Часть 1

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

Шифр: **21202577**

ID профиля: **310336**

Вариант 7

Чистовик 1

Задача №1

Дано:

$m_ш = m$

$m_Б = m/2$

$\cos\beta = 3/5$

$\cos\alpha = 5/13$

Найти:

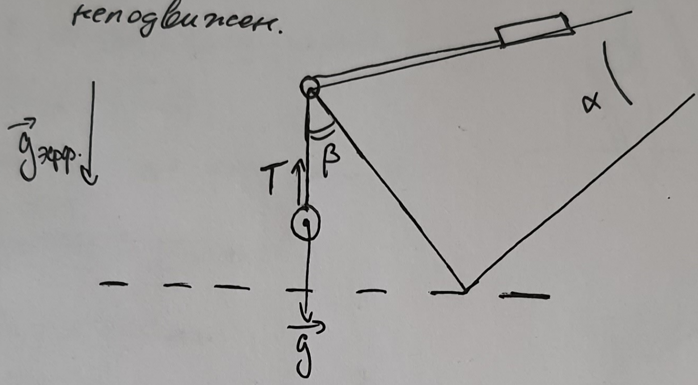
a – ?

$a_{отн}$ – ?

t – ?

1) Перейдём в неинерц. С.О. клина. В ней ~~все~~ на все тела действует эффективная сила тяжести $m(\vec{g}+\vec{a}) = \vec{F}_T'$

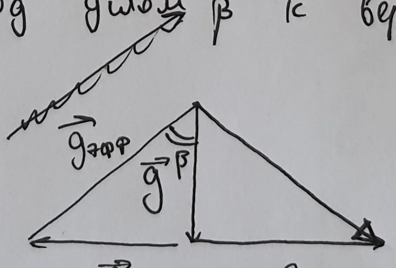
2) Заметим, что на шарик в этой С.О. действуют только $\vec{F}'$ и $\vec{T}$ (со стороны нити), причём клин неподвижен.



Если нет колебаний, то шарик будет двигаться вдоль оси $\vec{g}_{эф.}$, т.е. под углом β от клина

~~Следовательно можно записать для него II з.Н:~~

$\cancel{m\vec{a}_ш = m(\vec{g}+\vec{a}) + \vec{T}}$ Таким образом, $\vec{g}_{эфф.}$ направлен под углом β к вертикали. Из $\vec{g}_{эфф} = \vec{g}+\vec{a}$:



$$a = g\cdot \operatorname{tg}\beta$$

$\cancel{\sin\beta = \sqrt{1-\left(\frac{5}{13}\right)^2} = \sqrt{\frac{144}{169}} = \frac{12}{13}}$

$\cancel{\operatorname{tg}\beta = \frac{12}{13}}$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\left(\frac{3}{5}\right)^2} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{4\cdot 5}{5\cdot 3} = \frac{4}{3}$$

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

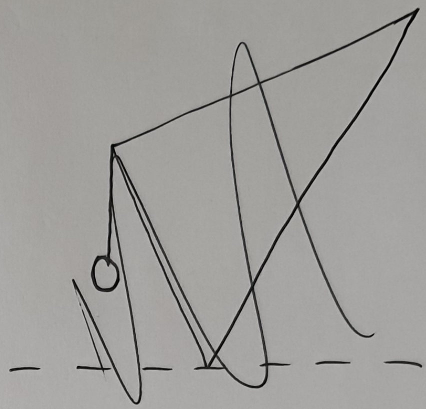
$\cancel{g_{эфф} = \sqrt{g^2+a^2} =}$

Чистовик ②

3) В С.О. клина $g_{эфф.} = \sqrt{g^2+a^2} = g\sqrt{1+\left(\frac{4}{3}\right)^2} =$

$= g\sqrt{\frac{16+9}{9}} = \frac{5g}{3}$

Тогда 2. закон Ньютона (с учётом сил инерции) для шарика: $m\vec{a}_{отн} = m\vec{g}_{эф} + \vec{T}$



Для бруска:

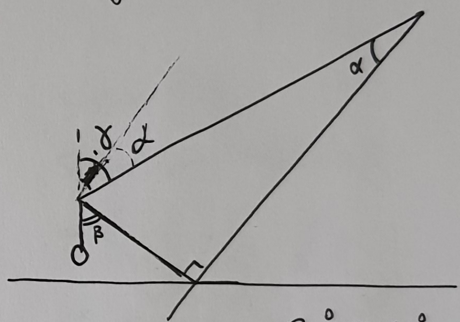
$\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g}_{эф} = m\vec{a}_{бр}$

Кинематич. связь (в силу нераст. нити):

$|\vec{a}_{бр}| = |\vec{a}_{отн}|$

распишем это на оси x и y:

x: $T + \frac{m}{2} g_{э} \cos\gamma = \frac{m}{2} a_{отн}$



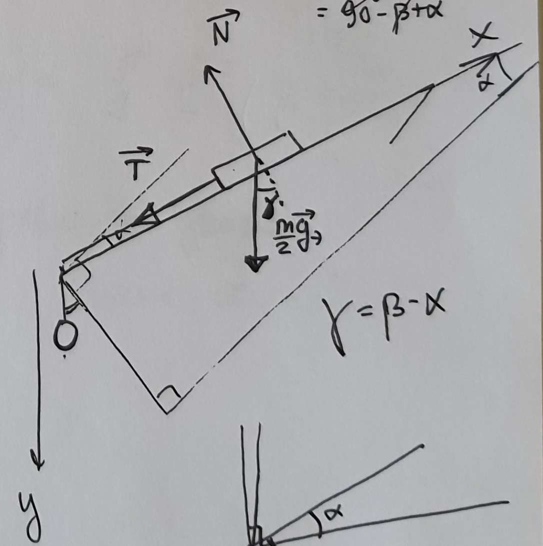
y: $-T + m g_{эф} = m a_{отн}$

$m\left(\frac{\cos\gamma}{2} + 1\right) g_{эф} = m a_{отн} \frac{3}{2}$

$\frac{2}{3}\left(\frac{\cos(\beta-\alpha)}{2} + 1\right) g\sqrt{\frac{5}{3}} = a_{отн}$

$\gamma = 90^\circ - \beta + \alpha$

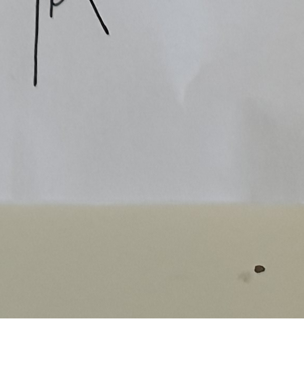
$$\boxed{\frac{1}{3}\left(\sin(\beta-\alpha)+2\right) g\sqrt{\frac{5}{3}} = a_{отн}}$$



