Часть 1

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

Шифр: **21202357**

ID профиля: **296798**

Вариант 6

#1. (по условию трения нет)

ЧИСТОВИК

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$ $\Rightarrow$ $\sin\alpha = \frac{3}{5}$

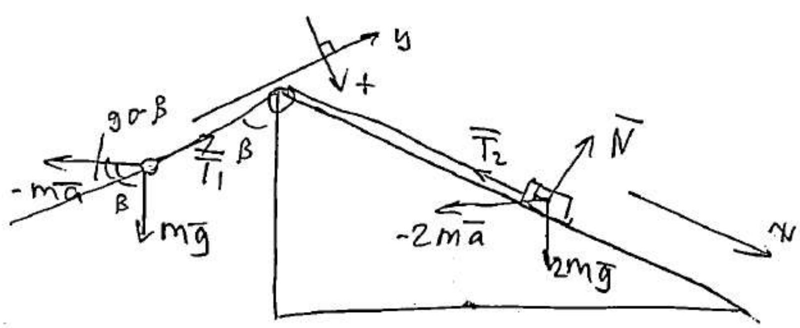
$\cos\beta = \frac{12}{13}$ $\quad \sin\beta = \frac{5}{13}$

(В неи.с.о. расстояния, времена те же что и в лаб.с.о)

1)

• Перейдем в неи.с.о. клина, тогда на тела начнет действовать сила инерции, такая, что: $\overline{F_i} = -m_i\,\overline{a}$ (т.е. в прот. сторону ускорению)

• Расставим в этой с.о. силы на тела:



Т.к. угол β не меняется $\Rightarrow$ сумма сил на ох для тела массой m - ноль $\Rightarrow$

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

$a = g\,tg\,\beta \Rightarrow \quad a = g\cdot\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = g\cdot\frac{5}{12} \Rightarrow$

$\boxed{\text{ответ на 1): } a = g\cdot\frac{5}{12} = g\cdot 0{,}417 \ (\text{при } g = 10\,м/с^2 : a = 4{,}17\,м/с^2)}$

чистовик

2) Запишем II з.н. Ньютона для грузов на оси вдоль нитей:

- для груза m:

$$ma_y = T_1 - mg\cos\beta - ma\sin\beta$$

- для груза $2m$:

$$2ma_x = 2mg\sin\alpha - 2ma\cos\alpha - T_2$$

- $T_1 = T_2$ (т.к. нить невесома)
- $\underset{\parallel a_0}{a_y = a_x}$ (т.к. нить нерастяжима) =>

$$3\cancel{m}a_0 = \cancel{m}g\left(2\sin\alpha - 2\cos\alpha \cdot \frac{5}{12} - \cos\beta - \sin\beta \cdot \frac{5}{12}\right)$$

$$a_0 = \frac{g}{3}\left(2 \cdot \frac{3}{5} - \frac{\cancel{5}}{6} \cdot \frac{4}{\cancel{5}} - \frac{12}{13} - \frac{5}{12} \cdot \frac{5}{13}\right) =$$

$$= \frac{g}{3}\left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3} - \frac{12}{13} - \frac{25}{12 \cdot 13}\right) =$$

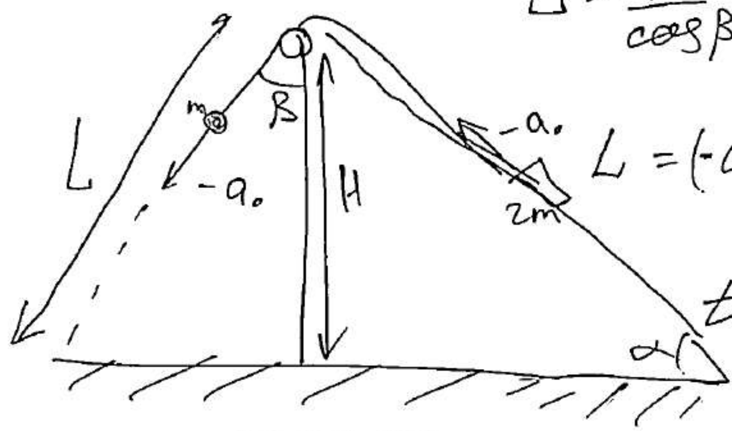
$$\approx \frac{g}{3}\left(1{,}2 - 0{,}6667 - 0{,}9231 - 0{,}16026\right) =$$

$$= \frac{g}{3}\left(-0{,}3898 - 0{,}16026\right) \approx \frac{-g}{3} \cdot 0{,}55006 =>$$

