

Механика

Кинематика

$$1. S_x = v_x \cdot t \quad v_x = x'(t)$$

$$2. x = x_0 + v_x \cdot t$$

$$3. a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} \quad a_x = v_x'(t)$$

$$4. x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \quad S_x = x - x_0$$

$$5. S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

$$6. S_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} \cdot t$$

$$7. \vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер}$$



Баллистика ШКОЛКОВО

Гор. бросок $L = v_0 \cdot t_{пол}$

$$H = \frac{g t_{пол}^2}{2}$$

Бросок под углом к горизонту

$$t_{под} = t_{пад} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$t_{пол} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad H_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Движение по окружности

$$a_{y.c} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R \quad v = \omega R$$

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} \quad T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi R}{v}$$

ШКОЛКОВО

Динамика

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{F}_p = m \cdot \vec{a}$$

$$F_{упр} = -k \Delta x$$

$$F_{тяж} = mg \quad F_{пр} = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$g = G \frac{M_{пл}}{R^2}$$

$$F_{тр.ск} = \mu N \quad F_{тр.пок} \leq \mu \cdot N$$

$$F_{арх} = \rho_{ж} g \cdot V_{н.ч}$$

$$\vec{F}_{арх} = -\vec{P}_{выт.жид.}$$

$$\text{вес} \neq mg \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Законы сохранения

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

импульс силы

$$\Delta \vec{p} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \Delta t$$

$$\Delta \vec{p}_{сист} = \sum \vec{F}_{внеш} \cdot \Delta t$$

$$3 \text{ сл: } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cos \alpha$$

$$N = \frac{A}{t} \quad N = A'(t)$$

мощность (Вт)

$$N = F \cdot v \cdot \cos \alpha$$

$$E_{кин} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$

$$E_{пот} = mgh \quad mg$$

$$E_{пот} = \frac{k \Delta x^2}{2} \quad F_{упр}$$

$$\Delta E_{кин} = \underline{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

все силы

$$\Delta E_{пот.кин} = \underline{A_1 + \dots + A_k}$$

Кинет. сил

$$E_{кин} + E_{пот} = const$$

$$A_{пот.кин} = E_{пот.н} - E_{пот.к}$$

Статика + Гидростатика

$$\rho = \frac{F}{S} \quad \rho_m = \rho_0 + \rho_m g h$$

Условие плав. тел

$\rho_T < \rho_m$ тонет

$\rho_T > \rho_m$ НЕ тонет

$$M = F \cdot h$$

h - кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы

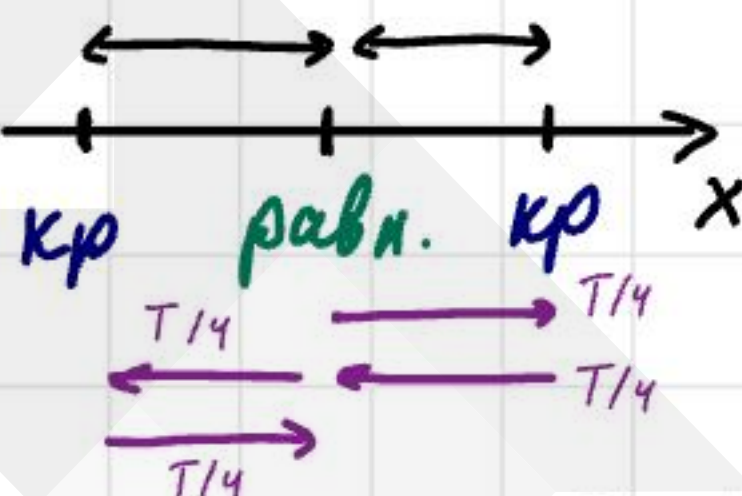
$$\begin{cases} \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \\ M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0 \end{cases}$$

Колебания

$$\gamma = \frac{1}{T} \quad \omega = 2\pi \cdot \gamma = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

1 A 2 A 3



	10x	v	a	E _{кин}	E _{пот}
кр	max	0	max	0	max
равн.	0	max	0	max	0

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = const$$

$$T_{эл} = \frac{T_{пол}}{2} = \frac{T_x}{2} = \frac{T_v}{2} = \frac{T_a}{2}$$

$$v_{max} = A \cdot \omega \quad a_{max} = A \cdot \omega^2$$

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_x(t) = x'(t) = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a_x(t) = v_x'(t) = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\gamma}$$

Резонанс

$$\gamma_{вын.с} = \gamma_{собст}$$

МКТ и Газовые законы

$$p = \frac{1}{3} m_0 n v^2 = \frac{2}{3} n E_k = nkT$$

↑
масса 1-ой
молекулы

↑
Кинет. энергия
1-ой молекулы

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

$$T = t + 273$$

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

$$\rho = m_0 \cdot n$$

$$\gamma = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}$$

$$pV = \gamma RT$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p = \frac{p}{\mu} RT$$

$$P_{\text{см}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

Термодинамика

$$Q = \Delta U + A$$

ШКОЛКОВО

$$U = \frac{3}{2} \gamma RT = \frac{3}{2} pV$$

$$U = \frac{3}{2} NkT = C_v \cdot \gamma \cdot T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T = \frac{3}{2} (p_k V_k - p_0 V_0)$$

$$A = p \Delta V \quad (p = \text{const})$$

$$A_p = p \Delta V = p(V_k - V_n) = \gamma R (T_k - T_n)$$

$$pV = \gamma RT$$

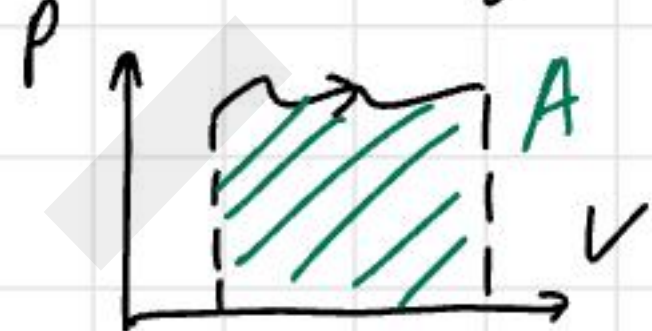
	+	-	0
ΔU	$T \uparrow$	$T \downarrow$	$T = \text{const}$

