

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}
санти	с	10^{-2}	фемто	ф	10^{-15}

Константы

Число π	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Расстояние между Землёй и Солнцем (1 астрономическая единица)	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ млн км} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273,15^\circ \text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007 \text{ а.е.м}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,008 \text{ а.е.м}$

Плотность

алюминия	2700 кг/м ³	керосина	800 кг/м ³
бамбука	400 кг/м ³	меди	8900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	парафина	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	пробки	250 кг/м ³
древесины (ели)	450 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная

теплоемкость воды	4200 Дж/(кг · К) (4180 Дж/(кг · К))
теплоёмкость гелия	3120 Дж/(кг · К)
теплоёмкость железа	640 Дж/(кг · К)
теплоемкость льда	2100 Дж/(кг · К)
теплоёмкость меди	390 Дж/(кг · К) (380 Дж/(кг · К))
теплоемкость свинца	130 Дж/(кг · К)
теплоемкость стали	460 Дж/(кг · К)
теплоёмкость чугуна	500 Дж/(кг · К)
теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} / \text{кг}$ (2256 · 10 ³ Дж/кг)
теплота плавления льда	330 Дж/кг (333 Дж/кг; 335 Дж/кг)

Нормальные условия давление 10⁵ Па, температура 0 °С

Молярные массы

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
воды, водяных паров	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
серебра	$108 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$
Температура кипения воды при нормальном давлении	100 °С
Температура плавления льда при нормальном давлении	0 °С

Масса атомов

азота	$^{14}_7 N$	14,0067 а. е. м.	дейтерия	$^2_1 H$	2,0141 а. е. м.
бериллия	$^8_4 Be$	8,0053 а. е. м.	лития	$^6_3 Li$	6,0151 а. е. м.
водорода	$^1_1 H$	1,0087 а. е. м.	лития	$^7_3 Li$	7,0160 а. е. м.
гелия	$^3_2 He$	3,0160 а. е. м.	углерода	$^{12}_6 C$	12,0000 а. е. м.
гелия	$^4_2 He$	4,0026 а. е. м.	углерода	$^{13}_6 C$	13,0034 а. е. м.

Энергия покоя
 электрона 0,5 МэВ
 нейтрона 939,6 МэВ
 протона 938,3 МэВ

ядра азота	$^{14}_7 N$	13040,3 МэВ	ядра кремния	$^{30}_{14} Si$	27913,4 МэВ
ядра алюминия	$^{27}_{13} Al$	25126,6 МэВ	ядра лития	$^6_3 Li$	5601,5 МэВ
ядра аргона	$^{38}_{18} Ar$	35352,8 МэВ	ядра лития	$^7_3 Li$	6533,8 МэВ
ядра бериллия	$^8_4 Be$	7454,9 МэВ	ядра магния	$^{24}_{12} Mg$	22335,8 МэВ
ядра бериллия	$^9_4 Be$	8392,8 МэВ	ядра натрия	$^{23}_{11} Na$	21409,2 МэВ
ядра бора	$^{10}_5 B$	9324,4 МэВ	ядра натрия	$^{24}_{11} Na$	22341,9 МэВ
ядра водорода	$^1_1 H$	938,3 МэВ	ядра неона	$^{20}_{10} Ne$	18617,7 МэВ
ядра гелия	$^3_2 He$	2808,4 МэВ	ядра трития	$^3_1 H$	2809,4 МэВ
ядра гелия	$^4_2 He$	3728,4 МэВ	ядра углерода	$^{12}_6 C$	11174,9 МэВ
ядра дейтерия	$^2_1 H$	1875,6 МэВ	ядра углерода	$^{13}_6 C$	12109,5 МэВ
ядра кислорода	$^{15}_8 O$	13971,3 МэВ	ядра фосфора	$^{30}_{15} P$	27917,1 МэВ
ядра кислорода	$^{17}_8 O$	15830,6 МэВ			

ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ $\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u}$	ПЕРЕПРАВА через реку шириной AB	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ $\vec{v}_{2отн1} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$	Покой $a_x = 0$ $\sum F_x = 0$ $v_x = 0$ $s_x = 0$ $x = x_0$	Равномерное прямолинейное движение $a_x = 0$ $\sum F_x = 0$ $v_x = const$ $s_x = v_x t$ $x = x_0 + v_x t$ $\vec{v}_1 \uparrow \uparrow OX$ $\vec{v}_2 \uparrow \downarrow OX$	Равноускоренное прямолинейное движение $a_x = const,$ $\sum F_x = ma_x$ $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0 \uparrow \uparrow OX$ $v_x = v_0 + at$ $s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	Равнозамедленное прямолинейное движение $a_x = const,$ $\sum F_x = ma_x$ $\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0, \vec{v}_0 \uparrow \uparrow OX$ $v_x = v_0 - at$ $s_x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$
По течению $v' = v + u$ Против течения $v' = v - u$ Перпендикулярно течению $v' = \sqrt{v^2 + u^2}$ Движение катера $\ell = (v + u)t_1 = (v - u)t_2 = vt_3 = ut_4$	Смещение во время переправы $\frac{AB}{v} = \frac{BC}{u} \Rightarrow BC = \frac{AB \cdot u}{v}$ Минимальное время переправы $\vec{v} \uparrow \uparrow AB$ $t_{min} = \frac{AB}{v}$ Кратчайший путь переправы $\vec{v}' \uparrow \uparrow AB$ $t = \frac{AB}{\sqrt{v^2 - u^2}}$	Скорости тел совпадают по направлению $\vec{v}_1 \uparrow \uparrow \vec{v}_2$ $v_{отн} = v_2 - v_1 $ Скорости тел противоположно направлены $\vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_2$ $v_{отн} = v_1 + v_2$ Скорости тел перпендикулярны друг другу $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ $v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$				
РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ	СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ (вертикальный бросок)	ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ				
Ускорение $\pm a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{\Delta v}{t}$ Время движения $t = \frac{v - v_0}{\pm a}$ Скорость $v = v_0 \pm at$ Перемещение $\ell = s$ 1. $s = \frac{(v_0 + v)t}{2}$ 2. $s = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2a}$ 3. $s = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ «+» разгон «-» торможение Уравнение координаты $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ Уравнение проекции перемещения $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ Уравнение проекции скорости $v_x = v_{0x} + a_x t$	Ускорение $g = 9,8 \frac{M}{c^2} \approx 10 \frac{M}{c^2}$ Время движения $t = \frac{v - v_0}{\pm g}$ Скорость $v = v_0 \pm gt$ Перемещение $\ell = s = h$ 1. $s = h = \frac{(v + v_0)t}{2}$ 2. $s = h = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2g}$ 3. $s = h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$ «+» движение вниз «-» движение вверх Уравнение координаты $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$ Уравнение скорости $v_y = v_{0y} + g_y t$	Период $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu}$ Частота $\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}$ Линейная скорость $v = \frac{\ell}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \nu = \frac{2\pi R N}{t} = \omega R$ Угловая скорость $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu = \frac{2\pi N}{t} = \frac{v}{R}$ Центростремительное ускорение $a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 R \nu^2$				
$\ell(t)$ Всегда возрастающая функция						

2. ГРАФИКИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

3. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

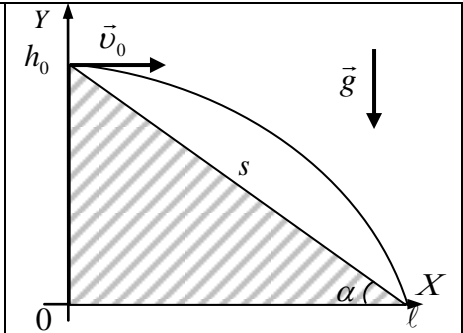
\vec{v}_0

4. Частные случаи горизонтального броска и броска под углом

Проекция начальной скорости	$v_{0x} = v_0; v_{0y} = 0$	$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; v_{0y} = v_0 \sin \alpha$
Проекция ускорения свободного падения	$g_x = 0; g_y = -g$	$g_x = 0; g_y = -g$
Проекция мгновенной скорости	$v_x = v_0; v_y = -gt$	$v_x = v_0 \cos \alpha; v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
Модуль мгновенной скорости $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$	$v = \sqrt{v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha gt + g^2 t^2}$
Минимальная скорость	Начальная скорость	Скорость в верхней точке траектории $v_{\min} = v_0 \cos \alpha = v_h$
Максимальная скорость	Конечная скорость (при падении на землю)	Начальная скорость = конечной скорости
Угол наклона вектора скорости к горизонту	$tg \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$	$tg \beta_1 = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha - gt_1}{v_0 \cos \alpha}$ $tg \beta_2 = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-(v_0 \sin \alpha - gt_2)}{v_0 \cos \alpha}$
Угол наклона вектора скорости к вертикали	$tg \gamma = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$	$tg \gamma = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha - gt}$
Тангенциальное ускорение	$a_\tau = g \cos \gamma$	$a_{\tau 1} = -g \cos \gamma; a_{\tau 2} = g \cos \gamma$
Нормальное ускорение	$a_n = g \sin \gamma$	
Горизонт. смещение $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2}$	$x = v_0 t$	$x = v_0 \cos \alpha t$
Мгновенная высота $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$	$y = h_0 - \frac{gt^2}{2}$	$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$
Время	Время падения ($y=0$) $t_{\text{пад}} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	Время подъема ($v_y = 0$) $t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ Время полета (полное) $t_{\text{полн}} = 2t_{\text{под}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$
Наибольшая высота подъема	-----	$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
Дальность полета	$\ell = v_0 t_{\text{пад}} = v_0 \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	$\ell = \frac{v_0^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
Уравнение траектории $y(x)$	$y(x) = h_0 - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2$	$y(x) = x tg \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$

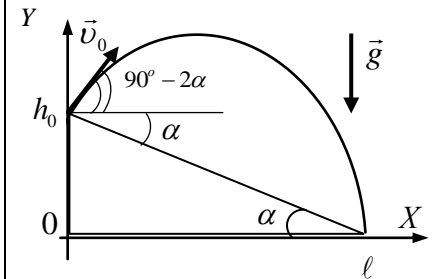
Бросок с горы (частный случай горизонтального броска)

α - угол наклона плоскости к горизонту
 s - расстояние от места бросания до места падения
 Дальность полета $\ell = s \cos \alpha$
 Начальная высота $h_0 = s \sin \alpha$



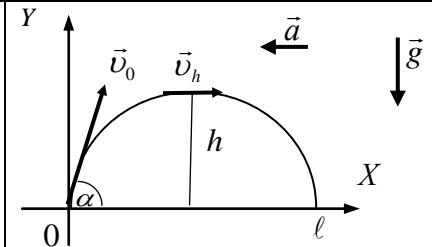
Бросок под углом к горизонту с некоторой высоты (упругое отражение от наклонной плоскости вертикально падающего тела)

Уравнение координаты x
 $x = v_0 \cos \alpha t$
 Уравнение координаты y
 $y = h_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$
 Уравнение траектории
 $y = h_0 + x tg \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$



Бросок под углом к горизонту с учетом силы сопротивления воздуха

Проекция ускорения
 $a_x = -a; g_y = -g$
 Проекция мгновенной скорости
 $v_x = v_0 \cos \alpha - at; v_y = v_0 \sin \alpha - gt$
 Уравнения координаты
 $x = v_0 \cos \alpha t - \frac{at^2}{2}$
 $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$



5. ДИНАМИКА

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА	СИЛА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ	СИЛА ТЯЖЕСТИ
Первый закон $\Sigma \vec{F}_i = 0; \vec{a} = 0$ Второй закон (РупД) $\vec{R} = \Sigma \vec{F}_i = m\vec{a}; \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{R}$ Третий закон $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	$F_1 = F_2 = F_{тяж} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ <i>r</i> - расстояние между центрами тел $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{\text{Кг} \cdot \text{м}^2}$ - гравитационная постоянная	$F_{тяж} = mg$ $F_{тяж} = \frac{GMm}{(R+H)^2} = \frac{GMm}{r^2}$ <i>r</i> = <i>R</i> + <i>H</i> - радиус орбиты

Движение ИСЗ

$$F_{тяж} = ma_{ц.с.} \quad \text{ИЛИ}$$

$$\frac{GMm}{(R+H)^2} = ma_{ц.с.}$$

	<i>g</i>	<i>v_l</i>	<i>T</i>
<i>a_{ц.с.}</i>	<i>a_{ц.с.}</i> = <i>g</i>	$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{r}$	$a_{ц.с.} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$
<i>II З.Н.</i>	$\frac{GMm}{(R+H)^2} = mg$	$\frac{GMm}{(R+H)^2} = \frac{mv_l^2}{R+H}$	$\frac{GMm}{(R+H)^2} = \frac{m4\pi^2(R+H)}{T^2}$
На высоте <i>H</i>	$g = \frac{GM}{(R+H)^2} = \frac{GM}{r^2}$	$v_l = \sqrt{\frac{GM}{R+H}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ $v_l = \sqrt{\frac{2\pi GM}{T}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+H)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
<i>H</i> = 0	$g_0 = \frac{GM}{R^2}$	$v_l = \sqrt{\frac{GM}{R}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$
$M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ <i>H</i> = 0	$g_0 = \frac{4}{3}G\pi R\rho$	$v_l = 2R\sqrt{\frac{G\rho\pi}{3}}$	$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$
<i>GM</i> = <i>g₀R²</i>	-----	$v_l = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{(R+H)}} = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+H)^3}{g_0 R^2}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{g_0 R^2}}$