$\boxed{a_0 \approx -g \cdot 0{,}183}$ при $g = 10$ м/с²:

ответ на 2): $a_0 = -1{,}83$ м/с² — проекция на ось Oy

3) найдём время:



$$L = \frac{H}{\cos\beta} = H \cdot \frac{13}{12}$$

$$L = (-a_0)\frac{t^2}{2} \Rightarrow$$

$$t = \sqrt{\frac{2L}{(-a_0)}}$$

$$t = \sqrt{\frac{\cancel{2} \cdot H \cdot 13}{\cancel{12}(-a_0)\, 6}} = \sqrt{\frac{13 \cdot H}{6(-a_0)}}$$

подставив a_0:

$$t = \sqrt{\frac{-13H \cdot 3}{6 \cdot g\left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3} - \frac{12}{13} - \frac{25}{13 \cdot 12}\right)}} \approx \sqrt{\frac{13H}{6 \cdot g \cdot 0{,}183}} \Rightarrow$$

$$t \approx \sqrt{\frac{H}{g}} \cdot 3{,}44$$

ответ на 3):

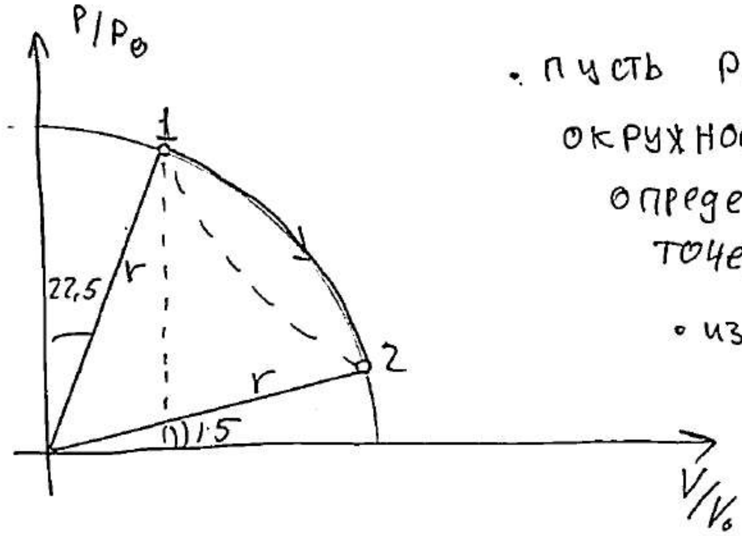
$$t \approx \sqrt{\frac{H}{g}} \cdot 3{,}44$$

если точно, то $t = \sqrt{\dfrac{13 \cdot 3 \cdot H}{6 \cdot g\left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3} - \frac{12}{13} - \frac{25}{13 \cdot 12}\right)}}$

2

$C_V = \frac{5}{2}R$ (двухатомный)

1)



• пусть радиус данной окружности: r, тогда определим давления и объемы точек 1 и 2:

• из ур-ия М-К:

$PV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R}$

• $P_1 = P_0 \cdot r \cdot \cos(22{,}5)$

• $P_2 = P_0 \cdot r \cdot \cos(90-15) = P_0 r \cdot \cos(75) = P_0 r \cdot \sin(15)$

• $V_1 = V_0 r \cdot \sin(22{,}5)$

• $V_2 = V_0 r \cdot \cos(15)$ $\Rightarrow$ $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{P_1V_1}{\nu R}}{\frac{P_2V_2}{\nu R}} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} \Rightarrow$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\cancel{P_0 r} \cdot \cancel{V_0 r} \cdot \cos(22{,}5)\cdot \sin(22{,}5)\cdot 2}{\cancel{P_0 r}\, \cancel{V_0 r} \cdot \sin(15)\cdot \cos(15)\cdot 2} = \frac{\sin(45)}{\sin(30)} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} =$$

$\sin(2\alpha) = \sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot 2$

$$= \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \Rightarrow$$

$\boxed{\text{ответ на 1): } \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}}$

