

Оглавление

ОК 10-1 Физика и познание мира.....	2
ОК 10-2 Кинематика.....	2
ОК 10-3 Прямолинейное равномерное движение.....	3
ОК 10-4 Прямолинейное равноускоренное движение	3
ОК 10-5 Свободное падение	4
ОК 10-6 Равномерное движение по окружности.....	5
ОК 10 -7 Динамика	6
ОК 10 -8 Закон сохранения импульса	7
ОК 10 -9 Закон сохранения энергии	8
ОК 10 -11 Статика.....	9
ОК 10 -12 Равновесие жидкости и газа	10
ОК 10-13 Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).....	11
ОК 10-14 Изопроцессы.....	12
ОК 10-15 Уравнение состояния идеального газа	13
ОК 10-16 Абсолютная температура и средняя кинетическая энергия молекул.....	14
ОК 10-17 Внутренняя энергия	15
ОК 10-18 Первый закон термодинамики	16
ОК 10-19 Применение первого закона термодинамики к различным процессам	16
ОК 10-20 Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики	17
ОК 10-21 Насыщенный пар и его свойства	18
ОК 10 -22 Влажность воздуха. Способы определения влажности воздуха.....	19
ОК 10-23 Электростатика	20
ОК 10-24 Электрическое поле	21
ОК 10-26 Работа сил электростатического поля.....	22
ОК 10 - 27 Электрическая емкость	23
ОК 10-28 Закон Ома для участка цепи.....	24
ОК 10-29 Виды соединения проводников	25
ОК 10-30 Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.....	25
ОК 10-31 Электродвижущая сила.....	26
ОК 10-32 Электрический ток в жидкостях и газах	27
ОК 10-33 Электрический ток в полупроводниках	28

ОК 10-1 Физика и познание мира

Физика – наука о наиболее общих и фундаментальных закономерностях, определяющих структуру и эволюцию материального мира.

Физические методы исследования:

- **наблюдения** физ. явлений;
- выдвижение **гипотезы**, о связи между явлениями;
- проведение **экспериментов**;
- открытие **законов**, которые связывают физ. явления;
- проверка законов **практикой**;
- создание **теории**, которая содержит постулаты, определения, гипотезы и законы, объясняющие физ. явления.

Фундаментальные физические теории учитывают принцип соответствия:

- обладают преемственностью;
- имеют границы применимости.

Модель в физике – упрощенная версия физической системы (процесса), сохраняющая ее (его) главные черты.

Д/З: Прочитать с.5-6, переписать ОК 10 -1 выучить основные определения.

ОК 10-2 Кинематика

Современная механика подразделяется на:

- **классическую** (изучает движение тел с малыми скоростями $v \ll c$);
- **релятивистскую** (изучает движение макротел с большими скоростями $v \leq c$);
- **квантовую** (изучает движение микротел с большими скоростями $v \leq c$).

ОЗМ (основная задача механики) является определение положений тел в заданный момент времени.

Кинематика – раздел механики, в котором рассматривается описание движения тел.

Механическое движение – изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Движение тела рассматривают в определенной системе отсчета (СО).

СО включает в себя:

- тело отсчета;
- систему координат (одно-, двух-, трехмерную);
- часы (прибор для измерения времени).

Материальная точка – тело, размерами которого можно пренебречь при описании его движения (в данных условиях задачи).

Траектория – линия, вдоль которой движется тело.

Пройденный путь – **скалярная** ф. в., к-я характеризует длину траектории.

Обозначение: l . $[l] = [1m]$.

Перемещение – вектор, соединяющий начальную и конечную точку траектории.

Обозначение: $\vec{s}$ – вектор перемещения; s – модуль вектора перемещения. $[s] = [1m]$.

Проекция вектора перемещения на ось Ох: $s_x = x - x_0 = \Delta x$

Изменение любой величины (Δ) – разность ее конечного и начального значений.

Д/З: Прочитать §1, переписать ОК 10 -2 выучить основные определения. ответить на вопросы № 16 -20.

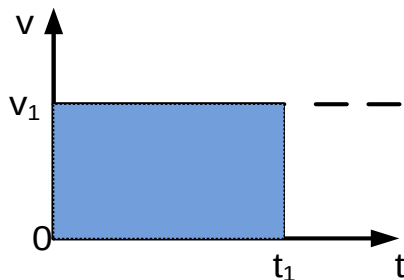
ОК 10-3 Прямолинейное равномерное движение

Если траектория движения $\frac{\text{прямая}}{\text{кривая}}$ линия, то движение называют $\frac{\text{прямолинейным}}{\text{криволинейным}}$.

Если тело за любые равные промежутки времени проходит (не)равные расстояния, то движение называют (не)равномерным.

Скорость равномерного прямолинейного движения – это постоянная векторная величина, равная отношению перемещения тела за любой промежуток времени к этому промежутку:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}.$$



При прямолинейном движении тела модуль вектора его перемещения численно равен площади прямоугольника под графиком скорости.

Д/З: Прочитать §2, переписать ОК 10 -3 выучить основные определения. ответить на вопросы № 5-7.

ОК 10-4 Прямолинейное равноускоренное движение

Мгновенная скорость – скорость в данной точке траектории в соответствующий момент времени.

$\vec{a}$ - ускорение - это векторная ф.в., характеризующая быстроту изменения скорости.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

– ускорением тела при равноускоренном движении называется величина, равная

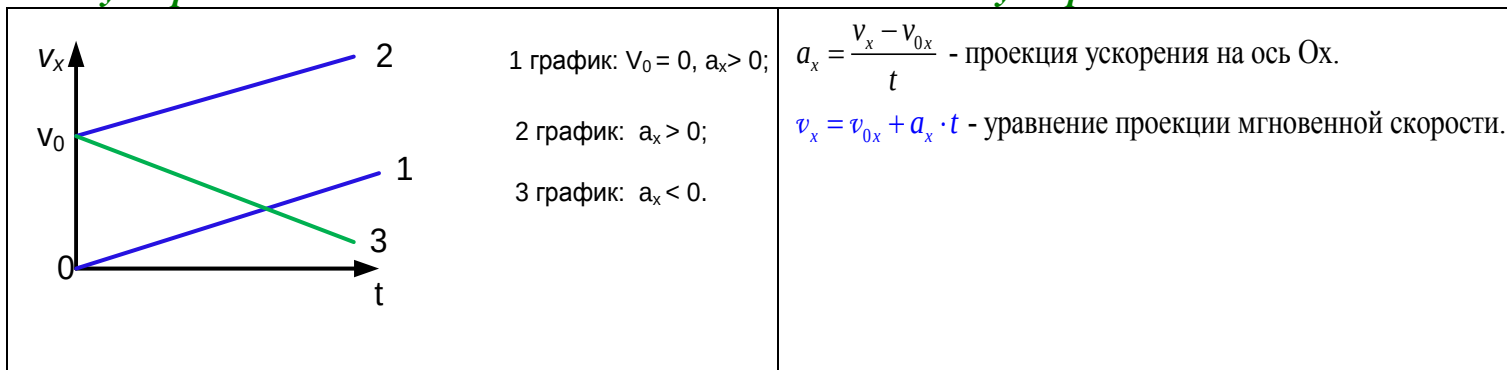
отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло.

$$[a] = \left[1 \frac{м}{с^2} \right].$$

Если скорость тела увеличивается, то $\vec{a} \uparrow \vec{v}$;

Если скорость тела уменьшается, то $\vec{a} \downarrow \vec{v}$.

Равноускоренное движение – это движение с постоянным ускорением.

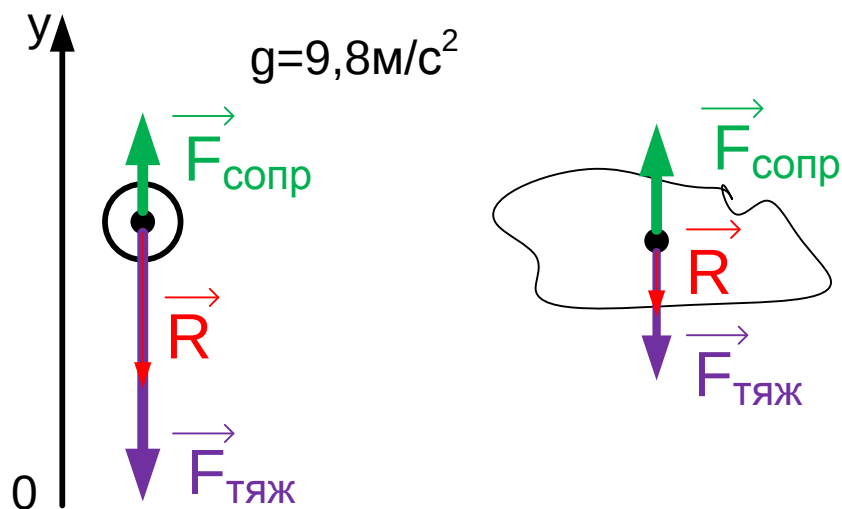


Д/З: Прочитать §3, переписать ОК 10 -4 выучить основные определения. ответить на вопросы № 4-12.