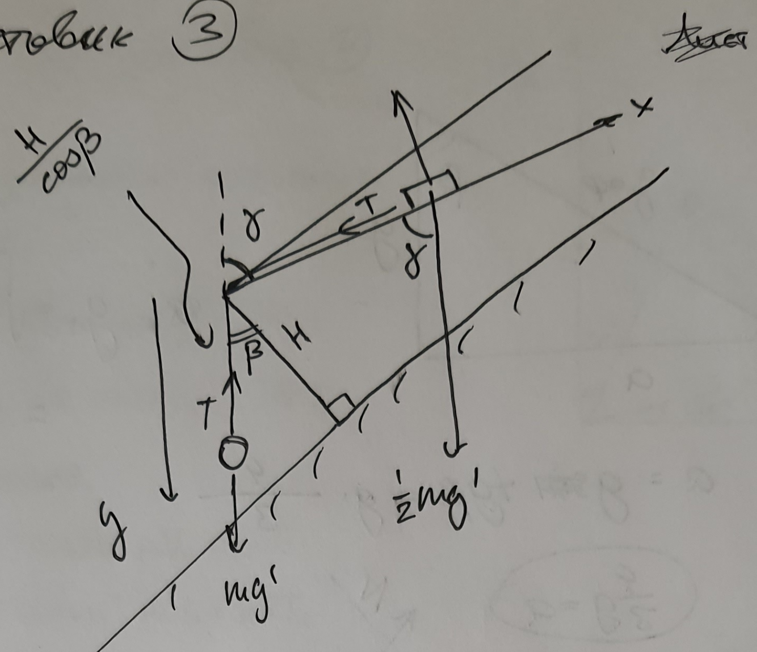
x: $T + \frac{m}{2} g_{эф} = \frac{m}{2} a_{отн}$

$-T + m g_{эф} = m a_{отн}$

$\gamma = \beta - \alpha$



Чистовик (3)



$\gamma = 180^\circ - 90^\circ - \beta + \alpha = 90^\circ - \beta + \alpha$

$$\begin{cases} x: \frac{1}{2}mg'\cos\gamma + T = \frac{1}{2}ma_{отн} \\ y: mg' - T = ma_{отн} \end{cases}$$

$$mg'\left(\frac{\cos\gamma}{2}+1\right) = \frac{3}{2}ma_{отн}$$

$$a_{отн} = \frac{2}{3}g\frac{5}{3}\left(\frac{\cos(90^\circ-(\beta-\alpha))}{2}+1\right)$$

$$\boxed{a_{отн} = \frac{5}{9}\left(\sin(\alpha-\beta)+2\right)g} = \frac{5}{9}\cdot\frac{146}{65}\cdot g = \frac{730}{585}g.^{=a_{отн}}$$

$\sin(\alpha-\beta) =$

$\sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta =$

$= \frac{12}{13}\cdot\frac{3}{5} - \frac{5}{13}\cdot\frac{4}{5} =$

$= \frac{36-20}{65} = \frac{16}{65}$

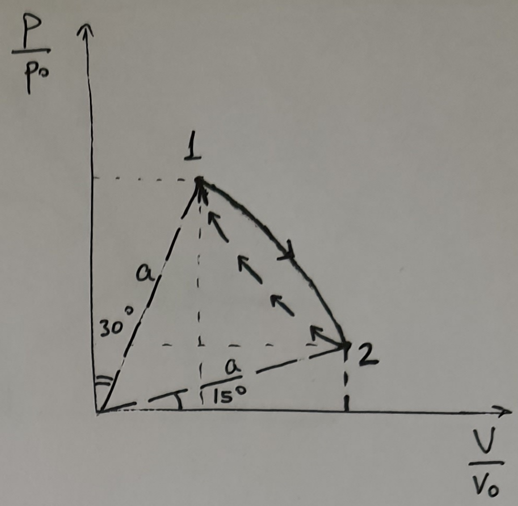
~~Врем~~

Время: $H\frac{1}{\cos\beta} = \frac{a_{отн}\cdot\tau^2}{2}$ (равноуск. движение вдоль оси y)

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cdot\cos\beta}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\frac{730}{585}g\cdot\frac{3}{5}}}$$

Задача №2 Чистовик ④



① Запишем уравнения состояния для 1 и 2:

$$\begin{cases} (a\sin 30^\circ)V_0\cdot(a\cdot\cos 30^\circ)p_0 = \nu RT_1 \\ (a\sin 15^\circ)p_0\cdot(a\cdot\cos 15^\circ)V_0 = \nu RT_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} a^2\sin 30^\circ\cdot\cos 30^\circ\cdot p_0V_0 = \nu RT_1 \\ a^2\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ\cdot p_0V_0 = \nu RT_2 \end{cases}$$

$\cos 15^\circ \approx 0.965926$
$\sin 15^\circ \approx 0.258819$
$\cos 30^\circ \approx 0.866025$

$$\frac{\sin 30^\circ\cdot\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_1 = T_2\cdot\frac{\sin 30^\circ\cdot\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ}$$

$$\Delta T = T_1 - T_2 = T_2\left(\frac{\sin 30^\circ\cdot\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} - 1\right)$$

$$\frac{\Delta T}{T_2} = \frac{\sin 30^\circ\cdot\cos 30^\circ}{\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} - 1 \approx 0.732$$

② В точке, в которой теплоёмкость становится нулевой, графика процесса касается график адиабаты. ~~Уравнение адиабаты:~~

Для адиабаты выполняется 1е начало термодинамики:

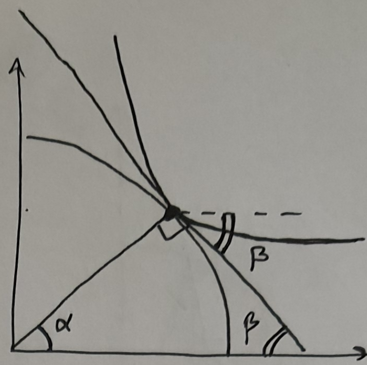
$$0 = dA + dU$$
$$0 = pdV + \frac{3}{2}d(pV)$$
$$0 = pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp$$
$$0 = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp$$
$$0 = \frac{5}{3}pdV + Vdp \quad (1)$$