СИЛА УПРУГОСТИ	СИЛА ТРЕНИЯ	ВЕС ТЕЛА <i>P</i> = <i>F_{давл.}</i>
Закон Гука $F_{упр} = kx$, где $x = \Delta \ell = \ell - \ell_0 $ - деформация пружины Коэффициент жесткости $k = \frac{E \cdot S}{\ell_0}$ Параллельное соединение $k_{пар} = k_1 + k_2$ Последовательное соединение $\frac{1}{k_{посл}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	Трение скольжения $F_{тр.ск.} = \mu N$ или $F_{тр.ск.} = \mu F_{давл}$ Трение покоя $0 < F_{тр.п} < F_{тр.ск.}$ Трение покоя и приложенная сила $F_{тр.п} = F_{прил.}$ Если $F_{прил.} > \mu N$, то $F_{тр.} = F_{тр.ск.} = \mu N$	$(\vec{a} = 0) P_0 = mg$ Ускорение опоры направленно вверх: $P_{\uparrow} = m(g + a)$ вниз: $P_{\downarrow} = m(g - a)$ Нижняя точка вогн. Моста $P_{\cup} = m(g + a_{ц.с.})$ Верхняя точка вып. Моста $P_{\cap} = m(g - a_{ц.с.})$ Верхняя точка «мертвой петли» $P = m(a_{ц.с.} - g)$ Перегрузка $\frac{P}{P_0} = \frac{P}{mg}$ Невесомость $P = 0$

6. СТАТИКА И ГИДРОСТАТИКА

ПРАВИЛО МОМЕНТОВ	ДАВЛЕНИЕ	СИЛА ДАВЛЕНИЯ
Момент силы $M = F \cdot d$, где <i>d</i> - плечо силы Правило моментов $\Sigma M_{по \text{ час.стр.}} = \Sigma M_{пр. \text{ час.стр.}}$ Правило моментов для двух сил $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$	Давление твердого тела $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$ Давление жидкости $p = \rho_{ж} gh$, <i>h</i> - глубина определяется от поверхности жидкости Атмосферное давление $p = \rho_{рт} gh$ Давление на глубине $p = p_{атм} + \rho_{ж} gh$	$F_{давл} = pS$ На дно сосуда $F_{давл} = \rho_{ж} gh_{аб}$ На боковую грань сосуда $F_{давл} = \frac{\rho_{ж} gh}{2} hb$
ГИДРАВЛИЧ. ПРЕСС	АРХИМЕДОВА СИЛА	УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ ТЕЛ
Закон Паскаля $P_m = P_b$ $\frac{F_m}{S_m} = \frac{F_b}{S_b}$ Работа поршней (без потерь энергии) $A_m = A_b$ $F_m h_m = F_b h_b$ Выигрыш в силе $\frac{F_b}{F_m} = \frac{h_m}{h_b} = \frac{S_b}{S_m}$	Закон Архимеда $F_{Арх} = P_{жид.}$, где $P_{жид.}$ - вес, вытесненной телом жидкости (или газа) $F_{Арх} = \rho_{ж} V_{н.ч.} g$, где $V_{н.ч.}$ - объём погруженной части тела $F_{Арх} = P_{возд} - P_{ж}$, где $P_{возд}$ - вес тела в воздухе; $P_{ж}$ - вес этого тела в жидкости	Тело тонет $F_{тяж.} > F_{Арх.}; \rho_m > \rho_{ж}$ Тело плавает внутри жидкости $F_{тяж.} = F_{Арх.}; \rho_m = \rho_{ж}$ Тело всплывает $F_{тяж.} < F_{Арх.}; \rho_m < \rho_{ж}$ Тело плавает на поверхности $F_{Арх} = F_{тяж.} = P_{тела}$ $\rho_m V_m g = \rho_{ж} V_{н.ч.} g$ Часть тела, погруженная в жидкость $\frac{V_{н.ч.}}{V_m} = \frac{\rho_m}{\rho_{ж}}$

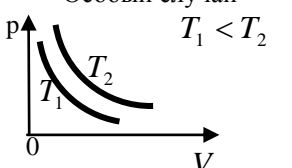
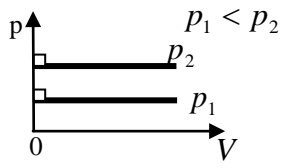
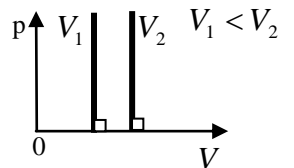
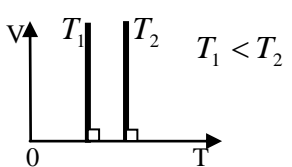
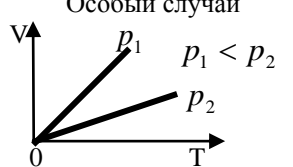
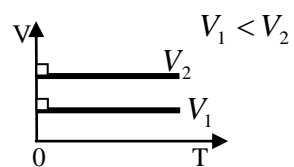
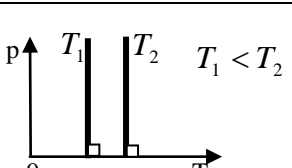
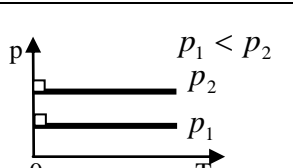
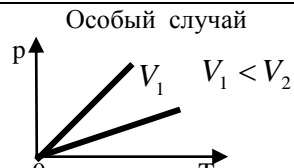
7. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