ОК 10-5 Свободное падение

Свободное падение -- движение тела под действием силы тяжести.

В данном месте Земли все тела независимо от их масс и других физических характеристик совершают свободное падение с одинаковым ускорением - ускорением свободного падения



$v_y = g_y \cdot t$ - проекция вектора скорости на ось y ;

$s_y = \frac{g_y \cdot t^2}{2}$ - проекция перемещения на ось y .

$F_{тяж} = 9,8 \frac{Н}{кг} \cdot m$ - сила тяжести.

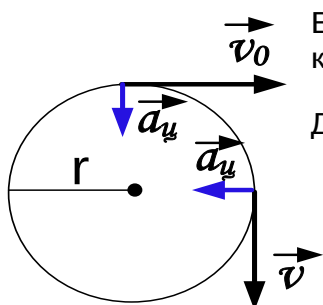
$$1 \frac{Н}{кг} = 1 \frac{кг \cdot м / с^2}{кг} = 1 \frac{м}{с^2}, \text{ т.е. } 9,8 \frac{Н}{кг} = 9,8 \frac{м}{с^2}.$$

Невесомость — состояние, при котором тело движется только под действием силы тяжести, т.е. находится в свободном падении.

Д/З: Прочитать §3 п.4 -5, переписать ОК 10 -5 выучить основные определения.
ответить на вопросы №20,22,31,38.

ОК 10-6 Равномерное движение по окружности

Если *скорость тела* и действующая на него *сила* направлены *вдоль одной прямой*, то тело движется прямолинейно, а если они направлены вдоль пересекающихся прямых, то тело движется криволинейно.



Вектор скорости совпадает с касательной к окружности, по которой движется тело.

Движение по окружности всегда происходит с ускорением.

$a_y = \frac{v^2}{r}$ - модуль вектора центростремительного ускорения тела, движущегося с постоянной по модулю скоростью по окружности радиуса r .

Сила, под действием которой тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, в каждой точке направлена по радиусу окружности к ее центру.

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r} \text{ - второй закон Ньютона.}$$

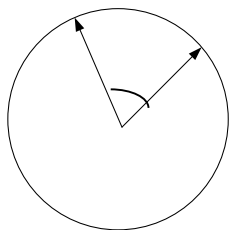
Скорость тела при равномерном движении по окружности: $v = \frac{2\pi R}{T}$;

T – период (промежуток времени, в течение которого тело совершает один полный оборот).

$$T = \frac{t}{n}, t \text{ – время; } n \text{ – число оборотов.}$$

ν - частота обращения, число полных оборотов за 1 с: $\nu = \frac{1}{T}$; $T = \frac{1}{\nu}$

$$\text{Угловая скорость: } \omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$



$$1 \text{ рад} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ.$$

Д/З: Прочитать §4, ответить на вопросы № 22-26; ОК 10-6 переписать, выучить.

ОК 10 -7 Динамика

Принцип относительности (Галилея):

Все механические процессы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета.

Законы Ньютона:

1 закон: *Существуют системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых свободные тела движутся равномерно прямолинейно* $\vec{R} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0, v = const.$

2 закон: *Произведение массы тела на ускорение равно сумме действующих на тело сил* $m \cdot \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 +$

3 закон: *силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулям и направлены по одной прямой в противоположные стороны*

$$\vec{F}_A = - \vec{F}_B$$

Законы механики справедливы (границы применимости):

1. в инерциальных системах отсчета,
2. для всех сил, любой природы.

В природе существует четыре типа сил:

Гравитационные силы – все тела притягиваются друг к другу

сила всемирного тяготения $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2},$

сила тяжести $F = g \cdot m.$

Электромагнитные силы – действуют между частицами, имеющими электрический заряд

сила упругости $F = k \cdot |\Delta l| = k \cdot |\Delta x|$ (для упругих деформаций);

- реакция опоры N ;
- натяжение подвеса T ;
- вес тела P .

сила трения $F = \mu \cdot N$

- скольжения;
- качения;
- покоя;

- сопротивление среды $F = k \cdot v$ – при малых скоростях;

$F = k_2 \cdot v^2$ – при больших скоростях.

Сильные (ядерные) силы - притяжение ядерных частиц.

Слабые силы – взаимодействие между элементарными частицами.

Д/З: Прочитать §5, выучить 3 закона Ньютона; ОК 10-7 переписать, выучить.

ОК 10 -8 Закон сохранения импульса

Импульс тела: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$; $[p] = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right]$. 

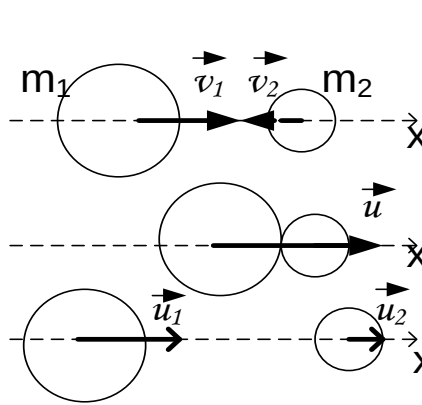
Изменение импульса (второй закон Ньютона в импульсной форме):

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{m \cdot \vec{v} - m \cdot \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow$$

$\Delta \vec{p} = m \cdot \Delta \vec{v} = \vec{F} \cdot \Delta t$ – изменение импульса тела равно импульсу силы.

Закон сохранения импульса: *геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.*

Согласно третьему закону Ньютона имеем:



$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$, умножим равенство на Δt , так как

$\vec{F}_1 \cdot \Delta t = m_1 \cdot \vec{u}_1 - m_1 \cdot \vec{v}_1$, а

$\vec{F}_2 \cdot \Delta t = m_2 \cdot \vec{u}_2 - m_2 \cdot \vec{v}_2$, отсюда

$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$ – неупругое соударение;

$m_2 \cdot \vec{v}_2 + m_1 \cdot \vec{v}_1 = m_2 \cdot \vec{u}_2 + m_1 \cdot \vec{u}_1$ – упругое соударение.

Сумма импульсов до взаимодействия равна сумме импульсов после взаимодействия

Реактивное движение

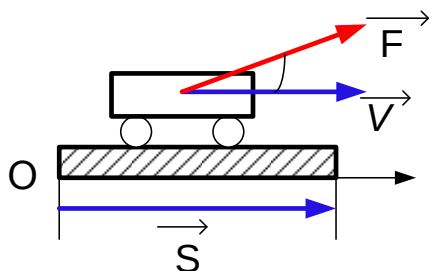
- это движение тела, которое возникает вследствие отделения от него части его массы с некоторой скоростью.

Реактивное движение – это практическое использование закона сохранения импульса.

Д/З: Прочитать §10, выучить ЗСИ; ОК 10-8 переписать, выучить.

ОК 10 -9 Закон сохранения энергии

Механическая работа – скалярная величина, равная произведению модуля силы, действующей на тело, на модуль перемещения и на косинус угла между векторами силы и перемещения (или скоростью).



$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

$$[A] = [1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1 \text{ Дж}]$$

Мощность – $N = \frac{A}{t} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$ $[N] = \left[1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт} \right]$.

Механическая энергия тела – равна максимальной работе, которая может быть совершена в данных условиях.

Механическая работа есть мера изменения энергии в различных процессах

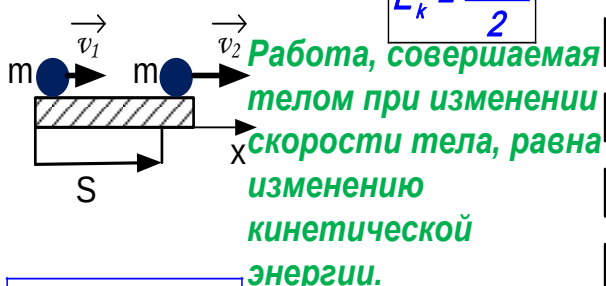
$$A = \Delta E.$$

Различают два вида механической энергии

Кинетическая

- энергия тела, обусловленная его движением (скоростью).

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$



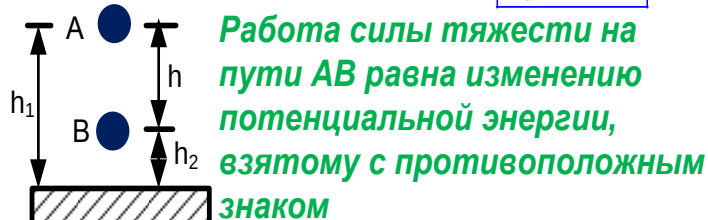
Работа, совершаемая телом при изменении скорости тела, равна изменению кинетической энергии.

