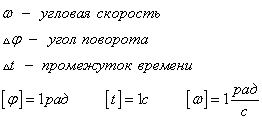
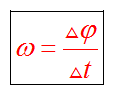
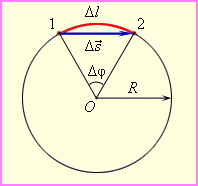
***Закон сохранения механической энергии.***

Полная механическая энергия системы при её движении в потенциальном силовом поле внешних и внутренних сил является постоянной величиной.

**4. Механика твердого тела.**

***Вектор углового перемещения, угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела.***

Угловая скорость численно равна углу поворота радиуса за единицу времени.

******

Направление угловой скорости равно большому пальцу, при условии, что остальные пальцы охватывают мгновенную ось вращения и они показывают направления вращения тела.

Угловое ускорение

При вращении твердого тела разные его точки имеют неодинаковые линейные скорости, но угловая скорость для всех точек одинакова. Связь линейной и угловой скорости показана в данной формуле . Из этой формулы видно, что, чем дальше расположена точка тела от оси вращения, тем больше ее линейная скорость

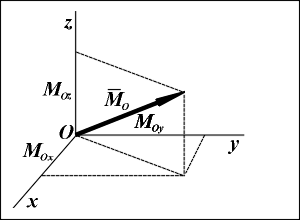
***Момент инерции тела относительно оси.***

Момент инерции – скалярная физическая величина, мера инертности тела при вращении вокруг оси. Обозначается буквой J и в системе СИ измеряется в килограммах, умноженных на квадратный метр.

***Теорема Штейнера.***— момент инерции относительно произвольной оси равен сумме момента инерции относительно оси, параллельной данной и проходящей через центр масс тела, и произведения массы тела на квадрат расстояния между осями.

***Момент силы и момент импульса механической системы.***

Момент силы - величина, равная векторному произведению радиус-вектора, проведённого от оси вращения к точке приложения силы и вектора этой силы. Характеризует вращательное действие силы на твёрдое тело.

Моме́нт и́мпульса характеризует количество вращательного движения. Величина, зависящая от того, сколько массы вращается, как она распределена относительно оси вращения и с какой скоростью происходит вращение.]

***Момент силы относительно оси*** - называется скалярная величина, равная проекции на эту ось векторного момента силы относительно любой точки на оси.

***Момент импульса тела относительно неподвижной оси вращения.***

Момент импульса тела относительно неподвижной оси z равен произведению момента инерции относительно этой оси на угловую скорость вращения

***Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.***

, где I — момент инерции твёрдого тела, а М — суммарный момент сил, действующих на тело.

***Кинетическая энергия вращающегося тела. -***  величина аддитивная. Поэтому кинетическая энергия тела, движущегося произвольным образом, равна сумме кинетических энергий всех n материальных точек, на которые это тело можно мысленно разбить:

**5. Механические колебания**

***Гармонические механические колебания.***

*Гармоническое колебание –*периодическое колебания, при котором координата, скорость, ускорение, характеризующие движение, изменяются по закону синуса или косинуса.

***Кинематические характеристики гармонических колебаний (амплитуда, фаза, период, частота). Уравнение гармонических колебаний.***

Уравнение гармонического колебания устанавливает зависимость координаты тела от времени:

График косинуса в начальный момент имеет максимальное значение, а график синуса имеет в начальный момент нулевое значение.

- координата колеблющегося тела; [м]- амплитуда колебаний; [рад/с] - циклическая частота; [с] – время; [рад] - начальная фаза

***Пружинный, физический и математический маятники. Период колебаний пружинного и математического маятники. Энергия гармонических колебаний.***

*Пружинный маятник* — это груз массой m, который подвешен на абсолютно упругой пружине и совершает гармонические колебания под действием упругой силы , где — жесткость пружины. Уравнение движения маятника имеет вид: ***;***

Пружинный маятник совершает гармонические колебания по закону: ; с циклической частотой: и периодом колебаний: ; Формула верна для упругих колебаний в границах при которых масса пружина мала по сравнению с массой тела.

*Математический маятник* - материальная точка, подвешенная на нерастяжимой невесомой нити, длиной *l*, совершающая колебательное движение в одной вертикальной плоскости под действием силы тяжести.

Математический маятник совершает гармонические колебания по закону: , где период колебаний равен: ;

Как видим, период колебаний математического маятника зависит от его длины и ускорения силы тяжести и не зависит от амплитуды колебаний.

