

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202828**

ID профиля: **280205**

Вариант 5

ФИЗИКА 11 кл 1 часть

~~ЧИСТОВИК~~
лист 3/

Задача 2.

Решение:

Дано:

$$i = 3$$

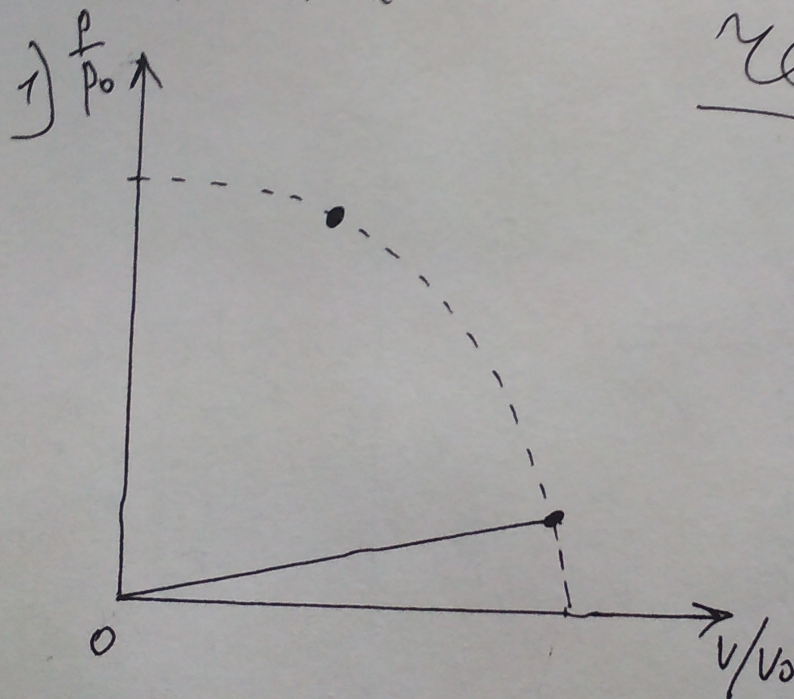
$$30^\circ; 15^\circ$$

$$\frac{p}{p_0} = f\left(\frac{v}{v_0}\right)$$

$$1) \frac{T_1}{T_2} - ?$$

$$2) \alpha_3 - ?$$

$$3) \frac{A_{\text{укул}}}{A_{12}} - ?$$



Черновик

11кл

Физика

Часть 1

Учебник: мск 5/5

Вариант: 11-05

$$\frac{A_{гук1}}{A_{12}} = 1 + \frac{A_{21}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{\pi p_R V_R}{8 p_0 V_0} - \frac{1}{2} \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} + \frac{1}{2} \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0}}{\frac{3}{2} \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} (1 - \sqrt{3})} =$$

$$= 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\frac{\pi p_R V_R}{8} - \frac{p_1 V_1}{2} + \frac{p_2 V_2}{2}}{p_2 V_2 (1 - \sqrt{3})} =$$

$$= 1 + \frac{\frac{\pi p_R V_R}{8} - p_1 V_1 + p_2 V_2}{3 p_2 V_2 (1 - \sqrt{3})} =$$

$$= 1 + \frac{\pi \frac{p_R V_R}{4} - \sqrt{R T_1} + \sqrt{R T_2}}{3 \cdot \sqrt{R T_2} (1 - \sqrt{3})}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 = p_R \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ V_1 = V_R \cdot \frac{1}{2} \end{array} \right\} \frac{A_{гук1}}{A_{12}} = 1 + \frac{\pi \sqrt{R T_1} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \sqrt{R T_1} + \sqrt{R T_2}}{3(1 - \sqrt{3}) \sqrt{R T_2}} =$$

$$\left. \begin{array}{l} p_2 = p_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \\ V_2 = 2 V_1 \end{array} \right\} = 1 + \frac{\pi \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} - \sqrt{3} + 1}{3(1 - \sqrt{3}) \cdot 1} =$$

$$= \boxed{1 + \frac{\pi - \sqrt{3} + 1}{3 - 3\sqrt{3}}}$$

Dabei: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$

2) $\sqrt{p_3} = \sqrt{5/5}$

3) $\frac{A_{гук1}}{A_{12}} = 1 + \frac{\pi - \sqrt{3} + 1}{3(1 - \sqrt{3})}$

Задача 3

Дано:

$$i = 3$$

$$30^\circ; 15^\circ$$

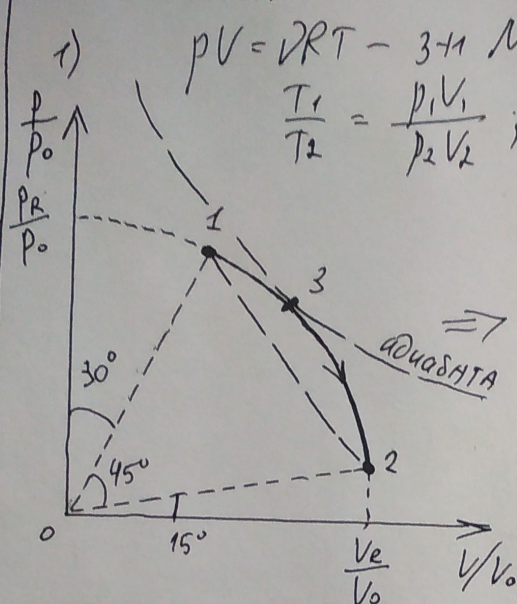
$$\frac{p}{p_0} = f\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

$$1) \frac{T_1}{T_2} = ?$$

$$2) \alpha_3 = ?$$

$$3) \frac{A_{изох}}{A_{из}} = ?$$

Решение:



$pV = \nu RT$ — 3-й Менделеева-Клапейрона;

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2};$$

$$\begin{cases} \frac{p}{p_0} = \frac{p_R}{p_0} \sin \alpha \\ \frac{V}{V_0} = \frac{V_R}{V_0} \cos \alpha \end{cases}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_R \sin 60^\circ \cdot V_R \cos 60^\circ}{p_R \sin 15^\circ \cdot V_R \cos 15^\circ} = \frac{\sqrt{3}/2 \cdot 0,5}{0,5 \cdot \sin 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 0,5} = \boxed{\sqrt{3}}$$

отношение температур в точках 1 и 2

2) Точка в которой $C=0$, — это точка касания одной из всех возможных адиабат с графиком функции 1-2.