ИМПУЛЬС	П 3.НЬЮТОНА В ИМПУЛЬСНОМ ВИДЕ	ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА (ЗСИ)
<p>Определение импульса</p> $\vec{p} = m\vec{v}$ <p>Относительный импульс</p> $\vec{p} = m\vec{v}_{2отн1} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$ <p>Изменение импульса</p> $\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0$	<p>$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$</p> <p>Реактивная сила</p> $F_p = \frac{\Delta m v}{\Delta t}$ <p>П 3.Н. для ракеты</p> $F_p = Ma \text{ или } \frac{\Delta m v}{\Delta t} = Ma$	<p>Полный импульс</p> $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ <p>Закон сохранения импульса</p> $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$
МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА	МОЩНОСТЬ	КПД
<p>$A = Fs \cos \alpha$, где</p> <p>F - модуль конкретной силы; s - модуль перемещения; α - угол между \vec{F} и \vec{s}</p>	<p>Определение $N = \frac{A}{t}$</p> <p>Мощность при РмПД</p> $N = F_m v$ <p>Средняя мощность</p> $N_{ср.} = F_m v_{ср.}$ <p>Мгновенная мощность</p> $N_{мгн.} = F_m v_{мгн.}$	<p>Определение</p> $\eta = \frac{A_{ползсп.}}{A_{полная}} 100\%$ <p>или</p> $\eta = \frac{N_{ползсп.}}{P_{потреб.}} 100\%$ <p>Наклонной плоскости</p> $\eta = \frac{mgh}{F\ell} 100\%$
ВИДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (ЗСЭ)	РАБОТА И ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ
<p>Кинетическая энергия</p> $E_k = \frac{mv^2}{2},$ <p>где v - мгновенная скорость</p> <p>Потенциальная энергия поднятого над Землёй тела</p> $E_p = mgh,$ <p>где h - высота центра масс</p> <p>Потенциальная энергия упруго деформированной пружины</p> $E_p = \frac{kx^2}{2}$	<p>Полная энергия</p> $E = E_k + E_p$ <p>Закон сохранения механической энергии</p> $E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$ <p>Упругий центральный удар о неподвижное тело</p> <p>ЗСИ: $m_1v_1 = m_1v_1' + m_2v_2'$</p> <p>ЗСЭ: $\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}$</p> <p>Итого:</p> <p>ОХ: $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$</p> <p>ОХ: $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$</p>	<p>Изменение энергии</p> $\Delta E = E - E_0$ <p>Работа $A = \Delta E$</p> <p>Работа внешней силы и силы трения</p> $\Delta E = A(F_{вн.с.}) + A(F_{тр.}),$ <p>где $A(F_{тр.}) < 0$</p> <p>Преобразование механической энергии во внутреннюю</p> $E_0 = E + Q$ <p>Энергия, выделяемая при взрыве</p> $E_0 + Q = E$

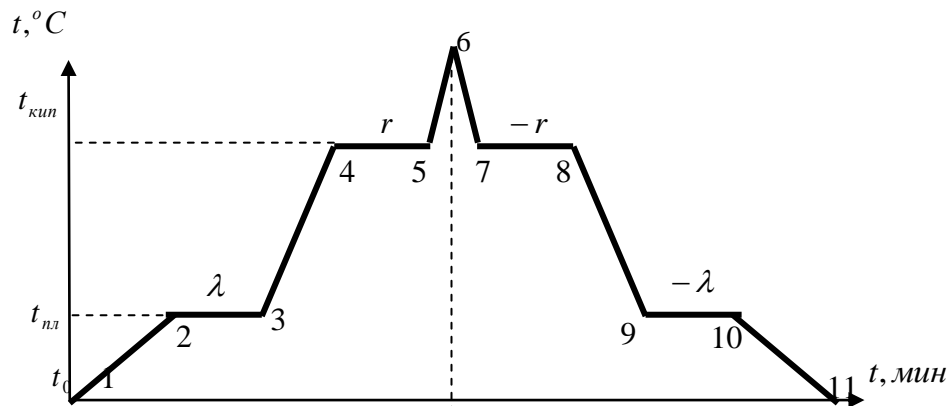
8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

ИЗ ХИМИИ	МОЛЕКУЛЫ	ЧИСЛО ЧАСТИЦ
<p>Относительная атомная масса A_r в т. Менделеева</p> $A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{oc}}$, где <p>m_0 - масса одного атома,</p> <p>m_{oc} - масса атома углерода</p> <p>Относительная молекулярная масса</p> $Mr = \sum A_r$ <p>Молярная масса</p> $M = Mr \cdot 10^{-3}$	<p>Масса молекулы</p> $m_0 = \frac{M}{N_A}$ <p>Количество вещества</p> $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ <p>Концентрация</p> $n = \frac{N}{V}$ <p>Плотность</p> $\rho = \frac{m}{V}$ <p>Масса вещества</p> $m = \rho V = \nu M$	<p>Число частиц</p> $N = nV$ <p>Число молекул</p> $N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A$ <p>Число атомов</p> $N = \nu N_A \cdot k, \text{ где}$ <p>k - количество атомов в молекуле</p> <p>Двухатомный газ перешёл в атомарное состояние</p> $M_2 = \frac{M_1}{2}; \nu_2 = 2\nu_1$
СЛЕДУЕТ ЗНАТЬ	ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МКТ	СЛЕДСТВИЯ ИЗ ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ МКТ
<p>Абсолютная температ.</p> $T = t + 273$ <p>Изменение температуры</p> $\Delta T = \Delta t$ <p>Нормальные условия</p> $T_0 = 273 \text{ K}; p_0 = 10^5 \text{ Па}$ <p>Двухатомные газы</p> $\text{H}_2, \text{O}_2, \text{N}_2, \text{Cl}_2$	<ol style="list-style-type: none"> $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$ $p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$ $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$ $p = nkT$ 	<p>Скорость движения частиц</p> $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \text{ или } v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ <p>Температура и средняя кинетическая энергия</p> $\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT \quad T = \frac{2\bar{E}_k}{3k}$
УРАВ. СОСТОЯНИЯ При изменении M, m, ν, N	ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ При неизменной M, m, ν, N	НАСЫЩЕННЫЙ ПАР. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА
<ol style="list-style-type: none"> $pV = \frac{m}{M} RT$ $pV = \nu RT$ $p = \frac{\rho}{M} RT$ <p>Все величины должны быть выражены в СИ!</p>	<p>Объединенный газовый закон</p> $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ <p>Бойля – Мариотта (Т)</p> $p_1 V_1 = p_2 V_2$ <p>Гей – Люссака (р)</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ <p>Шарля (V)</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ <p>Температура в [K]!</p>	<p>Давление насыщенного пара</p> $p_{нас} = f(T); p = nkT$ <p>$p_{нас} \neq f(V)$</p> <p>Относительная влажность</p> $\varphi = \frac{p}{p_{нас}(t)} \cdot 100\%$ $\varphi = \frac{p}{p_{нас}(t)} \cdot 100\%$

9. ГРАФИКИ ИЗОПРОЦЕССОВ

Изотермический процесс	Изобарический процесс	Изохорный процесс
Особый случай 		
	Особый случай 	
		Особый случай 

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ



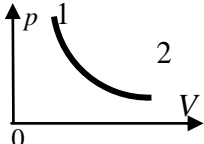
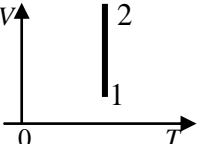
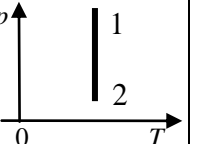
1-2	Нагревание твердого тела	$Q = c_m m (t_{нл} - t_0)$
2-3	Плавление ($t_{нл}$)	$Q = \lambda m$
3-4	Нагревание жидкости	$Q = c_{ж} m (t_{кун} - t_{нл})$
4-5	Кипение ($t_{кун}$)	$Q = r m$
5-6	Нагревание пара	$Q = c_n m (t - t_{кун})$
6-7	Охлаждение пара	$Q = c_n m (t_{кун} - t)$
7-8	Конденсация ($t_{кун}$)	$Q = -r m$
8-9	Охлаждение жидкости	$Q = c_{ж} m (t_{нл} - t_{кун})$
9-10	Отвердевание ($t_{нл}$)	$Q = -\lambda m$
10-11	Охлаждение твердого тела	$Q = c_m m (t_0 - t_{нл})$