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \text{ или } A = E_{k2} - E_{k1} = \Delta E_k$$

Потенциальная

- энергию тела, обусловленную взаимным расположением взаимодействующих тел (частей одного и того же тела).

$$E_p = mgh$$



Работа силы тяжести на пути АВ равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком

$$A = -(mgh_2 - mgh_1) \text{ или } A = -(E_{p2} - E_{p1}) = -\Delta E_p$$

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

- потенциальная энергия упруго деформированного тела, где k - жесткость пружины, x – удлинение пружины.

Закон сохранения энергии:

В замкнутой системе, в которой действуют консервативные силы, механическая энергия сохраняется.

$$E = E_k + E_p = \text{const.}$$

Консервативные силы обладают свойствами:

- работа силы не зависит от формы траектории;
- при движении тела по замкнутой траектории работа силы равна нулю.

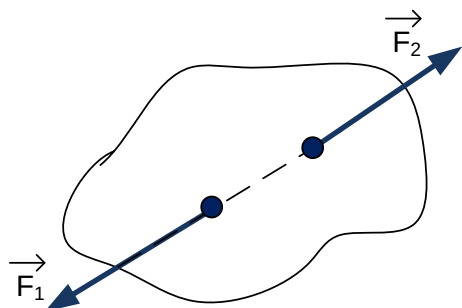
Д/З: Прочитать §12, выучить ЗСЭ; ОК 10-9 переписать, выучить.

ОК 10 -11 Статика

- *раздел механики, в котором изучают условия равновесия тел, т.е. условия, при которых тело покоится под внешним воздействием.*

Невыполнение условий равновесия тел приводит к изменению состояния покоя тел или их равномерного прямолинейного, движения, т.е. к появлению ускорения.

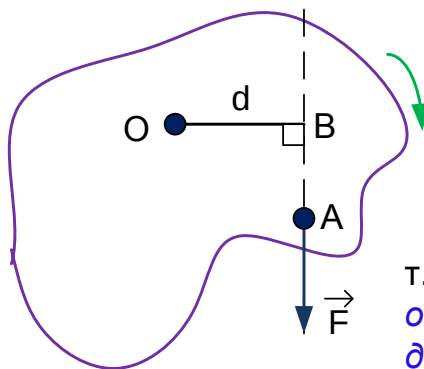
1.Равновесие тел при отсутствии вращения.



Чтобы тело, которое может двигаться поступательно (без вращения), находилось в равновесии, необходимо, чтобы геометрическая сумма сил, приложенных к телу была равна нулю.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

2.Равновесие тел с закрепленной осью вращения.

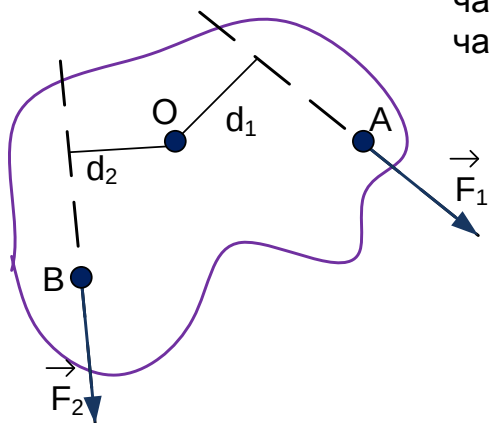


M - момент силы, величина, равная $M = F \cdot d$ произведению модуля силы F на ее плечо d.

$$[M] = [1 \text{ Н} \cdot \text{м}]$$

т.О – ось вращения; d – плечо силы F – перпендикуляр, опущенный из оси вращения на прямую, вдоль которой действует сила.

Принято: моменты сил, вращающих тело против часовой стрелки, считать положительными, а по часовой стрелке – отрицательными.



Тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех действующих на тело сил относительно данной оси равна нулю.

$$M_1 + M_2 = 0$$

Д/З: Прочитать §16, решить № 8 -12; ОК 10-11 переписать, выучить

ОК 10 -12 Равновесие жидкости и газа

Давление – скалярная ф. в., характеризующая результат действия силы и равная отношению силы давления к площади поверхности.

$$P = \frac{F_{\perp}}{S}$$

Давление жидкости (без учета атмосферного давления) выражается формулой:

$$p = \rho \cdot g \cdot h.$$

На тело, находящееся в жидкости (газе) действует сила, выталкивающая его из жидкости (газа), направленная вертикально вверх.

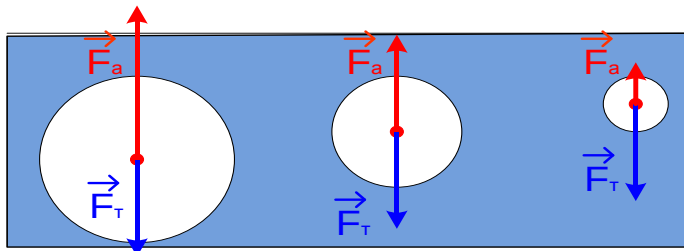
$$F_a = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{т}};$$

$$F_a = m_{\text{ж}} \cdot g = P_{\text{ж}} -$$

- сила Архимеда равна по модулю весу жидкости в объёме погружённой в жидкость части тела.

Плавание тел:

1. Тело полностью погружено в жидкость



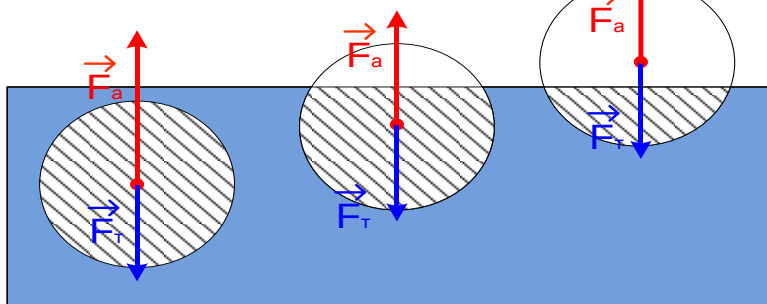
$F_a > F_m$
 $\rho_{\text{ж}} > \rho_m$
всплывает

$F_a = F_m$
 $\rho_{\text{ж}} = \rho_m$
равновесие

$F_a < F_m$
 $\rho_{\text{ж}} < \rho_m$
тонет

$$\begin{aligned} F_m = F_a &\Rightarrow g \cdot \rho_m \cdot V_m = \\ &= g \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{ж}} \xrightarrow{V_m = V_{\text{ж}}} \rho_m = \rho_{\text{ж}} \\ V_m = V_{\text{ж}} &\text{ при полном погружении.} \end{aligned}$$

2. Тело частично погружено в жидкость



$F_a > F_m$
всплывает

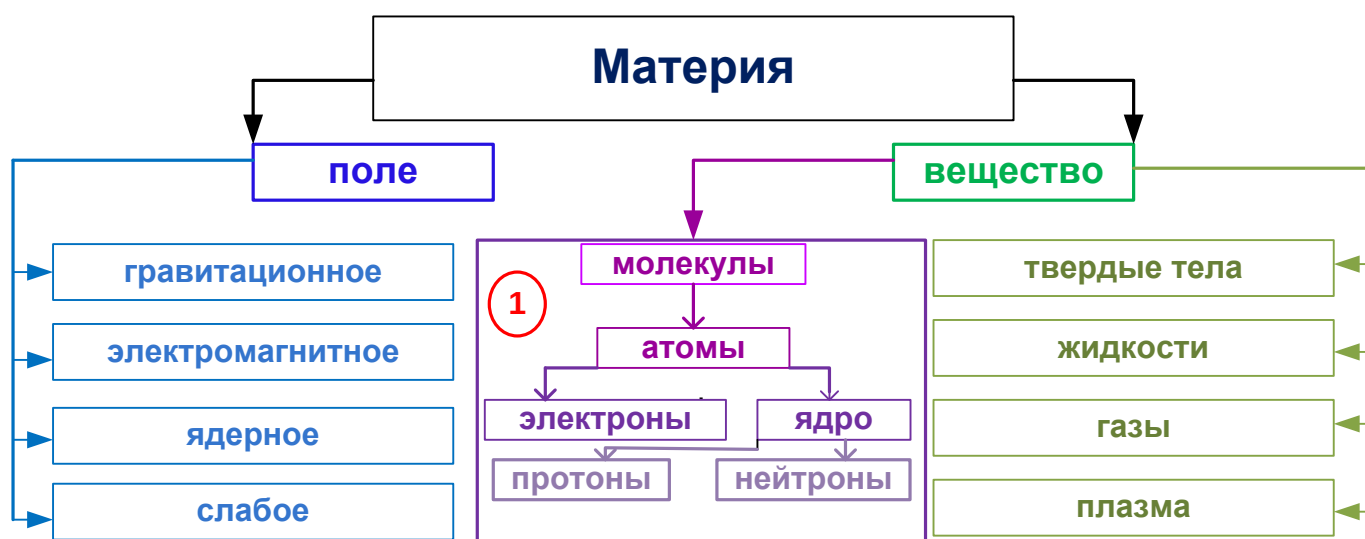
$F_a > F_m$
всплывает

$F_a = F_m$
равновесие

$$\begin{aligned} F_a = F_m &\Rightarrow \\ g \cdot \rho_m \cdot V_{\text{н.ч.м.}} &= g \cdot \rho_m \cdot V_m \Rightarrow \\ V_m \cdot \rho_m &= V_{\text{н.ч.м.}} \cdot \rho_{\text{ж}} \\ \text{Итак, } V_{\text{н.ч.м.}} &= V_m \cdot \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ж}}}. \end{aligned}$$

Д/З: Прочитать §17, решить № 14-18; ОК 10-12 переписать, выучить

ОК 10-13 Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ)



Порядок величин диаметра и массы молекул:

$$d = 1 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ м}; \quad m_0 = 1 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

В 1 см^3 воды содержится $3,7 \cdot 10^{22}$ молекул

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{ос}}} - \text{относительная молекулярная (атомарная) масса вещества}$$

(из таблицы Менделеева).