$dQ = dA + dU$ — 1 начало термодинамики в дифференциалах

Для адиабаты: $\int 0 = p dV + \frac{3}{2} dT \cdot R$

$$p dV + V dp = dT \cdot R$$

— 3-й Менделеева-Клапейрона в дифференциалах

$$\Rightarrow 0 = p dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad | : dV$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{5}{3} \frac{p}{V}$$

— тангенс угла наклона касательной к адиабате.

$$dU = \frac{3}{2} dT \cdot R \text{ — изменение внутренней энергии у идеального газа с } i=3$$

Найдём $\frac{dp}{dV}$ — тангенс угла наклона касательной к функции 1-2:

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{V_R}{V_0}\right)^2; \quad p(V) = \frac{p_0}{V_0} \sqrt{V_R^2 - V^2}$$

$$\frac{dp}{dV} = \frac{p_0}{V_0} \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{\sqrt{V_R^2 - V^2}} \cdot (-1) \cdot 2 \cdot V = -\frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{V}{\sqrt{V_R^2 - V^2}}$$

Для касания: $-\frac{5}{3} \frac{p}{V} = -\frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{V}{\sqrt{V_R^2 - V^2}}$

$$\frac{5}{3} \frac{p_0}{V_0} \sqrt{V_R^2 - V^2} = \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{V}{\sqrt{V_R^2 - V^2}}$$

$$\frac{25}{9} (V_R^2 - V^2) = \frac{V^2}{V_R^2 - V^2}; \quad 25(V_R^2 - V^2) = 9V^4$$

N2

$$\tilde{L} = 3.$$

$$2 \rightarrow 1: Q_0 \rightarrow 0$$

$$\alpha_p = 30^\circ$$

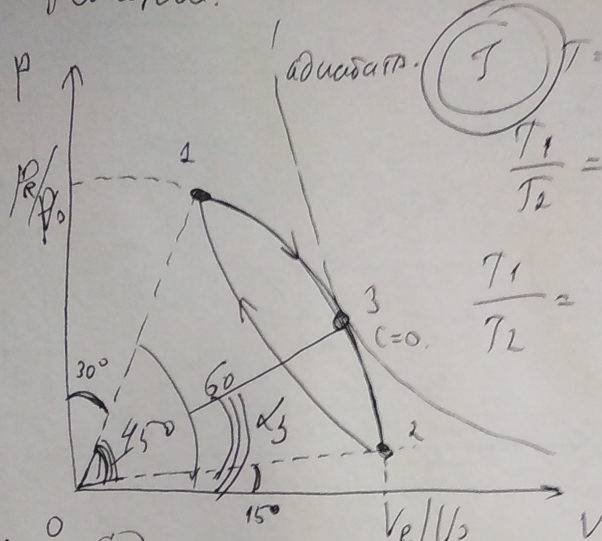
$$\alpha_v = 15^\circ$$

$$1) \frac{T_1}{T_2} = ?$$

$$2) \frac{V_1}{V_2} (C=0) = ?$$

$$3) \frac{\Delta_{\text{удар}}}{A_{12}} = ?$$

Решение:



$$90 - 30 + 15 = 60 - 15 = 45^\circ$$

$$\sin 30 = 2 \sin 15 \cos 15$$

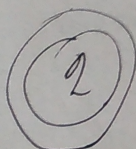
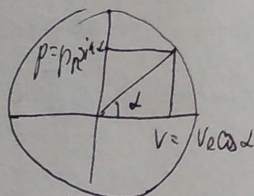
$$T = \frac{pV}{pR}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_2 \sin(30-15) \cdot V_1 \cos 60}{p_1 \sin 15 \cdot V_2 \cos 15}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 0.5 \cdot \sin 45}{4 \cdot 1 \cdot 1} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 0.5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{4} = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}}{4}$$

$$= \sqrt{3}$$



касание с адiabатой.

$$\frac{p}{p_0} + \frac{v^2}{v_0^2} = \frac{v_0^2}{v^2} = \frac{p_0}{p}$$

$$pV^\gamma = \text{const.}$$

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 = R^2$$

$$\begin{cases} 0 = p dV + \frac{3}{2} V R dT \\ p dV + V dp = V R dT \end{cases}$$

$$0 = p dV + \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = \left(\frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \right) \quad | : (dV)$$

$$\frac{5}{2} p + \frac{3}{2} V \left(\frac{dp}{dV} \right) = 0$$

$$\lg \alpha = \frac{dp}{dV} = - \frac{5 p}{2 \cdot 3 V}$$

$$= - \frac{5}{3} \frac{p}{V} \quad \text{— к адиабате}$$

$$\lg \alpha = \frac{p_3}{V_3} \quad \text{— у о н р-та.}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = - \frac{5}{3} \frac{p_3}{V_3}$$

$$p_2 =$$

$$p_0 =$$

$$\frac{p_0}{p_2} = \sqrt{\left(\frac{V_2}{V_0} \right)^2 - \left(\frac{V_0}{V_2} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{p_2}{p_0} \right)^2 - \left(\frac{V_0}{V_2} \right)^2}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\sqrt{V_0^2 - V^2}}{V_0}; \quad p = \frac{p_0}{V_0} \sqrt{V_0^2 - V^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{dp}{dV} = \frac{p_0}{V_0} \frac{1}{2} (V_0^2 - V^2)^{-1/2} \cdot (-2V)$$

Задача 1.

Решение:

Дано:

$$\cos \alpha = \frac{12}{13}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$m_m = 1 \text{ м}$$

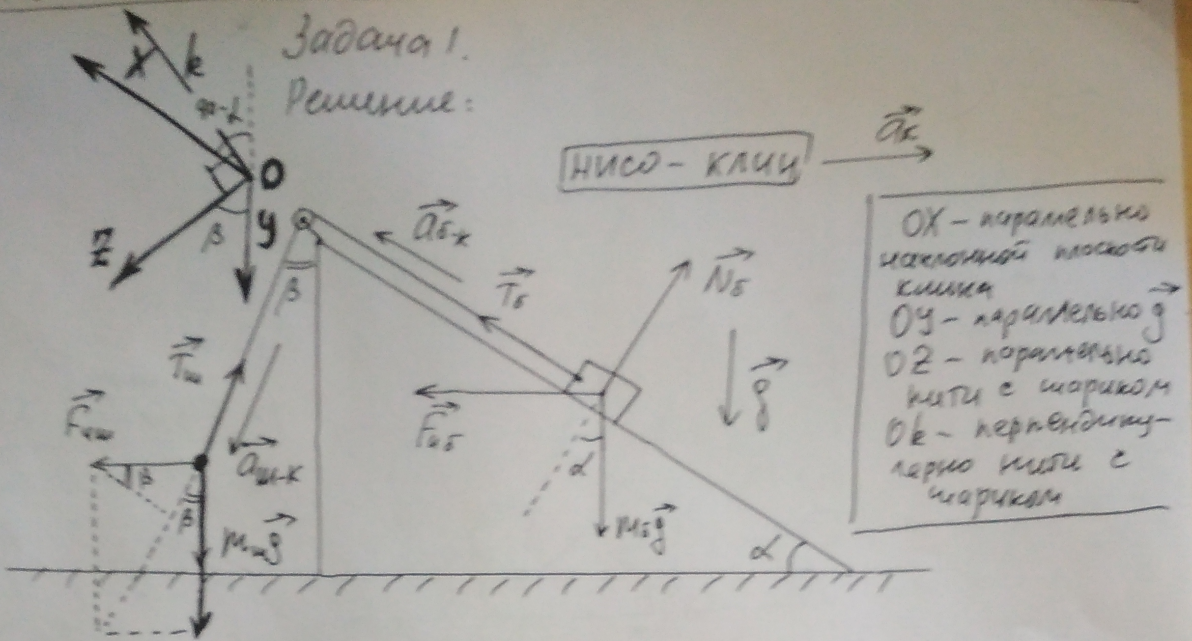
$$m_s = 13 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$\mu = 0$$

