Часть 1

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

Шифр: **21201821**

ID профиля: **281577**

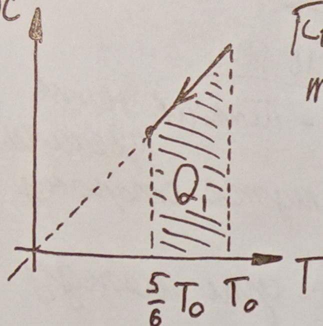
Вариант 1

Чистовик

№2

1) Нарисуем график зависимости $\nu \cdot C(T)$

т.к $C = \frac{2R}{T_0} \cdot T = const \cdot T \Rightarrow$ график имеет вид прямой, выходящей из нуля, нарисуем его



Площадь под графиком пропорциональна теплоте

$\Rightarrow Q_1$ мы можем найти как

$$\frac{1}{2}\left(C(T_0) + C\left(\frac{5}{6}T_0\right)\right) \cdot \nu \cdot \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right) = Q_1$$

или в общем виде $\frac{1}{2}\left(C(T_0) + C(T)\right)\nu \cdot (T_0 - T) = Q$

Посчитаем $Q_1 = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{2}R}{T_0}\left(T_0 + T_0 \cdot \frac{5}{6}\right)\nu \cdot \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right) = \frac{\nu R}{T_0} \cdot T_0^2\left(1 - \frac{25}{36}\right)$

$$Q_1 = \frac{\overset{11}{\cancel{9}}}{36}\nu R T_0 = \frac{11}{36}\nu R T_0 = \cancel{0{,}25\,\nu R T_0} = \underline{\frac{11}{36}\nu R T_0}$$

Также в общем виде: $\frac{1}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{2}R}{T_0}(T_0 + T)\nu \cdot (T_0 - T) = Q \Rightarrow Q = \frac{\nu R}{T_0}(T_0^2 - T^2)$

в любой момент времени:

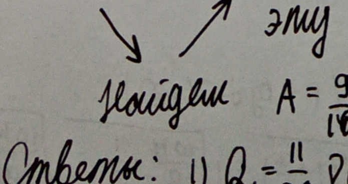
$-Q = A + \Delta U \Rightarrow -\frac{\nu R}{T_0}(T_0^2 - T^2) = A + \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

т.к в процессе газ отдает тепло

$\Rightarrow$ $-\frac{\nu R}{T_0}(T_0^2 - T^2) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T) = A(T)$

$\Rightarrow -T_0 + \frac{T^2}{T_0} + \frac{3}{2}T_0 - \frac{3}{2}T = \frac{A(T)}{\nu R} \Rightarrow \frac{A(T)}{\nu R} = \frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T + \frac{1}{2}T_0$

$\left(\frac{A(T)}{\nu R}\right)' = \frac{2T}{T_0} - \frac{3}{2}$ $\qquad \left(\frac{A(T)}{\nu R}\right)' = 0 \Rightarrow 2T = \frac{3}{2}T_0 \Rightarrow 4T = 3T_0 \Rightarrow \underline{T = \frac{3T_0}{4}}$



$\frac{3T_0}{4}$ – т. min $\Rightarrow$ газ совершит минимальную работу при охлаждении до $\frac{3T_0}{4}$

Найдем эту работу: $A = \frac{\frac{9}{16}T_0^2}{T_0}\nu R + \left(-\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}T_0\right)\nu R$

$A = \frac{9}{16}T_0\nu R - \frac{9}{8}T_0\nu R + \frac{1}{2}T_0\nu R = \left(\frac{1}{2} - \frac{9}{16}\right)T_0\nu R = \underline{-\frac{1}{16}T_0\nu R}$

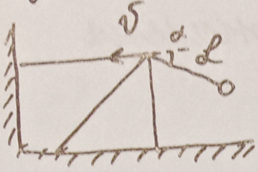
Ответы: 1) $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$ 2) $T = \frac{3T_0}{4}$ 3) $A_{min} = -\frac{1}{16}T_0\nu R$

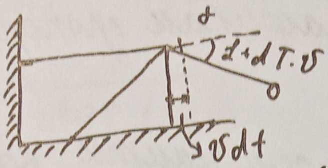
1

Чистовик

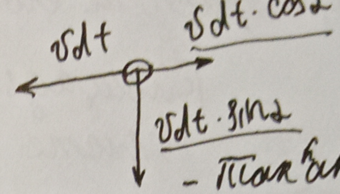
N1

1) Пусть в некоторый момент времени клин движется со скоростью v, рассмотрим бесконечно малый промежуток времени dt и проследим за шаром