10. ТЕРМОДИНАМИКА

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ	ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ИД. ГАЗА
Нагревание и охлаждение $Q = cm(t_2 - t_1)$ Теплоемкость и молярная теплоемкость $C = c m$ Сгорание топлива $Q = q m$ Плавление и отвердевание $Q = \pm \lambda m, t_{нл}$ Кипение и конденсация $Q = \pm r m, t_{кун}$ «+» энергия поглощается «-» энергия выделяется Мощность теплопередачи или теплоотвода $P = \frac{Q}{t}$	Внутренняя энергия $U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} RT = \frac{i}{2} \nu RT = \frac{i}{2} pV$ Степень свободы газа i Одноатомного 3, двухатомного 5, трех- и более 6 Изменение внутренней энергии $\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$ $= \frac{i}{2} p \Delta V = \frac{i}{2} \Delta p V$ Работа в термодинамике $A' = p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T = \nu R \Delta T = \Delta p V$ Геометрический смысл работы $A' = S_{\text{фигуры в осях}(p, V)}$
ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ	МАКСИМАЛЬНЫЙ КПД тепловой машины
$\pm \Delta U = \pm Q \pm A'$ Изотермический процесс $\Delta U = 0; Q = A'$ Изохорный процесс $A' = 0; \Delta U = Q$ Изобарное расширение газа $\Delta U = Q - A'$ Адиабатный процесс $Q = 0; \Delta U = A'$	1. $\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} 100\%$ 2. $\eta = \frac{A'}{Q_n} 100\% = \frac{A'}{A' + Q_x} 100\%$ 4. $\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} 100\%$ $A' = Nt; Q_n = P_n t; Q_x = P_x t$ Температура в [K] !
КПД электронагревателей	КПД нагревателей
Чайник $\eta = \frac{cm \Delta t}{Pt} \cdot 100\%$ Кофейник, самовар $\eta = \frac{cm \Delta t + rm}{Pt} \cdot 100\%$	Газовый или спиртовой нагреватель $\eta = \frac{cm \Delta t}{qm_{\text{топ}}} \cdot 100\%$ Плавильная печь $\eta = \frac{cm \Delta t + \lambda m}{qm_{\text{топ}}} \cdot 100\%$

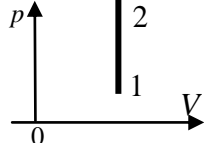
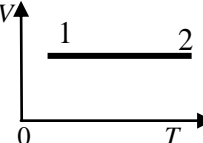
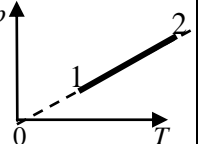
11. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

Изотермический процесс

$\Delta U = 0; Q = A'$			
Что можно определить по графику	$A = S_{\text{фигуры}}$		

	T	ΔU	V	A'	Первое начало
1-2	$T = \text{const}$	0	\uparrow	$A'_{12} < 0$	$0 = Q_{12} - A'_{12}$
2-1	$T = \text{const}$	0	\downarrow	$A'_{21} > 0$	$0 = -Q_{21} + A'_{21}$

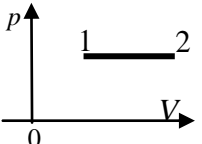
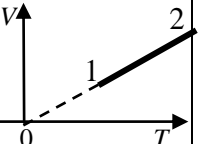
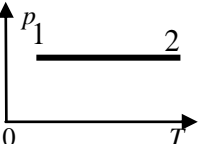
Изохорный процесс

$A' = 0; \Delta U = Q$			
Что можно определить по графику	$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta p V$	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

	T	ΔU	V	A'	Первое начало
1-2	\uparrow	$\Delta U_{12} > 0$	$V = \text{const}$	0	$+\Delta U_{12} = +Q_{12}$
2-1	\downarrow	$\Delta U_{21} < 0$	$V = \text{const}$	0	$-\Delta U_{21} = -Q_{21}$

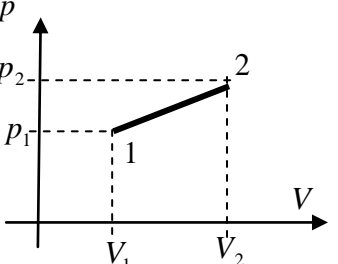
12.

Изобарный процесс

			
Что можно определить по графику	$A' = p \Delta V$ $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$	$A' = \nu R \Delta T$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$	$A' = \nu R \Delta T$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

	T	ΔU	V	A'	Первое начало
1-2	\uparrow	$\Delta U_{12} > 0$	\uparrow	$A'_{12} < 0$	$\Delta U_{12} = Q_{12} - A'_{12}$
2-1	\downarrow	$\Delta U_{21} < 0$	\downarrow	$A'_{21} > 0$	$-\Delta U_{21} = -Q_{21} + A'_{21}$

Произвольный процесс

	$A' = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1); A'_{12} < 0$
	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T; \Delta U_{12} > 0$
	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$
	$\Delta U_{12} = Q_{12} - A'_{12}$

13. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

СИЛА КУЛОНА	ТОЧЕЧНЫЙ ЗАРЯД	СИСТЕМА ЗАРЯДОВ
<p>Закон Кулона</p> $F_k = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{\epsilon r^2};$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot M^2}{Kt^2}$ <p>Определение напряженности</p> $\vec{E} = \frac{\vec{F}_k}{q_0} \Rightarrow F_k = q_0 \vec{E}$ <p>Избыток электронов</p> $N = \frac{q}{q_e}$ $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} Kл$	<p>Модуль напряженности</p> $E = \frac{kQ}{r^2}$ <p>где Q - модуль заряда, создающего поле</p> <p>Потенциал (учитывайте знак заряда)</p> $\varphi = Er = \pm \frac{kQ}{r}$ <p>Потенциальная энергия двух зарядов (учитывайте знак заряда)</p> $W_p = \pm \frac{kq_1q_2}{r}$	<p>Результирующая сила</p> $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$ <p>Общая напряженность</p> $\vec{E} = \sum \vec{E}_i$ <p>Общий потенциал</p> $\varphi = \sum \pm \varphi_i$ <p>Потенциальная энергия</p> $W_p = \sum \pm W_{всех пар}$
НАПРЯЖЕННОСТЬ СФЕР. ПРОВОДНИКА	ПОТЕНЦИАЛ СФЕР. ПРОВОДНИКА	ОДНОРОДНОЕ ПОЛЕ
<p>Внутри ($r < R$)</p> $E = 0$ <p>На поверхности ($r = R$)</p> $E = \frac{kQ}{R^2}$ <p>Вне ($r > R$)</p> $E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{(R+a)^2}$	<p>Внутри и на поверхности ($0 < r \leq R$)</p> $\varphi = \frac{kQ}{R}$ <p>Вне ($r > R$)</p> $\varphi = \frac{kQ}{r} = \frac{kQ}{R+a}$	<p>Разность потенциалов</p> $\varphi_1 - \varphi_2 = Er_{12}$ <p>Напряжение</p> $U = Ed$ <p>Сила Кулона</p> $F_k = qE = q \frac{U}{d}$
РАБОТА ЭЛ/СТАТИЧ. ПОЛЯ	КОНДЕНСАТОРЫ	СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ
<p>Учитывайте знак заряда</p> <ol style="list-style-type: none"> $A = F_k s \cos \alpha$ $A = \pm q E s \cos \alpha$ $A = \pm q E (r_0 - r)$ $A = \mp (qEr - qEr_0) = -\Delta W_p$ $A = \pm q \frac{U}{d} s \cos \alpha$ $A = \pm q \frac{U}{d} (r_0 - r)$ $A = \pm q (\varphi_1 - \varphi_2) = \pm q U_{12}$ $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_k$ 	<p>Емкость</p> $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ <p>Заряд, напряжение, электроёмкость</p> $C = \frac{q}{U}$ <p>«Конденсатор отключен от источника»</p> $q = q'$ <p>«Конденсатор подключен к источнику»</p> $U = U'$ <p>Энергия конденсатора</p> $W_s = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$	<p>Последов. соединение</p> $U = U_1 + U_2$ $q = q_1 = q_2$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ <p>Параллельное соединение</p> $U = U_1 = U_2$ $q = q_1 + q_2$ $C = C_1 + C_2$ <p>Параллельное соединение конденсаторов одноименно («+») и разноименно («-»)</p> <p>заряженными пластинами</p> $U' = \frac{q'}{C'} = \frac{C_1 U_1 \pm C_2 U_2}{C_1 + C_2}$

14. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

СИЛА ТОКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ, НАПРЯЖЕНИЕ	СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ	ЗАКОНЫ ОМА
<p>Определение силы тока</p> $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q}{t} = \frac{Nq_e}{t}$ <p>Заряд при равномерном изменении тока</p> $q = \frac{I_1 + I_2}{2} t$ <p>Определение сопроот.</p> $R = \frac{\rho \ell}{S}$ <p>Зависимость от температуры</p> $R = R_0(1 + \alpha t)$ <p>Напряжение</p> $U = \frac{A_{эл}}{q}$	<p>Последовательное</p> $I = I_1 = I_2$ $U = U_1 + U_2$ $R = R_1 + R_2$ <p>Одинаковые сопротивления</p> $R = nR_0$ <p>Параллельное</p> $I = I_1 + I_2$ $U = U_1 = U_2$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ <p>Одинаковые сопротивления</p> $R = \frac{R_0}{n}$	<p>Для участка цепи</p> $I = \frac{U}{R}$ <p>Для полной цепи</p> $I = \frac{\epsilon}{R + r}$ <p>ЭДС</p> $\epsilon = \frac{A_{см}}{q}$ <p>Падение напряжения, напряжение на полюсах источника</p> $U = IR = \epsilon - Ir$ <p>Ток короткого замыкания</p> $R \rightarrow 0; I_{к.з.} = \frac{\epsilon}{r}$ <p>КПД источника</p> $\eta = \frac{U}{\epsilon} \cdot 100\% = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%$

	МОЩНОСТЬ	РАБОТА, КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ
На внешней цепи, на нагрузке, полезная	$P_{внеш} = IU = \frac{U^2}{R} = I^2 R = \left(\frac{\epsilon}{R + r} \right)^2 R$	$A_{внеш} = IUt = \frac{U^2}{R} t = I^2 Rt = \left(\frac{\epsilon}{R + r} \right)^2 Rt = Q_{внеш}$
Максимальная на внешней цепи, при $R=r$	$P_{max} = \left(\frac{\epsilon}{2r} \right)^2 r = \frac{\epsilon^2}{4r}$	$A_{max} = \left(\frac{\epsilon}{2r} \right)^2 rt = \frac{\epsilon^2}{4r} t = Q_{max}$
Внутренней цепи, внутри источника	$P_{внутр} = I^2 r = \left(\frac{\epsilon}{R + r} \right)^2 r$	$A_{внутр} = P_{внутр} t = Q_{внутр}$
Полная	$P_{полн} = I\epsilon = I^2 (R + r) = \frac{\epsilon^2}{R + r}$	$A_{полн} = P_{полн} t = Q_{полн}$
<p>Работа, энергия, количество теплоты, мощность и время</p> $A = W = Q = Pt$ <p>Закон Джоуля – Ленца</p> $Q = I^2 Rt$ <p>КПД электродвигателя</p> $\eta = \frac{A_{полез}}{W_{эл.тока}} \cdot 100\% = \frac{F_m \cdot s}{IUt} \cdot 100\%$		

15. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

СИЛА АМПЕРА	РАБОТА СИЛЫ АМПЕРА	ЧАСТИЦЫ
$F_A = BIl \sin \alpha$, где α - угол между направлением \vec{B} и условным направлением тока	$A = F_A s \cos \alpha'$, где α' - угол между направлением \vec{F}_A и перемещением \vec{s}	Протон $q_p > 0$ Электрон $q_e < 0$ Нейтрон $q_n = 0$ α - частица $q_\alpha = 2q_p$; $m_\alpha = 4m_p$
СИЛА ЛОРЕНЦА $F_{Л} = qvB \sin \alpha$		
Движение заряженной частицы в магнитном поле ($\vec{v} \perp \vec{B}$)		
	$qvB = ma_{ц.с.}$	Итог
v	—	$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$ $v = \frac{qBR}{m}$
R	—	$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$ $R = \frac{mv}{qB}$
ω	$v = \omega R$	$a_{ц.с.} = \omega^2 R$ $\omega = \frac{qB}{m}$
T	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$a_{ц.с.} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ $T = \frac{2\pi m}{qB}$
v	$v = 2\pi R \nu$	$a_{ц.с.} = 4\pi^2 R \nu^2$ $\nu = \frac{qB}{2\pi m}$
$p = mv$	—	$p = qBR$
$E_k = \frac{mv^2}{2}$	—	$E_k = \frac{qvBR}{2}$

