

ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ	ПЕРЕПРАВА через реку шириной AB	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ $\vec{v}_{\text{относ}} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$
$\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u}$ 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 $\vec{v}' \uparrow\uparrow AB$ $t = \frac{AB}{\sqrt{v^2 - u^2}}$	Если $\vec{v}_1 \uparrow\uparrow \vec{v}_2$, то $v_{\text{относ}} = v_2 - v_1 $ Если $\vec{v}_1 \downarrow\downarrow \vec{v}_2$, то $v_{\text{относ}} = v_1 + v_2$ Если $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$, то $v_{\text{относ}} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$
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 $v_x = x'(t) = v_{0x} + a_x t$	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. $s = h = \frac{(v_0 + v)t}{2}$ 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 Путь в n -ую секунду ($v_0 = 0$) $s_n = s(n) - s(n-1)$, где $s(n) = \frac{gn^2}{2}; s(n-1) = \frac{g(n-1)^2}{2}$ Уравнение координаты $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$ Уравнение скорости $v_y = v_{0y} + g_y t$	Период $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{v}$ 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 $a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 R\nu^2$

ЗАКОНЫ НЬЮТОНА	СИЛА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ	СИЛА ТЯЖЕСТИ
Первый закон $\sum \vec{F}_i = 0; \vec{a} = 0$ Второй закон (РуПД) $\vec{R} = \sum \vec{F}_i = m\vec{a}; \vec{a} \uparrow\uparrow \vec{R}$ Третий закон $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	$F_1 = F_2 = F_{\text{мак}} = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$ r - расстояние между центрами тел $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{k^2}$ Гравитационная постоянная	$F_{\text{тяж}} = mg$ $F_{\text{мак}} = \frac{GMm}{(R + H)^2} = \frac{GMm}{r^2}$ $r = R + H$ - радиус орбиты
Движение ИСЗ	$F_{\text{мак}} = ma_{\text{ц.с.}}$ или $\frac{GMm}{(R + H)^2} = ma_{\text{ц.с.}}$	
$a_{\text{ц.с.}}$	$a_{\text{ц.с.}} = g$	$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{r}$ $a_{\text{ц.с.}} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$
II З.Н.	$\frac{GMm}{(R + H)^2} = mg$	$\frac{GMm}{(R + H)^2} = \frac{mv_i^2}{R + H}$ $\frac{GMm}{(R + H)^2} = \frac{m4\pi^2(R + H)}{T^2}$
На высоте H	$g = \frac{GM}{(R + H)^2} = \frac{GM}{r^2}$	$v_i = \sqrt{\frac{GM}{R + H}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ $v_i = \sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{(R + H)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$
$H = 0$	$g_0 = \frac{GM}{R^2}$	$v_i = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$
$M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ $H = 0$	$g_0 = \frac{4}{3}G\pi R\rho$	$v_i = 2R \sqrt{\frac{G\rho\pi}{3}}$ $T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$
$GM = g_0 R^2$	-----	$v_i = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{(R + H)}} = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{(R + H)^3}{g_0 R^2}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{g_0 R^2}}$
СИЛА УПРУГОСТИ	СИЛА ТРЕНИЯ	ВЕС ТЕЛА $P = F_{\text{дагл.}}$
Закон Гука $F_{\text{упр}} = kx$, где $x = \Delta\ell = \ell - \ell_0 $ - деформация пружины Коэффициент жесткости $k = \frac{E \cdot S}{\ell_0}$ Параллельное соединение $k_{\text{пар}} = k_1 + k_2$ Последовательное соединение $\frac{1}{k_{\text{нос}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	Трение скольжения $F_{\text{тр.ск.}} = \mu N$ или $F_{\text{тр.ск.}} = \mu F_{\text{дагл}}$ Трение покоя $0 < F_{\text{тр.н}} < F_{\text{тр.ск.}}$ Трение покоя и приложенная сила $F_{\text{тр.н}} = F_{\text{прил.}}$ Если $F_{\text{прил.}} > \mu N$, то $F_{\text{тр.}} = F_{\text{тр.ск.}} = \mu N$	$(\vec{a} = 0)P_0 = mg$ Ускорение опоры направленно вверх: $P_{\uparrow} = m(g + a)$ вниз: $P_{\downarrow} = m(g - a)$ Нижняя точка вогн. Моста $P_{\cup} = m(g + a_{\text{ц.с.}})$ Верхняя точка вып. Моста $P_{\cap} = m(g - a_{\text{ц.с.}})$ Верхняя точка «мертвой петли» $P = m(a_{\text{ц.с.}} - g)$ Перегрузка $\frac{P}{P_0} = \frac{P}{mg}$ Невесомость $P = 0$