2) определим теплоемкость:

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dA + dU}{dT} = \frac{dA}{dT} + \frac{dU}{dT} = \frac{dA}{dT} + \nu \cdot C_V$$

$dA = PdV$

$\nu R\, dT = PdV + VdP \Rightarrow$

$dT = \frac{PdV + VdP}{\nu R}$

$$\frac{dA}{dT} = \frac{PdV}{PdV + VdP} \cdot \nu R \Rightarrow$$

$$\boxed{C = \nu C_V + \nu R \frac{1}{1 + \frac{VdP}{PdV}}},$$

тогда $C = 0$ при $C_V + \frac{R}{1 + \frac{VdP}{PdV}} = 0 \Rightarrow$

$$\frac{5}{2}\cancel{R} = -\frac{\cancel{R}}{1 + \frac{VdP}{PdV}} \Rightarrow \frac{5}{2}\left(1 + \frac{VdP}{PdV}\right) = -1$$

$$\frac{5}{2} + \frac{5}{2}\frac{VdP}{PdV} = -1 \Rightarrow$$

$$\frac{\cancel{5}}{\cancel{2}}\frac{VdP}{PdV} = -\frac{7}{\cancel{2}} \Rightarrow$$

$$\frac{V}{P} = -\frac{dV}{dP} \cdot \frac{7}{5},$$

как уже поняли: $V = V_0 \cdot r \cdot \cos\alpha$

$P = P_0 \cdot r \cdot \sin\alpha \Rightarrow$

$dV = -V_0 r \cdot \sin\alpha\, d\alpha$

$dP = P_0 r \cos\alpha\, d\alpha$

$$\frac{V}{P} = \frac{V_0}{P_0} \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = -\frac{7}{5} \cdot \frac{-V_0 r \sin\alpha}{P_0 r \cos\alpha} \Rightarrow$$

$$\frac{V_0}{P_0}\operatorname{ctg}\alpha = \frac{7}{5}\frac{V_0}{P_0} \cdot \operatorname{tg}\alpha \Rightarrow \frac{5}{7} = \operatorname{tg}^2\alpha \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \sqrt{\frac{5}{7}},$$

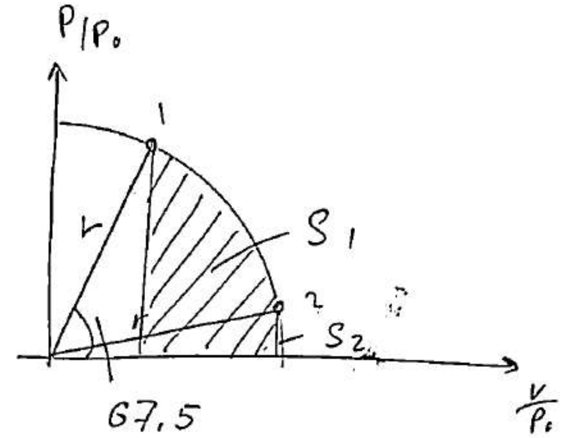
воспользуемся калькулятором:

$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}845 \Rightarrow \alpha \approx 40{,}2^\circ \Rightarrow$

$$\boxed{\text{ответ на 2): существует: } \alpha = \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{5}{7}}\right) \approx 40{,}2^\circ}$$

3) работа при расширении: чистовик

(α - угол с осью $\frac{V}{V_0}$):



$P = P_0 r \sin\alpha$

$V = V_0 r \cos\alpha$

$A_{расш} = P_0 V_0 (S_1 - S_2)$

$$S_1 = \pi r^2 \cdot \frac{67{,}5}{360} - \frac{r^2 \sin(67{,}5)\cdot\cos(67{,}5)}{2}\cdot\frac{2}{2}$$

$$S_2 = \pi r^2 \cdot \frac{15}{360} - \frac{r^2 \sin(15)\cdot\cos(15)}{2}\cdot\frac{2}{2}$$

$\sin(67{,}5) = \sin(90 - 22{,}5) = \cos(22{,}5)$

$\cos(67{,}5) = \sin(22{,}5) \Rightarrow$

$$S_1 = \pi r^2 \cdot \frac{67{,}5}{360} - \frac{r^2}{4}(\sin(45))$$

$$S_2 = \pi r^2 \cdot \frac{15}{360} - \frac{r^2}{4}(\sin(30)) \Rightarrow \boxed{A_{расш} = P_0 V_0 \left(\pi r^2 \cdot \frac{52{,}5}{360} - \frac{r^2}{4}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right)\right)}$$