*Физическим маятник* - называется твердое тело, закрепленное на неподвижной горизонтальной оси (оси подвеса), не проходящей через центр тяжести, и совершающее колебания относительно этой оси под действием силы тяжести. В отличие от математического маятника массу такого тела нельзя считать точечной.

Физический маятник совершает колебания по следующему закону: , где ***L*** – расстояние от точки опоры до центра масс, J – момент инерции маятника относительно оси подвеса. Период колебаний равен: ;

***Вынужденные колебания. Резонанс.***

*Вынужденные колебания*– это колебания, происходящие под действием внешней периодически действующей силы.

В отличие от свободных колебаний, когда система получает энергию лишь один раз (при выведении системы из состояния равновесия), в случае вынужденных колебаний система поглощает эту энергию от источника внешней периодической силы непрерывно. Эта энергия восполняет потери, расходуемые на преодоление трения, и потому полная энергия колебательной системы по-прежнему остается неизменной.

Вынужденные колебания в отличие от свободных могут происходить с любой частотой. Частота вынужденных колебаний совпадает с частотой внешней силы, действующей на колебательную систему. Таким образом, частота вынужденных колебаний определяется не свойствами самой системы, а частотой внешнего воздействия.

*Резонанс* – это явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы к собственной частоте колебательной системы.

Резонанс возникает из-за того, что при (υ - частота) внешняя сила, действуя в такт со свободными колебаниями, все время имеет одинаковое направление со скоростью колеблющегося тела и совершает положительную работу: энергия колеблющегося тела увеличивается, и амплитуда его колебаний становится большой. Если же внешняя сила действует «не в такт», то эта силы попеременно совершает то отрицательную, то положительную работу и вследствие этого энергия системы меняется незначительно.

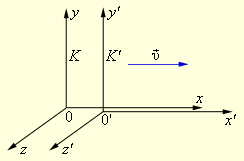
**6. Элементы специальной теории относительности**

***Постулаты специальной теории относительности.***

В основе специальной теории относительности лежат два принципа или постулата, сформулированные Эйнштейном в 1905 г.

1. Принцип относительности: все законы природы инвариантны по отношению к переходу от одной инерциальной системы отсчета к другой. Это означает, что во всех инерциальных системах физические законы (не только механические) имеют одинаковую форму. Таким образом, принцип относительности классической механики обобщается на все процессы природы, в том числе и на электромагнитные. Этот обобщенный принцип называют принципом относительности Эйнштейна.
2. Принцип постоянства скорости света: скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Скорость света в СТО занимает особое положение. Это предельная скорость передачи взаимодействий и сигналов из одной точки пространства в другую.

***Преобразования Галилея.***

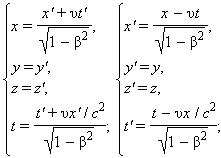
Преобразования Галилея представляют собой наиболее простой и естественный переход из одной системы отсчета в другую******. Найдем формулы преобразования координат при переходе от одной ИСО к другой. Допустим, что система отсчета S инерциальна. Рассмотрим вторую систему отсчета S', движущуюся относительно первой поступательно с постоянной скоростью . В проекциях на оси координат получим:

- Уравнениния для перехода из

- Уравнениния для перехода из

***Преобразования Лоренца и их следствия, Сокращение длины и временных и нтервалов.***

Кинематические формулы преобразования координат и времени в СТО называются преобразованиями Лоренца. Они были предложены в 1904 году еще до появления СТО как преобразования, относительно которых инвариантны уравнения электродинамики. Для случая, когда система K' движется относительно K со скоростью υ вдоль оси x, преобразования Лоренца имеют вид:



Следствия из преобразований Лоренца:

1. Если в одной системе отсчета некоторые события происходят в точках и в один и тот же момент времени t, то в другой системе отсчета эти события происходят в точках и в разные моменты времени и .
2. Если в одной системе отсчета между двумя событиями, происходящими в одной и той же точке, проходит время t, то в другой системе отсчета между этими же событиями проходит время
3. Если в одной системе отсчета покоящаяся линейка имеет длину l, то в системе отсчета, в которой линейка движется со скоростью u вдоль своей оси, ее длина
4. Если в одной системе отсчета тело имеет скорость , то его скорость ) в другой системе отсчета равна Из соотношений следует постоянство скорости c в различных системах отсчета.

**7.Элементы динамики сплошных сред**

***Давление, закон Паскаля, гидростатическое давление, закон Архимеда.***

*Давление* – величина равная отношению модуля силы F, действующей перпендикулярно поверхности, к площади S поверхности.