ИМПУЛЬС	П 3.НЬЮТОНА В ИМПУЛЬСНОМ ВИДЕ	ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА (ЗСИ)
Определение импульса $\vec{p} = m\vec{v}$	$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$	Полный импульс $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$
Относительный импульс $\vec{p} = m\vec{v}_{\text{отн}} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$	Реактивная сила $F_p = \frac{\Delta mv}{\Delta t}$	Закон сохранения импульса $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$
Изменение импульса $\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0$	П 3.Н. для ракеты $F_p = Ma$ или $\frac{\Delta mv}{\Delta t} = Ma$	
МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА	МОЩНОСТЬ	КПД
$A = F_s \cos\alpha$, где F - модуль конкретной силы; s - модуль перемещения; α - угол между \vec{F} и \vec{s}	Определение $N = \frac{A}{t}$ Мощность при РмПД $N = F_m v$ Средняя мощность $N_{cp} = F_m v_{cp}$ Мгновенная мощность $N_{mgn.} = F_m v_{mgn.}$	Определение $\eta = \frac{A_{\text{полезр.}}}{A_{\text{показ.}}} \cdot 100\%$ или $\eta = \frac{N_{\text{полезр.}}}{P_{\text{потреб.}}} \cdot 100\%$ Наклонной плоскости $\eta = \frac{mgh}{F\ell} \cdot 100\%$
ВИДЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (ЗСЭ)	РАБОТА И ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ
Кинетическая энергия $E_k = \frac{mv^2}{2}$, где v - мгновенная скорость Потенциальная энергия поднятого над Землёй тела $E_p = mgh$, где h - высота центра масс Потенциальная энергия упруго деформированной пружины $E_p = \frac{kx^2}{2}$	Полная энергия $E = E_k + E_p$ Закон сохранения механической энергии $E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$ Упругий центральный удар о неподвижное тело ЗСИ : $m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2$ ЗСЭ : $\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v'_1^2}{2} + \frac{m_2v'_2^2}{2}$ Итог: $OX : v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ $OX : v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$	Изменение энергии $\Delta E = E - E_0$ Работа $A = \Delta E$ Работа внешней силы и силы трения $\Delta E = A(F_{\text{вн.с.}}) + A(F_{\text{тр.}})$, где $A(F_{\text{тр.}}) < 0$ Превращение механической энергии во внутреннюю $E_0 = E + Q$ Энергия, выделяемая при взрыве $E_0 + Q = E$