	+	-	0
A	$V \uparrow$	$V \downarrow$	$V = \text{const}$

$$A_{\text{газа}} = -A_{\text{над газом}}$$

$Q > 0$ получаем ☺

$Q < 0$ отдаем ☹



ШКОЛКОВО

$$\gamma = \text{const}$$

$$\textcircled{1} V = \text{const} \text{ (изохорный)}$$

Закон Шарля
 $p \sim T \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$$\textcircled{2} p = \text{const} \text{ (изобарный)}$$

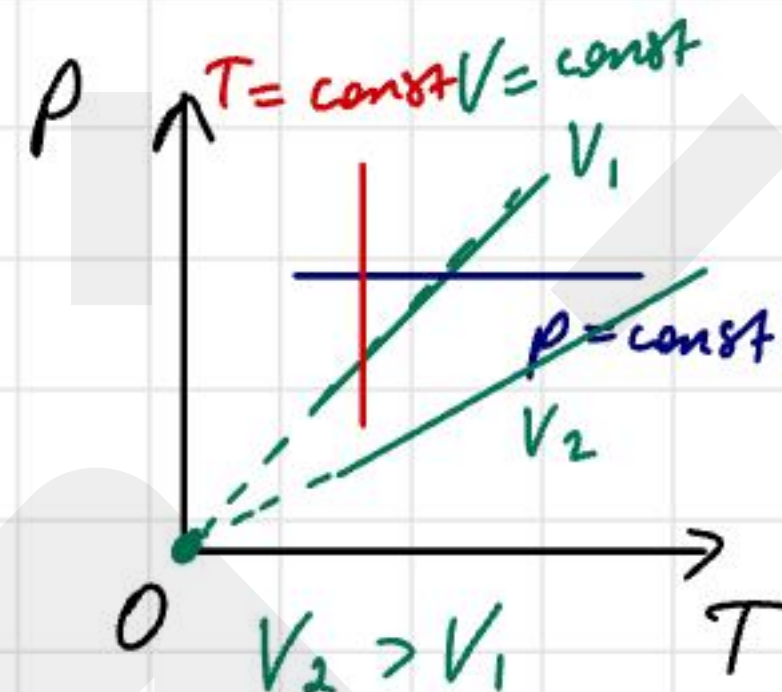
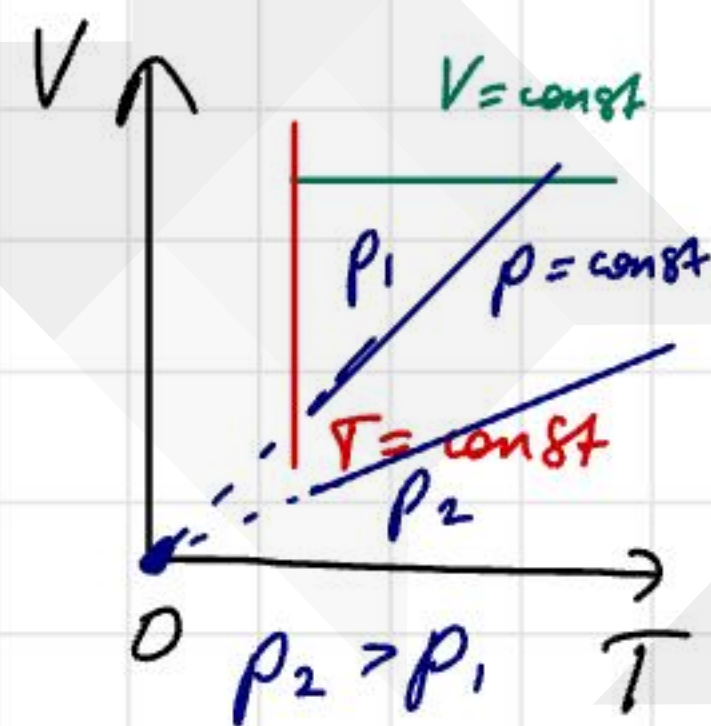
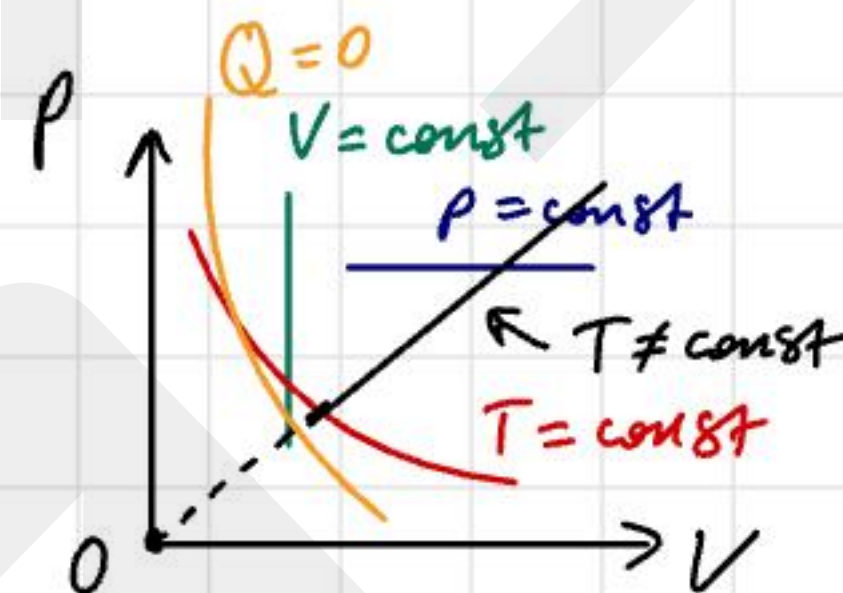
Закон Гей-Люссака

$$V \sim T \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\textcircled{3} T = \text{const} \text{ (изотермический)}$$