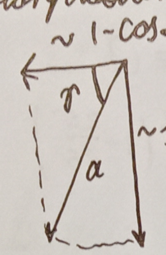


$\Rightarrow$



– Так как нить увеличилась

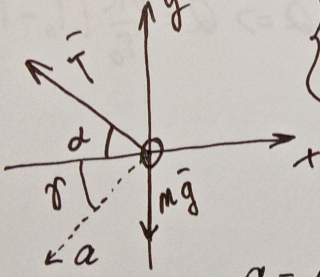
все перемещения шара пропорциональны v $\Rightarrow$ его скорость всегда направлена в одну и ту же сторону и сонаправлена с ускорением



$$\begin{cases} \cos\alpha = \frac{3}{5} \\ \sin\alpha = \frac{4}{5} \\ 1-\cos\alpha = \frac{2}{5} \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg}\gamma = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{2}{5}} = 2 \qquad \operatorname{tg}\gamma = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$$

– где γ - угол между горизонтом и ускорением шара $\operatorname{tg}\gamma = 2$

2) Рассмотрим силы, которые действуют на шар



$$\begin{cases} OX: T\cos\alpha = ma\cos\gamma \\ OY\ T\sin\alpha - mg = -ma\sin\gamma \end{cases} \Rightarrow \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{a\cos\gamma \cdot \cancel{m}}{\cancel{m}(g - a\sin\gamma)}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{g - a\sin\gamma}{a\cos\gamma} \Rightarrow g - a\sin\gamma = a\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma$$

$$g = a(\sin\gamma + \operatorname{tg}\alpha\cos\gamma) \Rightarrow a = \frac{g}{\sin\gamma + \operatorname{tg}\alpha\cos\gamma}$$

- теперь мы знаем ускорение шара

как мы помним перемещение клина шара относятся как по горизонтали $\frac{1}{1-\cos\alpha}$ $\Rightarrow \frac{a_{кл}}{a\cos\gamma} = \frac{1}{1-\cos\alpha}$

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{3}$

$\operatorname{tg}\gamma = 2$

$\sin\gamma = \frac{2}{\sqrt{5}}$

$\cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{5}}$

$$\Rightarrow a_{кл} = \frac{g\cos\gamma}{\sin\gamma + \operatorname{tg}\alpha\cos\gamma} \cdot \frac{1}{1-\cos\alpha}$$

$$a_{кл} = \frac{g}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\alpha} \cdot \frac{1}{1-\cos\alpha} = \frac{g}{2+\frac{4}{3}} \cdot \frac{1}{1-\frac{3}{5}}$$

2

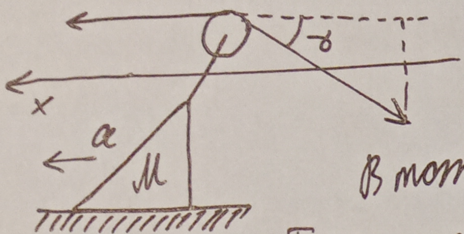
$$a_{кл} = \frac{3g}{6+4} \cdot \frac{1}{\frac{2}{5}} = \frac{15g}{12+8} = \frac{15}{20}g = \frac{3}{4}g$$

4)

$$H = \frac{g\sin\gamma}{\sin\gamma + \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\gamma} \cdot \frac{\tau^2}{2} = a\sin\gamma \cdot \frac{\tau^2}{2} \Rightarrow \tau^2 = \frac{2H}{g}(1 + \operatorname{tg}\alpha\operatorname{ctg}\gamma)$$

$$\Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2H}{g}\left(1 + \frac{4}{3}\cdot\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2H}{g}\left(1 + \frac{2}{3}\right)} = \sqrt{\frac{10H}{g}\cdot\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$$

Чистовик



Вдоль OX:

$$T(1-\cos\alpha) = M a_{кл} = M\cdot\frac{3}{4}g$$

В тоже время:

$$T\cos\alpha = ma\cos\gamma = m\,\frac{g\cos\gamma}{\sin\gamma + \operatorname{tg}\alpha\cos\gamma}$$

$$\Rightarrow T\cos\alpha = m\,\frac{g}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\alpha}$$

$$\Rightarrow \frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{M\cdot\frac{3}{4}\cancel{g}}{m\,\frac{\cancel{g}}{\operatorname{tg}\gamma+\operatorname{tg}\alpha}} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\frac{3}{4}\cos\alpha(\operatorname{tg}\gamma+\operatorname{tg}\alpha)}{1-\cos\alpha}$$