ИЗ ХИМИИ	МОЛЕКУЛЫ	ЧИСЛО ЧАСТИЦ
Относительная атомная масса Ar в т. Менделеева , где $Ar = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0C}}$	Масса молекулы $m_0 = \frac{M}{N_A}$ Количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ Концентрация $n = \frac{N}{V}$ Относительная молекулярная масса $Mr = \sum Ar$ Молярная масса $M = Mr \cdot 10^{-3}$	Число частиц $N = nV$ Число молекул $N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A$ Число атомов $N = \nu N_A \cdot k$, где k - количество атомов в молекуле
СЛЕДУЕТ ЗНАТЬ	ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МКТ	УРАВ. СОСТОЯНИЯ <i>При изменении M, m, ν, N</i>
Абсолютная температ. $T = t + 273$ Изменение температуры $\Delta T = \Delta t$ Нормальные условия $T_o = 273 K$; $p_o = 10^5 Pa$ Двухатомные газы H_2, O_2, N_2, Cl_2 Двухатомный газ перешёл в атомарное состояние $E_k = \frac{3}{2}kT$ $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ или $v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$	1. $pV = \frac{m}{M} RT$ 2. $pV = \nu RT$ 3. $p = \frac{2}{3}n\bar{E}_k$ 4. $p = nkT$ Скорость движения частиц $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ или $v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ Температура и средняя кинетическая энергия $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$ $T = \frac{2\bar{E}_k}{3k}$	1. $pV = \frac{m}{M} RT$ 2. $pV = \nu RT$ 3. $p = \frac{\rho}{M} RT$ Все величины должны быть выражены в СИ!
ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ <i>При неизменной M, m, ν, N</i>	ЗАКОН ДАЛЬТОНА	НАСЫЩЕННЫЙ ПАР. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА
Объединенный газовый закон $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ Бойля – Мариотта (T) $p_1V_1 = p_2V_2$ Гей – Льюссака (p) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ Шарля (V) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	Открыли кран, соединяющий сосуды $p = p'_1 + p'_2 = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$ Смесь газов в одном сосуде $p = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)$	Давление насыщенного пара $p_{\text{нас}} = f(T); p = nkT$ $p_{\text{нас}} \neq f(V)$ Относительная влажность $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}(T)} \cdot 100\%;$ $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}(T)} \cdot 100\%$
Температура в [K] !		

СИЛА ТОКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ, НАПРЯЖЕНИЕ	СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ	ЗАКОНЫ ОМА
Определение силы тока $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q}{t} = \frac{Nq_e}{t}$	Последовательное $I = I_1 = I_2$ $U = U_1 + U_2$ $R = R_1 + R_2$	Для участка цепи $I = \frac{U}{R}$ Для полной цепи $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ЭДС $\varepsilon = \frac{A_{cm}}{q}$
Заряд при равномерном изменении тока $q = \frac{I_1 + I_2}{2}t$	Одинаковые сопротивления $R = nR_0$	Падение напряжения, напряжение на полюсах источника $U = IR = \varepsilon - Ir$
Сила тока и скорость движения электронов $I = nq_eS\nu$	Параллельное $I = I_1 + I_2$ $U = U_1 = U_2$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	Ток короткого замыкания $R \rightarrow 0; I_{k.z.} = \frac{\varepsilon}{r}$
Определение сопрот.	Одинаковые сопротивления $R = R_0(1 + \alpha t)$	КПД источника $\eta = \frac{U}{\varepsilon} \cdot 100\% = \frac{R}{R+r} \cdot 100\%$
Зависимость от температуры $R = R_0(1 + \alpha t)$		
Напряжение $U = \frac{A_{ss}}{q}$		