Закон Бойля - Мариотта

$$pV = \text{const} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2$$

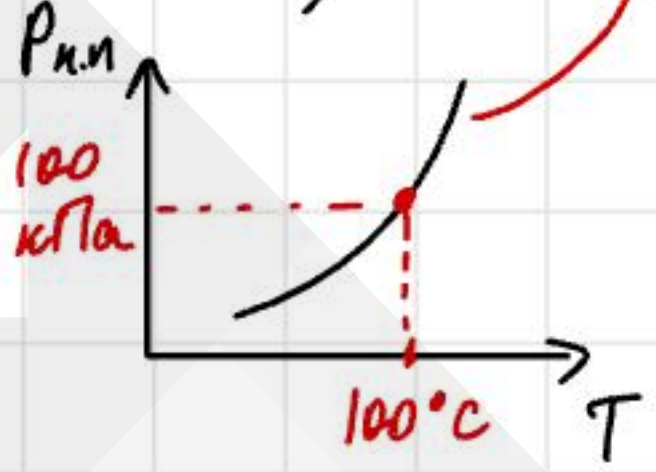


Влажность и вод. пар

- Шапочка для банки
- Великий
- Попариться

$$\varphi = \frac{p_{\text{в.п.}}}{p_{\text{н.п.}}(T)} = \frac{p_{\text{в.п.}}}{p_{\text{н.п.}}(T)}$$

$$p_{\text{в.п.}} \cdot V = \frac{m_{\text{в.п.}}}{\mu} RT$$



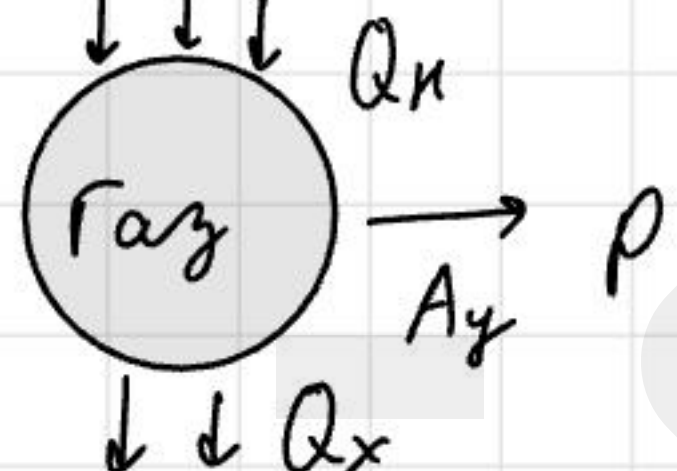
• Вода + пар + жид. в.р =
= насыщ. пар

$$Q = \text{стат} \quad Q = L \cdot m$$

$$Q = \lambda m \quad Q = q \cdot m$$

4 Адиабат. процесс
 $Q = 0 \quad A = -\Delta U$

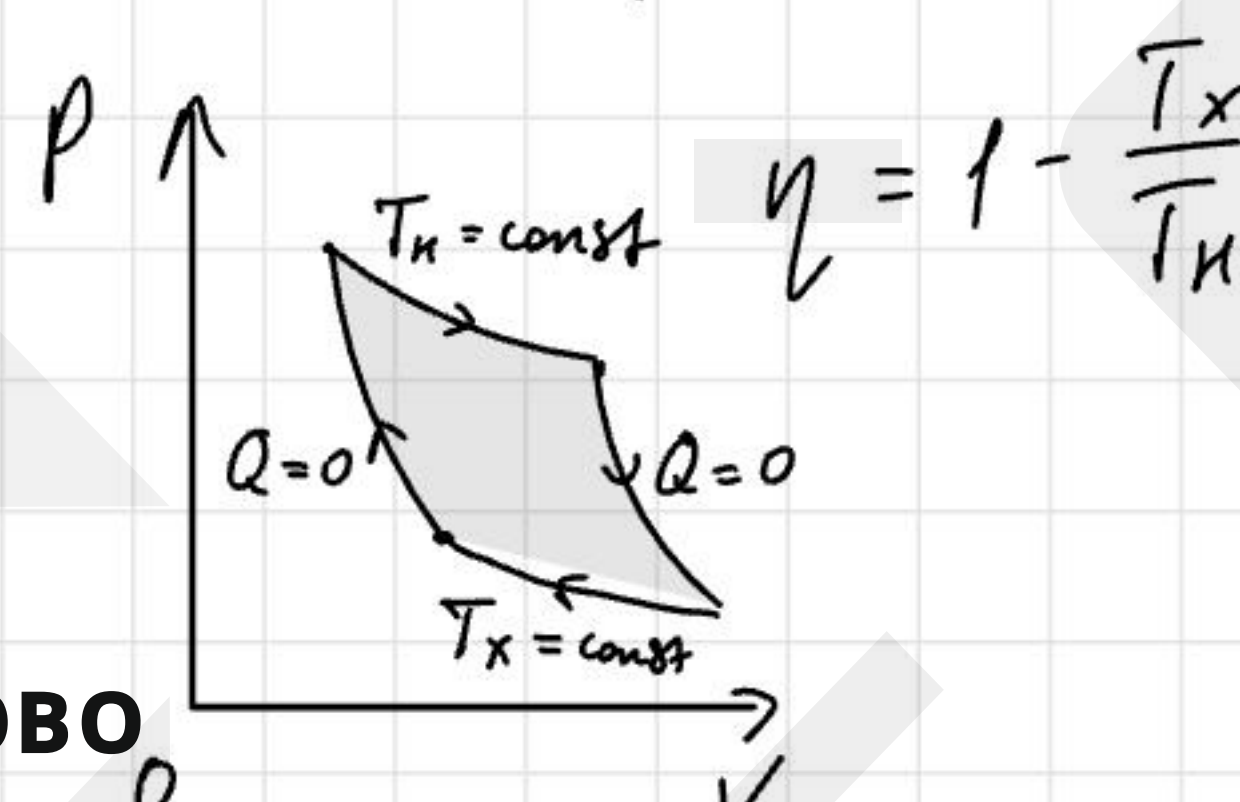
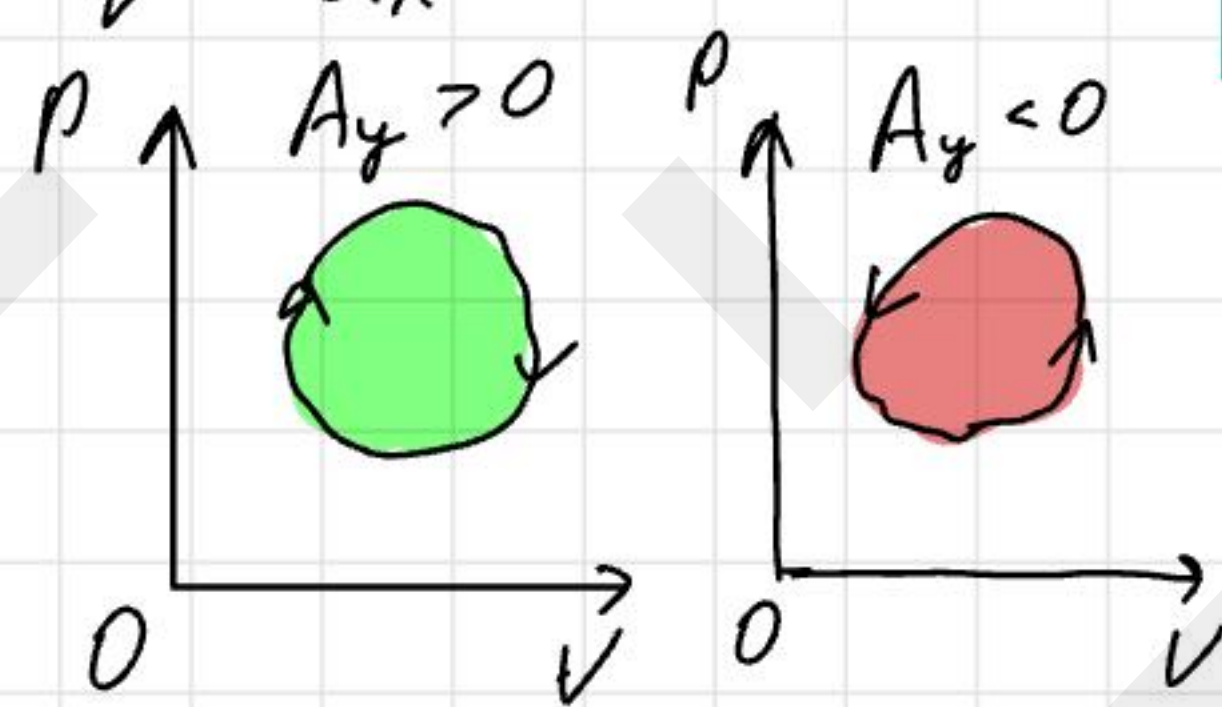
Нагреватель