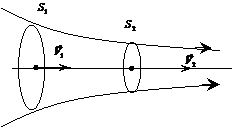
За единицу давления в СИ принято давление, которое производит сила 1H на перпендикулярную к ней поверхность площадью. 1м2. Эта единица называемся паскаль (Па).

*Закон Паскаля* – давление, производимое на жидкость или газ, передаётся по всем направлениям одинаково (без изменений).

*Гидростатическое давление (давление жидкости)* - равно произведению плотности **ρ** жидкости на модуль ускорения свободного падения **g** и высоту **H** столба жидкости.

*Закон Архимеда* - выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость, равна по модулю весу вытесненной жидкости и противоположно ему направлена. Сила Архимеда имеет следующую запись: ; ρ – плотность жидкости, V - объем части тела, погруженного в жидкость или газ.

***Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли.***

Жидкости и газы рассматривают как сплошные среды, не вдаваясь в их молекулярное строение. Жидкость считается несжимаемой, поскольку ее плотность мало зависит от давления. Течение жидкости называется **стационарным** (установившимся), если значение скоростей в каждой ее точке со временем не меняется. Для стационарного течения несжимаемой жидкости справедливо соотношение:  **[1]**

Следовательно, при стационарном течении произведение скорости течения на поперечное сечение трубки есть величина постоянная. Это соотношение и называется уравнением непрерывности.

Жидкость, у которой полностью отсутствуют силы внутреннего трения, называется идеальной. Течение идеальной жидкости не сопровождается диссипацией энергии. Применение закона сохранения механической энергии к установившемуся течению жидкости позволяет получить соотношение:  **[2]** – Уравнение Бернулли,

Где – статическое давление,  **–** динамическое давление**;** – гидравлическое давление.

Для горизонтальной трубки урав.[2] принимает вид [3]

Из формул [1] и [3] следует, что при течении жидкости по горизонтальной трубе, имеющей различные сечения, скорость жидкости больше в местах сужения, а статическое давление больше в широких местах, т.е. там, где скорость меньше.

***Нормальное напряжение, модуль Юнга, относительное удлинение, закон Гука.***

При деформации тела возникает сила, которая стремится восстановить прежние размеры и форму тела. Эта сила возникает вследствие электромагнитного взаимодействия между атомами и молекулами вещества. Ее называют силой упругости.

Простейшим видом деформации являются деформации растяжения и сжатия

При малых деформациях (|x| << l) (x –изменение, l -длина) сила упругости пропорциональна деформации тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещения частиц тела при деформации:

Это соотношение выражает экспериментально установленный ***закон Гука.*** Коэффициент k называется жесткостью тела. В системе СИ жесткость измеряется в ньютонах на метр (Н/м).

Коэффициент жесткости зависит от формы и размеров тела, а также от материала. В физике закон Гука для деформации растяжения или сжатия принято записывать в другой форме. Отношение ε = x / l называется относительной деформацией, а отношение , где S – площадь поперечного сечения деформированного тела, ***напряжением.***

Тогда закон Гука можно сформулировать так: относительная деформация ε пропорциональна напряжению σ:

Коэффициент **E** в этой формуле называется ***модулем Юнга***. Модуль Юнга - является механической характеристикой материала и зависит только от свойств материала и не зависит от размеров и формы тела. Модуль Юнга различных материалов меняется в широких пределах.

**8. Молекулярно-кинетическая теория.**

***Статистический и термодинамический методы исследования.***

Статистический метод (основа молекулярной физики) - метод исследования систем из большого числа частиц, оперирующий статистическими закономерностями и средними значениями физических величин, характеризующих всю совокупность частиц, например, средние значения скоростей теплового движения молекул и их энергий.

Термодинамический метод. (Основа термодинамики) - метод исследования систем, состоящих из большого числа частиц и оперирующий величинами, характеризующими всю систему в целом (например, объём, давление, температура), не рассматривая микроструктуры системы и проходящих в системе микропроцессов.