Н

$$a_k = \text{const}$$



ОХ - параллельно наклонной плоскости клина
ОУ - параллельно $\vec{g}$
ОZ - перпендикулярно клину с шариком
Ок - перпендикулярно клину с шариком

$$1) a_k = ?$$

$$2) a_{sk} = ?$$

$$3) T_m = ?$$

1) Будем решать задачу в инерциальной системе отсчёта: (НISO) - клин. На него будет действовать сила инерции: $\vec{F}_u(m) = -m\vec{a}_k$

П.к. нить лёгкая, то $|\vec{T}_m| = |\vec{T}_s| = T$

П.к. нить нерастяжимая, то $|\vec{a}_{mk}| = |\vec{a}_{sk}| = a_{sk}$

Запишем II зН Ньютона для шарика и клина:

$$\begin{cases} 13m\vec{a}_{sk} = 13m\vec{g} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{us} \\ m\vec{a}_{sk} = m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{um} \end{cases}$$

В проекциях на:

$$\begin{cases} OX: 13ma_{sk} = -13mg \sin \alpha + T + 13ma_k \cos \alpha \\ OZ: ma_{sk} = ma_k \sin \beta + mg \cos \beta - T \end{cases} \quad (+)$$

$$14ma_{sk} = ma_k(13 \cos \alpha + \sin \beta) + mg(\cos \beta - 13 \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow a_{sk} = \frac{a_k(13 \cos \alpha + \sin \beta) + g(\cos \beta - 13 \sin \alpha)}{14} \quad \text{ускорение бруска относительно клина}$$

2) П.к. $\mu = \text{const}$, то в проекции на ось Ок, перпендикулярную оси ОZ $\sum F_{ik} = 0$ - для шарика:

$$O_k: ma_k \cos \beta = mg \sin \beta \Rightarrow a_k = g \cdot \tan \beta \quad \text{ускорение клина относительно стола (абсолютное ускорение)}$$

(2) $\rightarrow$ (1):

$$a_{sk} = g \cdot \frac{\tan \beta (13 \cos \alpha + \sin \beta) + \cos \beta - 13 \sin \alpha}{14} \quad \text{ускорение бруска отн. клина.}$$

$$a_k = g \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{\cos \beta} = g \cdot \frac{5 \sqrt{1 - \frac{16}{25}}}{4} = \frac{5}{4} \cdot \sqrt{\frac{9}{25}} g = \frac{5 \cdot 3}{4 \cdot 5} g = \left[\frac{3}{4} g \right]$$

$$a_{\text{ок}} = g \cdot \frac{\frac{3}{4} \left(13 \cdot \frac{16}{25} + \frac{3}{5} \right) + \frac{4}{5} - 13 \cdot \frac{\sqrt{15^2 - 12^2}}{12}}{14} = g \cdot \frac{\frac{3}{4} \left(\frac{5}{12} + \frac{3}{5} \right) + \frac{4}{5} - 5}{14} =$$

$$= g \cdot \frac{\frac{3}{4} \cdot \frac{63}{5} + \frac{4}{5} - 5}{14} = \left[\frac{21}{56} g \right]$$

3) В КИСО-клин: $H = \frac{a_{\text{ок}(y)} \tau_{\text{ок}}^2}{2}$; $\tau_{\text{ок}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{\text{ок}(y)}}}$

$a_{\text{ок}(y)}$ — проекция $\vec{a}_{\text{ок}}$ на ось Oy: $a_{\text{ок}(y)} = a_{\text{ок}} \cos \beta$

$\Rightarrow \tau_{\text{ок}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{\text{ок}} \cos \beta}}$ — время движения шарика от А

$$\tau_{\text{ок}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 36 \cdot 5}{21g \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{H \cdot 28 \cdot 5}{21 \cdot g}} = \sqrt{\frac{140H}{21g}} = \sqrt{\frac{20H}{3g}} =$$

$$= \left[2 \sqrt{\frac{5H}{3g}} \right]$$

Ответ: 1) $a_k = \frac{3}{4}g$; 2) $a_{\text{ок}} = \frac{21}{56}g = 0,375g$;
3) $\tau_{\text{ок}} = 2 \sqrt{\frac{5H}{3g}}$;

N1

Дано:

$$a_{\text{из}} = \frac{12}{13}$$

$$m_m = m$$

$$m_s = 13m$$

$$v_0 = 0$$

$$a_x = \text{const.}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

μ

$$\mu = 0$$

$$1) a_k = ?$$

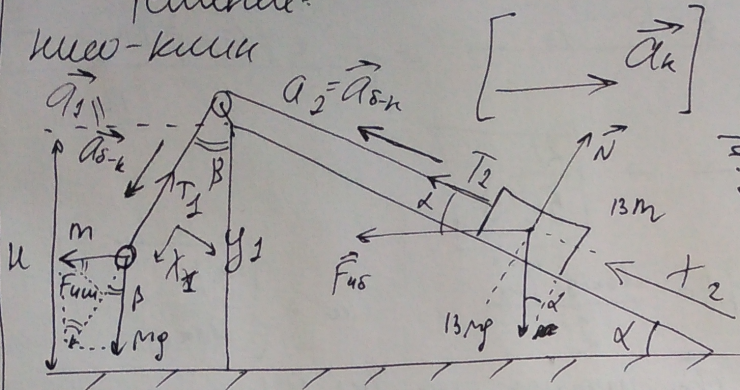
$$2) a_{s-k} = ?$$

$$3) T_m = ?$$

$$\frac{12}{13} \cdot \frac{5}{4} = \frac{15}{13}$$

Решение:

масс-клина



$$\vec{a}_{s-k} = \vec{a}_{s-k} + \vec{a}_k$$

$$\frac{3.63 + 14 - 100}{14 \cdot 10} = \frac{169}{144} = \frac{13}{12}$$

Клин-масс; $F_u(m) = -m a_k$ - сила упругости на ступицу массы m .