Для нашего процесса можно записать уравнение:

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = a^2$$
$$p^2V_0^2 + V^2p_0^2 = (ap_0V_0)^2$$
$$2pdp\cdot V_0^2 + 2VdV\cdot p_0^2 = 0$$
$$pdp\left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2 + VdV = 0 \quad (2)$$

21202577 (U310336 M1268806)

Чистовик 5



из (1) и (2):

$$\begin{cases} \frac{5}{3}\frac{p}{V}\frac{dV}{dp}+1=0 \\ \left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2\frac{p}{V}\frac{dp}{dV}+1=0 \end{cases}$$

$$\frac{\frac{5}{3}\frac{dV}{dp}}{\left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2\frac{dp}{dV}}=1$$

$$\frac{5}{3}\left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2\cdot\left(\frac{dV}{dp}\right)^2=1$$

коэффициент угла наклона графика окружности – $k=\frac{d\frac{p}{p_0}}{d\frac{V}{V_0}}=$ [redacted] $\frac{dp}{dV}\cdot\frac{V_0}{p_0}$

$\cancel{\frac{5}{3}\left(\frac{dp}{dV}\right)^2=\frac{k^2}{\frac{p_0^2}{V_0^2}}=k^2\frac{V_0^2}{p_0^2}}$ $\quad \frac{1}{k^2}=\left(\frac{dV}{dp}\right)^2\cdot\left(\frac{p_0^2}{V_0^2}\right)$

$\cancel{\left(\frac{dV}{dp}\right)^2=\frac{1}{k^2}\frac{p_0^2}{V_0^2}}$ $\quad \frac{5}{3}\cdot\frac{1}{k^2}=1$

$\sqrt{\frac{5}{3}}=k$ – коэффициент.

$tg\beta=\sqrt{\frac{5}{3}}$

$tg\alpha=tg(90°-\beta)=ctg\beta=\frac{1}{tg\beta}=\sqrt{\frac{3}{5}}$

$tg\alpha=\sqrt{\frac{3}{5}}$

$\alpha\approx 37.76°$ – подходит в нужный промежуток $(15°;90°-30°)=$
$=(15°;60°)$.

3) Для процесса 2-1 ~~в~~ начало:

$$\cancel{Q}^{\,0}=A_{21}+\Delta U_{21}$$

$$A_{21}=-\frac{3}{2}\nu R\Delta T \cancel{\frac{3}{2}\nu R}\cdot \text{(отрицательна)}$$

в процессе 1-3, где 3 – точка касания адиабаты, ~~тело~~ тело получает тепло. Во второй части – нет.

тогда общее тепло, полученное телом:

Чистовик ⑥

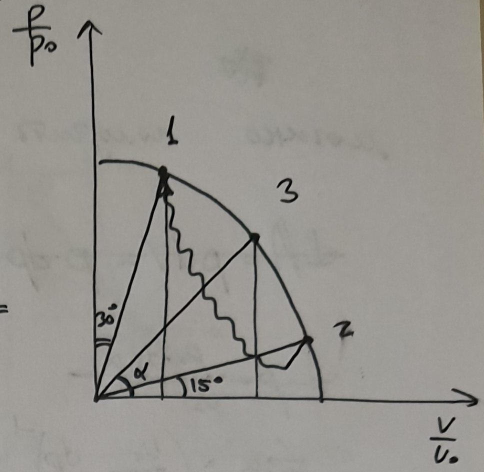
$$Q_+ = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}\Delta(pV) \cancel{=}$$

$$\cancel{p_0 V_0 \sin 30^\circ \cos 30^\circ = \nu R T_1}$$

$$= \frac{3}{2}\left(p_0 V_0 \sin 30^\circ \cos 30^\circ \cdot a^2 - p_0 V_0 a^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha\right) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 a^2 \left(\sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ - \sin\alpha \cdot \cos\alpha\right)$$



работу можно найти как площадь под графиком:

$$A = \int p\,dV = \int \sqrt{a^2 - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2} \cdot p_0\,dV.$$ но это сложно, попробуем через угол:

$$\frac{dp}{dV} = \frac{1}{tg\alpha}$$

$$dV = dp \cdot tg\alpha$$

$$dA = p\,dV = p\,dp \cdot tg\alpha$$

$$dA = ?$$

затем, получив A, получим через 1е начало работу в 1-2, вычтем работу 21 (просуммируем с отриц.). Это будет полная работа.

Найдя Q_+ и $A_{полн}$ $\eta = \frac{A_{полн}}{Q_+}$

21202577 (U310336 M1268806)

Черновик (9)

Черновик (8)

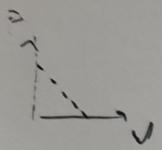
$pV^{\gamma} = const$

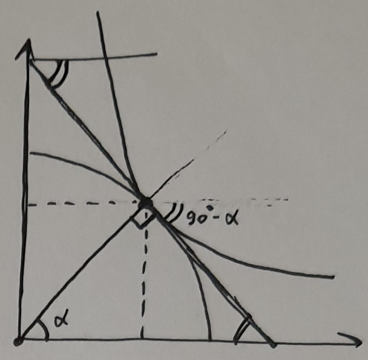
$p(V^{\gamma})' + V^{\gamma} \cdot p' = 0$

$p\gamma V^{\gamma-1} \cdot dV + V^{\gamma} dp = 0$

$p\gamma \frac{V^{\gamma}}{V} \cdot dV + V^{\gamma} dp = 0$

$p\gamma\, dV + V dp = 0$





$p\gamma + Vk = 0$

$p_k\gamma + V_k \cdot k = 0$

$k = tg\, 90° - \alpha$

$\cancel{\sqrt{a^2 p_0^2 V_0^2 - V_k^2}}$

$p\gamma + V\, tg(90° - \alpha) = 0$

$\cancel{\left(\frac{p_k}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_k}{V_0}\right)^2 = a^2}$

$\cancel{p_k^2 + V_k^2 = a^2 p_0^2 V_0^2}$

$\cancel{p_k = \sqrt{a^2 p_0^2 V_0^2 - V_k^2}}$

$tg\, 90° - \alpha = \frac{\sin 90° - \alpha}{\cos 90° - \alpha} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = ctg\,\alpha$

$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = a^2$

$p^2 V_0^2 + p_0^2 V^2 = (a p_0 V_0)^2$

$2pV_0^2 dp + 2p_0^2 V dV = 0$

$pV_0^2 dp + p_0^2 V dV = 0$

$\left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2 dp \cdot p + V dV = 0$

