Часть 1

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

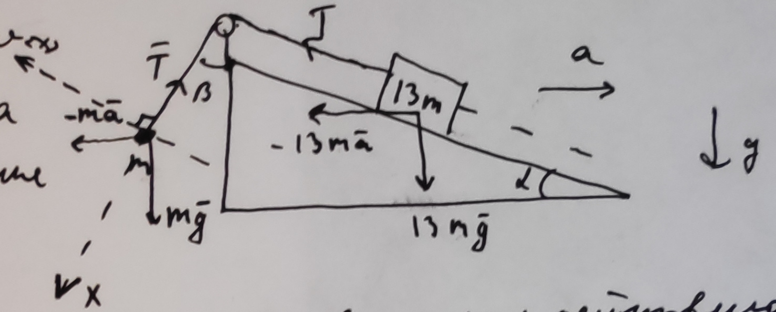
Шифр: **21200958**

ID профиля: **368985**

Вариант 5

Чистовик №1

Задача 1



1) Для нахождения ускорения клина a рассмотрим движение груза m:

Т.к. величину угла β обеспечивает $\bar{a}$, то сумма всех сил действующих на груз в проекции на ось Z $\sum \hat{F}_Z = 0$

$$m a \cos\beta = mg \sin\beta$$

$$a = \frac{3}{4} g$$ Ответ: $a = \frac{3}{4} g = 7{,}5\ \frac{м}{с^2}$

2) Т.к. брусок, груз, нить связаны ~~нерастяжимой~~ нитью, то двигаться будут с одинаковым ускорением. Используя факт, что неподвижный блок не меняет величину силы, запишем 2-й З-н Ньютона для системы „груз – нить – брусок" в проекции на ось x, совпадающую с нитью:

для груза: $m a_x = mg\cos\beta + ma\sin\beta - T$

$$T = mg\cos\beta + ma\sin\beta - ma_x$$

для бруска $13 m a_x = T + 13 m a \cos\alpha - 13 m g \sin\alpha$

$$13 m a_x = mg\cos\beta + ma\sin\beta - ma_x + 13 ma\cos\alpha - 13 mg\sin\alpha$$

$$a_x = \frac{1}{14} g \left(\frac{4}{5} + \frac{3}{4}\cdot\frac{3}{5} + 13\cdot\frac{3}{4}\frac{12}{13} - 13\,\frac{5}{13}\right) = \frac{g}{14}\left(\frac{4}{5} + \frac{9}{20} + 9 - 5\right) =$$

$$= \frac{g}{14}\left(4 + \frac{25}{20}\right) = \frac{g\,105}{280} = g\,\frac{21}{14\cdot 4} = \frac{3}{8} g$$

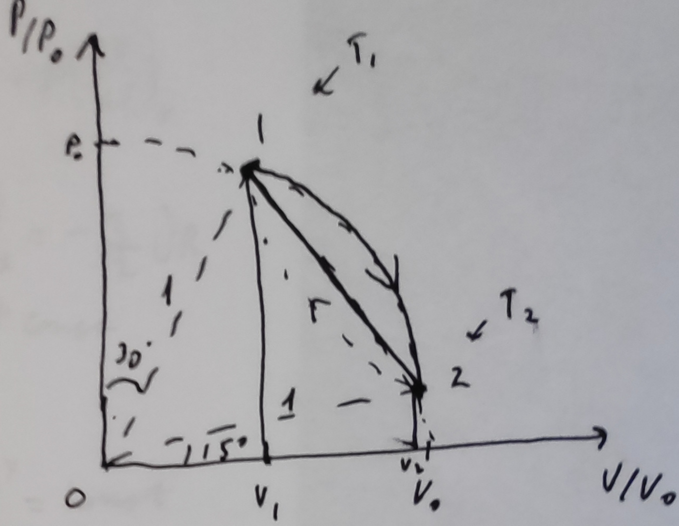
Ответ: $a_x = \frac{3}{8} g = 3{,}75\ \frac{м}{с^2}$