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

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

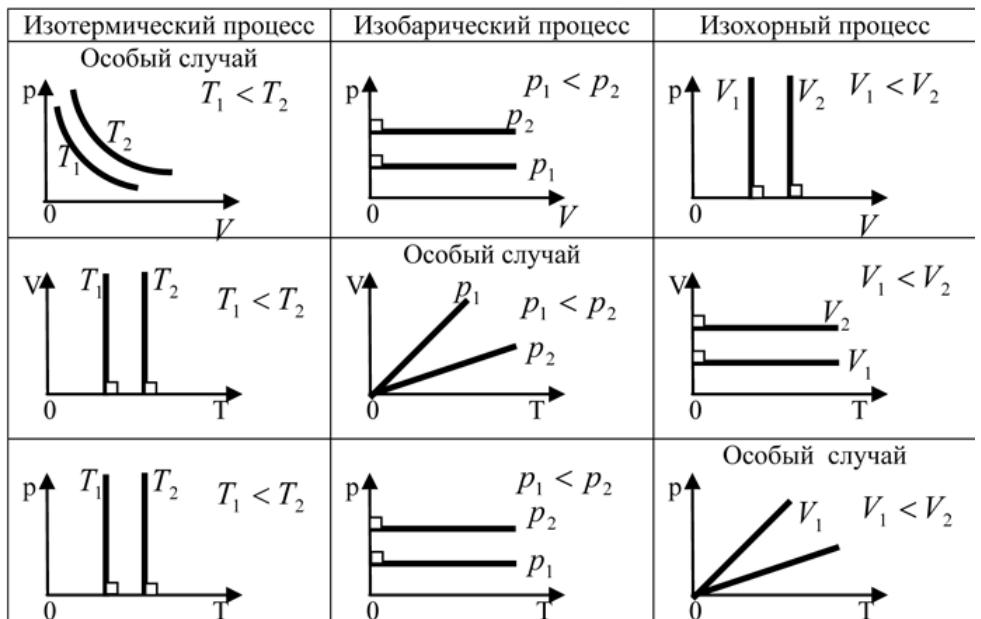
ВЕКТОР МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ	СИЛА АМПЕРА РАБОТА СИЛЫ АМПЕРА	ЧАСТИЦЫ
Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$	$F_A = BI\ell \sin \alpha$, где α - угол между направлением \vec{B} и условным направлением тока	Протон $q_p > 0$ Электрон $q_e < 0$ Нейтрон $q_n = 0$ α - частица $q_\alpha = 2q_p; m_\alpha = 4m_p$
Круговой ток $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2r}$	$A = F_A s \cos \alpha'$, где α' - угол между направлением \vec{F}_A и перемещением \vec{s}	
Прямолинейный ток $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$		
Соленоид $B = \frac{\mu\mu_0 I N}{\ell} = \frac{\mu\mu_0 I}{d}$		
СИЛА ЛОРЕНЦА $F_L = qvB \sin \alpha$		
Движение заряженной частицы в магнитном поле ($\vec{v} \perp \vec{B}$)		
	$qvB = ma_{y.c.}$	Итог
v	—	$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R}$ $v = \frac{qBR}{m}$
R	—	$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R}$ $R = \frac{mv}{qB}$
ω	$v = \omega R$	$a_{y.c.} = \omega^2 R$ $\omega = \frac{qB}{m}$
T	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$a_{y.c.} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ $T = \frac{2\pi m}{qB}$
v	$v = 2\pi R \nu$	$a_{y.c.} = 4\pi^2 R \nu^2$ $\nu = \frac{qB}{2\pi m}$
$p = mv$	—	$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R}$ $p = qBR$
$E_k = \frac{mv^2}{2}$	—	$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R}$ $E_k = \frac{qvBR}{2}$
МАГНИТНЫЙ ПОТОК	ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ	
$\Phi = BS \cos \alpha$	Изменение магнитного потока	$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
$\Phi = BS \cos(\omega t)$	Изменение вектора магнитной индукции	$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha$
$\Phi = LI$	Изменение площади	$\varepsilon_i = -NB \frac{\Delta S}{\Delta t} \cos \alpha$
$N\Phi = LI$	Изменение угла	$\varepsilon_i = -NBS \frac{\Delta \cos \alpha}{\Delta t}$
Максимальный магнитный поток $\Phi_m = BS$	ЭДС индукции в движущихся проводниках	$\varepsilon_i = vB\ell \sin \alpha$
Максимальная ЭДС $e_m = N\omega\Phi_m = N\omega BS$	ЭДС самоиндукции	$\varepsilon_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ $W_m = \frac{LI^2}{2}$	Сила тока и заряд $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_i}{R}$	

