

7. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

ИМПУЛЬС	II З.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> $\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0$	$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$ <p>Реактивная сила</p> $F_p = \frac{\Delta m v}{\Delta t}$ <p>II З.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
$A = Fs \cos\alpha$, где F - модуль конкретной силы; s - модуль перемещения; α - угол между \vec{F} и \vec{s}	<p>Определение $N = \frac{A}{t}$</p> <p>Мощность при РмПД</p> $N = F_m v$ <p>Средняя мощность</p> $N_{cp.} = F_m v_{cp.}$ <p>Мгновенная мощность</p> $N_{мгн.} = F_m v_{мгн.}$	<p>Определение</p> $\eta = \frac{A_{полз.}}{A_{полн.}} 100\%$ <p>или</p> $\eta = \frac{N_{полз.}}{P_{потреб.}} 100\%$ <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> $E_0 + Q = E$

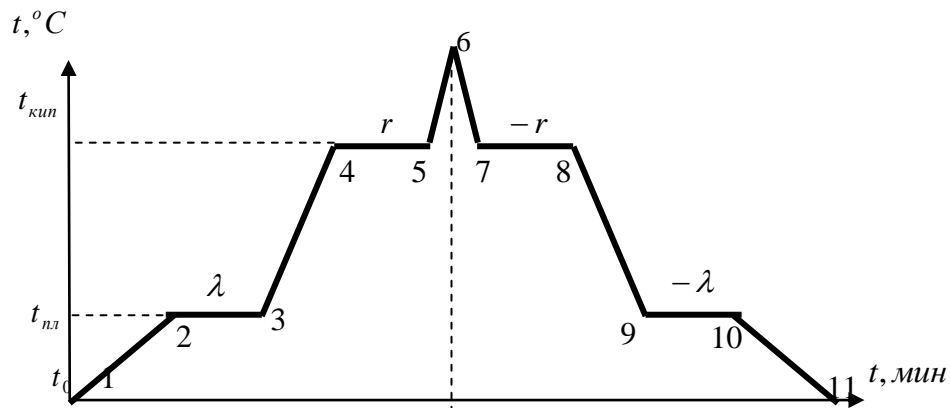
8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

ИЗ ХИМИИ	МОЛЕКУЛЫ	ЧИСЛО ЧАСТИЦ
<p>Относительная атомная масса A_r в т. Менделеева</p> $A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0c}}$, где m_0 - масса одного атома, m_{0c} - масса атома углерода <p>Относительная молекулярная масса</p> $M_r = \sum A_r$ <p>Молярная масса</p> $M = M_r \cdot 10^{-3}$	<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> $N = \nu N_A \cdot k$, где k - количество атомов в молекуле <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> H_2, O_2, N_2, 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 (T)</p> $p_1 V_1 = p_2 V_2$ <p>Гей – Люссака (p)</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> $p_{нас} = f(T); p = nkT$ $p_{нас} \neq f(V)$ <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
<p>Общий случай</p> <p>$T_1 < T_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$p_1 < p_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$V_1 < V_2$</p>
<p>Общий случай</p> <p>$T_1 < T_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$p_1 < p_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$V_1 < V_2$</p>
<p>Общий случай</p> <p>$T_1 < T_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$p_1 < p_2$</p>	<p>Общий случай</p> <p>$V_1 < V_2$</p>