1 моль - это количество вещества (ν), в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в $0,012 \text{ кг}$ углерода.

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ - *число Авогадро*.

$$M = m_0 \times N_A = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} - \text{молярная масса вещества.}$$

$$m = m_0 \times N = m_0 \cdot N_A \times \nu = \nu \cdot M - \text{масса вещества.}$$

(2) Броуновским движением - называют непрерывное хаотическое движение взвешенных в жидкости или газе частиц.

причина броуновского движения частицы в том, что удары молекул о нее не компенсируют друг друга.

(3) Силы взаимодействия молекул

- ℓ - расстояние между центрами молекул;
 $\ell = r \Rightarrow F = 0$ r - радиус молекул
- $\ell > r \Rightarrow F_{\text{пр}} > F_{\text{от}}$
- $\ell < r \Rightarrow F_{\text{пр}} < F_{\text{от}}$
- $\ell \rightarrow \infty; F = 0.$

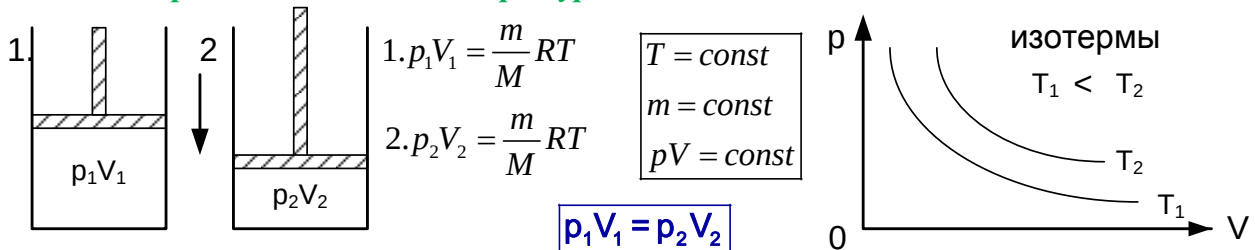
Д/З: Прочитать §18 п. 1-2, ОК 10-13 переписать, выучить.

ОК 10-14 Изопроцессы

Идеальный газ – это газ, взаимодействие, между молекулами которого, пренебрежимо мало: $E_{\text{п}} \ll E_{\text{к}}$; - это физическая модель реального газа:

Закон Бойля-Мариотта (1662)

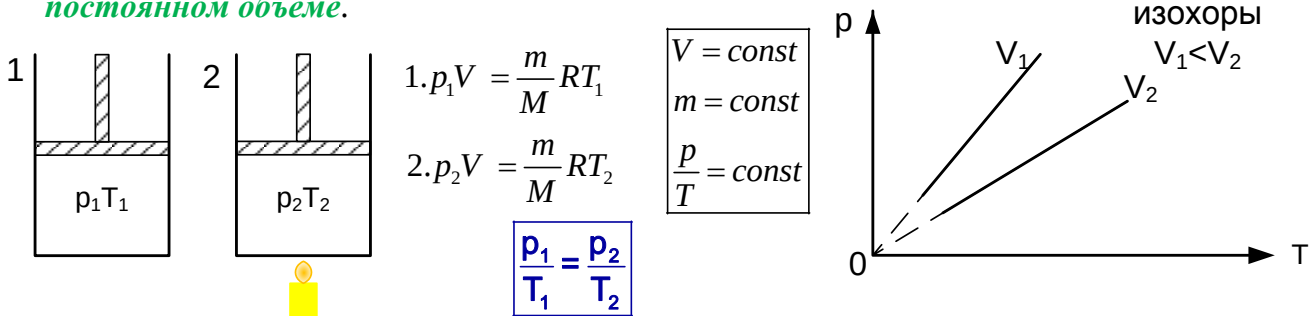
Изотермическим называется процесс, изменения состояния термодинамической системы **при постоянной температуре**.



Для данной массы газа, произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не меняется

Закон Шарля (1787)

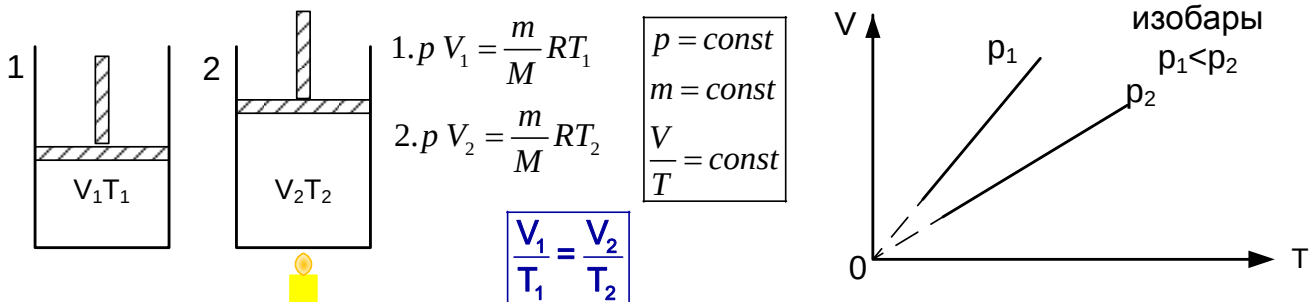
Изохорный называется процесс, изменения состояния термодинамической системы **при постоянном объеме**.



Для данной массы газа, отношение давления к температуре постоянно, если объем газа не меняется

Закон Гей-Люссака (1802)

Изобарный называется процесс, изменения состояния термодинамической системы **при постоянном давлении**.



Для данной массы газа, отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется

Д/З: Прочитать §19 п. 1-3, ОК 10-14 переписать, выучить.

ОК 10-15 Уравнение состояния идеального газа

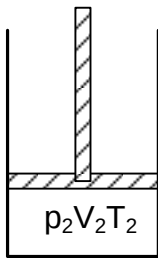
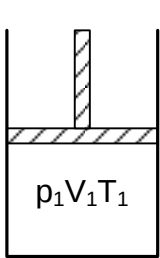
- уравнение, связывающее p ; V ; T , характеризующее состояние данной системы газа.

$$p = nkT, \text{ где } n = \frac{N}{V} \Rightarrow p = \frac{N}{V} kT, \text{ где } N = \frac{m}{M} N_A;$$

$$pV = \frac{m}{M} k N_A T, \text{ то } \boxed{R = k \cdot N_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} - \text{универсальная газовая постоянная.}$$

$$\boxed{pV = \frac{m}{M} RT} - \text{уравнение Менделеева – Клапейрона (для произвольной массы газа)}$$

$$\boxed{pV = \nu RT} \Rightarrow \boxed{pV = RT} - \text{для одного моля. -}$$



$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R;$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R; \text{ при } m = \text{const}$$

$$\boxed{\frac{p V}{T} = \text{const}} - \text{уравнение Клапейрона}$$

Уравнение Клапейрона для одного моля при нормальных условиях газа:

$$\left[\begin{array}{l} p_0 = 101325 \text{ Па,} \\ T = 273 \text{ К,} \\ V = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{p_0 V_{0, \text{м}}}{T_0} = R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Закон Авогадро: в равных объёмах любых газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул:

$$\frac{p \cdot V}{T} = k \cdot N.$$

Закон Дальтона: давление смеси газов равно сумме их парциальных давлений.

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

Д/З: Прочитать §20 п. 1-3, ОК 10-14 переписать, выучить, решить № 4-18.

ОК 10-16 Абсолютная температура и средняя кинетическая энергия молекул

Основное уравнение МКТ (давление газа возникает в результате столкновений молекул со стенками сосуда, в котором находится газ):

Давление идеального газа пропорционально произведению массы молекулы, концентрации молекул и среднему квадрату скорости движения молекул.

$$p = \frac{1}{3} \cdot m_0 \cdot n \cdot \bar{v}^2 \quad [p] = [1 \text{ Па}].$$

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул

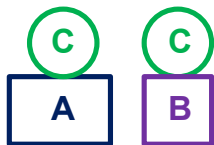
$$\bar{E} = \frac{m_0 \cdot \bar{v}^2}{2}, \text{ то } p = \frac{2}{3} \cdot \frac{m_0 \cdot \bar{v}^2}{2} \cdot n = \frac{2}{3} \bar{E} \cdot n.$$

$$p = \frac{2}{3} \cdot \bar{E} \cdot n.$$

Так как плотность $\rho = \frac{m}{V} = m_0 \frac{N}{V} = m_0 n$, то имеем $p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$.