МЕХ. КОЛЕБАНИЯ	АМПЛИТУДА	ПУТЬ
Уравнение $x = X_m \sin(\omega t + \varphi_0)$	Амплитуда скорости $v = x'(t); v_m = \omega X_m$	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. $\ell(T) = \ell(2\pi) = 4X_m$
Циклическая частота $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$	Амплитуда ускорения $a = x''(t); a_m = \omega^2 X_m$	Весь путь $L = N4X_m$
Период $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$	Амплитуда силы $F_m = ma_m = m\omega^2 X_m$	
МАТЕМ. МАЯТНИК	ПРУЖИН. МАЯТНИК	ЭЛЕКТРИЧ. КОНТУР
Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{a_{max}}}$	Период $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	Период $T = 2\pi \sqrt{LC}$
Частота $\nu = \frac{\sqrt{k}}{2\pi\sqrt{m}}$	Частота $\nu = \frac{\sqrt{k}}{2\pi\sqrt{m}}$	Частота $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{\ell}}$	Циклическая частота $\omega = \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}}$	Циклическая частота $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Маятник в вертикальном эл. поле $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g \pm qE}}$	Соединение пружин $k_{nap} = k_1 + k_2$ $\frac{1}{k_{nos,z}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	Соединение катушек и конденсаторов $C_{nap} = C_1 + C_2; \frac{1}{L_{nap}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ $\frac{1}{C_{nos,z}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; L_{nos,z} = L_1 + L_2$
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	ТРАНСФОРМАТОР
Полная энергия колебаний пружинного маятника $E = \frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}$	Действующие значения $I_o = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$; $U_o = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ Закон Ома $I_o = \frac{U_o}{Z}$; $I_m = \frac{U_m}{Z}$	Коэффициент трансформации $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$ КПД $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%$
Полная энергия колебательного контура $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$ или $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$	Активное сопротив. R Ёмкостное сопротив. $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ Индуктивн. сопротив. $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$	ВОЛНЫ Длина мех. волны $\lambda = \nu T = \frac{\nu}{\nu} = \frac{\nu \cdot 2\pi}{\omega}$ Длина эл/м волны $\lambda = cT = \frac{c}{\nu} = c \cdot 2\pi\sqrt{LC}$
Период энергии и период колебаний $T_{\text{кол}} = \frac{T_{\text{кол}}}{2}$	Последователь соед. $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ Закон Джоуля – Ленца $Q = I_o^2 R t$ Мощность $P = I_o^2 R = \frac{U_o^2}{R}$	ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ Условие максимума $\Delta d = n\lambda$, где $n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3\dots$ Условие минимума $\Delta d = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА	ЛИНЗЫ
Закон отражения $\alpha = \beta$	Формула тонкой линзы $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$
Закон преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Увеличение линзы $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \sqrt{\frac{S_{изобр}}{S_{преди}}}$
Для вакуума $n = 1; v = c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$	Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F} = \left(\frac{n_{изобр}}{n_{преди}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
Полное отражение возможно только при переходе из ОБП в ОМП $\frac{\sin \alpha_{преди}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Составные линзы $D = D_1 + D_2$
ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА	ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
ПОЛЯРИЗАЦИЯ	Релятивистское увеличение массы и времени $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
Доказывает $\vec{D} \perp \vec{B} \perp \vec{E}$	Уменьшение длины $\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА	Сложение скоростей $v' = \frac{v + u}{1 + \frac{vu}{c^2}}$
Условие максимума $\Delta d = n\lambda$, где $n = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3\dots$	Релятивистский импульс $p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_{показ}}{c^2} v$
0-первый порядок Условие минимума $\Delta d = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$	Полная и кинетическая энергия $E_{показ} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = c \sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}$
«Просветление оптики» - свет проходит через пленку	$E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$
$2h = \frac{\lambda}{2n_{пленки}}$	Энергия и масса. Работа и энергия $E = mc^2$ или $\Delta E = \Delta mc^2$
Максимальное отражение $2h = \frac{\lambda}{n_{пленки}}$	$A = \sqrt{\frac{m_0 c^2}{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \sqrt{\frac{m_0 c^2}{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}$
ДИФРАКЦИЯ	
Максимум дифракционной решетки $d \sin \phi = n\lambda$, где $n = 0; 1; 2; 3\dots$ - порядок максимума	
0 - центральный максимум $d = \frac{\ell}{N}$ - период решетки	
При малых углах $\sin \phi \approx \tan \phi = \frac{a}{b}$	
Максимальный период, если $\sin \phi \approx 1$	