масс невесомы: $|T_1| = |T_2| = |T|$

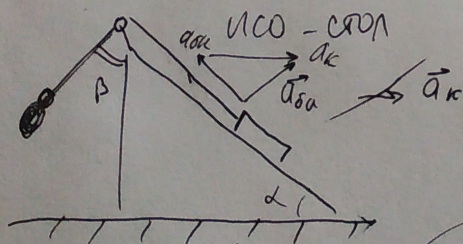
масс невесомы: $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a_{s-k}$ - ускорение друг к другу отн. клина.

$$Ox_2: 13m a_{s-k} = 13m \cdot a_k \cdot \cos \alpha - 13m g \sin \alpha + T$$

$$Ox_1: m a_{s-k} = m a_k \sin \beta + m g \cos \beta - T$$

$$14m a_{s-k} = m a_k (13 \cos \alpha + \sin \beta) + m g (\cos \beta - 13 \sin \alpha)$$

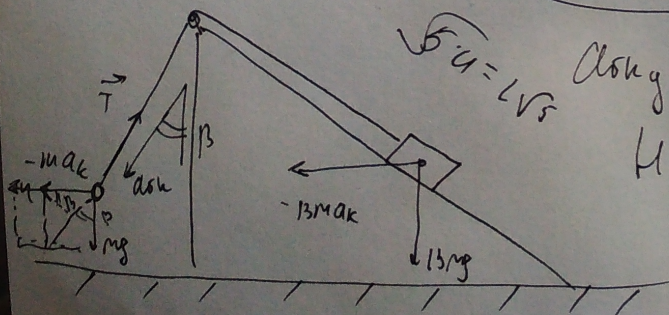
$$a_{s-k} = \frac{a_k (13 \cos \alpha + \sin \beta) + g (\cos \beta - 13 \sin \alpha)}{14}$$



$$Oy_1: m a_k \cos \beta = m g \sin \beta$$

$$a_k = g \tan \beta$$

$$a_{s-k} = g \cdot \frac{\tan \beta (13 \cos \alpha + \sin \beta) + \cos \beta - 13 \sin \alpha}{14}$$



$$v = \omega r$$

$$a_{s-k} = a_{s-k} \cos \beta$$

$$\mu = \frac{a_{s-k}}{a_k} = \frac{a_{s-k} \tau^2}{h}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{s-k}}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{s-k} \cos \beta}}$$

③ $1 \rightarrow 2$: адиабата сферичес

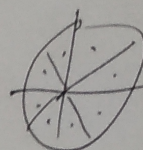
$$Q_{12} = 0 = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} = -\Delta U_{12} = -\frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$A_{\text{quasi}} = A_{12} + A_{21}$$

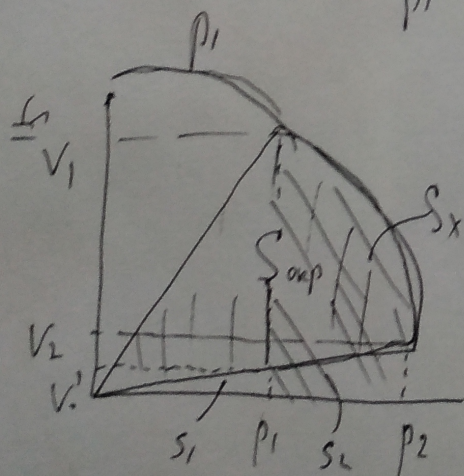
$$\chi = \frac{A_{12}}{A_{12} + A_{21}} = 1 + \frac{A_{21}}{A_{12}}$$

$$\chi = 1 +$$



$$A_{12} = U_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A_{12} = \int_{p_1}^{p_2} p dV = \int_{p_1}^{p_2} \frac{p_0}{V_0} \sqrt{V_2^2 - V^2} dV =$$



$$S_{oup} = \pi R^2 \cdot \frac{\pi}{360} = \frac{\pi R^2}{8}$$

$$(S_{oup} = \frac{\pi}{8} \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{p_1}{p_0}) =$$

$$S_x = S_{oup} - p_1 V_1$$

$$S_x = S_{oup} - \left(\frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V' \right)$$

$$\frac{1}{2} p_1 V_1 = \left[\frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V' \right] S_x = S_{oup} - \left[\frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V' \right]$$

$$(S_x = S_{oup} - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_1)$$

$$S_x = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{V_2 p_R}{V_0} - \frac{1}{2} \cdot \nu R T_1 + \frac{1}{2} \nu R T_2$$

$$S_x^0 = \frac{\pi}{8} V_2 p_R - \frac{1}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_2$$

$$p(v) = \frac{p_0}{V_0} \sqrt{V_0^2 - v^2}$$

Черновик

$$\frac{dp}{dv} = \frac{p_0}{V_0} \cdot (\sqrt{V_0^2 - v^2})' \cdot (-v^2)' = \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_0^2 - v^2}} \cdot (-1) \cdot 2 \cdot v =$$

$$= - \frac{p_0}{V_0} \frac{v}{\sqrt{V_0^2 - v^2}}$$

$$- \frac{5}{3} \frac{p}{v} = - \frac{p_0}{V_0} \frac{v}{\sqrt{V_0^2 - v^2}}$$

$$+ \frac{5}{3} \cdot \frac{p_0}{V_0} \sqrt{\left(\frac{V_0}{v}\right)^2 - 1} = \frac{p_0}{V_0} \frac{v}{\sqrt{V_0^2 - v^2}}$$

$$\frac{5}{3} \cdot \sqrt{\left(\frac{V_0}{v}\right)^2 - 1} = \frac{v}{\sqrt{V_0^2 - v^2}}$$

$$\frac{25}{9} \left(\left(\frac{V_0}{v} \right)^2 - 1 \right) = \frac{v^2}{V_0^2 - v^2}$$

$$\frac{25}{9} \frac{V_0^2 - v^2}{v^2} = \frac{v^2}{V_0^2 - v^2}$$

$$25(V_0^2 - v^2)^2 = 9v^4$$

$$5(V_0^2 - v^2) = 3v^2$$

$$5V_0^2 - 5v^2 = 3v^2; \quad 5V_0^2 = 8v^2$$

$$2\sqrt{2} = \sqrt{4} = \sqrt{8}$$

$$p = \frac{p_0}{V_0} \cdot v \cdot \sqrt{1 - \frac{5}{8}} =$$

$$= \frac{p_0 V_0}{V_0} \sqrt{\frac{8-5}{8}} = \frac{3}{2\sqrt{2}}$$

$$= p_0 \frac{V_0}{V_0} \cdot \sqrt{\frac{3}{8}}$$

$$\lg d_3 = \frac{p}{v} = \frac{p_0 V_0 \cdot 2\sqrt{2}}{p_0 V_0} \sqrt{\frac{3}{8}} \sqrt{\frac{3}{5}} =$$

$$2 \sqrt{\frac{3}{8} \cdot \frac{8}{5}} = 2 \sqrt{\frac{3}{5}} =$$

$$\lg d_3 = \frac{p/p_0}{v/v_0} =$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202828**

ID профиля: **280205**

Вариант 5

Задача 4.