Холодиль.

$$Q_n = A_y + Q_x$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_n} = 1 - \frac{Q_x}{Q_n}$$



$$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_n}$$

Электростатика

$$F_K = K \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

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

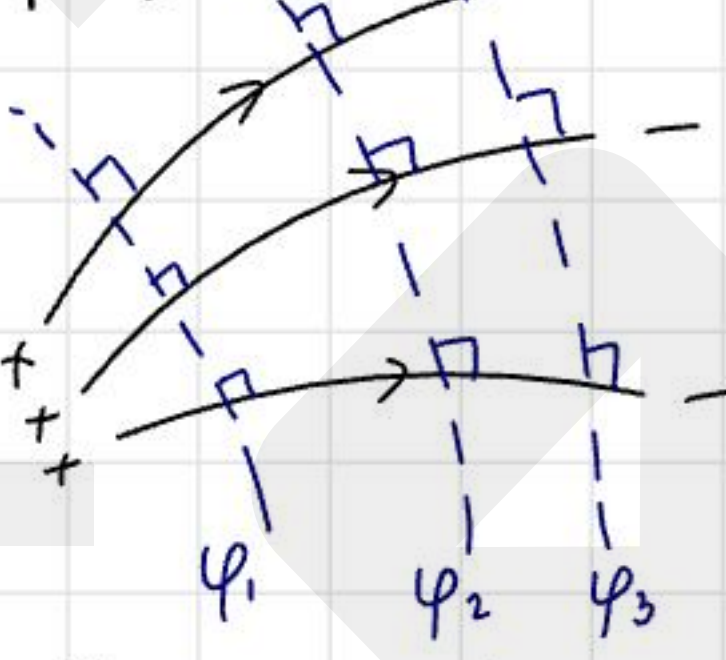
$$\vec{F}_{\text{эл}} = q \cdot \vec{E} \quad F_{\text{эл}} = |q| \cdot E$$

$$\vec{F}_{\text{эл}} \oplus \rightarrow \vec{F}_{\text{эл}} \leftarrow \ominus$$

$$E_{\text{т.з}} = K \frac{|q \cos \theta|}{r^2}$$

$$\vec{E}_{\text{одн}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

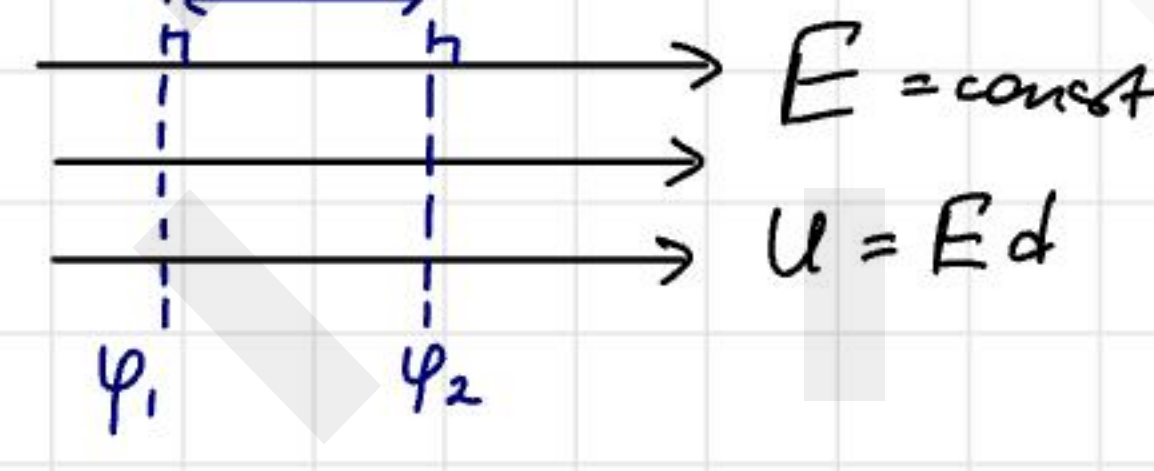
$$\varphi_{\text{одн}} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$



$$\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$$

$$A_{\text{эл. поля}} = q(\varphi_n - \varphi_k) = q \cdot U$$

$$W_{\text{эл}} = q \cdot \varphi$$

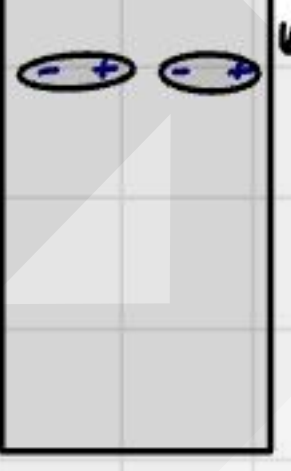


индуц. заряд



Провод.

полар. заряд.



Диэлект.