3) груз прошел расстояние $\frac{H}{\cos\beta}$ с ускорением $a_x = \frac{3}{8} g$

$$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_x t^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_x\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 8\cdot 5}{3g\,4}} = \sqrt{\frac{20}{3}\cdot\frac{H}{g}}$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{20}{3}\cdot\frac{H}{g}}$

Чистовик №2 Задача 2



1) Запишем у-ние Клапейрона-Менделеева:

$$PV = \nu RT$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2}$$

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= P_0 \cdot \cos 30^\circ \\ P_2 &= P_0 \cos(90 - 15^\circ) \\ V_1 &= V_0 \cos(60^\circ) \\ V_2 &= V_0 \cos 15 \end{aligned}\right\} \to \frac{T_1}{T_2} = \frac{\cos 30^\circ \cdot \cos 60^\circ}{\sin 15^\circ \cdot \cos 15} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

Ответ: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$. $T_1 = T_2\sqrt{3}$

3) Найдем $\frac{A_ц}{A_p}$; т.к. при процессе $2 \to 1$ $\delta Q = 0$, то

$$\Delta A = \Delta U \text{ и } A_{2-1} = \Delta U_{1,2} = -\frac{3}{2}\nu R T_1\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$$A_ц = A_p + A_{2-1} = A_p - \frac{3}{2}\nu R T_1\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$$n = \frac{A_ц}{A_p} = 1 - \frac{\frac{3}{2}\nu R T_1\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)}{A_p}$$

, A_p найдем как площадь под графиком на PV диаграмме: как сумму трапеции и дольки

$$A_{тр} = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = P_0 V_0 \frac{\cos 30 + \sin 15^\circ}{2} \cdot (\cos 15 - \sin 30^\circ) \approx P_0 V_0 \frac{0{,}87 + 0{,}26}{2}(0{,}97 - 0{,}5)$$

$$A_{дольки} = P_0 V_0 \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} P_0 V_0 \sin 45^\circ = P_0 V_0\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = P_0 V_0 \frac{1}{4}(\pi - \sqrt{2}) = 0{,}43 P_0 V_0$$

$$A_{тр} = 0{,}27 P_0 V_0$$

$$A_p = P_0 V_0 (0{,}27 + 0{,}43) = 0{,}7 P_0 V_0$$

$$n = 1 - \frac{\frac{3}{2}\nu R T_1\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)}{0{,}7 P_0 V_0}, \quad T_1 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{P_0 V_0 \cos 30^\circ \sin 30^\circ}{\nu R} = 0{,}44 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$n = 1 - \frac{\frac{3}{2} \cdot 0{,}44\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)}{0{,}7} \approx 0{,}59$$

Ответ: $\frac{A_ц}{A_p} \approx 0{,}59$

Чистовик 3

Задача 2

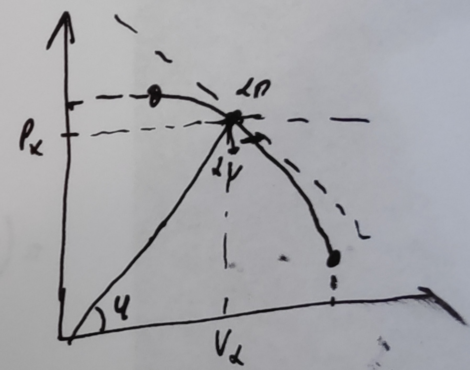
2) По определению теплоемкость:

$C = \frac{dQ}{dT}$, $c = 0$, если локально в данной точке $dQ = 0$, а это значит, что касательная к графику должна совпадать с касательной к адиабате в данной точке

уравнение адиабаты: $PV^{\gamma} = const = P_x V_x^{\gamma}$

для одноатомного газа $\gamma = \frac{5}{3} = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v}$

$k = tg\varphi = \frac{P_x}{V_x}$



$P_x V_x^{\gamma} = (P_x + dP)(V_x + dV)^{\gamma}$

$P_x V_x^{\gamma} = V_x^{\gamma}\left(P_x + P_x \gamma \frac{dV}{V_x} + dP + \gamma \frac{dP\,dV}{V_x}\right)$