Дано:

$b = 2d$

d

$B, m, V_0,$

$H = \frac{1}{3}d$

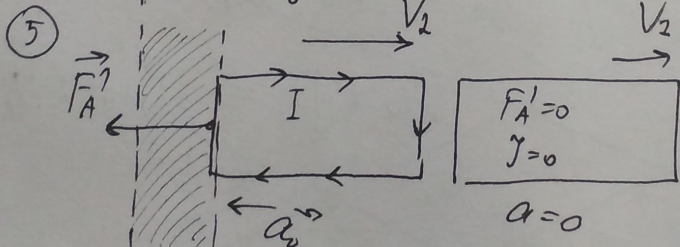
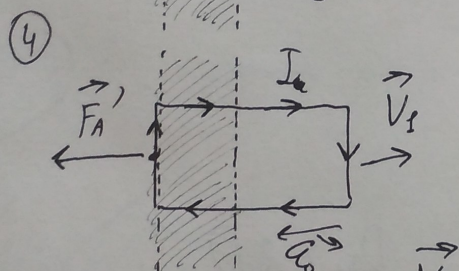
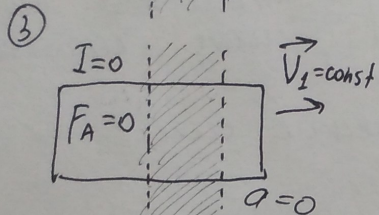
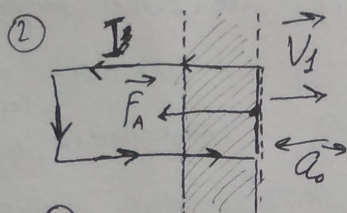
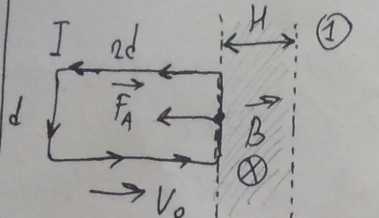
R

1) $a_0 - ?$

2) $V_1 - ?$

3) $V_2 - ?$

Решение:



В положении ① по закону электромаг. индукции Фарадея: $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\dot{\Phi}$ на p в рамке появляется ЭДС индукции, которая влечёт появление тока в рамке. Ток течёт против часовой стрелки по правилу Ленца.

$\mathcal{E}_i = \frac{B \cdot dS}{dt} = \frac{B d \cdot dl}{dt} = B d \cdot \frac{dl}{dt} = B d V_0$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = 3 \text{ н Ома}; \quad \gamma = \frac{B d V_0}{R}$

Из-за тока на стороны d рамки, находящиеся в магнитном поле, начнём действовать сила Ампера!

$F_A = B I d = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$

Другие силы Ампера, действующие на стороны в компенсацию друг друга и направлены $\perp V_0$.

по II 3-му Ньютона ($\sum \vec{F}_i = m \vec{a}_i$)

$F_A = m a_0$

$a_0 = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2 d^2 V_0}{R m}$ — ускорение после вхождения рамки в маг. поле

$a_0 = \text{const}$ при ①-② процессах. $\Rightarrow H = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2 a_0}$ — 3-й квадратов скоростей.

$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2 a_0 H} = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3 V_0}{R m}}$ — скорость рамки в положении ② — ④

$V(②-④) = \text{const}$, т.к. на этом промежутке времени магнитный поток не изменяется. $d\Phi = 0$.

④-⑤: действует ЭДС индукции, ток движется по час. стрелке, не давая уменьшаться потоку магн.

~~$I_{4.5} = I_{4.2}$~~

Задача 5

Дано:

$d_0 = 25 \text{ см}$

Решение:

Человек с близорукостью использует очки с рассеивающей линзой ($D < 0$);

Известно, что с расстояния $d_0 = 25 \text{ см}$ человек совсем не различает буквы мелкого шрифта.

Значит $\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{D_{\text{ли}}} = D_{\text{ли}}$ (ф-ла тонкой собирающей линзы) (хрусталик глаза)

$f \rightarrow \infty \Rightarrow D_{\text{ли}} = \frac{1}{d_0}$ — оптическая сила ~~его~~ глаз человека.

$D_{\text{ли}} = 0,04 \text{ см}^{-1}$

С использованием очков, оптические силы складываются:

$D_{\text{очк}} = D_{\text{ли}} + D_{\text{очк}}$

1) $d = \infty$: $\frac{1}{f_0} = D_{\text{ли}} + D_1$; $f_0 \rightarrow$

2) $d = d_0$: $\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_{\text{ли}} + D_2$

~~$D_2 = 2D_1 \Rightarrow \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_{\text{ли}} + 2D_1$~~

~~$D_{\text{ли}} + D_{\text{ли}} + D_1 = D_{\text{ли}} + 2D_1$~~

~~$\Rightarrow D_1 = D_{\text{ли}} = \frac{1}{d_0}$~~

~~Найдём x : $\frac{1}{x} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{d_0} D_{\text{ли}}$~~

~~$\frac{1}{x} = D_{\text{ли}}$~~

~~$D_1 \text{ и } D_2 < 0 \Rightarrow D_1 = 2D_2$~~

$$\begin{cases} \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_{\text{ли}} + D_2; \\ \frac{1}{f_0} = D_{\text{ли}} + 2D_2; \end{cases}$$

~~$D_{\text{ли}} + D_{\text{ли}} + 2D_2 = D_{\text{ли}} + D_2$~~

~~$D_2 = -D_{\text{ли}}$~~

~~$\Rightarrow D_1 = -2D_{\text{ли}} = -2 \cdot 0,04 \text{ см}^{-1} = -0,08 \text{ см}^{-1}$~~

Найдём λ : $\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{f_0} = D_m$

$$\frac{1}{\lambda} + D_m - 2D_m = D_m$$

$$\frac{1}{\lambda} = 2D_{\text{ср}} = \frac{2}{d_0}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} d_0 = \boxed{12,5 \text{ см}}$$

2) $\frac{1}{d_3} + \frac{1}{f_0} = D_m + D_3$

$$\frac{1}{d_3} + D_m - 2D_m = D_m + D_3$$

$$D_3 = \frac{1}{d_3} - 2D_m$$

$$D_3 = \frac{1}{50} - \frac{2}{12,5} = 0,02 - 0,16 = (-0,14) \text{ см}^{-1}$$

Ответ: 1) $\lambda = 12,5 \text{ см}$; $D_1 = -0,08 \text{ см}^{-1}$

2) $D_3 = -0,14 \text{ см}^{-1}$

Вариант: 11-05

Числовик: ср ~~11~~ 5/5.