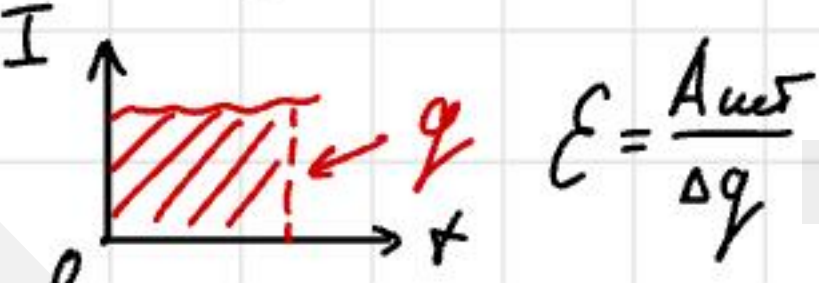
$$\vec{E}_{\text{пров}} = 0$$

$$\varphi_{\text{пров}} = \text{const}$$

$$\varepsilon = \frac{E_{\text{вак}}}{E_{\text{диэл}}}$$

Эл. ток

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad I = q'(t)$$



$$\varepsilon = \frac{A_{\text{эл}}}{\Delta q}$$

$$U = \frac{A_{\text{эл}}}{q} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

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

$$U_{\text{нат}} = \varepsilon - I \cdot r$$

Послед. сог. R

$$I_{\text{одн}} = I_1 = I_2$$

$$U_{\text{одн}} = U_1 + U_2$$

$$R_{\text{одн}} = R_1 + R_2$$

Парал. сог R

$$I_{\text{одн}} = I_1 + I_2$$

$$U_{\text{одн}} = U_1 = U_2$$

$$\frac{1}{R_{\text{одн}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{112} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{\text{н.ог}} = \frac{R}{N}$$

$$A_{\text{эл.}} = U \cdot \Delta q = U I \Delta t$$

$$Q = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = U I \Delta t$$

$$P = \frac{A}{t} = \frac{Q}{t} = I^2 R = \frac{U^2}{R} = U \cdot I$$

$$P_{\text{нат}} = \varepsilon \cdot I$$

Конденсаторы

$$q_c = C \cdot U_c \quad C = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{q \cdot U}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

Уст. режим: $q_c = \text{const}$

$$I_c = 0$$

Послед. сог.

$$q_{\text{одн}} = q_1 = q_2$$

$$U_{\text{одн}} = U_1 + U_2$$

$$\frac{1}{C_{\text{одн}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Парал.

$$q_{\text{одн}} = q_1 + q_2$$

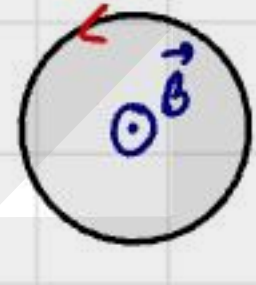
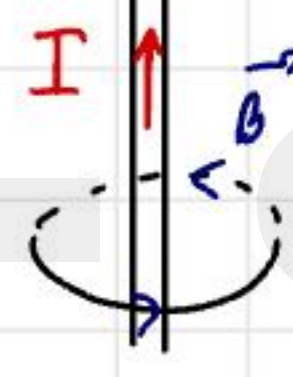
$$U_{\text{одн}} = U_1 = U_2$$

$$C_{\text{одн}} = C_1 + C_2$$

$$A_{\text{эл}} + A_{\text{мех}} = \Delta W + Q$$

$$A_{\text{эл}} = \Delta q_{\text{эл}} \cdot \varepsilon \quad W = W_c + W_L$$

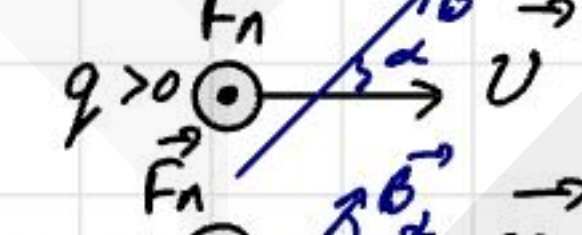
Магнетизм



ШКОЛКОВО

$$F_A = B I l \sin \alpha \quad \alpha = \angle(\vec{B}; \vec{I})$$

$$F_n = B v q \sin \alpha \quad \alpha = \angle(\vec{B}; \vec{v})$$



$$F_n = m a_y \quad (\vec{v} \perp \vec{B})$$

$$a_y = v^2 / R$$

$$B v q = \frac{m v^2}{R} \quad R = \frac{m v}{B q}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{B q}$$

Электромагнитная индукция



$$\Phi = B \cdot S \cos \alpha = B_n \cdot S$$

$$\alpha = \angle(\vec{n}; \vec{B})$$

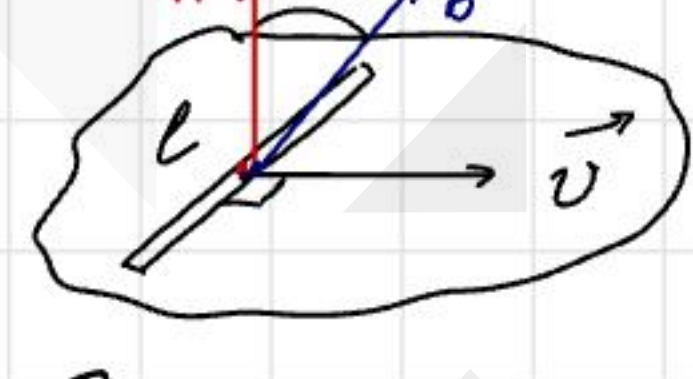
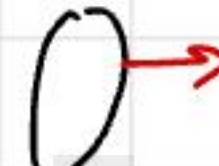
$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_i = - \Phi'(t)$$

$$\varepsilon_i = I_i \cdot R$$

$$\frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = \frac{|\Delta q|}{\Delta t} \cdot R \quad |\Delta \Phi| = |\Delta q| \cdot R$$

$$|\varepsilon_i| = B v l \cos \alpha$$



Правило Ленца

$$\Phi_L = L \cdot I$$

$$\varepsilon_{\text{ин}} = - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = - L I'(t)$$

$$W_L = \frac{L I^2}{2}$$

$$\text{Уст. реж. } I_L = \text{const} \quad \varepsilon_{\text{ин}} = 0$$

Провод

$$T = 2\pi \sqrt{LC} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\frac{CU^2}{2} + \frac{L I^2}{2} = \frac{L I_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}$$