$dP = -P_x \gamma \frac{dV}{V_x} = -k\gamma dV$

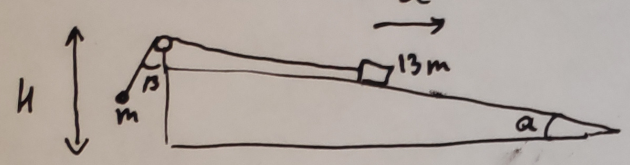
$\frac{dP}{dV} = -\frac{P_x}{V_x}\gamma = -tg\varphi\,\gamma$, ~~а для окружности~~

$\cancel{\frac{dP}{dV}}$ ~~=~~ $\cancel{dP}$ = $tg\varphi = \gamma \rightarrow \varphi = arctg\frac{5}{3}$

Ответ: $\varphi = 60^\circ$

Черновик

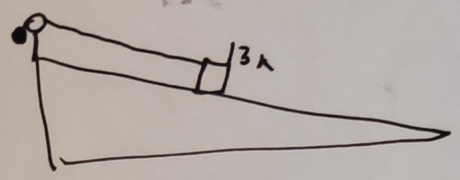
$$\frac{A_p - \Delta U}{A_p}$$



$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\left(T_2(1-\sqrt{3})\right)$

- полом равн.

$\frac{dV}{dT}$ $\cancel{\frac{3}{2}\nu R\, dT = dU}$

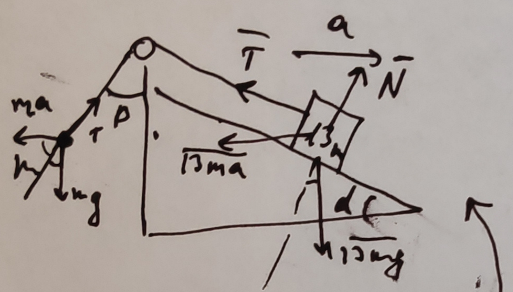


$$\frac{P\,dV}{dT} = \frac{dA}{dU}\cdot \nu R\cdot\frac{3}{2}$$

a - ?

$a_{б,кл.}$?

$T_{в.к.}$ - ?



$ma\cos\beta = mg\sin\beta$

$$\frac{a}{g} = \frac{3}{4}$$

1) $a = \frac{3}{4}g$

$V^{-\gamma-1}$

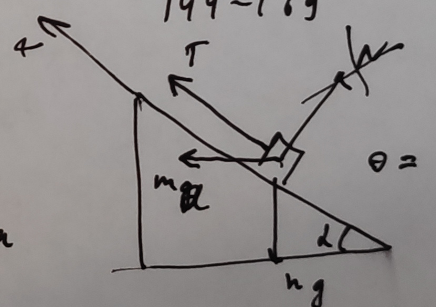
в СО клина

$p^2 + V^2 = const$

$T\cdot\cos\beta = mg$

$$T = \frac{mg}{\cos\beta}$$

144 - 169



$\theta =$

на ox: $N\cdot\sin\alpha = T\cos\alpha + 13ma$

$N = 13mg\cos\alpha$

$\sum F_i = ma_{пр}$

$P_xV_x^\gamma = (P_x + dP)\cdot(V_x+dV)^\gamma$

$$13mg\cos\alpha\sin\alpha = \frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta} + 13ma$$

$a_{пр} = a_{кл.}$

$$a = \frac{1}{13}\left(13g\sin\alpha\cos\alpha - g\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\right)$$

$$(P_x+dP)\cdot V_x^\gamma\left(1+\frac{dV}{V_x}\right)^\gamma = B$$

$$a = g\cdot\sin\alpha\cdot\frac{12}{13} - \frac{g}{13}\cdot\frac{12}{13}\cdot\frac{5}{4} = g\left(\frac{5}{13}\cdot\frac{12}{13} - \frac{3\cdot5}{13\cdot13}\right) = \frac{g}{13^2}(60-15) =$$