МАГНИТНЫЙ ПОТОК	ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ	
$\Phi = BS \cos \alpha$ $\Phi = BS \cos(\omega t)$ $\Phi = LI$ $N\Phi = L I$ ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ $W_M = \frac{LI^2}{2}$	Изменение магнитного потока	$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
	Изменение вектора магнитной индукции	$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha$
	Изменение площади	$\mathcal{E}_i = -NB \frac{\Delta S}{\Delta t} \cos \alpha$
	Изменение угла	$\mathcal{E}_i = -NBS \frac{\Delta \cos \alpha}{\Delta t}$
	ЭДС самоиндукции	$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
	ЭДС индукции в движущихся проводниках	$\mathcal{E}_i = vB \ell \sin \alpha$

Сила тока и заряд $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$

16. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

МЕХ. КОЛЕБАНИЯ	АМПЛИТУДА	ПУТЬ
Уравнение $x = X_m \sin(\omega t + \varphi_0)$ Циклическая частота $\omega = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{T}$ Период $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$	Амплитуда скорости $v = x'(t); v_m = \omega X_m$ Амплитуда ускорения $a = x''(t); a_m = \omega^2 X_m$ Амплитуда силы $F_m = m a_m = m \omega^2 X_m$	1. $\ell(T/4) = \ell(\pi/2) = X_m$ 2. $\ell(T/2) = \ell(\pi) = 2X_m$ 3. $\ell(3T/4) = \ell(3\pi/2) = 3X_m$ 4. $\ell(T) = \ell(2\pi) = 4X_m$ Весь путь $L = N 4X_m$
МАТЕМ. МАЯТНИК	ПРУЖИН. МАЯТНИК	ЭЛЕКТРИЧ. КОНТУР
Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{a_{ном}}}$ Частота $\nu = \frac{\sqrt{g}}{2\pi \sqrt{\ell}}$ Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{\ell}}$ Маятник в вертикальном эл. поле $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g \pm qE}}$	Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ Частота $\nu = \frac{\sqrt{k}}{2\pi \sqrt{m}}$ Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}}$ Соединение пружин $k_{нар} = k_1 + k_2$ $\frac{1}{k_{посл}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	Период $T = 2\pi \sqrt{LC}$ Частота $\nu = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ Циклическая частота $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Соединение катушек и конденсаторов $C_{нар} = C_1 + C_2; \frac{1}{L_{нар}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ $\frac{1}{C_{посл}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; L_{посл} = L_1 + L_2$
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	ТРАНСФОРМАТОР
Полная энергия колебаний пружинного маятника $E = \frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}$ Полная энергия колебательного контура $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$ или $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$ Период энергии и период колебаний $T_{эл} = \frac{T_{кол}}{2}$	Действующие значения $I_o = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; U_o = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ Закон Ома $I_o = \frac{U_o}{Z}; I_m = \frac{U_m}{Z}$ Активное сопротив. R Ёмкостное сопротив. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \nu C}$ Индуктивн. сопротив. $X_L = \omega L = 2\pi \nu L$ Последователь соед. $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ Закон Джоуля – Ленца $Q = I_o^2 R t$ Мощность $P = I_o^2 R = \frac{U_o^2}{R}$	Коэффициент трансформации $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$ КПД $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%$ ВОЛНЫ Длина мех. волны $\lambda = vT = \frac{v}{\nu} = \frac{v \cdot 2\pi}{\omega}$ Длина эл/м волны $\lambda = cT = \frac{c}{\nu} = c \cdot 2\pi \sqrt{LC}$ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ Условие максимума $\Delta d = n\lambda$, где $n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3...$ Условие минимума $\Delta d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$

17. Графики колебательного процесса

Пружинный маятник

$x = X_m \sin(\omega t)$	$v = x'(t) = X_m \omega \cos(\omega t)$
$E_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{kX_m^2 \sin^2(\omega t)}{2}$	$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 X_m^2 \cos^2(\omega t)}{2}$
<p>Полная энергия</p> $E_{pm} = E_p + E_k = E_{km}$ <p>$F_{mp} \rightarrow 0$; $\frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}$</p>	<p>$E_{полн} = E_{pm} = E_{km}$</p>
$a = x''(t) = -X_m \omega^2 \sin(\omega t)$	$F = ma = mX_m \omega^2 \sin(\omega t)$
Учитите: $T(x) = T(v) = T(a) = T(F)$, но $T_{энергии} = \frac{T_{колебаний}}{2}$	

18.

Электрический контур

$q = q_m \cos(\omega t)$	$i = q'(t) = -q_m \omega \sin(\omega t)$
$W_э = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_m^2 \cos^2(\omega t)}{2C}$	$W_м = \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2 \sin^2(\omega t)}{2}$
<p>Полная энергия</p> $R \rightarrow 0$; $W_{эм} = W_э + W_м = W_{мм}$ $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \text{ или } \frac{CU_m^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$	<p>$W_{полн} = W_{эм} = W_{мм}$</p>
$u = \frac{q_m}{C} \cos(\omega t)$	
Учитите: $T(q) = T(i) = T(u)$, но $T_{энергии} = \frac{T_{колебаний}}{2}$	

19. ОПТИКА

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА	ЛИНЗЫ
<p>Закон отражения</p> $\alpha = \beta$ <p>Закон преломления</p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ <p>Для вакуума</p> $n = 1; \quad v = c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$ <p>Полное отражение возможно только при переходе из ОБП в ОМП</p> $\frac{\sin \alpha_{пред}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	<p>Формула тонкой линзы</p> $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$ <p>Увеличение линзы</p> $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \sqrt{\frac{S_{изобр}}{S_{предм}}}$ <p>Оптическая сила линзы</p> $D = \frac{1}{F} = \left(\frac{n_{линзы}}{n_{среды}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ <p>Составные линзы</p> $D = D_1 + D_2$
ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА	ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
<p><u>ПОЛЯРИЗАЦИЯ</u></p> <p>Доказывает $\vec{v} \perp \vec{B} \perp \vec{E}$</p> <p><u>ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА</u></p> <p>Условие максимума</p> $\Delta d = n\lambda, \text{ где } n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3 \dots$ <p>0-первый порядок</p> <p>Условие минимума</p> $\Delta d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ <p>«Просветление оптики» - свет проходит через пленку</p> $2h = \frac{\lambda}{2n_{пленки}}$ <p>Максимальное отражение</p> $2h = \frac{\lambda}{n_{пленки}}$ <p><u>ДИФРАКЦИЯ</u></p> <p>Максимум дифракционной решетки</p> $d \sin \varphi = n\lambda, \text{ где}$ $n = 0; 1; 2; 3 \dots - \text{порядок максимума}$ <p>0 – центральный максимум</p> $d = \frac{\ell}{N} - \text{период решетки}$ <p>При малых углах $\sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{a}{b}$</p> <p>Максимальный период, если $\sin \varphi \approx 1$</p>	<p>Релятивистское увеличение массы и времени</p> $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ <p>Уменьшение длины $\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$</p> <p>Сложение скоростей</p> $v' = \frac{v + u}{1 + \frac{vu}{c^2}}$ <p>Релятивистский импульс</p> $p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_{полн}}{c^2} v$ <p>Полная и кинетическая энергия</p> $E_{полн} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = c \sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}$ $E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$ <p>Энергия и масса. Работа и энергия</p> $E = mc^2 \quad \text{или} \quad \Delta E = \Delta mc^2$ $A = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}$

20. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

КОНСТАНТЫ	ФОТОЭФФЕКТ	ФОТОНЫ
<p>Постоянная Планка</p> $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ <p>Скорость света</p> $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ <p>Заряд и масса фотозлектрона</p> $q_e = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ <p>Единицы энергии</p> $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ <p>Постоянная Ридберга</p> $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ <p>Атомная единица массы</p> $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	<p>Формула Эйнштейна</p> $E_\phi = A_{вых} + E_k$ <p>Энергия фотона</p> $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ <p>Работа выхода</p> $A_{вых} = h\nu_{кр} = \frac{hc}{\lambda_{кр}}$ <p>Кинетическая энергия электрона</p> $E_k = \frac{m_e v^2}{2} = q_e U_{зад}$	<p>Энергия одного фотона</p> $E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = m_0 c^2$ <p>Масса и импульс одного фотона</p> $m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$ $p_0 = m_0 c = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ <p>Заряд фотона $q = 0$</p> <p>Число фотонов</p> $N = \frac{E}{E_0} = \frac{Pt}{E_0} = \frac{m_{вещ}}{m_0}$ <p>Длина волны де Бройля</p> $p = mv = \frac{h}{\lambda_{бр}}$ <p>Дифракция волн де Бройля</p> $d \sin \varphi = n\lambda_{бр}$
ИЗЛУЧЕНИЕ	ДАВЛЕНИЕ	АТОМ
<p>Энергия излучения поглощения атома</p> $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_n - E_k$ <p>Частота излучения</p> $\nu = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad k < n$	<p>Давление света при поглощении</p> $p = \frac{W}{tSc} = \frac{I}{c} [Па]$ <p>Давление света при зеркальном отражении</p> $p = \frac{2W}{tSc} = \frac{2I}{c} [Па]$ <p>Сила давления света</p> $F = pS_{нов} [Н]$	<p>Обозначение атома</p> $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$ <p>A - атомный вес (число нуклонов)</p> $A = Z + N$ <p>Z - число протонов и электронов; N – число нейтронов</p>
ЧАСТИЦЫ	РАСПАД ЯДЕР	РАДИОАК. РАСПАД
<p>Протон ${}_1^1 p = {}_1^1 H$</p> <p>Нейтрон ${}_0^1 n$</p> <p>Электрон ${}_{-1}^0 e$</p> <p>Позитрон ${}_{+1}^0 e$</p> <p>α – частица ${}_2^4 He$</p>	<p>α - распад</p> ${}_Z^A X = {}_2^4 He + {}_{Z-2}^{A-4} Y$ <p>β - распад</p> ${}_Z^A X = {}_{-1}^0 e + {}_{Z+1}^A Y$ <p>γ - распад</p> ${}_Z^A X = {}_Z^A X$	<p>Число не распавшихся ядер</p> $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \quad \text{или} \quad m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ <p>где T - период полураспада</p> <p>Число распавшихся ядер</p> $N_0 - N$
АТОМНОЕ ЯДРО	ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	ЭНЕРГИЯ РЕАКЦИЙ
<p>Дефект массы ядра</p> $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_\alpha$ <p>Энергия связи ядра</p> $E_{св.} = \Delta mc^2$ <p>Удельная энергия связи</p> $\frac{E_{св.}}{A}$	<p>Закон сохранения</p> ${}_Z^A X + {}_{Z_2}^{A_2} Y = {}_{Z_3}^{A_3} X' + {}_{Z_4}^{A_4} Y'$ <p>Закон сохранения</p> $\Sigma Z = \Sigma Z'; \quad \Sigma A = \Sigma A'$ $\Sigma N = \Sigma N'$ <p>Дефект массы в ядерных реакциях</p> $\Delta m = (m_1 + m_2) - (m'_1 + m'_2)$	<p>Энергия выделяется, если</p> $\Delta m > 0$ <p>Энергия поглощается, если</p> $\Delta m < 0$ <p>Выделяемая или поглощаемая энергия</p> $E = \Delta mc^2$

21. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ПО ВРЕМЕНИ		
Механика, постоянный ток		Магнетизм
1) $v[m/c]$ 2) $s, x[m]$ 3) $p[kz \cdot m/c]$ 4) $A[Дж]$ 5) $q[Kл]$		1) $\Phi[B\phi]$ 2) $B[Tл]$ 3) $S[m^2]$ 4) $I[A]$
1) $a[m/c^2]$ 2) $v[m/c]$ 3) $F[H]$ 4) $P[Bm]$ 5) $I[A]$		$\varepsilon_i[B]$
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}; v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}; F = \frac{\Delta p}{\Delta t}; P = \frac{A}{\Delta t}; I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$		$\varepsilon_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}; \varepsilon_i = -\frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha; \varepsilon_i = -\frac{\Delta S}{\Delta t} B \cos \alpha; \varepsilon_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН ЧЕРЕЗ ПЛОЩАДЬ ФИГУРЫ ПОД ГРАФИКОМ		
Зависимость скорости от времени (или силы тока, или мощности)	Зависимость давления от объема	Зависимость давления от объема (замкнутый цикл)
$s = S_1 - S_2 ; \ell = S_1 + S_2$ $v_{cp} = \frac{\ell}{t}; \vec{v}_{cp} = \frac{s}{t}$ $q = S_{фигуры}; A = S_{фигуры}$	$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$	1-2 $A > 0$; 2-3 $A = 0$ 3-4 $A < 0$; 4-1 $A = 0$ $A = (p_1 - p_3)(V_2 - V_1)$

22. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ПО КООРДИНАТЕ		
Работа	Электростатика	
$F_{\text{эп}} = \frac{A}{\Delta x}$	$E = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН ЧЕРЕЗ ПЛОЩАДЬ ФИГУРЫ ПОД ГРАФИКОМ		
Зависимость силы от перемещения тела	Зависимость силы тяжести от высоты	Зависимость силы упругости от деформации
$A = S_{\text{фигуры}}$	$A = S_{\text{прямоуг.}}$ $A = mgh$	$A = S_{\text{треуг.}}; A = \frac{kx^2}{2}$