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ И ОХЛАЖДЕНИИ



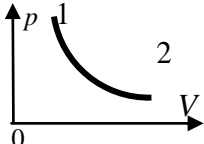
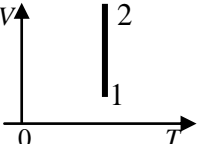
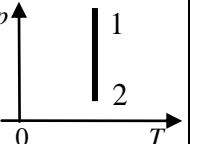
1-2	Нагревание твердого тела	$Q = c_m m (t_{нл} - t_0)$
2-3	Плавление ($t_{нл}$)	$Q = \lambda m$
3-4	Нагревание жидкости	$Q = c_{ж} m (t_{кн} - t_{нл})$
4-5	Кипение ($t_{кн}$)	$Q = r m$
5-6	Нагревание пара	$Q = c_n m (t - t_{кн})$
6-7	Охлаждение пара	$Q = c_n m (t_{кн} - t)$
7-8	Конденсация ($t_{кн}$)	$Q = -r m$
8-9	Охлаждение жидкости	$Q = c_{ж} m (t_{нл} - t_{кн})$
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
<p>Нагревание и охлаждение</p> $Q = cm(t_2 - t_1)$ <p>Теплоемкость и молярная теплоемкость $C = c m$</p> <p>Сгорание топлива $Q = q m$</p> <p>Плавление и отвердевание</p> $Q = \pm \lambda m, \quad t_{нл}$ <p>Кипение и конденсация</p> $Q = \pm r m, \quad t_{кн}$ <p>«+» энергия поглощается «-» энергия выделяется</p> <p>Мощность теплопередачи или теплоотвода $P = \frac{Q}{t}$</p>	<p>Внутренняя энергия</p> $U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} RT = \frac{i}{2} \nu RT = \frac{i}{2} pV$ <p>Степень свободы газа i Одноатомного 3, двухатомного 5, трех- и более 6</p> <p>Изменение внутренней энергии</p> $\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{i}{2} p \Delta V = \frac{i}{2} \Delta p V$ <p>Работа в термодинамике</p> $A' = p \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T = \nu R \Delta T = \Delta p V$ <p>Геометрический смысл работы</p> $A' = S_{\text{фигуры в осях}(p, V)}$
<p>ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ</p> $\pm \Delta U = \pm Q \pm A'$ <p>Изотермический процесс $\Delta U = 0; Q = A'$</p> <p>Изохорный процесс $A' = 0; \Delta U = Q$</p> <p>Изобарное расширение газа $\Delta U = Q - A'$</p> <p>Адиабатный процесс $Q = 0; \Delta U = A'$</p>	<p>МАКСИМАЛЬНЫЙ КПД тепловой машины</p> <ol style="list-style-type: none"> $\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{A'}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{A'}{A' + Q_x} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%$ <p>$A' = Nt; Q_n = P_n t; Q_x = P_x t$</p> <p>Температура в [K] !</p>
<p>КПД электронагревателей</p> <p>Чайник</p> $\eta = \frac{cm \Delta t}{Pt} \cdot 100\%$ <p>Кофейник, самовар</p> $\eta = \frac{cm \Delta t + rm}{Pt} \cdot 100\%$	<p>КПД нагревателей</p> <p>Газовый или спиртовой нагреватель</p> $\eta = \frac{cm \Delta t}{qm_{\text{топ}}} \cdot 100\%$ <p>Плавильная печь</p> $\eta = \frac{cm \Delta t + \lambda m}{qm_{\text{топ}}} \cdot 100\%$

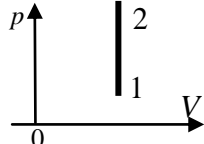
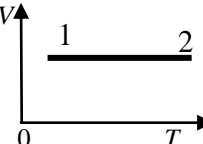
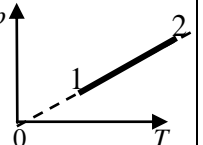
11. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

Изотермический процесс

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

	T	ΔU	V	A'	Первое начало
1-2	$T = const$	0	↑	$A'_{12} < 0$	$0 = Q_{12} - A'_{12}$
2-1	$T = const$	0	↓	$A'_{21} > 0$	$0 = -Q_{21} + A'_{21}$

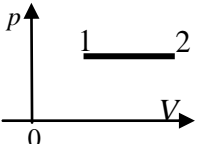
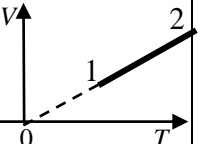
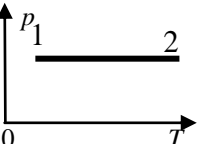
Изохорный процесс

$A' = 0; \Delta U = Q$			
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	↑	$\Delta U_{12} > 0$	$V = const$	0	$+\Delta U_{12} = +Q_{12}$
2-1	↓	$\Delta U_{21} < 0$	$V = const$	0	$-\Delta U_{21} = -Q_{21}$

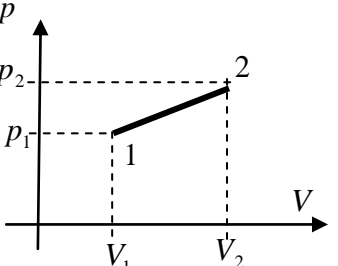
12.