$$\frac{45}{169}g$$

$P_x = P_0\sin\alpha$

$V_x = V_0\cos\alpha$

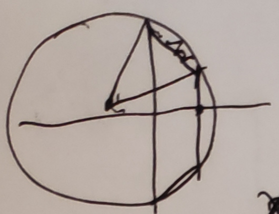
$$T_x = \frac{P_xV_x}{\nu R}$$

$$dP = \frac{P_x}{V_x}\times dV$$

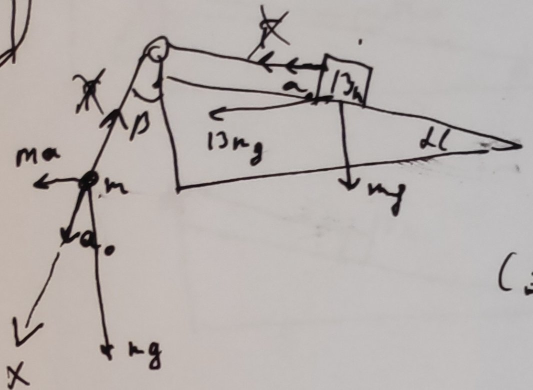
$T_x =$

$$\cancel{V_x^\gamma}\left(\cancel{P_x} + P_x\gamma\frac{dV}{V_x} + dP + \gamma\cancel{\frac{dP\,dV}{V_x}}\right) = \cancel{P_xV_x^\gamma}$$

Черновик.



$$C = \frac{dQ}{dT} = C_v + P\left(\frac{dV}{dT}\right)_x$$



$$P\left(\frac{dV}{dT}\right)_x = -\frac{3}{2}\nu R$$

$$P^2 + V^2 = const$$

$C = 0$ - сил адиабата

$$PV^\gamma = const$$

$$P = \frac{const}{V^\gamma}$$

~~ma~~ рассмотрим систему массой 14 m

$$a_c = \frac{\Sigma F_{xi}}{14m} \to \Sigma F_{xi} = mg\cos\beta + ma\sin\beta + 13ma\cos\alpha - 13mg\sin\alpha$$

$$P' = const\,(V^{-\gamma})' = const \cdot -\gamma V^{-\gamma-1}$$

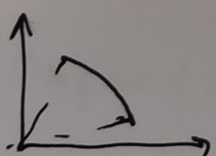
$$a_c = \frac{1}{14}\left(g\cos\beta + \frac{3}{4}g\sin\beta + 13\,\frac{3}{4}\cos\alpha - 13g\sin\alpha\right) =$$

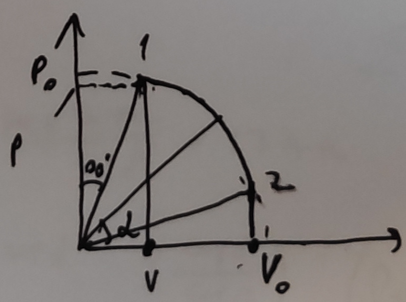
$$= \frac{1}{14}g\left(\frac{4}{5} + \frac{3}{4}\cdot\frac{3}{4} + \cancel{13}\,\frac{3}{4}\,\frac{12}{\cancel{13}} - 13\,\frac{5}{13}\right) = \frac{1}{14}g\left(\frac{4}{5} + \frac{9}{16} + 9 - 5\right) =$$

$$= \frac{1}{14}g\left(4 + \frac{64}{80} + \frac{45}{80}\right) = \frac{g}{14}\left(5 + \frac{29}{80}\right) = \frac{g}{14}\,\frac{429}{80}$$

$429 \,|\, 7$

$6 \cdot 7$





$$P\,dV = \nu R\,dT$$

$$\frac{P_x V_x}{T_x} = +\frac{3}{2}\nu R$$

$$P_1V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{P_0(\cos 30°)\cdot V_0\cdot(\cos 60°)}{P_0\cos 75°\cdot V_0\cos 15°} =$$

$$\int_1^2 P(V)\,dV$$

$P(V)$ - ?

$$= \frac{\cos 30\cdot\sin 30°}{\cos 75°\cdot\sin 75} = \frac{\sin 60°}{\sin 30°} = \sqrt{3}$$