***Термодинамические параметры. -*** физические величины, характеризующие состояние термодинамической системы: температура, давление, удельный объём, намагниченность, электрическая поляризация и др. Различают экстенсивные параметры состояния, пропорциональные массе системы:

1. объём,
2. внутренняя энергия,
3. энтропия,
4. энтальпия,
5. энергия Гиббса,
6. энергия Гельмгольца (свободная энергия),

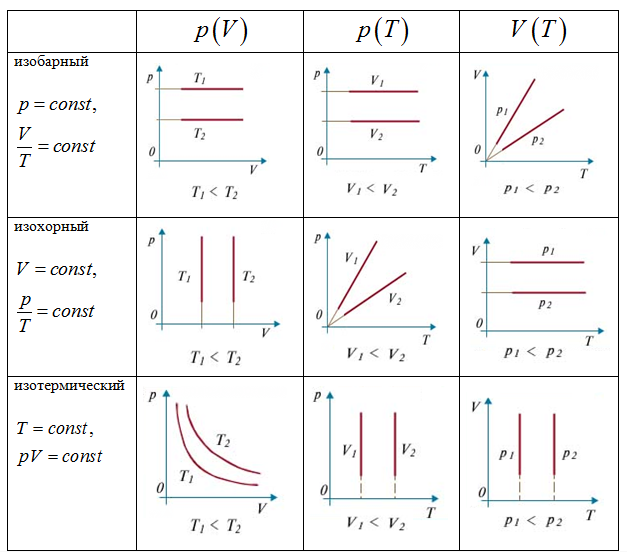
и интенсивные параметры состояния, не зависящие от массы системы:

1. давление,
2. температура,
3. концентрация,
4. магнитная индукция и др.

***Равновесные состояния и изопроцессы, их изображение на термодинамических диаграммах. Законы, описывающие изопроцессы.***

Термодинамически равновесное состояние тела или системы это такое состояние теплового и механического равновесия элементов тела или системы, которое без внешнего воздействия может сохраняться сколь угодно долго.

Изопроцессы:

******

Законы описывающие изопроцесы:

1. Изобарный.
2. Изохорный
3. Изотермический

***Молярная масса, количество вещества, число Авогадро.***

Моля́рная ма́сса — характеристика вещества, отношение массы вещества к его количеству. Численно равна массе одного моля вещества, то есть массе вещества, содержащего число частиц, равное числу Авогадро (

Количество вещества — физическая величина, характеризующая количество однотипных структурных единиц, содержащихся в веществе. Под структурными единицами понимаются любые частицы, из которых состоит вещество (атомы, молекулы, ионы, электроны или любые другие частицы). Единица измерения моль

Число авогадро - число молекул в моле любого вещества или число атомов в моле простого вещества

*N*A = 6,022 140 76⋅1023 моль−1.

***Уравнение Менделеева-Клапейрона.*** - формула, устанавливающая зависимость между давлением, молярным объёмом и абсолютной температурой идеального газа. Уравнение имеет вид***:***

***Модель идеального газа***. – это теоретическая модель газа, в которой пренебрегают размерами и взаимодействиями частиц газа и учитывают лишь их упругие столкновения.

***Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование.***

Молекулярно-кинетической теорией называют учение о строении и свойствах вещества на основе представления о существовании атомов и молекул как наименьших частиц химического вещества. В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул, которые сами состоят из атомов («элементарных молекул»). Молекулы химического вещества могут быть простыми и сложными и состоять из одного или нескольких атомов. Молекулы и атомы представляют собой электрически нейтральные частицы. При определенных условиях молекулы и атомы могут приобретать дополнительный электрический заряд и превращаться в положительные или отрицательные ионы (соответственно: катионы и анионы).
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении и взаимодействии, скорость которого зависит от температуры, а характер – от агрегатного состояния вещества.
3. Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало.

***Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.***

, где – масса одной молекулы газа, n – концентрация молекул, – среднее значение квадрата скорости молекул. Коэффициент 1/3 обусловлен трёхмерностью пространства – во время хаотического движения молекул все три направления равноправны.

***Средняя кинетическая энергия молекул.***

***Молекулярно-кинетическое толкование термодинамической температуры.***

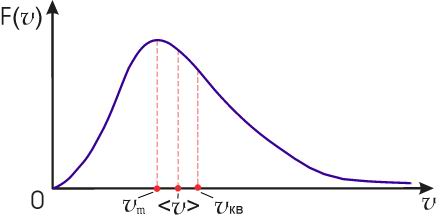
C точки зрения молекулярно-кинетической теории молекулы нагретого тела находятся в хаотическом движении. Причем, чем выше температура T, тем больше средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул (T~). Связь между средней кинетической энергией поступательного движения молекулы и абсолютной температурой дается формулой =3/2kT где k - постоянная Больцмана, k=1.38\*10^-23 (Дж/К). Следовательно, абсолютная температура есть мера средней кинетической энергии поступательного движения молекулы. Формула позволяет выяснить смысл абсолютного нуля: T=0, если =0. Т. е. абсолютный нуль - это температура, при которой прекращается всякое хаотическое движение молекул.