$$I_{\text{max}} = q_{\text{max}} \cdot \omega$$

	q	I	U	W_L	W_C
①	max	0	max	0	max
②	0	max	0	max	0

$$q(t) = q_{\text{max}} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

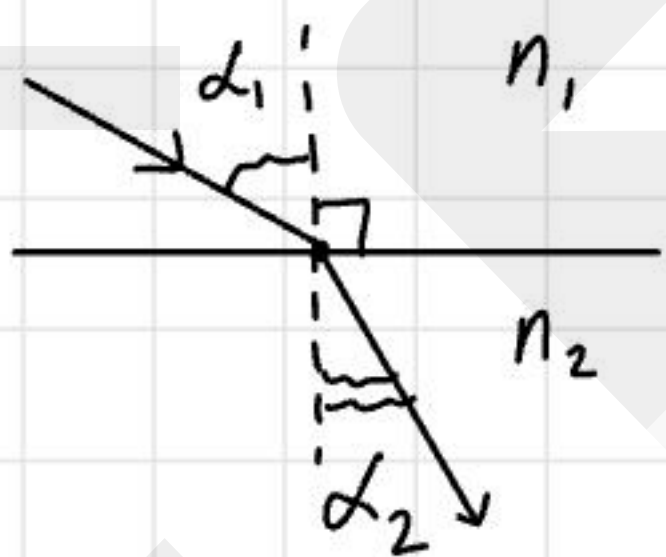
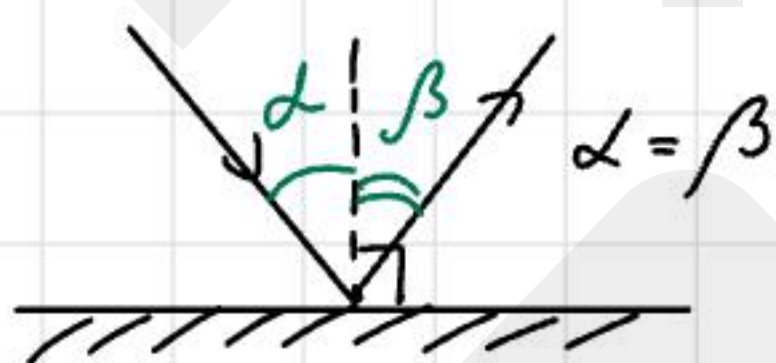
$$I = q'(t)$$

$$I = q_{\text{max}} \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Резонанс

$$\gamma_{\text{вын.с}} = \gamma_{\text{своб.с}}$$

Оптика

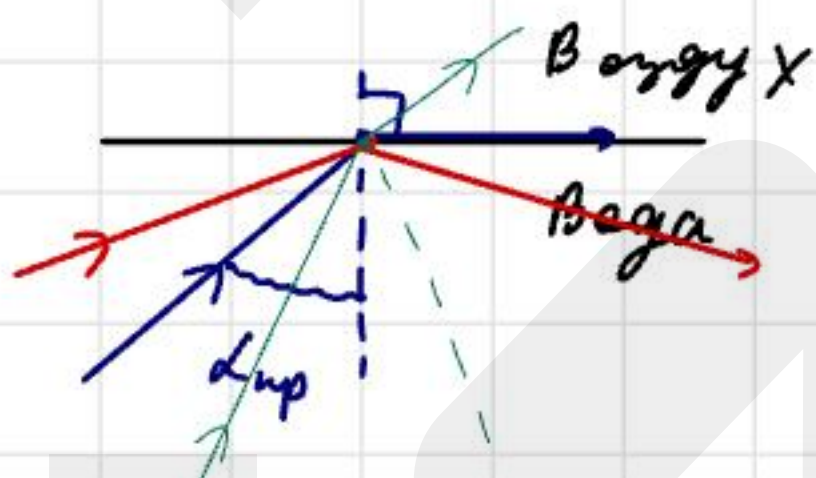


$$n = \frac{c}{v_{\text{фр}}} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$n_1 < n_2, \text{ то } \alpha_1 > \alpha_2$$

$$n_1 > n_2, \text{ то } \alpha_1 < \alpha_2$$



$$n_1 \cdot \sin \alpha_{\text{кр}} = n_2 \cdot \sin 90^\circ$$

$$n_1 > n_2$$

Кванты

$$E_{\text{фр}} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин.мах}}$$

$$E_{\text{фр}} = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = p_{\text{фр}} \cdot c$$

$$p_{\text{фр}} = \frac{E_{\text{фр}}}{c} = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$$