Часть 2

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

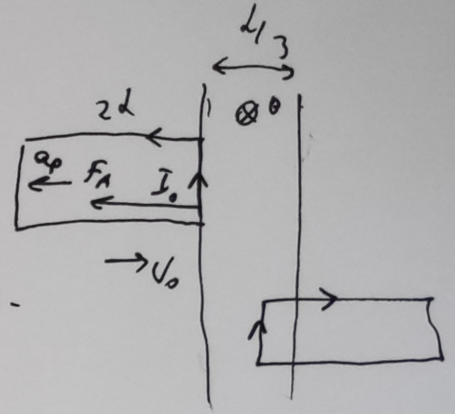
Шифр: **21200958**

ID профиля: **368985**

Вариант 5

Чистовик 1

Задача 4



1) При входе в область поля возникает $\mathcal{E}_{i0}$ в рамке $\mathcal{E}_{i0} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B d \cdot \Delta x}{\Delta t} = B d V_0$

тогда $I_0 = \frac{\mathcal{E}_{i0}}{R} = \frac{B d V_0}{R}$, на рамку будет действовать сила Ампера $F_{A_0} = BIl = BI_0 d$,

$a_{рамки} = \frac{F_{A_0}}{m_p} = \frac{B^2 d^2 V_0}{R \cdot m_p}$ Ответ: $a_{рамки} = \frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$.

2) в общем виде получаем $a = \frac{B^2 d^2}{Rm} v$

$a = k v$ (1)

$\frac{dv}{dt} = kv \to dv = kv\,dt \to dv = k\frac{dx}{dt}dt \Rightarrow$ (2)

$dv = k\,dx$ (3)

$\Delta v = k \Delta x$, где $\Delta x = \frac{d}{3}$, получаем, что

скорость уменьшится с V_0 на $V_0 - k\frac{d}{3} = V_0 - \frac{B^2 d^2}{Rm}\cdot\frac{d}{3} \to$

$v_1 = V_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$ Ответ: $v_1 = v_0 \frac{B^2 d^3}{3mR}$

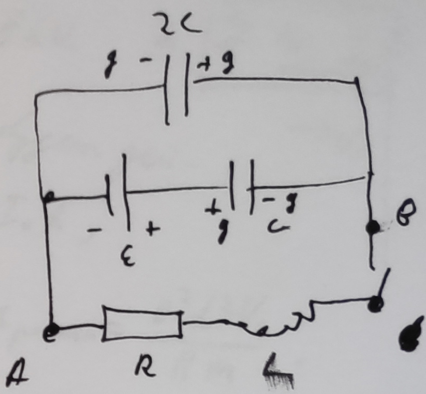
3) Поскольку при выходе из зоны поля $\Delta\Phi$ поменяет свой знак, то поменяет направление и I, а значит F_A будет направлена по движению рамки и будет ее разгонять. в силу симметрии задачи и уравнений (1), (2) и (3), получаем, что $\Delta V_2 = \Delta V_1 = \frac{B^2 d^3}{3mR} \to v_3 = V_2 + \frac{B^2 d^3}{3mR} = V_1$

Ответ: $v_3 = v_1$

21200958 (U368985 M1268093)

Чистовик 2

Задача 3



1) Когда ключ ещё разомкнут, не режим уже установившийся на системе конденсаторов накопится заряд q

$$q = \mathcal{E}\cdot C_{общ} = \mathcal{E}\cdot\frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C\mathcal{E}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{q_1}{C} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{q_1}{2C} = \frac{1}{3}\mathcal{E}$$

Тогда между точками A и B до замыкания ключа напряжение $\mathcal{E}_x = \mathcal{E} - \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \frac{2}{3}\mathcal{E} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$, при замыкании ключа $I_R = 0$, а значит $\mathcal{E}_{iL} = \mathcal{E}_x \to L\frac{dI}{dt} = \frac{2}{3}\mathcal{E} \to \frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{3L}$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{3L}$.