Задача 5

Дано:

$$C_1 = C$$

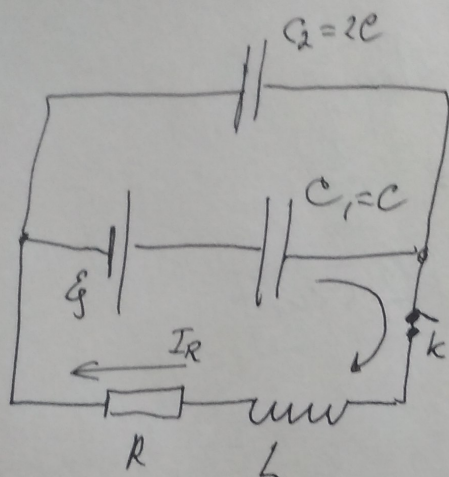
$$C_2 = 2C$$

$$\mathcal{E}; R; L$$

$$1) \left(\frac{dI_L}{dt} \right)_0 = ?$$

2)

Решение:



Начальное состояние системы: $K - OF$:

$$\mathcal{E} = U_{10} + U_{20}$$

$$q_{10} = q_{20} = q_0$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{2C} = \frac{3q_0}{2C}$$

$$q_0 = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$$

$$U_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{3}; \quad U_{20} = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

начальное напряжение конденсаторов. $U_R = 0$.

После сразу после замыкания ключа:

По II закону Кирхгофа: $\mathcal{E} = U_{10} + U_{L0}$

$$U_{L0} = L \left(\frac{dI_L}{dt} \right)_0 = \mathcal{E} - \frac{2\mathcal{E}}{3} = \frac{1}{3}\mathcal{E}$$

$$\left(\frac{dI_L}{dt} \right)_0 = \frac{\mathcal{E}}{3L} \quad - \text{сразу после } K-ON$$

$F_A \neq \text{const}$; т.к. $a_0 = \frac{F_{A0}}{m}$ — действует $\uparrow$ тормозная сила

$V_0 \downarrow$ — уменьшается скорость

$$\Downarrow$$

$$F_A = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$$

Для произвольного момента времени:

$$F_A(v) = m a$$

$$\frac{B^2 d^2 v}{R} = m \frac{dv}{dt}; \quad \int_0^t \frac{B^2 d^2 dt}{Rm} = \int_{V_0}^v \frac{dv}{v}$$

$$\frac{B^2 d^2 t}{Rm} = \ln \frac{V_0}{v}$$

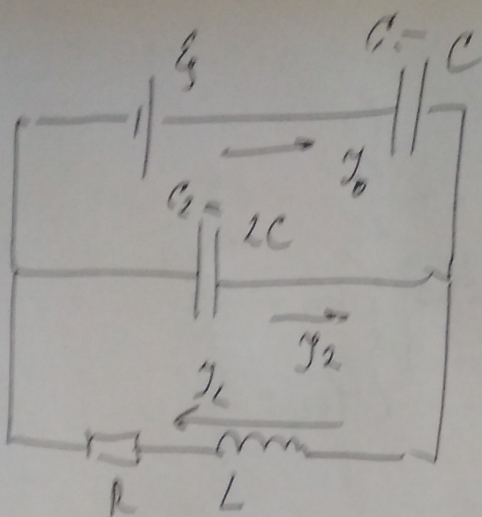
$$v(t) = V_0 \cdot e^{-\frac{B^2 d^2 t}{Rm}}$$

$$\Rightarrow H = \frac{d}{3} = \int_0^{t_L} v(t) dt = \int_0^{t_1} V_0 \cdot e^{-\frac{B^2 d^2}{Rm} t} dt$$

зависимость $v(t)$

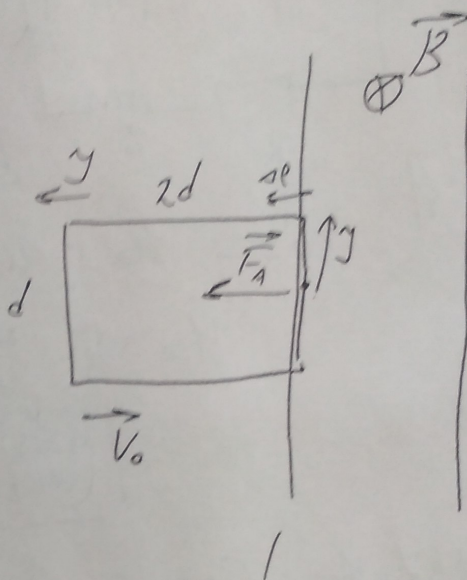
пересек.

$$I_L = I_2 + I_0$$



задача 4.

h1L



дано:

$$d = d$$

$$L = 2d$$

$$V_0$$

$$R$$

$$B$$

$$\mu = \frac{d}{3}$$

$$m$$

$$1) a_0 = ?$$

$$2) V_1 = ?$$

$$3) V_2 = ?$$

$$\mathcal{E}_i = B v$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B dS}{dt}$$

$$= \frac{B d \cdot d v}{dt} = B d \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$m a_0 = F_{A0} = B I_0 d = 3 \cdot \frac{\mathcal{E}_i}{R} = B d \frac{B d v_0}{R} =$$

$$= \frac{B^2 d^2 v_0}{R}$$

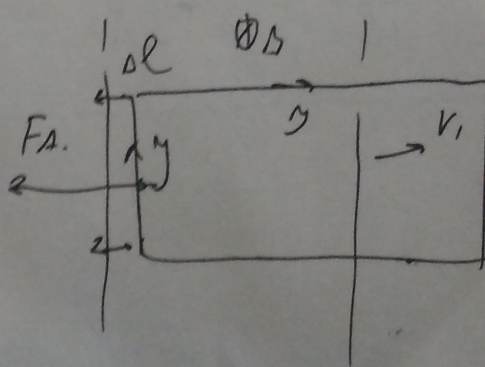
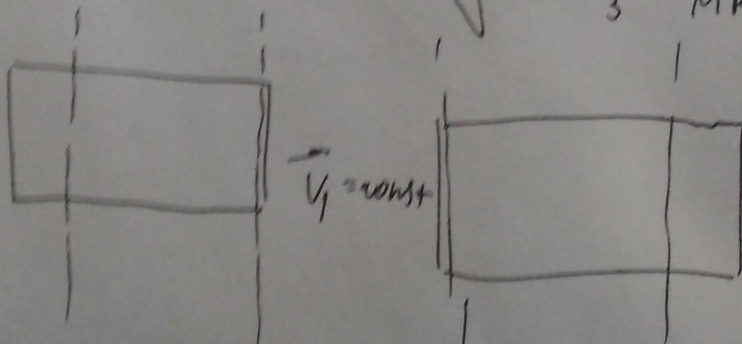
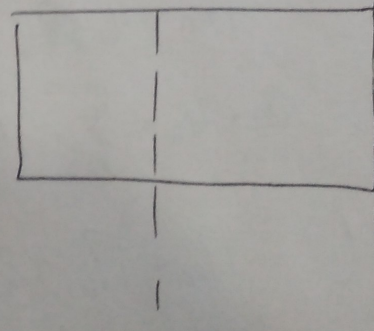
$$a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{m R}$$