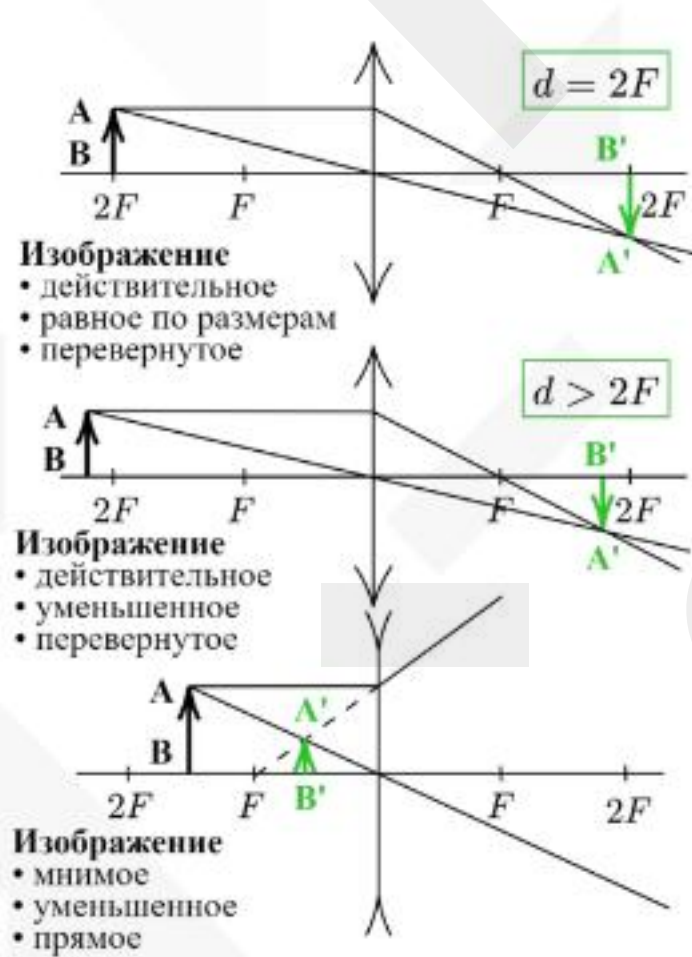
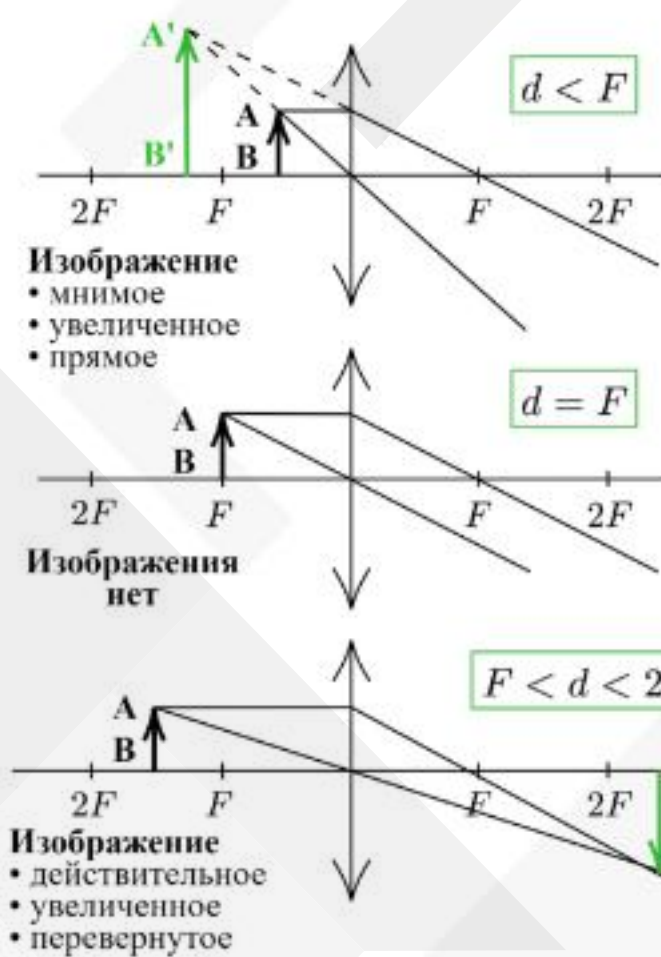
$$A_{\text{вых}}(\nu) = \text{const} - \text{не зависит от частоты}$$

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$$

$$E_{\text{кин.мах}} = \frac{m_e v_{\text{мах}}^2}{2} = e \cdot U_{\text{зан}}$$

$$\nu > \nu_{\text{кр}} \quad \checkmark \quad \lambda < \lambda_{\text{кр}} \quad \checkmark$$

$$\nu < \nu_{\text{кр}} \quad \times \quad \lambda > \lambda_{\text{кр}} \quad \times$$



Волновая оптика

$$\nu = \text{const}$$

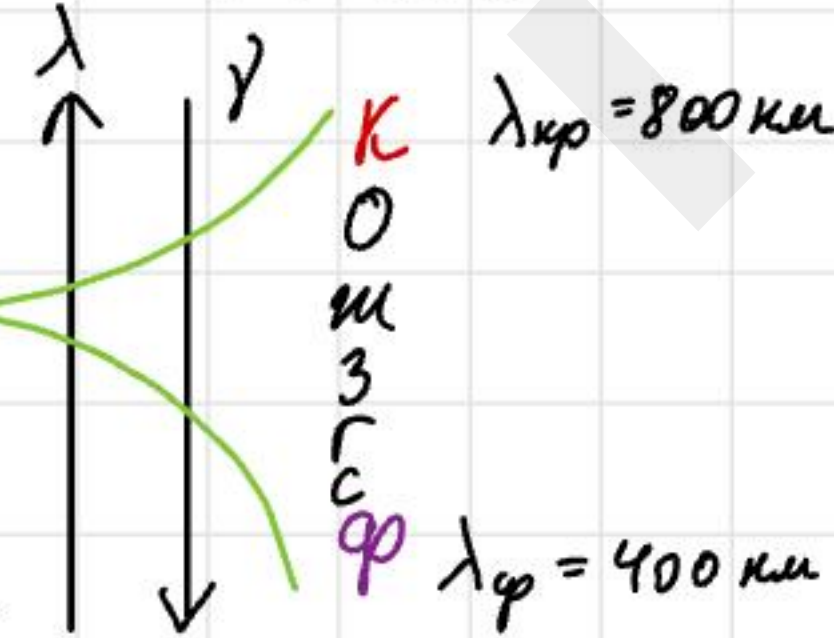
$$\frac{\nu_1}{\lambda_1} = \frac{\nu_2}{\lambda_2}$$

$$v_{\text{света в вак}} = c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Радиоволны
инфракрасн.

Видимый
ультрафиолет
Рентген.

Гамма-сфл.