2) Замыкание ключа будем рассматривать как пробой конденсатора C_{12}, тогда Q_R рассмотрим как суперпозицию $Q_{R_1} + Q_{R_2}$ – вклады соответствующих конденсаторов:

$Q_{R_2} = U_{C_2}$ – по закону сохранения энергии

$$Q_{R_2} = \frac{2C\mathcal{E}^2\frac{1}{9}}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{9}$$

Для Q_{R_1}: Напряжение U_1 станет равным $\mathcal{E}$, а заряд $q_2 = \mathcal{E}\cdot C$

ЗСЭ

$$A_{\mathcal{E}} = Q_{R_1} + \Delta U_{C_1}$$

$$\mathcal{E}\cdot\Delta q = Q_{R_1} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2}\frac{4}{9}$$

$$-Q_{R_1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}\left(1 - \frac{4}{9}\right) - \mathcal{E}\cdot\frac{C\mathcal{E}}{3} = C\mathcal{E}^2\left(\frac{5}{18} - \frac{1}{3}\right)$$

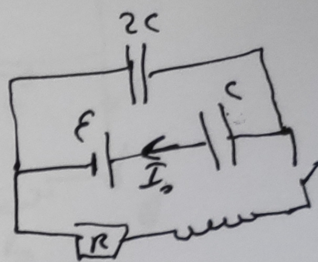
$$Q_{R_1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{18}$$

$Q_R = Q_{R_1} + Q_{R_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$ Ответ: $Q_R = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$

Читавин 3

Задача 3

3) Исходя ~~у~~ из строение цепи и того факта, что $C_2 = 2C_1$, то для поддержания баланса ЭДС (т.к. их выводы ~~в~~ соединены проводами) $\Delta q_1 = 2\Delta q_2 \rightarrow$ в моменте модуль ~~скорости~~ ~~изм~~ тока через C_2 больше в 2 раза. Что касается направлений этих токов, то поскольку в цепи эти конденсаторы ориентированы взаимнообратно, но при этом C_1 – разряжается, а C_2 – разряжается (либо наоборот – в зависимости от фазы колебаний) получаем, что I_1 сонаправлен с током и I_2, тогда:

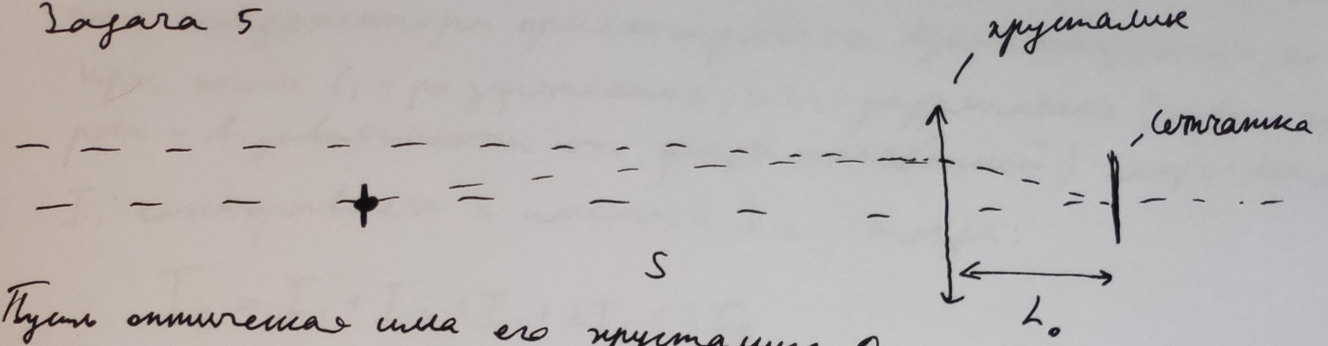


$$I_L = I_1 + I_2 = I_1 + 2I_1 = 3I_0$$

Ответ: $I_L = 3I_0$.