р – давление,
V – объем,
Т – температура

Макроскопические или термодинамические параметры, характеризующие состояние вещества без учета его молекулярного строения.



Два тела – А и В, каждое из которых находится в тепловом равновесии с телом С, находится в тепловом равновесии друг с другом. Тело С может служить прибором, измеряющим степень нагретости тела А и В.

Температура - характеризует состояние теплового равновесия макроскопической системы: во всех частях системы в тепловом равновесии температура имеет одно и тоже значение

- физическая скалярная величина, из-за которой сколь угодно долго не меняется р, V, $\bar{E}$.

- характеризует тепловое равновесие

- степень нагретости тел

- указывает направление теплообмена

Д/З: Прочитать §21, ОК 10-16 переписать, выучить.

ОК 10-17 Внутренняя энергия

внутренняя энергия макроскопического тела равна сумме кинетических энергий хаотического движения всех молекул относительно центра масс тела и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул друг с другом.

$$U = \bar{E} \cdot N,$$

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} N_A$$

$$\text{так как } k \cdot N_A = R$$

где $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$ - средняя кинетическая энергия одного атома;

$N = \frac{m}{M} N_A$ - количество молекул в данной массе вещества;

$$\boxed{U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T} \text{ - внутренняя энергия одноатомного идеального газа.}$$

Используя $pV = \frac{m}{M} RT$, имеем $\boxed{U = \frac{3}{2} pV}$

Работа в термодинамике

$$A' = F' \cdot \Delta x, \text{ где } F' = p \cdot S$$

$$A' = p \cdot S \cdot \Delta x, \text{ где } S \cdot \Delta x = \Delta V = V_2 - V_1$$

$$\boxed{A = -A' = -p \Delta V}$$

где A - работа внешних сил;

A' - работа газа

$V_1; V_2$ - начальный и конечный объем газа

Используя $p \cdot \Delta V = \frac{m}{M} \cdot RT$, имеем $\boxed{A = \frac{m}{M} \cdot R \cdot \Delta T}$

1. При сжатии газа

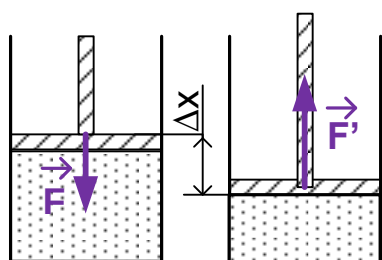
$$V_2 < V_1; \Delta V < 0; A' < 0; A > 0$$

$$\boxed{A = p \cdot \Delta V}$$

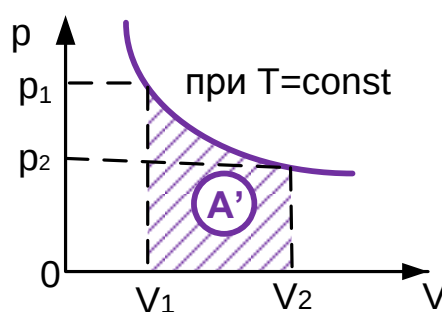
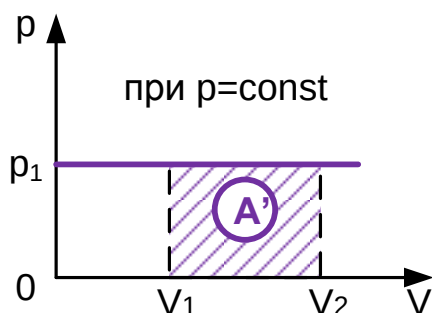
2. При расширении газа

$$V_2 > V_1; \Delta V > 0; A' > 0; A < 0$$

$$\boxed{A = -p \cdot \Delta V}$$



Геометрическое истолкование работы



Д/З: Прочитать §22 п. 1-2, ОК 10-17 переписать, выучить, решить № 3-6.

ОК 10-18 Первый закон термодинамики

изменение внутренней энергии системы ΔU при переходе из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил A и количества теплоты Q , переданного системе.

$\Delta U = A + Q$ - первый закон термодинамики.

количество теплоты, переданное системе Q , идет на изменение ее внутренней энергии ΔU и на совершение системой работы A' над внешними телами.

Так как $A = -A'$, то $Q = \Delta U + A'$; A и Q характеризуют ΔU .

Если $Q = 0$, то $A' = -\Delta U \Rightarrow$ невозможно создать вечный двигатель.

Адиабатный процесс – термодинамический процесс в теплоизолированной системе.

Теплоизолированная система – система, не обменивающаяся энергией с окружающими телами ($Q=0$)

Д/З Прочитать §22, ОК 10-17 переписать, выучить, решить № 16-21.

ОК 10-19 Применение первого закона термодинамики к различным процессам

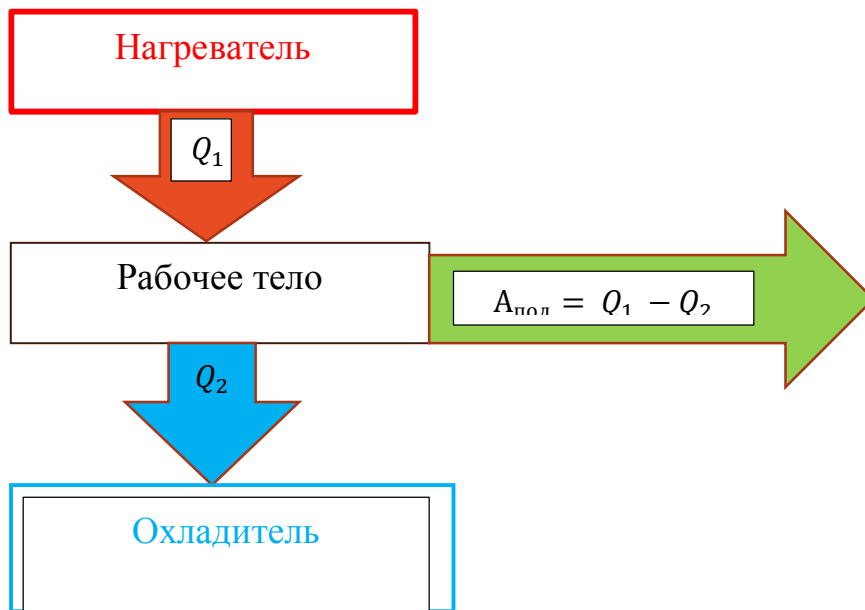
Название процесса постоянный параметр	Постоянная величина	Первый закон термодинамики	Следствия, вытекающие из 1 закона термодинамики
Изотермический, $T = \text{const}$	$\Delta T = 0,$ $\Delta U = 0.$	$Q = A'.$	при $Q > 0 \Rightarrow A' > 0;$ $Q < 0 \Rightarrow A' < 0.$
Изохорный, $V = \text{const}$	$\Delta V = 0$ $A' = p\Delta V = 0$	$Q = \Delta U$	при $Q > 0 \Rightarrow \Delta U > 0;$ $Q < 0 \Rightarrow \Delta U < 0.$
Изобарный, $p = \text{const}$	$\Delta p = 0$	$Q = \Delta U + A'$	при $Q > 0 \Rightarrow \Delta U > 0, A' > 0;$ $Q < 0 \Rightarrow \Delta U < 0, A' < 0.$
Адиабатный	$Q = 0$	$A' = -\Delta U$	при $A' < 0 \Rightarrow \Delta U > 0;$ $A' > 0 \Rightarrow \Delta U < 0.$

Адиабатное нагревание применяется в двигателях Дизеля;
охлаждение – в машинах для сжижения газов.

Д/З: Прочитать §23, ОК 10-19 переписать, выучить, решить № 2-6.

ОК 10-20 Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики

Блок –схема тепловых двигателей:



Коэффициентом полезного действия ТД называют отношение совершенной полезной работы двигателя к энергии, полученной от нагревателя.

$$\eta = \frac{A_n}{Q_1}, \text{ или } \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%,$$

где A_n - полезная работа, $A_n = Q_1 - Q_2$,

Q_1 - количество теплоты, полученное от нагревателя,

Q_2 - количество теплоты, отданное холодильнику.

Пример: $\text{КПД}_{\text{ТД}} = 20\text{-}40\%$.