***Число степеней свободы молекулы.***

Каждое независимое движение называется степенью свободы. Таким образом, одноатомная молекула имеет 3 поступательные степени свободы, «жесткая» двухатомная молекула имеет 5 степеней (3 поступательные и 2 вращательные), а многоатомная молекула – 6 степеней свободы (3 поступательные и 3 вращательные).

***Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.***

***Распределение Максвелла для молекул идеального газа по скоростям теплового движения.***

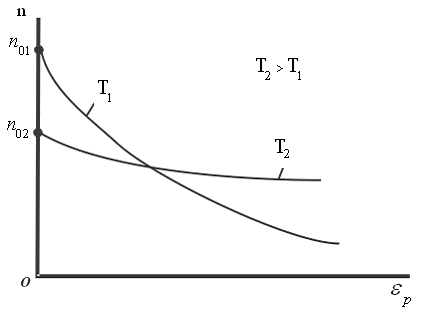


***Характерные скорости молекул.***

Полученные выражения для распределения по скоростям позво-ляют установить некоторые характеристики этого распределения. Это три скорости движения молекул газа: наиболее вероятная , средняя и среднеквадратичная .

***Барометрическая формула.*** — зависимость давления или плотности газа от высоты в поле силы тяжести в стационарных условиях.

***Распределение Больцмана для частиц во внешнем потенциальном поле.*** – это функция распределения, описывающая зависимость концентрации молекул идеального газа от высоты в поле силы тяжести (от их потенциальной энергии) в условиях термодинамического равновесия.

**

**9. Первое начало термодинамики.**

***Теплоемкость. Внутренняя энергия идеального газа.***

Теплоемкостью тела (газа) называют количество теплоты, которое нужно сообщить телу, чтобы повысить его температуру на один кельвин:

– данная величина также как ***dQ***является величиной, зависящей от процесса.

Теплоемкость единицы массы вещества, называемая *удельной теплоемкостью*:

- *удельная теплоемкость.*

*Молярная теплоемкость* – теплоемкостью одного моля вещества

– *молярная теплоемкость*

*Внутренняя энергия идеального газа* - это сумма кинетических энергий движения молекул. Потенциальные энергии не учитываются, потому что газ является идеальным (не учитывается взаимодействие молекул).

В случае с идеальным газом его внутренняя энергия ***U*** зависит только от его температуры ***T*** (закон Джоуля) и определяется по формуле:

, ***ν*** – кол. моль газа, ***R*** - универсальная газовая постоянная, ***T*** - температура газа, ***i*** - количество степеней свободы молекулы газа.

Для реального (неидеального) газа его внутренняя энергия ***U*** зависит не только от температуры ***T***, но и от занимаемого им объема ***V***.

***Работа газа при изменении его объема. Количество теплоты. Теплоемкость.***

Если при изобарном расширении газа от объема до объема происходит перемещение поршня в цилиндре на расстояние ***l***, то работа ***A***, совершенная газом, равна: , ***∆V*** –изменение объема, ***p*** – давление газа.

*Количество теплоты* — мера энергии, переходящей от одного тела к другому в данном процессе. Количество теплоты является одной из основных термодинамических величин. Количество теплоты является функцией процесса, а не функцией состояния, то есть количество теплоты, полученное системой, зависит от способа, которым она была приведена в текущее состояние. , ***с*** – удельная теплота вещ., ***m*** – масса вещ., ∆T – изменение температуры.

***Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам и адиабатному процессу идеального газа. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса.***

Первое начало термодинамики. Количество теплоты, полученное системой, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение работы над внешними телами:

*В изохорном процессе* газ работы не совершает , и

*В изотермическом процессе* , и ; вся теплота, переданная телу, идет на работу над внешними телами.

*В изобарном процессе ,*

*Адиабатным* называется процесс, при котором системе не передается тепло из окружающей среды: . В адиабатном процессе вся работа совершается за счет внутренней энергии газа.

***Классическая молекулярно-кинетическая теория теплоемкостей идеальных газов и ее ограниченность.***

Величина теплоемкости зависит от условий, при которых происходит нагревание тела. Если нагревание происходит при , тело не совершает работы над внешними телами и, следовательно: , а , чтобы получить молярную теплоемкость идеального газа при , нужно продифференцировать по выражение для внутренней энергии для одного моля газа:

Из этого выражения следует, что теплоемкость идеального газа при оказывается постоянной величиной, не зависящей от параметров состояния газа, в частности, от температуры.