2. u

$$\textcircled{2} \quad H = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2a} \quad \text{и} \quad \frac{B^2 d^2 V_0}{m R} \frac{d}{3}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2 a H}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3 V_0}{m R}}$$



Задание 3

Черновик

Решение.

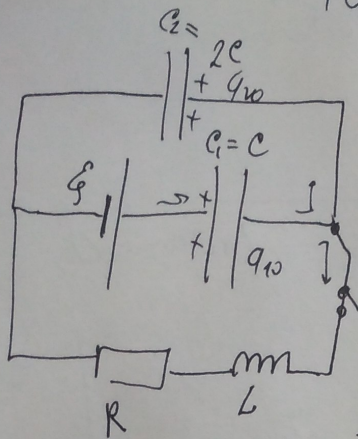
Дано:

$$C_1 = C$$

$$C_2 = 2C$$

$$L$$

- 1) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_0 = ?$
- 2) $Q_3 = ?$
- 3) $I_L(I_{C1} = I_0) = ?$



$$1) q_{10} = q_{20} = q_0$$

$$E = \frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{2C} = \frac{3q_0}{2C}$$

$$q_0 = \frac{2CE}{3} \quad \begin{cases} U_{01} = \frac{2E}{3} \\ U_{02} = \frac{E}{3} \end{cases}$$

K-ON:

$$E = U_{10} + U_{L0}$$

$$U_{L0} = E - \frac{2E}{3} = \frac{E}{3} = L \left(\frac{dI_0}{dt} \right)$$

$$\left(\frac{dI_0}{dt} \right)_0 = \frac{E}{3L}$$

2) ~~Q~~

$$\Pi_1 + K_1 + A_{cr} = \Pi_2 + K_2 + Q$$

$$Q = \Pi_1 + A_{cr} - \Pi_2 - K_2$$

$$E = U_1 + U_L + U_R = U_1 + U_2$$

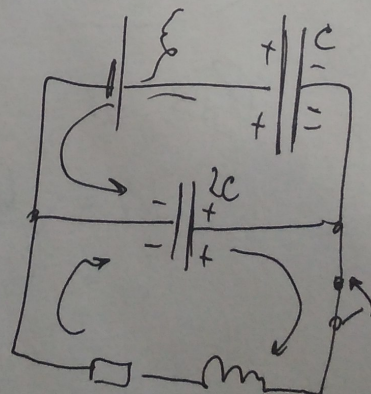
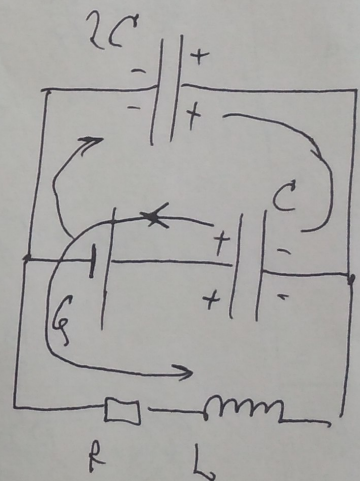
$$E = \frac{q_1}{C} + L \frac{dI}{dt} + I R = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{2C}$$

$$q_{ucr} = q_1 + q_2$$

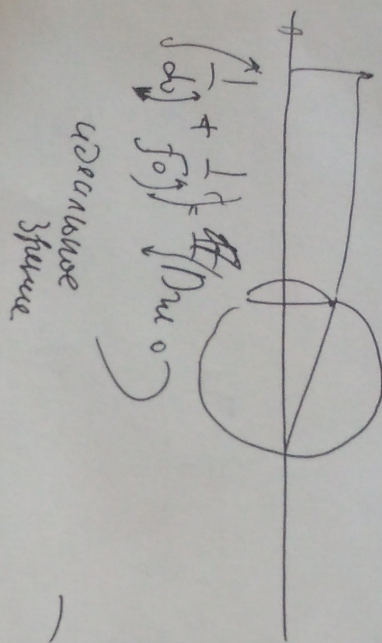
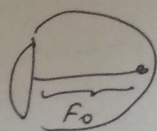
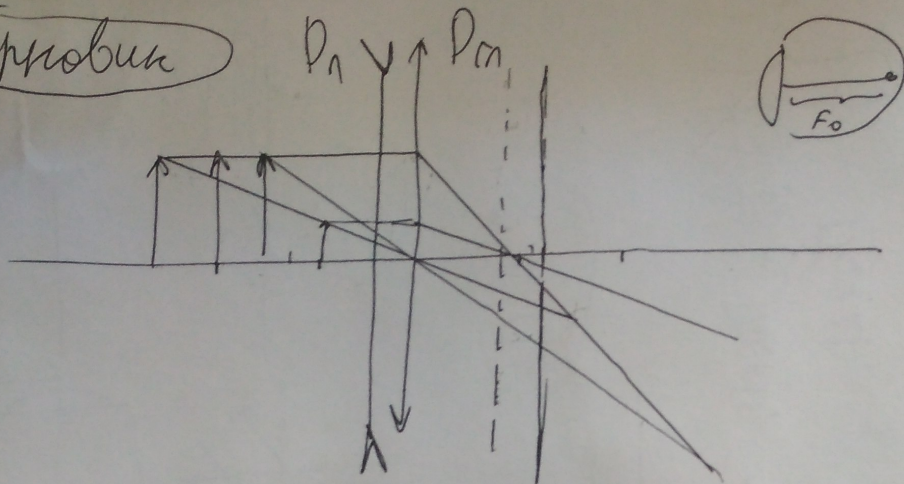
$$U_R + U_L = \frac{E}{3} = \text{const} \quad \phi$$

$$Q = \Pi_{10} + \Pi_{20} + E(-q_{10})$$

$$Q = \frac{q_{10}^2}{2C} + \frac{q_{20}^2}{2 \cdot 2C} + E(-q_{10})$$



Спробуємо



взаємодія
3хвилю

$$D_{\text{вза}} = D_0 + D_m$$

$$\text{Пот'} \frac{1}{D_0 + D_m} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{F_0} ; F_0 = \frac{1}{D_0 + D_m} = \frac{1}{\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_m}}$$