$\left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2 \frac{dp}{dV} \cdot \frac{p}{V} + 1 = 0$

$\begin{cases} \left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2 \frac{p}{V} \cdot k + 1 = 0 \\ p\gamma + Vk = 0 \end{cases}$

$0 = A + dU$

$0 = pdV + \frac{3}{2}\nu R dT$

$0 = pdV + \frac{3}{2} d(pV)$

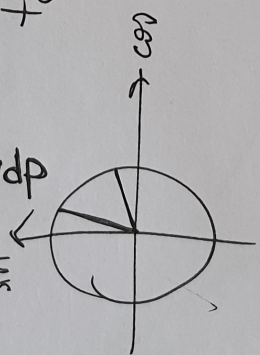
$0 = pdV + \frac{3}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp$

$0 = \frac{5}{2} pdV + \frac{3}{2} Vdp$

$0 = 5pdV + 3Vdp$

$0 = \frac{5}{3} pdV + Vdp$

$0 = \frac{5}{3} \frac{p}{V} \frac{dV}{dp} + 1$



$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = a^2$

$p^2 V_0^2 + V^2 p_0^2 = a^2 p_0^2 V_0^2$

$2pdpV_0^2 + 2VdVp_0^2 = 0$

$pdp\left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2 + VdV = 0$

$\frac{p}{V} \frac{dp}{dV} \left(\frac{V_0^2}{p_0^2}\right) + 1 = 0$

$\frac{p}{V} \frac{dV}{dp} \left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2 + 1 = 0$

21202577 (U310336 M1268806)

Черновик 9

$$0 = pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp$$

$$0 = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp$$

$$0 = \frac{5}{3}\frac{p}{V}\frac{dV}{dp} + 1$$

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = a^2$$

$$p^2V_0^2 + V^2p_0^2 = (ap_0V_0)^2$$

$$2pdp \cdot V_0^2 + 2VdV \cdot p_0^2 = 0$$

$$\frac{p}{V}\frac{dp}{dV}\left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2 + 1 = 0$$

$$\begin{cases} \frac{5}{3}\frac{p}{V}\frac{dV}{dp} = -1 \\ \left(\frac{V_0}{p_0}\right)^2\frac{p}{V}\frac{dp}{dV} = -1 \end{cases}$$

$$k = \frac{d\frac{p}{p_0}}{d\frac{V}{V_0}} = \frac{V_0}{p_0}\frac{dp}{dV}$$

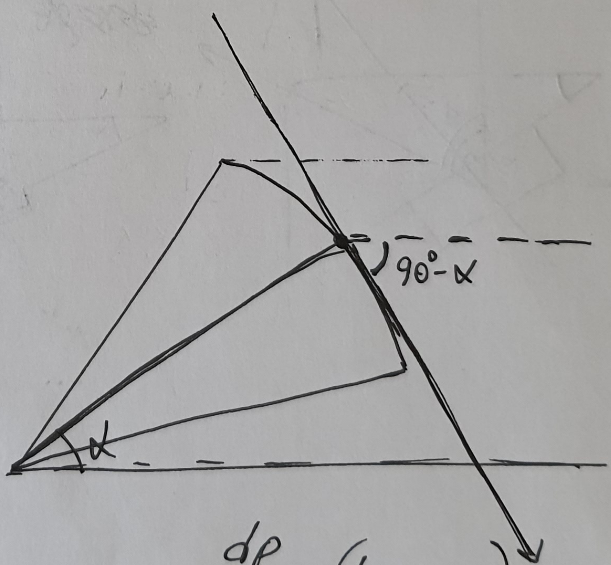
$$k^{-2} = \left(\frac{dV}{dp}\frac{p_0}{V_0}\right)^2$$

$$\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2\cdot\left(\frac{dV}{dp}\right)^2 = 1$$

$$\frac{5}{3}\cdot\frac{1}{k^2} = 1$$

$$k = \frac{5}{3}$$

$$k = \sqrt{\frac{5}{3}}$$



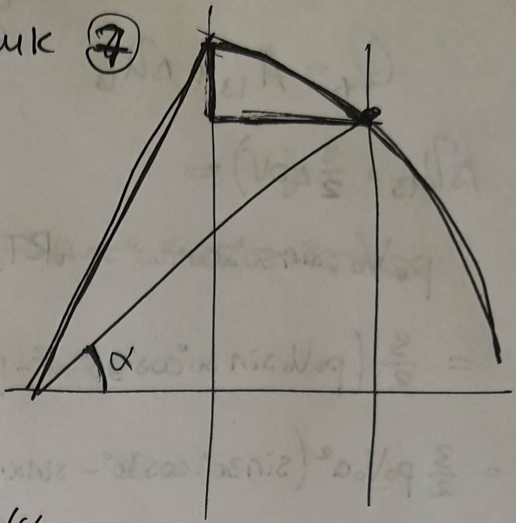
$$\frac{dp}{dV} = (tg\, 90^\circ - \alpha)$$

$$dp = (tg\, 90^\circ - \alpha)\, dV$$

$$\cancel{VdV = (tg\, 90^\circ - \alpha)}$$

21202577 (U310336 M1268806)

Чистовик 7



можно получить работу:

~~$dA = pdV = p\cdot dp\cdot\frac{dV}{dp} = p\cdot\frac{1}{k} =$~~

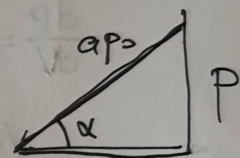
~~$= p\cdot\frac{p_0\cdot tg\alpha}{V_0}$~~

$$tg\alpha = \left(\frac{V_0}{p_0}\frac{dp}{dV}\right)^{-1} \to tg\alpha = \frac{p_0}{V_0}\frac{dV}{dp}$$

$$tg\alpha\, dp\cdot\frac{V_0}{p_0} = dV$$

$$p = ap_0\cdot\sin\alpha$$

$$dA = pdV = p\cdot tg\alpha\cdot\frac{V_0}{p_0}dp$$



$$dA = pdV = ap_0\cdot\sin\alpha\cdot tg\alpha\cdot\frac{V_0}{p_0}\cdot ap_0\cdot\cos\alpha\, d\alpha =$$

$$= aV_0p_0\sin^2\alpha\, d\alpha$$

$$dp = ap_0\cdot\cos\alpha\, d\alpha$$

$$A_{13} = \int_{\alpha}^{60^\circ} aV_0p_0\sin^2\alpha\, d\alpha$$

— Аналогично общую работу $\int_{15}^{60^\circ} dA$

~~$A_{общ} =$~~ Q

$$\eta = \left(\frac{A_{13} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{13}}{\int_{15^\circ}^{60^\circ} aV_0p_0\sin^2 d\alpha - \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{21}}\right)^{-1}$$