Чистовик 4

Задача 5



Пусть оптическая сила его хрусталика D_0, тогда оптическая сила 1-ых очков D_1, а вторых $2D_1$

1) С первыми очками он видит с расстояния S, тогда:

$$(1)\quad \frac{1}{S} + \frac{1}{L_0} = D_0 + D_1$$ – формула тонкой линзы;

а с бесконечности он видит со вторыми очками

$$(2)\quad \frac{1}{L_0} = D_0 + 2D_1$$ – ФТЛ, подставим $\frac{1}{L_0}$ в ур. (1)

$$\frac{1}{S} + D_0 + 2D_1 = D_0 + D_1$$

$D_1 = -\frac{1}{S}$ – значит очки – рассеивающая линза

$\Rightarrow D_2 = -\frac{2}{S}$

Без очков человек прочитает текст с расстояния X

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{L_0} = D_0 \rightarrow x = \frac{1}{D_0 - \frac{1}{L_0}}$$, а из (2) $D_0 - \frac{1}{L_0} = -2D_1$,

$$X = \frac{1}{-2D_1} = \frac{S}{2}$$ Ответ: $X = \frac{S}{2} = 12{,}5$ см; $D_2 = -\frac{2}{S} = -8$ Дптр

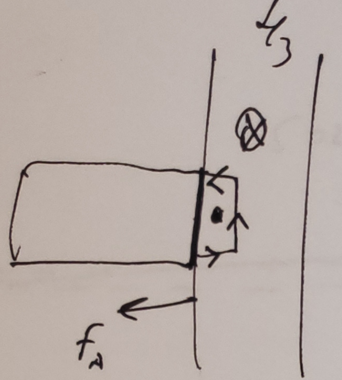
2) $L = 50$ см, тогда

$$\frac{1}{L} + \frac{1}{L_0} = D_0 + D_x$$, пользуясь уже полученными данными;

$$D_x = \frac{1}{L} + \frac{1}{L_0} - D_0 = \frac{1}{L} + 2D_1 = \frac{1}{L} - \frac{2}{S} = \frac{-3}{50\text{см}} = -6 \text{ Дптр}$$

Ответ: $D_x = -6$ Дптр.