$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

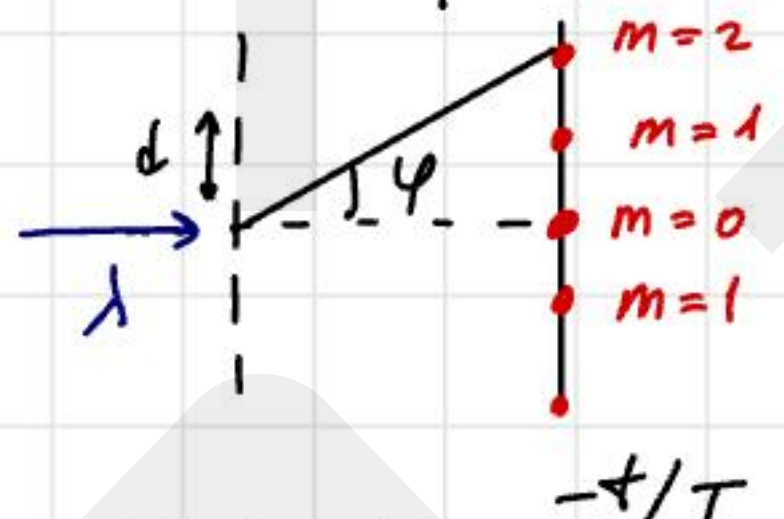
собирает
рассеивает

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_g}$$

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

ШКОЛКОВО

$$d \sin \varphi = m \lambda$$



$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$

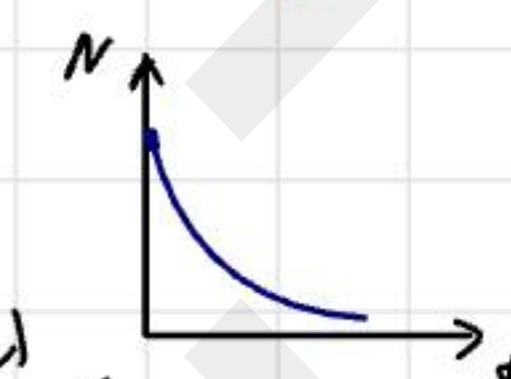
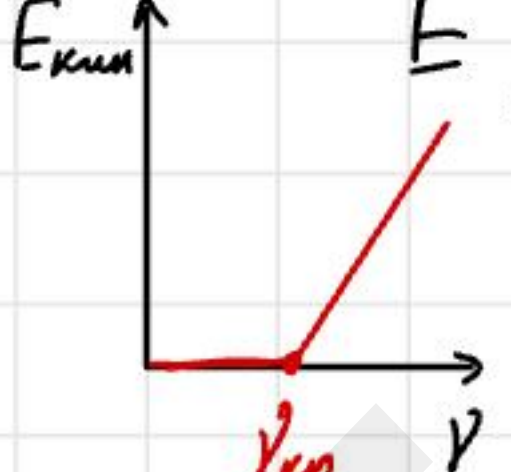
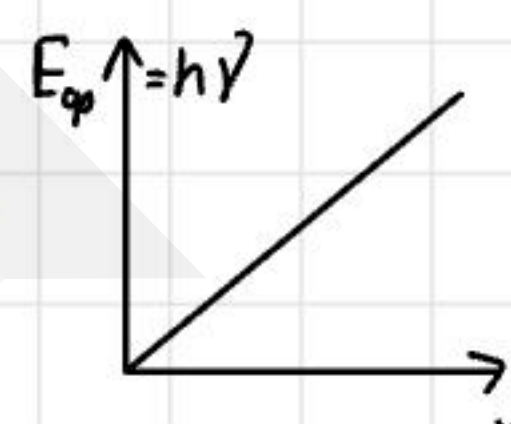
остав

$$m(t) = m_0 \cdot 2^{-t/T}$$

остав



$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ эВ}$$



интенсивность света

$$y = \frac{\Delta W}{\Delta t \cdot S} = \frac{\Delta N_{\text{фр}} \cdot h\nu}{\Delta t \cdot S}$$

Мощность света

$$P = \frac{N_{\text{фр}} \cdot h\nu}{t}$$

E_кин.мах зависит от nu

E_кин.мах НЕ зависит от \frac{\Delta N_{\text{фр}}}{\Delta t}

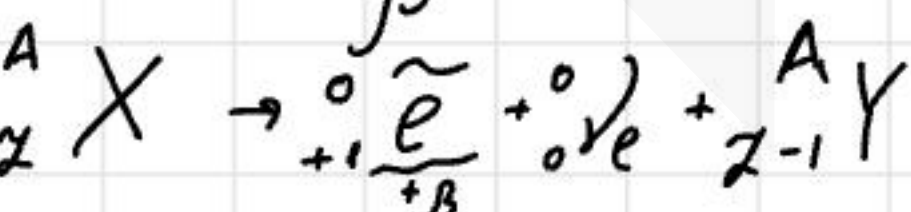
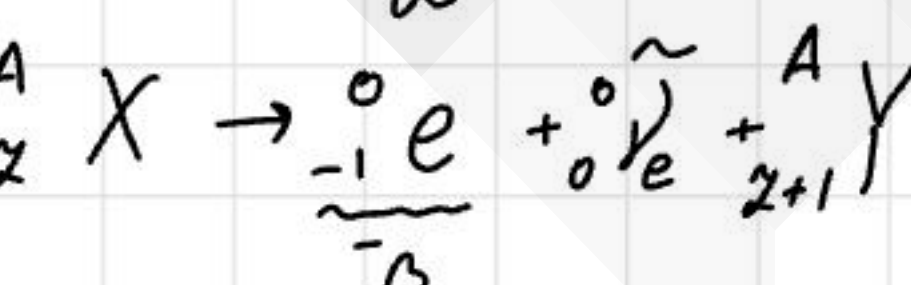
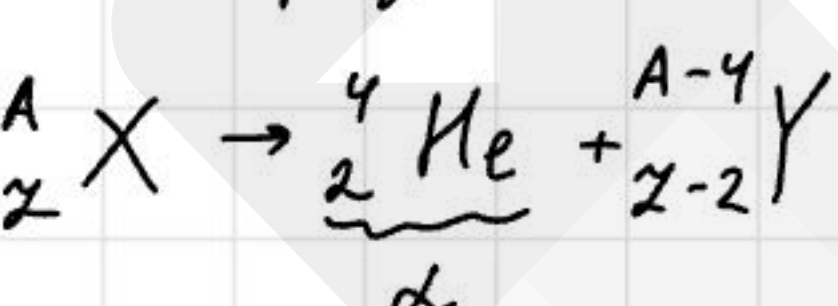
I_наб зависит от \frac{\Delta N_{\text{фр}}}{\Delta t}

$$P_{\text{свет.отр}} = 2 P_{\text{свет.пол}}$$


$$h\nu = h \frac{c}{\lambda} = |E_n - E_m| = \text{„длина стрелки“}$$

A ← массовое число (N_p + N_n)

Z ← зарядовое число (N_p)



Обоснование (Пояснить за ситуацию)

• Динамика  ШКОЛКОВО

1. Мат. точка
2. ИСО
3. 2-ой з. Ньютона
4. Нить невесомая + ид. блок
 $T_1 = T_2 = T$
5. Нить нерастяжимая
Кин. связь $a_1 = a_2 = a$
 $a_{\text{блок}} = 2a_{\text{нити}}$
6. Легкая пружинка
 $F_{\text{упр1}} = F_{\text{упр2}} = F_{\text{упр}}$
7. $L_{\text{упр}} = \cos \alpha t$
 $a_1 = a_2 = a$

• Законы сохранения

1. Мат. точка
2. ИСО
3. ЗСМ, если $\sum F_{\text{внеш}} = 0$
если $\sum F_{\text{внеш} \cdot x} = 0$
если $F_{\text{внеш}} < F_{\text{внутр}}$
4. ЗСЭ, если $\sum A_{\text{внеш}} = 0$
($\vec{T} \perp \vec{v}$, $\vec{N} \perp \vec{v}$)

 ШКОЛКОВО