21202577 (U310336 M1268806)

Часть 2

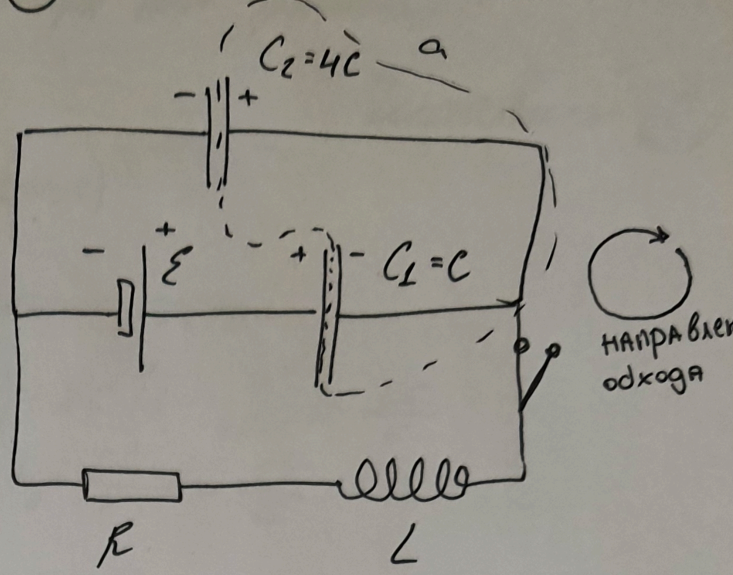
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202577**

ID профиля: **310336**

Вариант 7

Задача №3 Чистовик (1) Вар 7



1) Изначально тока в цепи нет. Напряжение на конденсаторах:

$$U_2 + U_1 = \varepsilon$$

Закон сохранения заряда для участка a:

$$q_1 - q_2 = 0$$

$$q_1 = q_2$$

$$C_1 U_1 = C_2 U_2$$

$$U_1 = U_2 \frac{C_2}{C_1}$$

$$U_2\left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) = \varepsilon$$

$$U_2 = \varepsilon \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$U_1 = \varepsilon \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

2) Сразу после замыкания ток в LR цепи скачком измениться не может — он нулевой. Тогда на R падение напряжения нулевое, Напряжение на катушке:

$$L\frac{di}{dt} = U_2 = \varepsilon \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

$$\boxed{\frac{di}{dt} = \varepsilon \frac{C_1}{C_1 + C_2}\frac{1}{L} = \frac{\varepsilon}{L} \cdot \frac{C}{C + 4C} = \frac{\varepsilon}{5L}}$$

3) Конденсаторы начнут перезаряжаться. Допустим, в конце есть ток через катушку. Тогда ток есть хотя бы через один из конденсаторов, режим не установившейся. След. тока через катушку нет в конце (это очевидно, т.к. есть ещё R, рассеивающий энергию, даже если возникнут колебания)(от противного)

Тогда в конечном итоге напряжение на C_2 нулевое, т.к. $Ri = 0$, $\frac{di}{dt} = 0$.

Следовательно $\varepsilon = U_1'$

4) Тогда заряд ~~второго~~ первого конденсатора после замыкания:

Чистовик ②

$$q_1' = C_1 U_1' = C_1 \mathcal{E}$$

а был $q_1 = \mathcal{E}\dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ (меньше)

значит протёкший через источник заряд:

$$\Delta q = q_1' - q_1 = \mathcal{E} C_1 \left(1 - \frac{C_2}{C_1 + C_2}\right) = \mathcal{E} C \cdot \left(1 - \frac{4C}{4C + C}\right) = \frac{\mathcal{E} C}{5}$$

след. работа источника: $A_\mathcal{E} = \dfrac{\mathcal{E} C}{5} \cdot \mathcal{E} = \dfrac{\mathcal{E}^2 C}{5}$

5) Запишем з.с.э: ~~$W_1 + W_2 = W_1' +$~~

$$A_\mathcal{E} + W_1 + W_2 = W_1' + Q$$

$$Q = A_\mathcal{E} + W_1 + W_2 - W_1'$$

$$\left.\begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{2} C_1 U_1^2 = \frac{1}{2} \frac{C_1 C_2^2}{(C_1 + C_2)^2} \mathcal{E}^2 \\ W_2 &= \frac{1}{2} C_1 U_2^2 = \frac{1}{2} \frac{C_2 \cdot C_1^2}{(C_1 + C_2)^2} \mathcal{E}^2 \end{aligned}\right\} W_1 + W_2 = \frac{1}{2} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} \frac{C \cdot 4C}{C + 4C} \mathcal{E}^2 = \frac{2C\mathcal{E}^2}{5}$$

$$W_1' = \frac{1}{2} C_1 \mathcal{E}^2 = \frac{1}{2} C \mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{\mathcal{E}^2 C}{5} + \frac{2}{5} \mathcal{E}^2 C - \frac{1}{2} C \mathcal{E}^2$$

$$Q = \mathcal{E}^2 C \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{2}\right) = \mathcal{E}^2 C \left(\frac{6 - 5}{10}\right) = \frac{\mathcal{E}^2 C}{10}$$

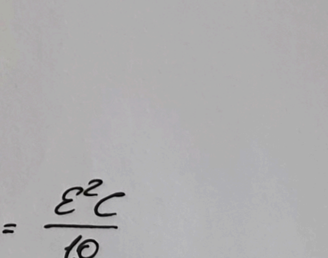
6) Заметим, что в любой момент времени выполняется ~~П~~ з. Кирхгоффа „в двух верхних цепях" ($\mathcal{E}C$ и C):

$$U_2 + U_1 = -\mathcal{E}$$

$$\frac{q_2}{C_2} + \frac{q_1}{C_1} = -\mathcal{E}$$

продифференцируем по времени:

$$\frac{\dot{q}_2}{C_2} + \frac{\dot{q}_1}{C_1} = 0$$



(относительно положит. направления конденсаторов)