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	↑	$\Delta U_{12} > 0$	↑	$A'_{12} < 0$	$\Delta U_{12} = Q_{12} - A'_{12}$
2-1	↓	$\Delta U_{21} < 0$	↓	$A'_{21} > 0$	$-\Delta U_{21} = -Q_{21} + A'_{21}$

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
Закон Кулона $F_k = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{\epsilon r^2};$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$ Определение напряженности $\vec{E} = \frac{\vec{F}_k}{q_0} \Rightarrow F_k = q_0 \vec{E}$ Избыток электронов $N = \frac{q}{q_e}$ $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} Кл$	Модуль напряженности $E = \frac{kQ}{r^2}$ где Q - модуль заряда, создающего поле Потенциал (учитывайте знак заряда) $\varphi = Er = \pm \frac{kQ}{r}$ Потенциальная энергия двух зарядов (учитывайте знак заряда) $W_p = \pm \frac{kq_1q_2}{r}$	Результирующая сила $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$ Общая напряженность $\vec{E} = \sum \vec{E}_i$ Общий потенциал $\varphi = \sum \pm \varphi_i$ Потенциальная энергия $W_p = \sum \pm W_{всех пар}$
НАПРЯЖЕННОСТЬ СФЕР. ПРОВОДНИКА	ПОТЕНЦИАЛ СФЕР. ПРОВОДНИКА	ОДНОРОДНОЕ ПОЛЕ
Внутри ($r < R$) $E = 0$ На поверхности ($r = R$) $E = \frac{kQ}{R^2}$ Вне ($r > R$) $E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{(R+a)^2}$	Внутри и на поверхности ($0 < r \leq R$) $\varphi = \frac{kQ}{R}$ Вне ($r > R$) $\varphi = \frac{kQ}{r} = \frac{kQ}{R+a}$	Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2 = Er_{12}$ Напряжение $U = Ed$ Сила Кулона $F_k = qE = q \frac{U}{d}$
РАБОТА ЭЛ/СТАТИЧ. ПОЛЯ	КОНДЕНСАТОРЫ	СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ
Учитывайте знак заряда 1. $A = F_k s \cos \alpha$ 2. $A = \pm q E s \cos \alpha$ 3. $A = \pm q E (r_0 - r)$ 4. $A = \mp (qEr - qEr_0) = -\Delta W_p$ 5. $A = \pm q \frac{U}{d} s \cos \alpha$ 6. $A = \pm q \frac{U}{d} (r_0 - r)$ 7. $A = \pm q (\varphi_1 - \varphi_2) = \pm q U_{12}$ 8. $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_k$	Электроёмкость $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ Заряд, напряжение, электроёмкость $C = \frac{q}{U}$ «Конденсатор отключен от источника» $q = q'$ «Конденсатор подключен к источнику» $U = U'$ Энергия конденсатора $W_c = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$	Последов. соединение $U = U_1 + U_2$ $q = q_1 = q_2$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ Параллельное соединение $U = U_1 = U_2$ $q = q_1 + q_2$ $C = C_1 + C_2$ Параллельное соединение конденсаторов одноименно («+») и разноименно («-») заряженными пластинами $U' = \frac{q'}{C'} = \frac{C_1 U_1 \pm C_2 U_2}{C_1 + C_2}$

14. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

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

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

15. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

СИЛА АМПЕРА	РАБОТА СИЛЫ АМПЕРА	ЧАСТИЦЫ
$F_A = BI\ell \sin \alpha$, 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 ($\vec{v} \perp \vec{B}$)		
	$qvB = ma_{у.с.}$	Итог
v	—	$a_{у.с.} = \frac{v^2}{R}$ $v = \frac{qBR}{m}$
R	—	$a_{у.с.} = \frac{v^2}{R}$ $R = \frac{mv}{qB}$
ω	$v = \omega R$	$a_{у.с.} = \omega^2 R$ $\omega = \frac{qB}{m}$
T	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$a_{у.с.} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ $T = \frac{2\pi m}{qB}$
ν	$\nu = 2\pi Rv$	$a_{у.с.} = 4\pi^2 Rv^2$ $\nu = \frac{qB}{2\pi m}$
$p = mv$	—	$a_{у.с.} = \frac{v^2}{R}$ $p = qBR$
$E_k = \frac{mv^2}{2}$	—	$a_{у.с.} = \frac{v^2}{R}$ $E_k = \frac{qvBR}{2}$

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

Сила тока и заряд $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_i}{R}$

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 $F_m = ma_m = m\omega^2 X_m$	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 $L = N4X_m$
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 $k_{нар} = k_1 + k_2$ $\frac{1}{k_{осл}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	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 $C_{нар} = C_1 + C_2; \frac{1}{L_{нар}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ $\frac{1}{C_{осл}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; L_{осл} = L_1 + L_2$
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК	ТРАНСФОРМАТОР
Полная энергия колебаний пружинного маятника $E = \frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{m\nu_m^2}{2}$ 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 $T_{э} = \frac{T_{кол}}{2}$	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 сопрот. 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> $E_{pm} = E_p + E_k = E_{km}$ $F_{mp} \rightarrow 0; \frac{kX_m^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega_m^2}{2}$	<p>$E_{полн} = E_{pm} = E_{km}$</p>
$a = x''(t) = -X_m \omega^2 \sin(\omega t)$	$F = ma = mX_m \omega^2 \sin(\omega t)$
Учтите: $T(x) = T(v) = T(a) = T(F)$, 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> $R \rightarrow 0; W_{эм} = W_э + W_м = W_{мт}$ $\frac{q_m^2}{2C} = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$ или $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$	<p>$W_{полн} = W_{эм} = W_{мт}$</p>
$u = \frac{q_m}{C} \cos(\omega t)$	
Учтите: $T(q) = T(i) = T(u)$, но $T_{энергии} = \frac{T_{колебаний}}{2}$	