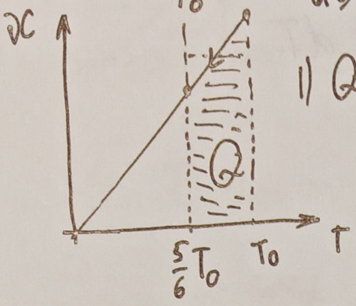
$$\Rightarrow f = \frac{m}{M} = \frac{\frac{3}{4}\cdot\frac{3}{\cancel{5}}\left(\cancel{2}^{1}+\frac{\cancel{4}^{2}}{3}\right)}{\frac{\cancel{2}}{\cancel{5}}} = \frac{3}{4}\cdot 3\left(1+\frac{2}{3}\right) = \frac{3}{4}(3+2) = \frac{15}{4}$$

Ответы: 1) $\operatorname{tg}\gamma = 2$ 2) $a_{кл} = \frac{3}{4}g$ 3) $f = \frac{m}{M} = \frac{15}{4}$ 4) $\tau = \sqrt{\frac{10H}{g}}$

Черновик

N2

$C(T) = \frac{2RT}{T_0}$



1) $Q = \frac{(C(T_0) + C(\frac{5}{6}T_0))\nu}{2} \cdot \frac{1}{6}T_0$

$$Q = \frac{\frac{2RT_0}{T_0} + \frac{2R\cdot\frac{5}{6}T_0}{T_0}}{2}\nu\cdot\frac{1}{6}T_0$$

$$\frac{2R + 2R\cdot\frac{5}{6}}{2}\nu\cdot\frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{6}R\nu\cdot\frac{1}{6}T_0 = \frac{11}{36}\nu R T_0$$? Потом пересчитать

$Q = A + \Delta U$ $\quad \frac{C(T_0) + C(T_x)}{2}\nu\cdot(T_0 - T_x) = A - (T_0 - T_x)R\nu\cdot\frac{3}{2}$

$$\Rightarrow A = \frac{\frac{2RT_0}{T_0} + \frac{2RT_x}{T_0}}{2}\nu(T_0 - T_x) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x) = A$$

$$\left(R + \frac{T_x}{T_0}R\right)\nu(T_0 - T_x) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x) = A$$

$$\nu R\left(1 + \frac{T_x}{T_0}\right)(T_0 - T_x) + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x) = A \quad 3$$

$$\frac{A}{\nu R} = \left(1 + \frac{T_x}{T_0}\right)(T_0 - T_x) + \frac{3}{2}(T_0 - T_x)$$

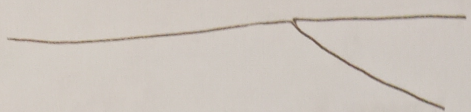
$$\frac{A}{\nu R} = \left(1 + \frac{T_x}{T_0} + \frac{3}{2}\right)(T_0 - T_x)$$

$$\frac{A(T_x)}{\nu R} = \left(\frac{5}{2} + \frac{T_x}{T_0}\right)(T_0 - T_x) = \frac{5}{2}T_0 - \frac{5}{2}T_x +$$

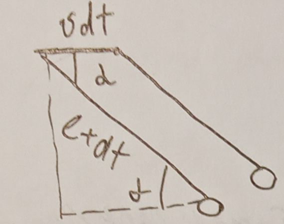
$$\left(\frac{5}{2} + \frac{T_x}{T_0}\right)(T_0 - T_x) = \frac{5}{2}T_0 - \frac{5}{2}T_x + T_x - \frac{T_x^2}{T_0}$$

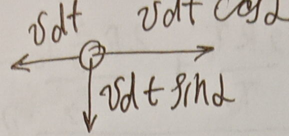
N1

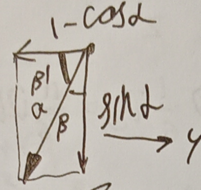
Черновик



Рассмотрим перемещение шара з dT







$\sin\alpha = \cancel{4}/5$

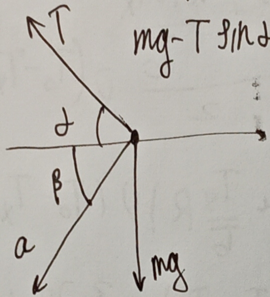
$1-\cos\alpha = \frac{2}{5}$

$tg\beta = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \cancel{\ldots} = \frac{1}{2}$ $\quad tg\beta = \frac{1}{2}$