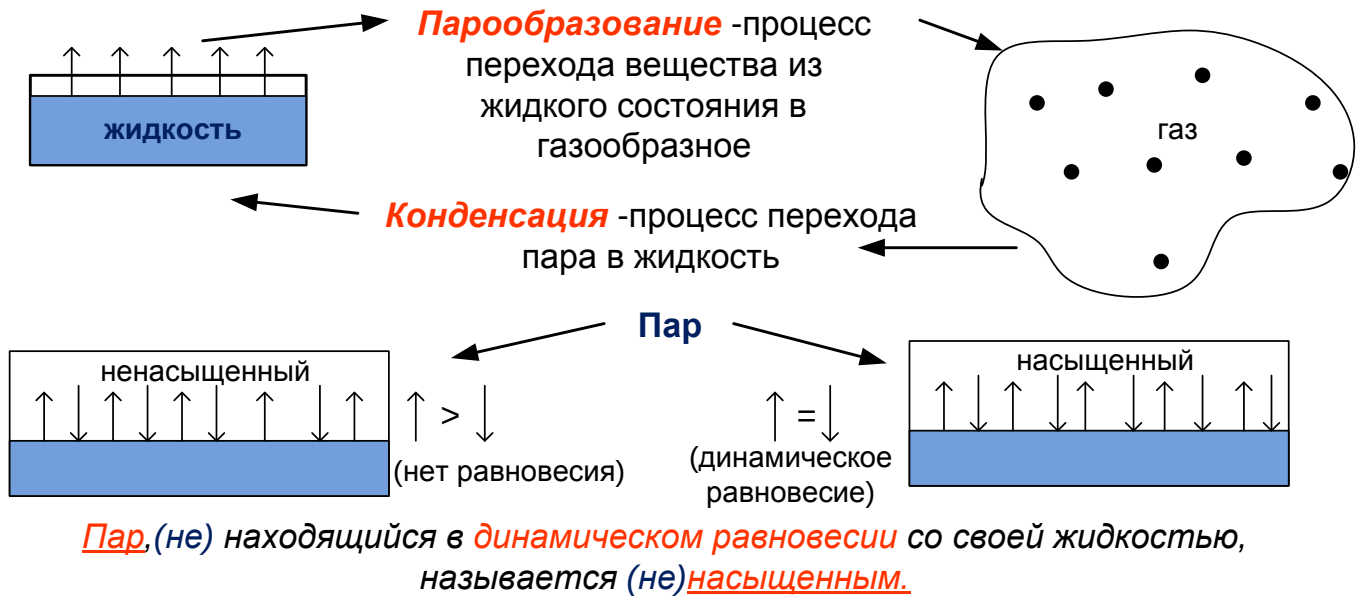
Второй закон термодинамики:

Невозможно перевести теплоту от более холодной системы к более горячей при отсутствии других одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах.

В 1877 году австрийский физик Больцман дал статистическое обоснование этого закона, указав, что состояния с большей энтропией являются более вероятными. Обратные процессы характеризуются чрезвычайно малой вероятностью и потому не наблюдаются в природе.

Д/З: Прочитать §24, ОК 10-20 переписать, выучить, решить № 2-6.

ОК 10-21 Насыщенный пар и его свойства

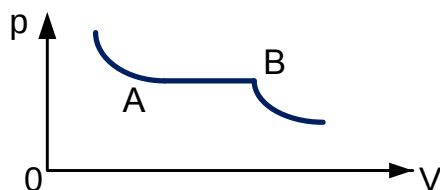


Свойства насыщенного пара

- состояние насыщенного пара приближенно описывается уравнением:

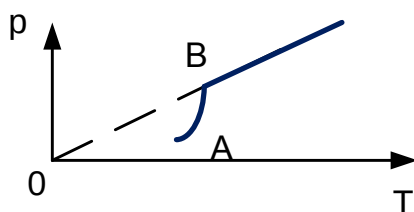
$$p_0 = \frac{\rho RT}{M} \quad \text{или} \quad p_0 = nkT$$

- при $T = \text{const}$: p не зависит от V , так как n не зависит от V .

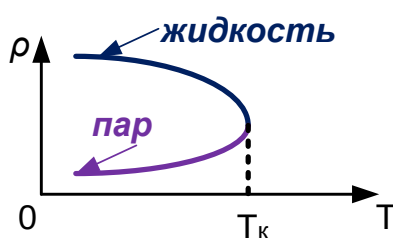


Закон Бойля-Мариотта не выполняется на участке AB

- при $V = \text{const}$: p изменяется быстрее, чем T , вследствие увеличения концентрации молекул (плотности) пара



Закон Шарля не выполняется на участке AB

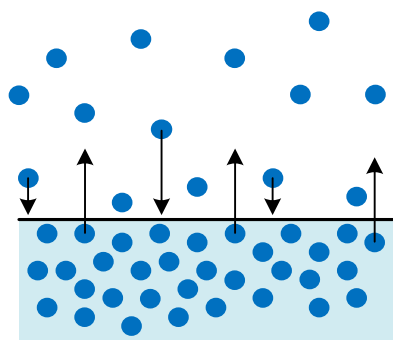


Критическая температура

- температура T_k , при которой исчезает различие между жидкостью и ее насыщенным паром.
У каждого вещества имеется своя критическая температура.

Д/З: ОК 10-21 переписать, выучить.

ОК 10 -22 Влажность воздуха. Способы определения влажности воздуха



Малоэнергичные – в жидкость: **конденсация**.
Энергичные – в пар: **испарение**.

Динамическое равновесие – это состояние, когда число молекул, покинувших жидкость, равно числу молекул, вернувшихся назад.

Пар, (не)находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется (не)насыщенным.

Влажность – количество водяных паров, содержащихся в воздухе

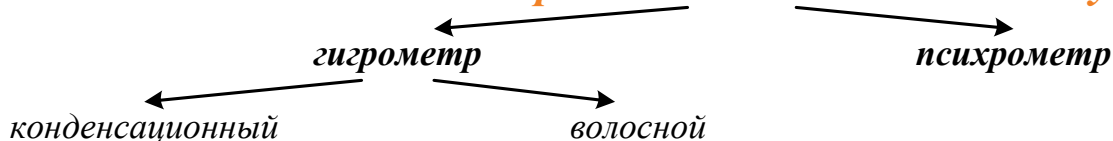
абсолютная (ρ) показывает, сколько граммов водяного пара содержится в воздухе объёмом 1 м^3 при данных условиях

относительная (φ) – отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного водяного пара при той же температуре, выраженной в процентах

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%.$$

Нормальная влажность воздуха – 40-60%.

Способы определения влажности воздуха



Точкой росы называют температуру, при которой **пар**, находящийся в воздухе, **становится насыщенным**.

Д/З: ОК 10 -22 переписать, выучить, прочитать с.220-221 л. р. № 4 .

ОК 10-23 Электростатика

- раздел электродинамики, в котором изучают свойства и взаимодействия покоящихся (относительно данной ИСО) заряженных частиц и тел.

Электрический заряд

q - ф.в., определяющая интенсивность электромагнитных взаимодействий

$[q] = [1 \text{ Кл}]$ **Кулон** – электрический заряд, проходящий через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за 1 с.

Носителями **отрицательных** зарядов в атоме являются **электроны**; носителями **положительных** зарядов – **протоны**.

$e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл - заряд электрона;

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг - масса электрона.

Макроскопические тела, состоящие из нейтральных атомов, **электронейтральны**.

Электризация – процесс получения электрически заряженных макроскопических тел из электронейтральных.

Закон сохранения заряд

В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц остается неизменной:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$

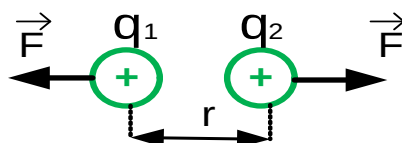
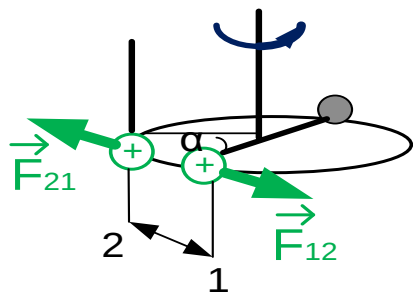
Электрически изолированная система тел – система тел, через границу которой не проникают заряды.

Закон сохранения заряда справедлив в любой инерциальной системе отсчета.

Закон Кулона (1785)

Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению модулей зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и направлена по прямой, соединяющей заряды:

$$F_{12} = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$



Силы взаимодействия зарядов $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

Точечный заряд – заряженное тело, размер которого много меньше расстояния его возможного действия на другие тела.

В СИ коэффициент пропорциональности в законе Кулона равен:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \text{ или } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \text{ где } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{(\text{Н} \cdot \text{м}^2)} - \text{электрическая постоянная.}$$

Д/З: Прочитать §25, ОК 10-23 переписать, выучить, решить № 8-18.

ОК 10-24 Электрическое поле

- вид материи, посредством которой происходит взаимодействие электрических зарядов.

Поле неподвижных зарядов называется электростатическим.

Свойства ЭП:

- особая форма материи, не воспринимаемая органами чувств;
- существует вокруг заряженных тел;
- действует на заряженные тела с некоторой силой;
- не имеет границ, но убывает по мере удаления от источника;
- существует даже в вакууме;
- поле передается не мгновенно, а с конечной скоростью.