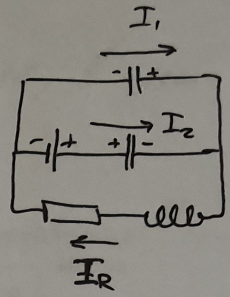
$$\frac{I_2}{C_2} + \frac{I_1}{C_1} = 0$$

$$I_2 = -\frac{C_2}{C_1} \cdot I_1$$

(−, т.к. второй ~~заря~~ разряжается, а первый заряжается)

Чистовик ③

7) Таким образом по второму з. Кирхгоффа (ну или з. сохран. заряда) токи $I_R = I_1 + I_2 = I_0 + \frac{C_2}{C_1} I_0 = 5 I_0$



Ответ: $\frac{di}{dt} = \frac{\varepsilon}{5L}$

$Q = \frac{\varepsilon^2 C}{10}$

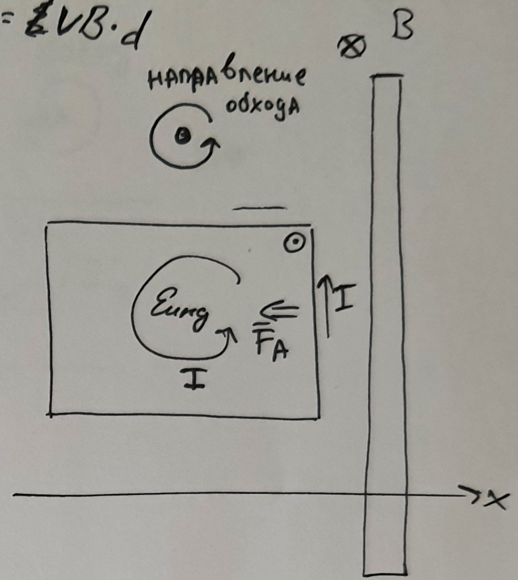
$I_R = 5 I_0$.

21202577 (U310336 M1268807)

Задача №4 чистовик ④

1) Как только рамка входит в поле, в ней возникнет ЭДС индукции: $\mathcal{E}_{инд} = VB \cdot d$

$$\left(\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = +\frac{Vdt\,d\cdot B}{dt} = +Vd\cdot B \right)$$



2) Возникнет ток:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{VdB}{R}$$

3) Вслед за ним появится сила ампера:

$$\vec{F}_A = [\vec{l} \times \vec{B}] \cdot I$$

тогда сразу же будет ускорение:

$$m\vec{a} = \vec{F}_A$$

$$ma_x = -F_A$$

$$a_x = -\frac{\cancel{d}\cdot B \cdot V \cdot d \cdot B}{R \cdot m} = -\frac{V_x (Bd)^2}{mR}$$

4) $\cancel{\frac{dV}{dt} = a \ldots V}$

~~ускорение постоянно, т.к. силы на другие стороны рамки в сумме 0.~~ $a_x = \frac{dV_x}{dt}$:

~~След.~~ $$-\frac{dV_x}{dt} = \frac{(d\cdot B)^2}{mR} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$-dV_x = \frac{(d\cdot B)^2}{mR} \cdot dx \quad \text{просуммируем}$$

$$-\Delta V_x = \frac{(dB)^2}{mR} \cdot x$$

Откуда для первого пути $H = \Delta x = \frac{d}{5}$

$$\Delta V = -\frac{(d\cdot B)^2}{mR} \cdot \frac{d}{5} = -\frac{d^3 B^2}{5mR}$$

$$V_1 = V_0 - \frac{d^3 B^2}{5mR}$$

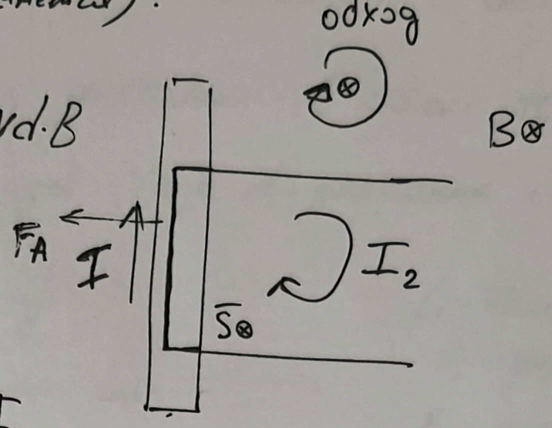
21202577 (U310336 M1268807)

чистовик 5

5) Затем часть времени рамка двигается равномерно, пока вторая сторона не войдёт в поле (т.к $\frac{d\Phi}{dt}=0 \Rightarrow F_A=0$)
$I=0$

После этого на рамку действует ~~[illegible]~~ обратная эдс. индукции (поток уменьшается):

$$\mathcal{E}=-\frac{d\Phi}{dt}=+\frac{v dt\cdot B\cdot d}{dt}=vd\cdot B$$



Новая сила Ампера

$$\vec{F}_A=B[\vec{l}\times\vec{B}\cdot]I_2$$

$$\vec{F}_A=dB\cdot\frac{vdB}{R}=\frac{(Bd)^2 v}{R}$$

Аналогично $m\vec{a}=\vec{F}_A$

$$m\frac{dv_x}{dt}=-\frac{(Bd)^2 dx}{dtR}$$

$$dv_x=-\frac{(Bd)^2 dx}{m\cancel{dt}\cdot R}$$

$$\Delta V_2=-\frac{B^2d^2\cdot}{Rm}\cdot H=-\frac{B^2d^3}{5RM}$$

$$\Delta V_1+\Delta V_2=-\frac{2B^2d^3}{5RM}$$

$$V_2=V_0-\frac{2B^2d^3}{5RM}.$$

Ответ: $V_1=V_0-\frac{B^2d^3}{5RM}$

$V_2=V_0-\frac{2B^2d^3}{5RM}$

21202577 (U310336 M1268807)

чистовик ⑥

Задача №5

1) Чтобы человек мог читать текст, ему необходимо, чтобы свет фокусировался на сетчатке глаза.

2) Если он читает на расстоянии в 25 см, то по формуле тонкой линзы (где d – расстояние от линзы до сетчатки)

$$\frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_1}=\frac{1}{d}+\frac{1}{l_1}$$

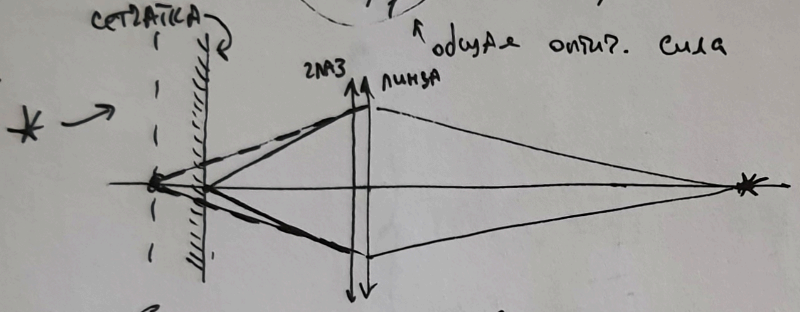
откуда оптич. сила

здесь минус!