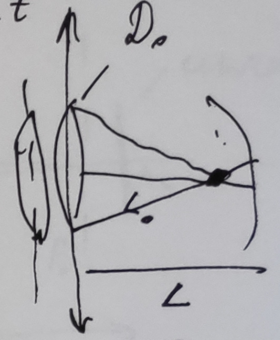
Черновик



$$\varepsilon_i = \frac{d\Phi}{dt}$$

$B \cdot d \cdot V_0$

$\varepsilon_i =$



$$I_0 = \frac{BDV_0}{R}$$

$D_0 + D_1$

$D_0 + 2D_1$

$$F_A = IBl =$$

$$a = \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot V_0$$

1) $a_0 = \frac{F_A}{m} = \frac{IBd}{m} = \frac{B^2 d^2 V_0}{Rm}$

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

$a = k v$

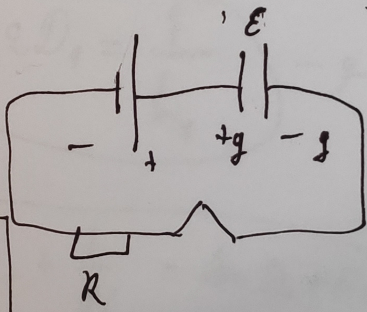
$\frac{dv}{dt} = k v$

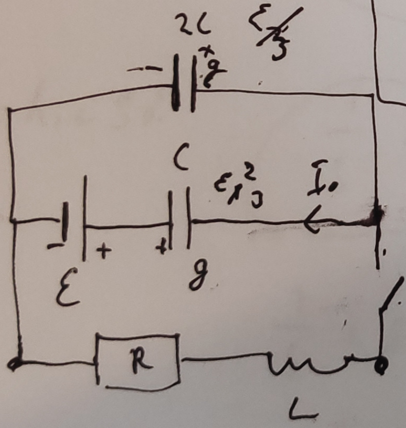
$\frac{dv}{v} = k\, dt$

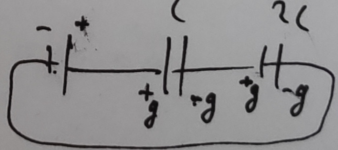
$dv = k v\, dt$

$dv = k \frac{dx}{dt} dt \Rightarrow$

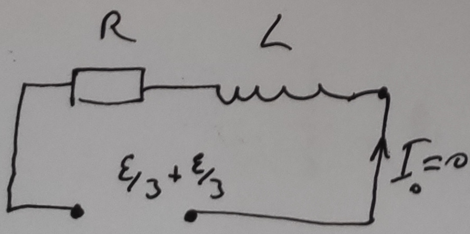
$dv = k\, dx$







$$C_0 = \frac{q}{\varepsilon}$$



$$\frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C}$$

$\frac{2}{3} C$

$\frac{2}{3} C = \frac{q}{\varepsilon}$

$\frac{2}{3} C \varepsilon = q$

$\varepsilon_x = \frac{2}{3} \varepsilon$

$L \frac{dI}{dt} = \frac{2}{3} \varepsilon$

$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{2\varepsilon}{3L}}$ – 1)

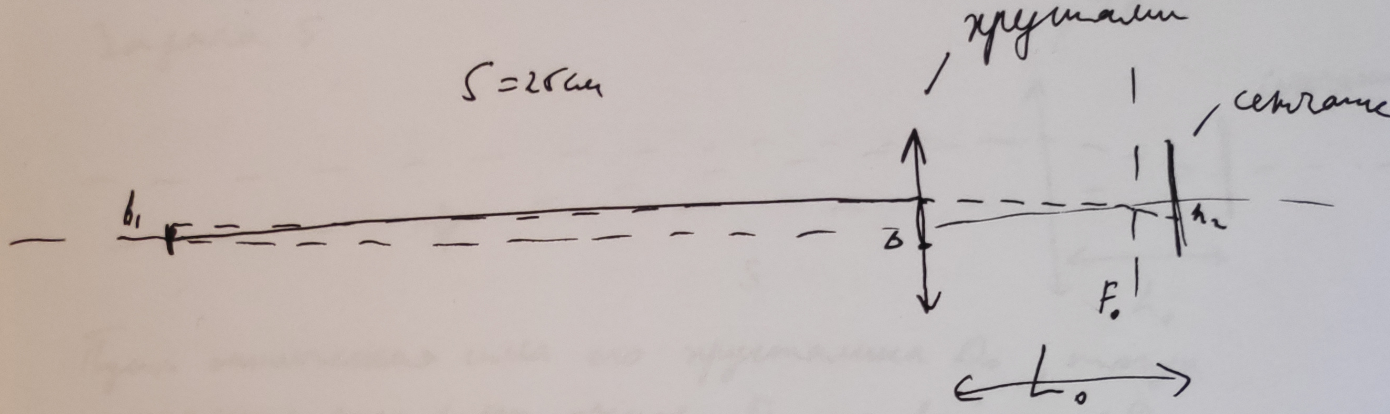
$\frac{dq}{dt} = I_0$

$\varepsilon_1 = \frac{\frac{2}{3} C \varepsilon}{C} = \frac{2}{3} \varepsilon$

$\varepsilon_2 = \frac{1}{3} \varepsilon$

21200958 (U268985 M1268093)

Чернетки



$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{L_0 - F_0}{F_0} \quad \cancel{?} = \frac{L_0}{F_0} - 1 = D_0 L_0 - 1$$

$$D_0 + 2D_1 = \frac{1}{L_0}$$ – для безкінечності

$D = h_1 + S\alpha$

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{\cancel{2}L_0} = \cancel{4}\, D_0 + D_1$$

$$\frac{1}{S} + \cancel{D_0} + 2D_1 = \cancel{D_0} + \cancel{D_x}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{L_0} = D_0$$

$$D_1 = -\frac{1}{S} \qquad D_x = -\frac{2}{S}$$

$$x = \frac{1}{D_0 - \frac{1}{L_0}}$$

$$\frac{1}{S} - D_1 = \frac{2}{S} \qquad \frac{S}{2}$$

21200958 (U368985 M1268093)