Если нагревание газа происходит при постоянном , то газ будет расширяться, совершая над внешними телами положительную работу . Тогда

Учитывая результат дифференцирования ур. по , получим: , тогда **,** Для идеального газа молярная теплоемкость при постоянном давлении превышает молярную теплоемкость при постоянном объеме на величину - универсальную газовую постоянную.

Поскольку ;

- коэффициентом Пуассона, определяется числом степеней свободы молекул.

**10. Второе начало термодинамики.**

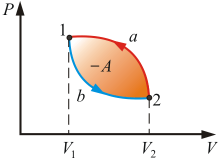
***Обратимые и необратимые процессы.***

Обратимым термодинамическим процессом называется термодинамический процесс, допускающий возможность возвращения системы в первоначальное состояние без того, чтобы в окружающей среде остались какие-либо изменения. Необходимым и достаточным условием обратимости термодинамического процесса является его равновесность.

Необратимым термодинамическим процессом называется термодинамический процесс, не допускающий возможности возвращения системы в первоначальное состояние без того, чтобы в окружающей среде остались какие-либо изменения. Все реальные процессы протекают с конечной скоростью. Они сопровождаются трением, диффузией и теплообменом при конечной разности между температурами системы и внешней среды. Следовательно, все они неравновесны и необратимы.

***Круговой процесс (цикл).***

Круговым процессом, или циклом, называется такой процесс, в результате которого термодинамическое тело возвращается в исходное состояние. В диаграммах состояния P, V и других круговые процессы изображается в виде замкнутых кривых



***Тепловые двигатели и холодильные машины.***

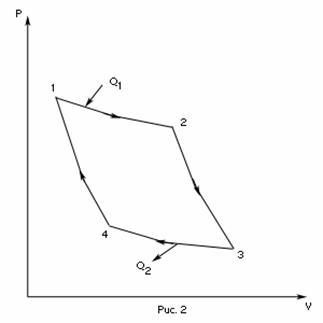
Теплово́й дви́гатель — машина, в которой внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию. Работа, совершаемая двигателем, равна: , где — количество теплоты, полученное от нагревателя, - количество теплоты, отданное охладителю. Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя рассчитывается как отношение работы, совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

Холодильная машина — тепловая машина, работающая по обратному циклу, т.е. круговому циклу, в котором рабочее тело совершает отрицательную работу.

, где A - внешняя работа над газом, - теплота, отданная нагревателю, - теплота, полученная от холодильника.

Аналогом КПД (коэффициента полезного действия) для холодильной установки является холодильный коэффициент. Логика у него точно такая же: отношение полезной работы к затраченной. Полезной теплотой в нашей системе является (т.к. нам необходимо охладить тело), тратим вы внешнюю работу (A):

***Цикл Карно и его КПД для идеального газа.***

Цикл Карно— это обратимый круговой процесс, состоящий из двух адиабатических и двух изотермических процессов. В процессе Карно термодинамическая система выполняет механическую работу и обменивается теплотой с двумя тепловыми резервуарами, имеющими постоянные, но различающиеся температуры. Резервуар с более высокой температурой называется нагревателем, а с более низкой температурой — холодильником

КПД цикла Карно:

***Второе начало термодинамики.***

Второе начало термодинамики – теплота не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к телу более нагретому. Под теплотой понимается внутренняя энергия тела.

***Независимость КПД цикла Карно от природы рабочего тела.***

Коэффициент полезного действия любой обратимой тепловой машины, работающей по циклу Карно, не зависит от природы рабочего тела и устройства машины, а является функцией только температуры нагревателя и холодильника

***Понятие энтропии. Энтропия идеального газа.***

Энтропией называют функцию состояния системы, дифференциал которой в бесконечно малом обратимом процессе равен: . По знаку изменения энтропии системы в обратимом процессе можно судить о направлении обмена теплом.

**Статистическое толкование второго начала термодинамики.**

1. Энтропия изолированной системы при протекании необратимого процесса возрастает. Действительно изолированная система переходит из менее вероятных в более вероятные состояния, что сопровождается ростом величины S=k×lnW, где W - это статистический вес, то есть количество способов, которым может быть осуществлено данное состояние.
2. Энтропия системы, находящейся в равновесном состоянии, максимальна