$l_1 = 25$ см

F_1 – фокус первых очков

F_0 – оптический фокус глаза человека.



3) Если рассматриваются предметы на большом удалении, то пучки света от них можно считать параллельными.

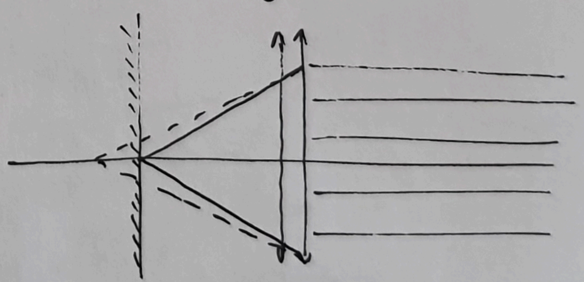
Причём такие лучи будут собираться в фокальной плоскости глаза + линзы. Чтобы они были на сетчатке, необходимо:

система линз, ~~эквивал~~ оптическая сила которых – сумма ~~опт~~ оптич. сил компонентов.

$$\left(\frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_2}\right)^{-1}=d$$

и здесь минус!

$$\frac{F_0\cdot F_2}{F_0+F_2}=d$$



~~Ит~~ Итого

$$\begin{cases}\dfrac{1}{F_0}+\dfrac{1}{F_1}=\dfrac{1}{d}+\dfrac{1}{l_1}\\[2mm] \dfrac{F_0\cdot F_2}{F_0+F_2}=d\\[2mm] \cancel{F_1 : F_2 = 3}\\ F_2 : F_1 = 3 \Rightarrow F_2 = 3F_1\end{cases}$$

и какая линза – см. дальше

* тут малость не уверен, собирается ли за или перед сетчаткой без линзы, но на решение это не влияет.

Чистовик (7)

4) Я понял, что ~~есть~~ где-то допустил ошибку. Лучше записать через оптические силы. $\frac{1}{x_0}$ очевидно $> \frac{1}{\ell_1}$. Поэтому знаки такие:

т.к. человек близорукий (видимо, линзы рассеивающ.)

да. рассеивающая. поэтому $F_1 < 0$, $F_2 < 0$.

$D_0 = \frac{1}{F_0}$

$D_1 = \frac{1}{F_1}$

$D_2 = \frac{1}{F_2}$

$D_x =$ ~~и~~искомое

$$\begin{cases} D_0 - D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell_1} & \text{ближний} \\ D_0 - D_2 = \frac{1}{d} + 0 & \text{дальний} \\ D_0 - 0 = \frac{1}{d} + \frac{1}{x} & \text{без очков} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ замена $D_0 - \frac{1}{d} = \alpha$

$$\begin{cases} \alpha - D_1 = \frac{1}{\ell_1} \\ \alpha - D_2 = 0 \\ \alpha = \frac{1}{x} \end{cases} \Rightarrow \boxed{D_2 = \alpha} = \frac{1}{x}$$

$$D_2 - D_1 = \frac{1}{\ell_1}$$

$\cancel{D_2 = 3D_1}$ $\cancel{3D_1 - D_1 = \frac{1}{\ell_1}}$ $\cancel{4D_1 = \frac{1}{\ell_1}}$ $\cancel{D_1 = \frac{1}{4\ell_1}}$ $\cancel{D_2 = \frac{3}{4\ell_1} = \alpha = \frac{1}{x}}$ $\cancel{x_* = \frac{4\ell_1}{3} = \frac{100\,см}{3} \approx 35\,см.}$

(по условию) $D_2 = 3D_1$

$$3D_1 - D_1 = \frac{1}{\ell_1}$$

$$2D_1 = \frac{1}{\ell_1}$$

$$D_1 = \frac{1}{2\ell_1}$$

$$D_2 = \frac{3}{2\ell_1} = \alpha = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{2\ell_1}{3} \approx 16.67\,см$$

$$D_2 = \frac{3}{2\cdot\ell_1} = \frac{3}{2\cdot 0.25\,м} = \frac{3}{0.5\,м} = 6 \text{ диоптр.}$$

21202577 (U310336 M1268807)

чистовик ⑧

5) При рассматривании с $50см = l_2$:

$$D_0 - D_x = \frac{1}{d} + \frac{1}{l_2}$$

очки с силой D_x

$$\alpha - D_x = \frac{1}{l_2}$$

$$D_2 - D_x = \frac{1}{l_2}$$

$$\frac{3}{2l_1} - \frac{1}{l_2} = D_x$$

$$\frac{3}{2\cdot 25см} - \frac{1}{50см} = \cancel{\frac{4}{2}}\ \frac{2}{50см} = \frac{2}{0{,}5м} = 4 \text{ диоптр.}$$

Ответ: $\cancel{D}x = \frac{2}{3}\cdot 25см \simeq 16.67$ см $\quad D_2 = 6$ диоптр

$D_x = 4$ диоптр.

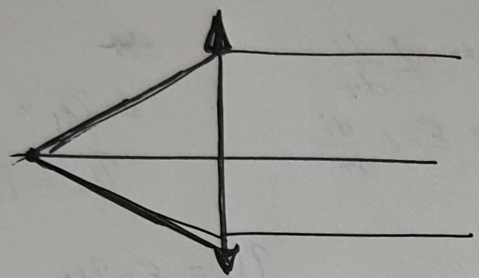
21202577 (U310336 M1268807)

черновик (19)

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{l_1}$$

$$F_2 = d$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{F_2} + \frac{1}{l_1}$$



$$\begin{cases} D_0 + D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{l} \\ \cancel{D_0 + D_2 = \frac{1}{d}} \\ D_0 + \frac{1}{3}D_1 = \frac{1}{d} \end{cases}$$

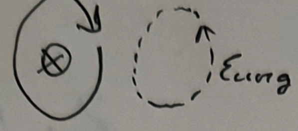
$$\frac{D_1}{D_2} = \quad D_1 = 3D_2$$

$$\frac{2}{3}D_1 = \frac{1}{l}$$

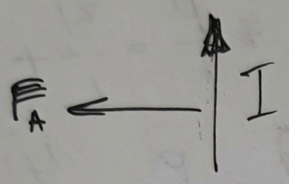
$$D_0 = \frac{1}{d} + \frac{1}{x_0}$$

21202577 (U310336 M1268807)