Напряженность электрического поля

$\vec{E}$ - это силовая характеристика, в данной точке поля численно равна силе, с которой поле действует на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку.

$q_0 > 0$

 $q_0 < 0$


$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $[\vec{E}] = \left[1 \frac{H}{Kл} \right]$

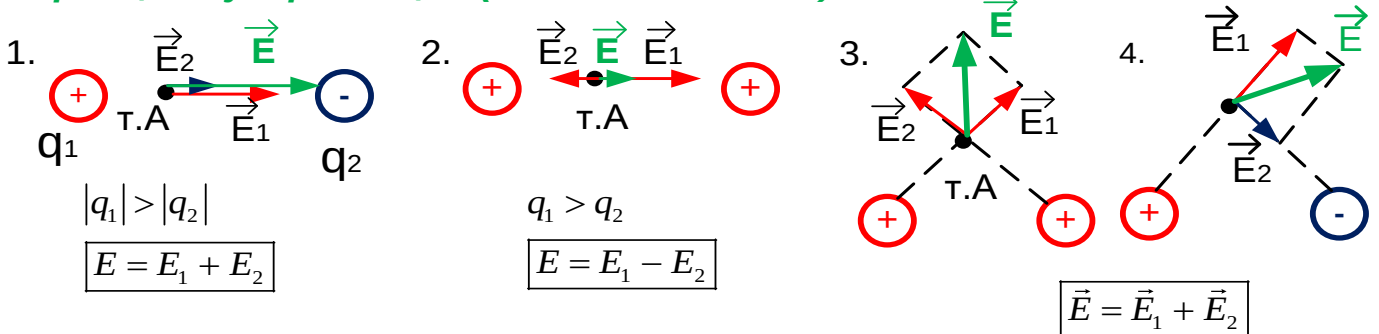
$\tau.A$ $\tau.A$

$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ - сила, действующая на заряд со стороны поля.

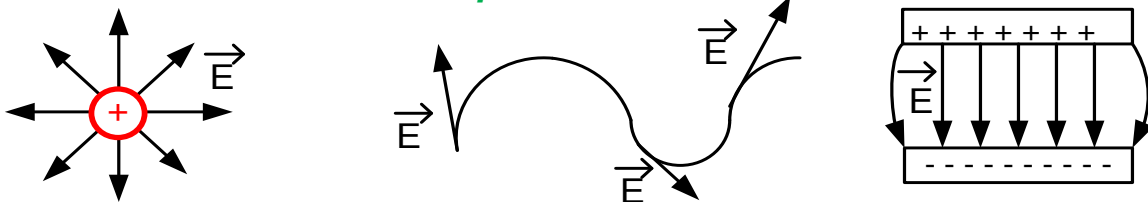
$E = \frac{k \cdot q_0}{\varepsilon \cdot r^2}$ - напряженность поля, создаваемого точечным зарядом q_0

на расстоянии r от него.

Принцип суперпозиции (наложение полей).

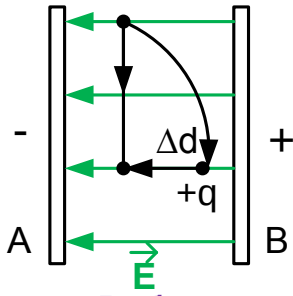


Силовые линии электростатического поля



Д/З: Прочитать §26, ОК 10-24 переписать, выучить, решить № 12 -14.

ОК 10-26 Работа сил электростатического поля



При перемещении заряда силами поля производится работа

$$A = F \cdot s, \text{ где } s = \Delta d = d_1 - d_2; F = q \cdot E.$$

$$A = q \cdot E \cdot (d_1 - d_2) - \text{ работа сил электростатического поля.}$$

$$A = q \cdot E \cdot (d_1 - d_2) = -(q \cdot E \cdot d_2 - q \cdot E \cdot d_1) = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$$

Работа при перемещении заряда равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком, и не зависит от формы траектории

$$W_p = q \cdot E \cdot d - \text{ потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле.}$$

Потенциал

- энергетическая характеристика электростатического поля, в данной точке численно равная потенциальной энергии единичного заряда, помещенного в эту точку поля.

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \text{ или } \varphi = E \cdot d$$

$$\varphi = \frac{k \cdot |q_0|}{\varepsilon \cdot r} - \text{ потенциал поля точечного заряда } q_0 \text{ на расстоянии } r \text{ от него.}$$

Разность потенциалов (напряжение)

- это отношение работы поля при перемещении заряда из начальной точки в конечную точку к этому заряду

$$U = \Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q} \text{ или } U = E \cdot d$$

Единица разности потенциалов:

$$[U] = \left[1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1 \text{ В} \right] \text{ если при перемещении заряда в 1 Кл из одной точки в другую}$$

электрическое поле совершает работу в 1 Дж, то разность потенциалов между двумя точками равна 1 В.

Эквипотенциальная поверхность – поверхность, во всех точках которой потенциал имеет одно и то же значение.

Все точки поверхности, перпендикулярной силовым линиям, имеют один и тот же потенциал.

Вектор напряженности перпендикулярен эквипотенциальным поверхностям и направлен в сторону убывания потенциала.

Д/З: Прочитать §28, ОК 10-26 переписать, выучить, решить № 6 - 17.

ОК 10 - 27 Электрическая емкость

- характеристика проводника, количественная мера его способности удерживать электрический заряд.

$$C = \frac{q}{\varphi} \text{ - электроемкостью уединенного проводника (емкостью, С)}$$

называется ф.в., численно равная отношению заряда (q) проводника к потенциалу (φ) этого проводника.

Единица электроемкости в СИ:

$[C] = \left[1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = 1 \text{ Ф} \right]$ - это электроемкость такого проводника, потенциал которого изменяется на 1 В при сообщении ему электрического заряда в 1 Кл.

Конденсатор – (накопитель электрического заряда) представляет собой два проводника, разделенных слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводника.

$$C = \frac{q}{U} \text{ - электроемкость конденсатора.}$$

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d} \text{ - электроемкость плоского конденсатора,}$$

где S - площадь каждой обкладки,

d - расстояние между обкладками,

ε - относительная диэлектрическая проницаемость среды,

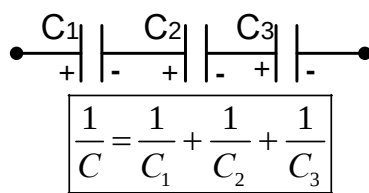
ε_0 – электрическая постоянная.

$$C = \frac{q}{U} \text{ - электроемкостью двух проводников (емкостью, С) называется}$$

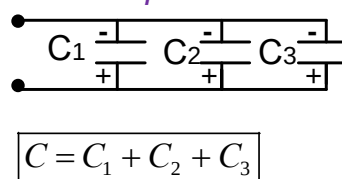
ф.в., численно равная отношению заряду (q) одного из проводников к разности потенциалов между этим проводником и соседним.

Соединение конденсаторов

последовательное



параллельное



Если $C_1 = C_2 = C_3 = \dots = C_n$

$$C = \frac{C_1}{n}$$

$$C = C_1 n$$

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \text{ - энергия заряженного конденсатора}$$

(энергия электростатического поля).

Д/З: Прочитать §29, ОК 10-27 переписать, выучить, решить № 2 - 18.

ОК 10-28

Закон Ома для участка цепи

Электрический ток - упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц.

За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц.

Действия электрического тока:

- тепловое;
- химическое;
- магнитное.

Сила тока I – ф.в., характеризующая интенсивность действия эл. тока, равная отношению электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника ко времени его прохождения.

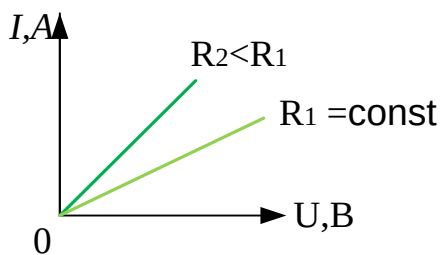
$$I = \frac{q}{t}$$

Единица измерения в СИ: $[I] = [1 \text{ A}]$ –

сила тока, при которой отрезки параллельных проводников длиной 1 м на расстоянии 1 м, находящихся в вакууме, взаимодействуют силой $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

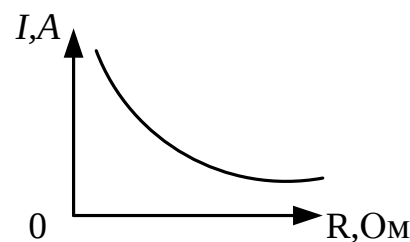
Закон Ома(1826)

сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.



Вольтамперная характеристика

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



Зависимость силы тока от сопротивления

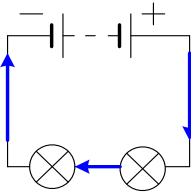
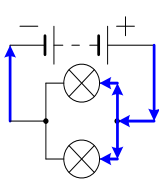
Сопротивление *определяется* геометрическими размерами и электрическими свойствами проводника:

- S - площадь: чем $S \uparrow$ тем $R \downarrow \Rightarrow R \sim \frac{1}{S}$;
- l - длина: чем $l \uparrow$, тем $R \uparrow \Rightarrow R \sim l$;
- ρ – удельное сопротивление: чем $\rho \uparrow$, тем $R \uparrow \Rightarrow R \sim \rho$;

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

Д/З: Прочитать §30 п. 1-3, ОК 10-28 переписать, выучить, решить № 8,9, 27 -29.