КОНСТАНТЫ	ФОТОЭФФЕКТ	ФОТОНЫ
Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	Формула Эйнштейна $E_\phi = A_{вых} + E_k$	Энергия одного фотона $E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = m_0 c^2$
Скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	Энергия фотона $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	Масса и импульс одного фотона $m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{hv}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$
Заряд и масса фотоэлектрона $q_e = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	Работа выхода $A_{вых} = hv_{kp} = \frac{hc}{\lambda_{kp}}$	$p_0 = m_0 c = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$
$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$	Единицы энергии $1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	Заряд фотона $q = 0$
Постоянная Ридберга $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$	Постоянная Ридберга $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$	Число фотонов $N = \frac{E}{E_0} = \frac{Pt}{E_0} = \frac{m_{вых}}{m_0}$
Атомная единица массы $1a.e.m. = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	Кинетическая энергия электрона $E_k = \frac{m_e v^2}{2} = q_e U_{зад}$	Импульс и длина волны де Броиля $p = mv = \frac{h}{\lambda_{бп}}$
		Дифракция волн де Броиля $d \sin \phi = n\lambda_{бп}$
ИЗЛУЧЕНИЕ	ДАВЛЕНИЕ	АТОМ
Энергия излучения поглощения атома $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_n - E_k$	Давление света при поглощении $p = \frac{W}{tSc} = \frac{I}{c} [\text{Па}]$	Обозначение атома ${}^A_Z X$
Частота излучения $v = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right); k < n$	Давление света при зеркальном отражении $p = \frac{2W}{tSc} = \frac{2I}{c} [\text{Па}]$	A - атомный вес (число нуклонов) $A = Z + N$
	Сила давления света $F = p S_{вых} [Н]$	Z - число протонов и электронов; N - число нейтронов
ЧАСТИЦЫ	РАСПАД ЯДЕР	РАДИОАК. РАСПАД
Протон ${}_1^1 P = {}_1^1 H$	α - распад ${}^A_Z X = {}_2^4 He + {}_{Z-2}^{A-4} Y$	Число не распавшихся ядер
Нейтрон ${}_0^1 n$	β - распад	$N = \frac{N_0}{2^T}$ или $m = \frac{m_0}{2^T}$
Электрон ${}_{-1}^0 e$	${}^A_Z X = {}_{-1}^0 e + {}_{Z+1}^A Y$	где T - период полураспада
Позитрон ${}_{+1}^0 e$	γ - распад	Число распавшихся ядер $N_0 - N$
α - частица ${}^4_2 He$	${}^A_Z X = {}_Z^A X$	
АТОМОНЕ ЯДРО	ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	ЭНЕРГИЯ РЕАКЦИЙ
Дефект массы ядра $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_a$	${}_{Z_1}^{A_1} X + {}_{Z_2}^{A_2} Y = {}_{Z_3}^{A_3} X' + {}_{Z_4}^{A_4} Y'$	Энергия выделяется, если $\Delta m > 0$
Энергия связи ядра $E_{св} = \Delta m c^2$	Законы сохранения $\Sigma Z = \Sigma Z'; \Sigma A = \Sigma A'$	Энергия поглощается, если $\Delta m < 0$
Удельная энергия связи $\frac{E_{св}}{A}$	$\Sigma N = \Sigma N'$	Выделяемая или поглощаемая энергия $E = \Delta m c^2$
	Дефект массы в ядерных реакциях $\Delta m = (m_1 + m_2) - (m'_1 + m'_2)$	

	<p>Покой $a_x = 0$ $\sum F_x = 0$ $v_x = 0$ $s_x = 0$ $x = x_0$</p>	<p>Равномерное прямолинейное движение $a_x = 0$ $\sum F_x = 0$ $v_x = const$ $s_x = v_x t$ $x = x_0 + v_x t$ $\ddot{v}_1 \uparrow OX$ $\ddot{v}_2 \uparrow OX$</p>	<p>Равноускоренное прямолинейное движение $a_x = const$, $\sum F_x = ma_x$ $\ddot{a} \uparrow \ddot{v}_0 \uparrow OX$ $v_x = v_0 + at$ $s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$</p>	<p>Равнозамедленное прямолинейное движение $a_x = const$, $\sum F_x = ma_x$ $\ddot{a} \uparrow \ddot{v}_0, \ddot{v}_0 \uparrow OX$ $v_x = v_0 - at$ $s_x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$</p>
$a_x(t)$				
$v_x(t)$				
$s_x(t)$				
$\ell(t)$ Всегда возрастающая функция				
$x(t)$				



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