$tg\beta' = 2 \rightarrow |$

$T\cdot\cos\alpha = ma\cos\beta$

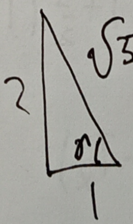
$mg - T\sin\alpha = ma\sin\beta$



$T\cos\alpha = ma\cos\beta$

$T\sin\alpha = m(g - a\sin\beta)$

$tg\alpha = \frac{a\cos\beta}{g - a\sin\beta} \Rightarrow a$ – ускорение шара



$\Rightarrow$ $\sin\gamma = \frac{2}{\sqrt{5}}$

$\cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{5}}$

Часть 2

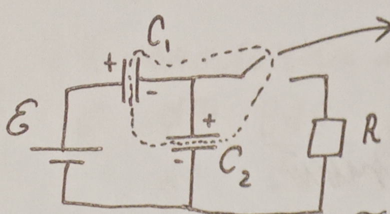
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201821**

ID профиля: **281577**

Вариант 1

№3 Чистовик



По З.С.З заряд выделенной области равен нулю $\quad W=\frac{q^2}{2C}=\frac{u^2C^2}{2C}=\frac{u^2C}{2}$

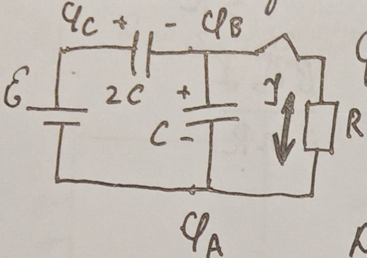
$\Rightarrow C_1u_1=C_2u_2$

$C_2=C\ ;\ C_1=2C$

По второму правилу киргхофа: $u_1+u_2=\mathcal{E}$

$\Rightarrow u_1=\frac{C_2}{C_1}u_2 \Rightarrow u_1=\frac{1}{2}u_2 \Rightarrow u_2=2u_1 \Rightarrow 3u_1=\mathcal{E} \Rightarrow u_1=\frac{1}{3}\mathcal{E}\ ;\ u_2=\frac{2}{3}\mathcal{E}$

В момент замыкания ключа:



$\varphi_B-\varphi_A=u_c=\mathcal{I}R=\frac{2}{3}\mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{I}=\frac{2\mathcal{E}}{3R}$

2) После замыкания ключа конденсатор ёмкостью C полностью разрядится, а конденсатор емкостью 2C зарядится до $\mathcal{E}$ $\Rightarrow Q+W_1-W_2=\frac{2C\cdot\frac{\mathcal{E}^2}{9}}{2}+\frac{C\cdot\frac{4\mathcal{E}^2}{9}}{2}-\frac{2C\mathcal{E}^2}{2}$

4

$A_{БАТ}=Q+\Delta W=Q+W_2-W_1=Q+\frac{2C\mathcal{E}^2}{2}-\frac{2C\frac{\mathcal{E}^2}{9}}{2}-\frac{C\frac{4\mathcal{E}^2}{9}}{2}$

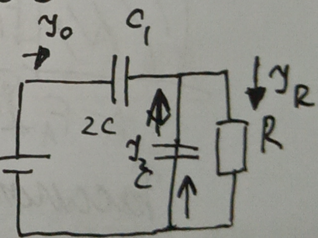
$A_{БАТ}=\mathcal{E}\Delta q=\mathcal{E}\left(2\mathcal{E}C-2C\cdot\frac{\mathcal{E}}{3}\right)=2\mathcal{E}^2C-\frac{2}{3}\mathcal{E}^2C=\frac{4}{3}\mathcal{E}^2C$

$\frac{4}{3}\mathcal{E}^2C=Q+\frac{2\mathcal{E}^2C}{2}-\frac{C\mathcal{E}^2}{9}-\frac{2C\mathcal{E}^2}{9}$

$\frac{4}{3}\mathcal{E}^2C=Q+\mathcal{E}^2C-\frac{1}{3}\mathcal{E}^2C$

$\frac{4}{3}\mathcal{E}^2C=Q+\frac{2}{3}\mathcal{E}^2C \Rightarrow Q=\frac{2}{3}\mathcal{E}^2C$