ОК 10-29 Виды соединения проводников

Вид соединения	последовательное	параллельное
Схема цепи		
Сила тока, I	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
Напряжение, U	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
Сопротивление, R	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
Мощность, P	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$

* $\frac{1}{R}$ – проводимость

Д/З: Прочитать §30 п. 4-5, ОК 10-29 переписать, выучить, решить № 14,16,22,24,30-33.

ОК 10-30 Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца

$A = IU\Delta t$ - работа тока на участке цепи;

$A = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = Q$ - формулы работы.

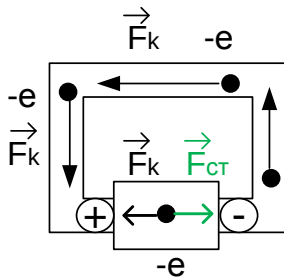
$Q = I^2 R \Delta t$ - закон Джоуля-Ленца.

$P = \frac{A}{\Delta t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ - мощность электрического тока.

Д/З: Прочитать §31 п. 4-5, ОК 10-30 переписать, выучить, решить № 5-23.

ОК 10-31 Электродвижущая сила

Сторонними силами называют любые силы, действующие на электрически заряженные частицы, за исключением сил электростатического происхождения (т.е. кулоновских)



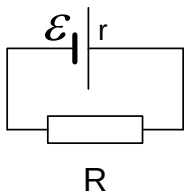
Внутри источника заряды движутся под действием сторонних сил против кулоновских сил, а во всей остальной цепи их приводит в движение электрическое поле.

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$$

Электродвижущая сила (ЭДС) в замкнутом контуре представляет собой отношение работы сторонних сил при перемещении заряда вдоль контура к этому заряду

Закон Ома для полной цепи

Сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к ее полному сопротивлению



$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

ε - ЭДС источника тока;

R - внешнее сопротивление цепи;

r - внутреннее сопротивление источника;

$R + r$ - полное сопротивление.

$$\varepsilon = IR + Ir$$

ЭДС равна сумме падений напряжения на внешнем и внутреннем участках замкнутой цепи.

Соединение источников

последовательное

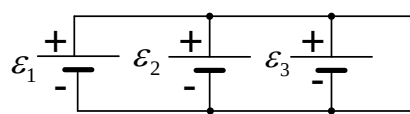
$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n$$

если $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \dots = \varepsilon_n$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot n$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 \cdot n}{R + r_1 \cdot n}$$

параллельное



$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$;

$$\varepsilon = \varepsilon_1$$

$$I = \frac{\varepsilon_1}{R + \frac{r_1}{n}}$$

Д/З: Прочитать §32 п. 4-5, ОК 10-31 переписать, выучить, решить № 4-11.

ОК 10-32 Электрический ток в жидкостях и газах

В жидкостях:

Электролитической диссоциацией называется процесс распада молекул на ионы под влиянием электрического поля.

Степень диссоциации - доля молекул в растворенном веществе, распавшихся на ионы, зависит от температуры, концентрации и электрических свойств растворителя.

Рекомбинация – процесс образования нейтральных молекул из ионов.

Электролиз процесс выделения на электроде вещества, связанный с окислительно - восстановительными реакциями.

В вакууме:

Термоэлектронная эмиссия – процесс испускания электронов с поверхности металлов, при их нагревании, при температуре, при которых само вещество еще не испаряется.

Свойства электронных пучков

Электронный пучок, попадая на тела, вызывает их нагревание.

При торможении быстрых электронов, попадающих на вещество, возникает рентгеновское излучение.

Некоторые вещества, бомбардируемые электронами, светятся.

Электронные пучки отклоняются электрическим полем.

Электронные пучки отклоняются магнитным полем.

В газах:

Газовым разрядом называют процесс протекания электрического тока через газ.

Несамостоятельный разряд – разряд, прекращающийся при прекращении действия ионизатора.

Самостоятельный разряд – продолжается даже если убрать внешний ионизатор.

Ударная ионизация - возникает при ударе быстро движущихся положительных ионов (электронов) о катод (с атомом).

Плазма - (четвертое состояние вещества) - это частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают.

Свойства плазмы

Легко перемещается под действием электрического и магнитного поля.

Легко возбуждаются разного рода колебания и волны.

С ростом температуры проводимость плазмы увеличивается.

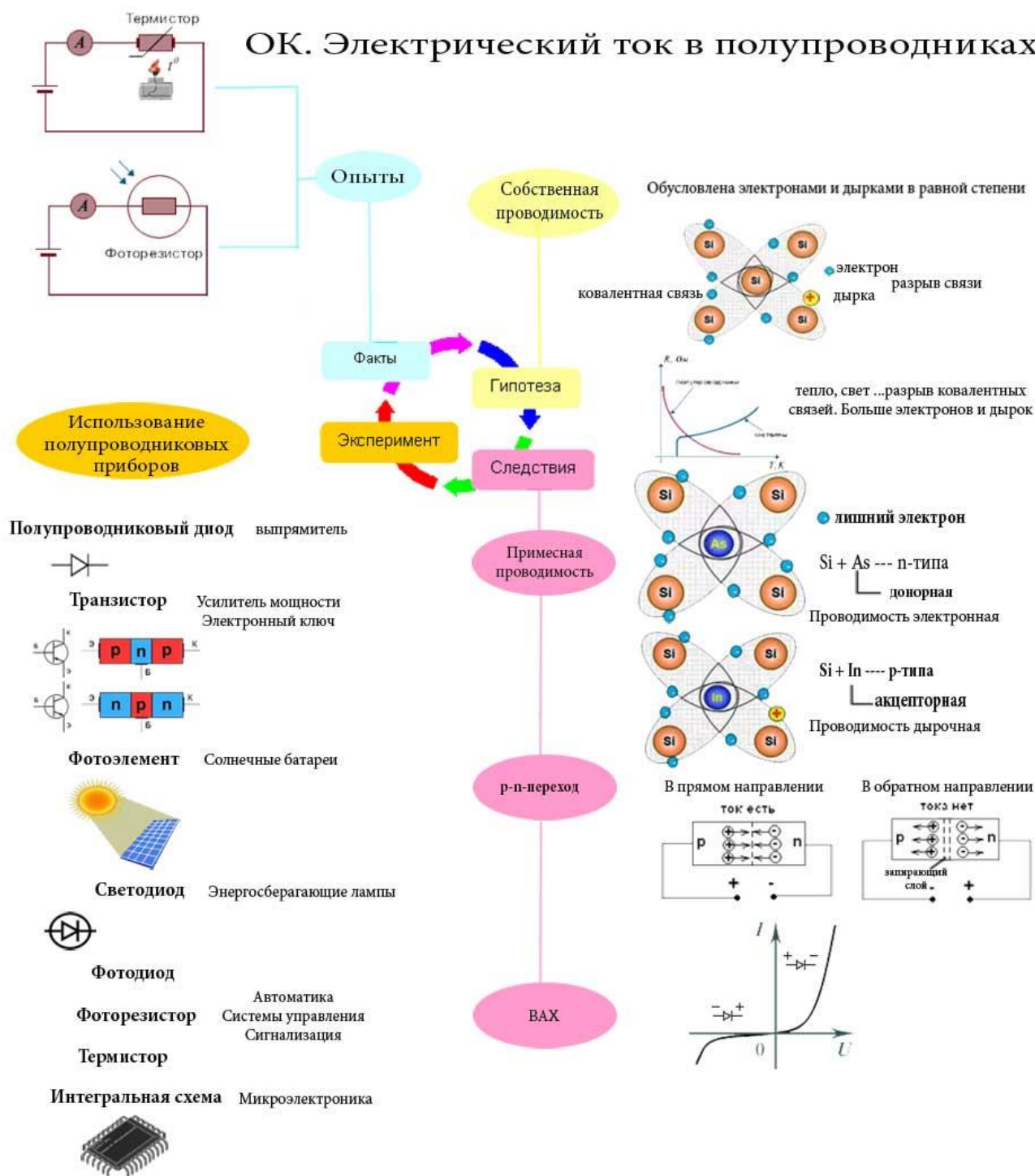
В состоянии плазмы находится около 99% вещества во Вселенной.

Д/З: Прочитать §33, ОК 10-32 переписать, выучить, ответить на вопросы № 1 -6.

ОК 10-33 Электрический ток в полупроводниках

с сайта: <https://fizclass.ru/elektricheskij-tok-v-poluprovodnikax/>

ОК. Электрический ток в полупроводниках



Д/З: Прочитать §34, ОК 10-34 переписать, выучить.