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_m} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d_0}$$

$$F_0 = \frac{1}{D_0 + D_m} = \frac{1}{3D_m}$$

$$D_m = \frac{1}{2} D_1$$

$$D_1 = 2D_m$$

$$D_m = \frac{1}{3F_0}$$

$$D_m = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} ; \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_m$$

$$x = D_m - \frac{1}{f_0} = \frac{D_m F_0 - 1}{F_0}$$

$$x = \frac{F_0}{D_m F_0 - 1}$$

$$x = \frac{F_0}{\frac{1}{3} - 1}$$

$$D_{m0} = D_m + D_0$$

$$D_m > D_{m0}$$

$$D_0 < 0 ;$$

$$D_{\text{вза}} = \frac{1}{3} D_m$$

$$D_{\text{вза}} = \frac{1}{3} D_0$$

$$D_0 = \frac{1}{3} D_{\text{вза}}$$

$$D_{\text{вза}} = D_{\text{вза}} + D_0 \rightarrow 0$$

$$D_m = \frac{1}{3} D_{\text{вза}}$$

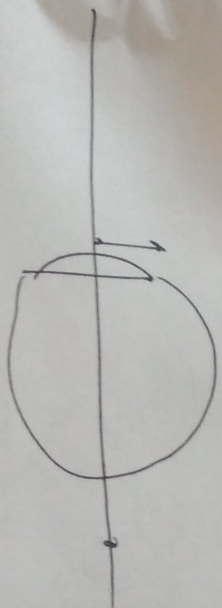
$$\frac{1}{3} D_{\text{вза}} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0}$$

$$\frac{1}{3} D_{\text{вза}} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} - \frac{1}{d_0}$$

$$d = \frac{1}{\frac{1}{3} D_{\text{вза}} + \frac{1}{d_0}}$$

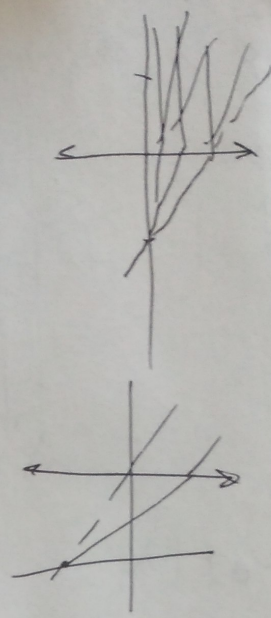
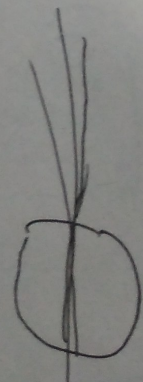
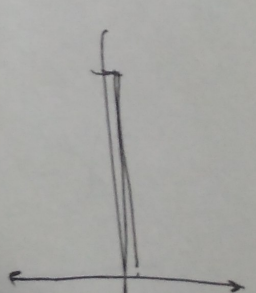
$$D_m = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0}$$

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = \frac{3d_0}{4}$$



$$D_w > D_{w0}$$

$$\left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_0} \sim \frac{4}{D_w} \right) \uparrow$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = D_m + D_1 = D_m + 2D_2$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = D_m + D_1; D_2 = \frac{1}{2} D_1$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = D_m + \frac{2}{f_0} - 2D_m = D_m$$

Чепуховик

$$\frac{1}{d_0} = -D_m$$

$$D_2 = \frac{1}{2} D_1$$

$$D_1 = 2D_2$$

$$D_m = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{d_0}$$

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_m + \frac{2}{f_0} - 2D_m$$

$$D_m = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{d_0}$$

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_m + D_1$$

$$\frac{1}{f_0} = D_m + 2D_1$$

$$D_m - \frac{1}{f_0} = -2D_1$$

$$D_1 < 0$$

$$D_m < 0$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = D_m$$

$$x = \frac{1}{D_m - \frac{1}{f_0}} = -\frac{1}{2D_1}$$

$$\frac{1}{d_0} = \frac{4}{d_0} + \frac{2}{f_0} = \frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0}$$

$$\frac{2}{d_0} + \frac{1}{f_0} = D_1$$

$$\frac{1}{f_0} + \frac{1}{d_0} = 2D_1$$

$$(1-2): F_{A0} = V_0 I_0 B = \frac{B^2 d^2 V_0}{R}$$

$$\left(\frac{dV}{dt} \right)_0 = \frac{B^2 d^2 V_0}{R M}; \quad \frac{dV_0}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = B d \frac{dV_i}{dt}$$

$$K_1 + P_1 + A_{cr} = K_2 + P_2 + Q$$

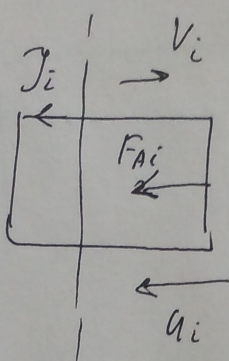
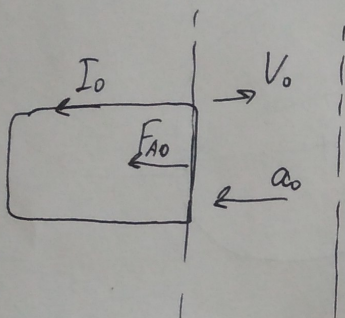
$$\mathcal{E}_i = B d \cdot V_i$$

$$F_i = \frac{B^2 d^2 V_i}{R} = m \frac{dV_i}{dt}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} +$$

$$\frac{B^2 d^2 V_0}{R} = \frac{m dV_0}{dt}$$

Y



$$\int \frac{B^2 d^2 dt}{m R} = \int \frac{dV_0}{V_0}$$

$$\frac{B^2 d^2 t}{m R} = \ln \frac{V_0}{V(t)}$$

$$\frac{V_0}{V(t)} = e^{\frac{B^2 d^2 t}{m R}}$$

$$V_t = V_0 e^{-\frac{B^2 d^2 t}{m R}}$$

Set t =

$$\frac{d}{3} = \int_0^{t_1} V_0 e^{\frac{B^2 d^2 t}{m R}} dt$$

$$\frac{d}{3} = \int_0^{t_1} V_0 \frac{B^2 d^2 t}{m R} dt$$

$$\frac{d}{3} = \int_0^{t_1} V_0 \frac{B^2 d^2 t}{m R} dt$$

$$(e^{ct}) dt = \frac{1}{c}$$

$$(e^{ct})' = \frac{1}{c} e^t$$

$$\frac{d(e^k)}{dk} = e^k$$

$$dh = c dt;$$

$$\frac{de}{dt} = c$$