$\mathcal{I}_0=\dot{q} \qquad \mathcal{I}_0=q'(t)$



$\mathcal{I}_0u_1+\mathcal{I}_Ru_R+\mathcal{I}_2u_R=\mathcal{I}_0\mathcal{E}$

$\mathcal{I}_R+\mathcal{I}_2=\mathcal{I}_0$

$?u_R \qquad \mathcal{I}_0+\mathcal{I}_2=\mathcal{I}_R$

$u_1+u_R=\mathcal{E}$

$\mathcal{I}_2=\mathcal{I}_R-\mathcal{I}_0$

$\mathcal{I}_0u_1+\mathcal{I}_Ru_R+\mathcal{I}_Ru_R-\mathcal{I}_0u_R=\mathcal{I}_0\mathcal{E}$

$\mathcal{I}_0(u_1-u_R)+2\mathcal{I}_Ru_R=\mathcal{I}_0\mathcal{E}$

3) Т.к. 1-ый конденсатор заряжается u_1 за счет заряда второго, то токи через них равны $\Rightarrow$ токи через них равны $\Rightarrow \mathcal{I}_2=\mathcal{I}_1=\mathcal{I}_0$ направление токов как на картинке

$\Rightarrow \mathcal{I}_R=2\mathcal{I}_0$

Ответы: $\mathcal{I}=\frac{2\mathcal{E}}{3R}$; $Q=\frac{2}{3}\mathcal{E}^2C$ $\quad \mathcal{I}_0u_1 \quad \mathcal{I}_R=2\mathcal{I}_0$

21201821 (U281577 M1263826)

Чистовик

№4

1) В начальный момент

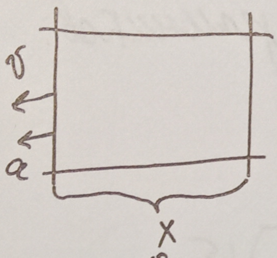
$$\mathcal{E}_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B\,dS}{dt} = B v L \;;\quad J_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{2R+R} = \frac{BvL}{3R}$$

$$a = \frac{F_A}{2m} = \frac{BJ_0L}{2m} = \frac{B^2L^2v}{6mR}$$

2) По З.С.И.:

$$\cancel{m}v_0 = 3\cancel{m}v = v = \frac{v_0}{3}$$

3) Воспользуемся уравнением, записанным в п.1



в общем виде

$$J = \left|\frac{dx}{dt}\right| \frac{BL}{3R} \Rightarrow a \text{ (у второй перемычки)}$$

$$a = \frac{dv}{\cancel{dt}} = -\frac{dx}{\cancel{dt}}\,\frac{BL^2}{6mR} \qquad x_0 = S_0 \text{ (переобозначение)}$$

$$\Rightarrow \int_0^{\frac{v_0}{3}} dv = -\frac{BL^2}{6mR}\int_{x_0}^{x} dx \Rightarrow \frac{v_0}{3} = -\frac{BL^2}{6mR}(x - x_0)$$

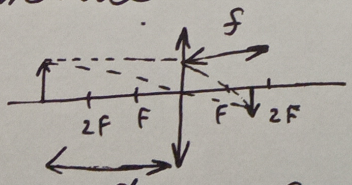
5

$$\Rightarrow x = x_0 - \frac{6mRv_0}{3BL^2} \Rightarrow x = x_0 - \frac{2mRv_0}{BL^2}$$

Ответ: 1) $a = \frac{B^2L^2v}{6mR}$ 2) $v = \frac{v_0}{3}$ 3) $x = x_0 - \frac{6mRv_0}{BL^2}$

№5

Если глаз аккомодирует на расстояние 24 см, то на этом расстоянии от него находится изображение



$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = 12\text{ см}$$

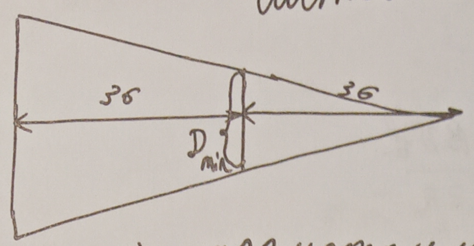
$\Rightarrow$ глаз от линзы расположен в

$$f + 24 = 36\text{ см}$$

Чтобы глаз смог полностью увидеть изображение линза должна полностью закрыть предмет

=>

Чистовик

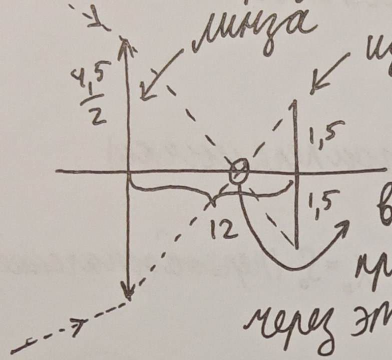


Из подобных треугольников:

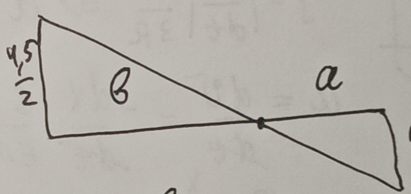
$$D_{min} = \frac{H}{2} = 4,5 \text{ см}$$

3) рассмотрим линзу минимальным диаметром и изображение, оно отстает от линзы на 12 см и имеет увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}$

=> имеет размер $\frac{9}{3} = 3$ см



Из подобия треугольников:



$\frac{a}{1,5} = \frac{2в}{4,5}$ => $a = \frac{2в}{3}$ => $в = \frac{3}{2}a$

$2,5a = 12$ => $a = 4,8$ см

=> $в = 7,2$ см

Ответы:

1) $x = 36$ см

2) $D_{min} = 4,5$ см

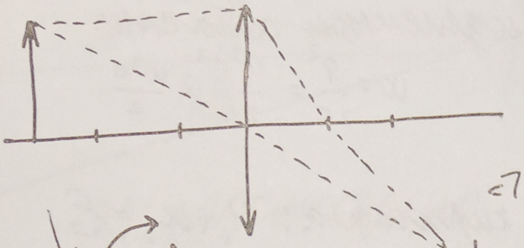
3) $в = 7,2$ см, справа от линзы.

6

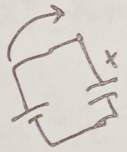
21201821 (U281577 M1263826)

N5 Черновик

N4



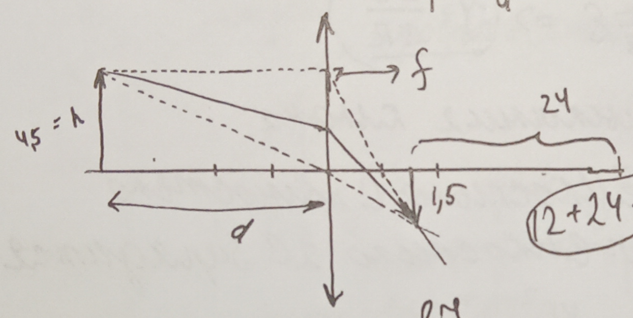
$\Rightarrow 1$



$\frac{1}{g}=\frac{1}{4\cdot 9}+\frac{3}{4\cdot 9}$

$\Rightarrow f=\frac{4\cdot \cancel{9}^{2}}{\cancel{3}}=12$ см

$\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$



$12+24=36$ см

$\Phi = LY$

$E=\frac{LY^2}{2}$ $\frac{\Phi}{2L}$

в начальный момент

$\mathcal{E}_i=\frac{d\Phi}{dt}=\frac{BdS}{dt}=BVL$

$\mathcal{E}_i=BV_0L;\ Y_0=\frac{BV_0L}{3R}$

$\Rightarrow a=\frac{F_A}{2m}=\frac{B^2V_0L^2}{6mR}$

$F_A=BYL$

?) по З.С.И.

$\cancel{m}V_0=3\cancel{m}V \Rightarrow V=\frac{V_0}{3}$

по З.С.Э.

~~по З.С.Э~~

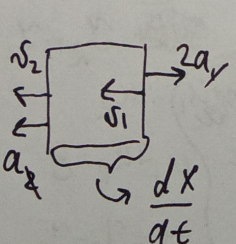
$a(V)$ $2a(V)$ → относительное ускорение - 3A

$\frac{dx}{dt}$ $\cancel{dV}$

$A=F_A\cancel{L}=BYLS$

Рассмотрим правую перемычку

$a=\frac{F_A}{m}=\frac{B^2L^2}{3mR}V_0$



$\frac{dx}{dt}$

$\Rightarrow (V_1-V_2)\cdot\frac{B^2L^2}{6mR}=a$

$V_1(t)=\frac{dx}{\cancel{dt}}\cdot\frac{B^2L^2}{6mR}=\frac{dV}{\cancel{dt}}$ → у второй перемычки

$\Delta X=$ $\int_{x_0}^{x} dx\cdot\frac{B^2L^2}{6mR}=\int_{0}^{\frac{V}{3}} dV$

Черновик.

$A_{бат} = Q + \Delta W$

$\Delta W = W_2 - W_1$

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