19. ОПТИКА

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

20. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

КОНСТАНТЫ	ФОТОЭФФЕКТ	ФОТОНЫ
<p>Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$</p> <p>Скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$</p> <p>Заряд и масса фотозлектрона $q_e = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$</p> <p>Единицы энергии $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$</p> <p>Постоянная Ридберга $R = 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$</p> <p>Атомная единица массы $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$</p>	<p>Формула Эйнштейна $E_\phi = A_{вых} + E_k$</p> <p>Энергия фотона $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$</p> <p>Работа выхода $A_{вых} = h\nu_{кр} = \frac{hc}{\lambda_{кр}}$</p> <p>Кинетическая энергия электрона $E_k = \frac{m_e v^2}{2} = q_e U_{зад}$</p>	<p>Энергия одного фотона $E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = m_0 c^2$</p> <p>Масса и импульс одного фотона $m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$ $p_0 = m_0 c = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$</p> <p>Заряд фотона $q = 0$</p> <p>Число фотонов $N = \frac{E}{E_0} = \frac{Pt}{E_0} = \frac{m_{вещ}}{m_0}$</p> <p>Длина волны де Бройля $p = mv = \frac{h}{\lambda_{бр}}$</p> <p>Дифракция волн де Бройля $d \sin \varphi = n\lambda_{бр}$</p>
ИЗЛУЧЕНИЕ	ДАВЛЕНИЕ	АТОМ
<p>Энергия излучения поглощения атома $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_n - E_k$</p> <p>Частота излучения $\nu = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right); \quad k < n$</p>	<p>Давление света при поглощении $p = \frac{W}{tSc} = \frac{I}{c} [\text{Па}]$</p> <p>Давление света при зеркальном отражении $p = \frac{2W}{tSc} = \frac{2I}{c} [\text{Па}]$</p> <p>Сила давления света $F = pS_{пов} [\text{Н}]$</p>	<p>Обозначение атома ${}^A_Z X$</p> <p>A - атомный вес (число нуклонов) $A = Z + N$</p> <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 ${}^1_0 n$</p> <p>Электрон ${}^0_{-1} e$</p> <p>Позитрон ${}^0_{+1} e$</p> <p>α - частица ${}^4_2 He$</p>	<p>α - распад ${}^A_Z X = {}^4_2 He + {}^{A-4}_{Z-2} Y$</p> <p>$\beta$ - распад ${}^A_Z X = {}^0_{-1} e + {}^A_{Z+1} Y$</p> <p>$\gamma$ - распад ${}^A_Z X = {}^A_Z X'$</p>	<p>Число не распавшихся ядер $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ или $m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$</p> <p>где T - период полураспада Число распавшихся ядер $N_0 - N$</p>
АТОМНОЕ ЯДРО	ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	ЭНЕРГИЯ РЕАКЦИЙ
<p>Дефект массы ядра $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_\alpha$</p> <p>Энергия связи ядра $E_{св.} = \Delta mc^2$</p> <p>Удельная энергия связи $\frac{E_{св.}}{A}$</p>	<p>${}^A_1 X + {}^A_2 Y = {}^A_3 X' + {}^A_4 Y'$</p> <p>Законы сохранения $\Sigma Z = \Sigma Z'; \quad \Sigma A = \Sigma A'$ $\Sigma N = \Sigma N'$</p> <p>Дефект массы в ядерных реакциях $\Delta m = (m_1 + m_2) - (m'_1 + m'_2)$</p>	<p>Энергия выделяется, если $\Delta m > 0$</p> <p>Энергия поглощается, если $\Delta m < 0$</p> <p>Выделяемая или поглощаемая энергия $E = \Delta mc^2$</p>

21. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ПО ВРЕМЕНИ

Механика, постоянный ток	Магнетизм
<p>1) $v[m/c]$ 2) $s, x[m]$ 3) $p[kg \cdot m/c]$ 4) $A[Дж]$ 5) $q[Кл]$</p>	<p>1) $\phi[Вб]$ 2) $B[Tл]$ 3) $S[m^2]$ 4) $I[A]$</p>
<p>1) $a[m/c^2]$ 2) $v[m/c]$ 3) $F[H]$ 4) $P[Вт]$ 5) $I[A]$</p>	<p>$\varepsilon_i[B]$</p>
$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}; v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}; F = \frac{\Delta p}{\Delta t}; P = \frac{A}{\Delta t}; I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	$\varepsilon_i = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}; \varepsilon_i = -\frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha; \varepsilon_i = -\frac{\Delta S}{\Delta t} B \cos \alpha; \varepsilon_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

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)
$s = S_1 - S_2 ; \ell = S_1 + S_2$ $v_{cp} = \frac{\ell}{t}; \bar{v}_{cp} = \frac{s}{t}$ $q = S_{фигуры}; A = S_{фигуры}$	$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$	<p>1-2 $A > 0$; 2-3 $A = 0$ 3-4 $A < 0$; 4-1 $A = 0$ $A = (p_1 - p_3)(V_2 - V_1)$</p>

22. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ПО КООРДИНАТЕ

Работа	Электростатика
<p>$A(F_{mp})$</p>	<p>$\phi[B]$</p>
<p>F_{mp}</p>	<p>$E[B/m]$</p>
$F_{cp} = \frac{A}{\Delta x}$	$E = \frac{\Delta \phi}{\Delta x}$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН ЧЕРЕЗ ПЛОЩАДЬ ФИГУРЫ ПОД ГРАФИКОМ

Зависимость силы от перемещения тела	Зависимость силы тяжести от высоты	Зависимость силы упругости от деформации
$A = S_{фигуры}$	$A = S_{прямоуг.}$ $A = mgh$	$A = S_{треуг.}; A = \frac{kx^2}{2}$