Черновик 9



$$-\frac{V dt\cdot d\cdot B}{dt} = -V(dB)^2$$



$$F_A = dB\cdot I =$$

$$= dB\cdot\frac{\mathcal{E}}{R} =$$

$$= d\cdot B\cdot\frac{VdB}{R} =$$

$$= \frac{(Bd)^2 V}{R}$$

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

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

$$D_0 + D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{e}$$

$$D_0 - \frac{1}{d} = \frac{1}{e} - D_1 = \frac{1}{x}$$

D_d

D_e

D_x

$$D_0 = D_d + D_x$$

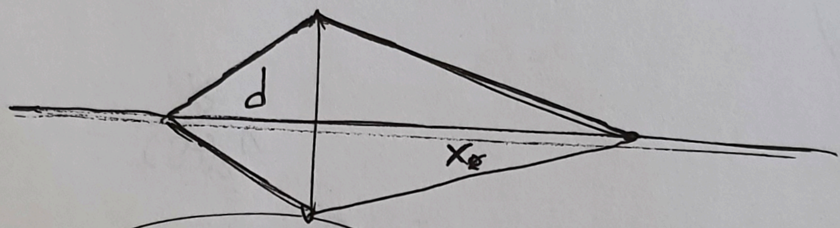
$$D_0 - D_1 = D_d + D_e$$

$$D_0 - D_2 = D_d$$

$$D_e < D_x$$

5) Когда он смотрит без линз:

$$\begin{cases} \frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} \\ \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell} \\ \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} \\ F_1 = \frac{1}{3} F_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{F_2} = -\frac{1}{x_0}$$



$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} = \frac{1}{x} > 0$$

$$\boxed{F_0 < d}$$

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell}$$

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d}$$

$$D_0 + D_2 = \frac{1}{d}$$

$$D_0 + D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell}$$

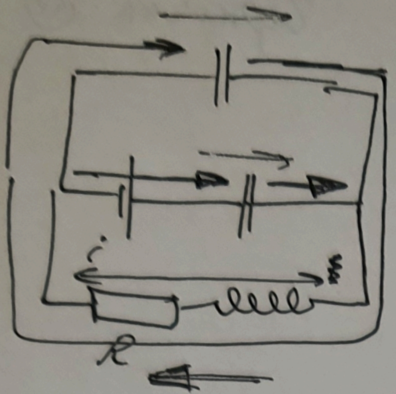
$$\begin{cases} D_0 = \frac{1}{d} + \frac{1}{x} \\ D_0 + D_2 = \frac{1}{d} \\ D_0 + D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell} \\ -D_1 = 3D_2 \end{cases}$$

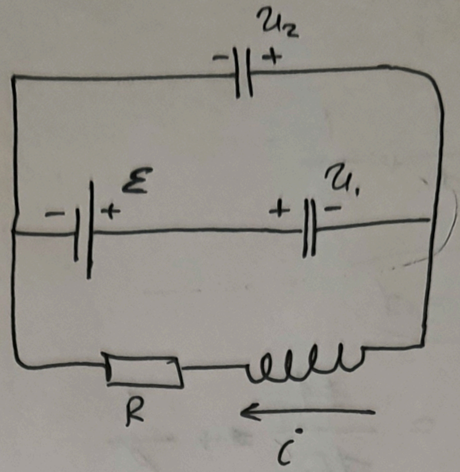
$$\begin{cases} D_0 + D_2 = \frac{1}{d} \\ D_0 - 3D_2 = \frac{1}{d} + \frac{1}{\ell} \end{cases}$$

$$-4D_2 = \frac{1}{\ell} \Rightarrow 4$$

черновик 11

черновик (12)





$C = \frac{q}{u}$

$u = \frac{q}{c}$

$\cancel{u_2 + iR}$

$u_2 + iR = -L\frac{di}{dt}$

$-u_1 + iR = \varepsilon - L\frac{di}{dt}$

$\cancel{d}\ q$

$\varepsilon - u_1 = iR + L\frac{di}{dt}$

$u_2 = iR + L\frac{di}{dt}$

$u_2 = \varepsilon - u_1$

$\frac{q_2}{C_2} = \varepsilon - \frac{q_1}{C_1}$

$\frac{\dot q_2}{C_2} = -\frac{\dot q_1}{C_1}$

$\frac{I_2}{C_2} = \frac{I_1}{C_1}$

21202577 (U310336 M1268807)

черновик (13)

$$\frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_1}=\frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_2}+\frac{1}{\ell_1}$$

$$\frac{1}{F_1}=\frac{1}{F_2}+\frac{1}{\ell_1}$$

$$\frac{1}{F_1}=\frac{1}{3F_1}+\frac{1}{\ell_1}$$

$$\frac{2}{3}\frac{1}{F_1}=\frac{1}{\ell_1}$$

$$\frac{3}{2}F_1=\ell_1$$

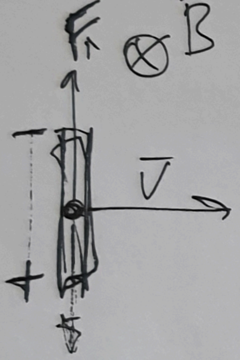
$$F_1=\frac{3}{2}\ell_1$$

$F_1 = 37.5$ см.

$F_2 = 112.5$ см

$$\frac{1}{F_0}+ -$$

$$\begin{cases}\frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_1}=\frac{1}{d}+\frac{1}{\ell}\\ \frac{1}{F_0}+\frac{1}{F_2}=\frac{1}{d}\\ F_2=3F_1\end{cases}$$



$$\vec{F}_\Lambda = q\,\bar{V}\times\bar{B}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\ell\,\vec{V}\times\vec{B}$$

$$\frac{1}{F_1}-\frac{1}{F_2}=\frac{1}{\ell}$$

$$\frac{2}{3}\frac{1}{F_1}=\frac{1}{\ell}$$

$$F_1=\frac{3}{2}\ell$$

$$F_2=\frac{9}{2}\ell$$

$$\frac{1}{F_0}-\frac{1}{d}=-\frac{1}{F_2}=-\frac{2}{9\ell}$$

$$\frac{v\,dt\cdot dB}{dt}= -\mathcal{E}$$

vdB