• т.к сжатие без теплообмена $\Rightarrow$ $A_{сж}$ - работа газа $\Rightarrow$

$A_{сж} + \Delta U = 0$

$$A_{сж} = -\Delta U = -\frac{5}{2} P_0 V_0 r^2 \left(\frac{2\cos(22{,}5)\sin(22{,}5)}{2} - \frac{2\cos(15)\sin(15)}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\boxed{A_{сж} = -\frac{5}{4} P_0 V_0 r^2 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right)}$$

• работа за цикл: $A_{цикл} = A_{сжат} + A_{расш} = P_0 V_0 r^2 \left(-\frac{5}{4\sqrt{2}} + \frac{5}{8} + \frac{\pi \cdot 52{,}5}{360} - \frac{1}{4\sqrt{2}} + \frac{1}{8}\right) =$

$= P_0 V_0 r^2 \left(\frac{3}{4} - \frac{3}{2\sqrt{2}} + \frac{\pi \cdot 52{,}5}{360}\right) \Rightarrow$

$$K = \frac{A_{цик}}{A_{расш}} = \frac{P_0 V_0 r^2 \left(\frac{3}{4} - \frac{3}{2\sqrt{2}} + \frac{\pi \cdot 52{,}5}{360}\right)}{P_0 V_0 r^2 \left(\frac{\pi \cdot 52{,}5}{360} - \frac{1}{4\sqrt{2}} + \frac{1}{8}\right)} = \frac{-0{,}3107 + 0{,}4579}{0{,}4579 - 0{,}05177} = \frac{0{,}1472}{0{,}40613} = \boxed{0{,}362}$$

ответ

$\Leftarrow$ ответ на 3): 6

436

черновик

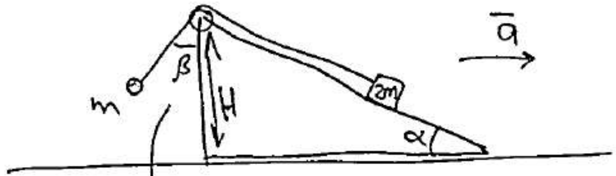
#1. (по условию трения нет)

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

$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow$

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

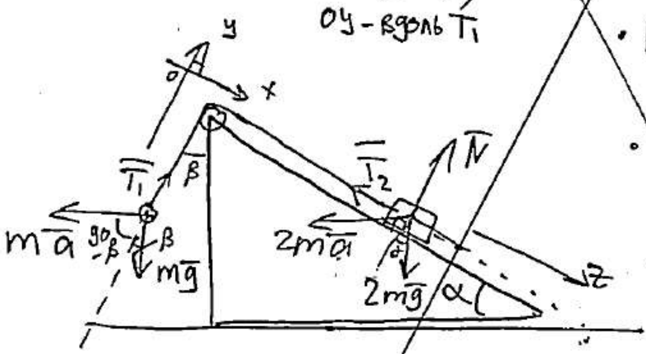
$\sin\beta = \frac{5}{13}$



клин стали двигать с ускорением $\bar a$.

1) Перейдем в неинерц. сист. отсчета клина, тогда на тела начнёт действовать сила инерции, такая что: $\vec{F_i} = -m_i\bar a$ (т.е. в прот. сторону ускор)

2) В этой с.о. расставим силы на тела: (ось $ox \perp oy$) oy - вдоль T_1



- В этой с.о. клин покоится;
- т.к нить составляет угол β с вертикалью, то запишем условие на него:

- сумма сил на ось ox - ноль, т.к угол постоянный
- $mg\sin\beta = ma\cdot\sin(90-\beta) = ma\cos\beta \Rightarrow$

$g\sin\beta = a\cdot\cos\beta \Rightarrow a = g\cdot tg\,\beta =$ ~~$g\cdot\frac{3/5}{4/5} = g\cdot\frac{3}{4}$~~

$\Rightarrow$ ~~Ответ на 1 вопрос: $a = g\cdot\frac{3}{4} = 7.5$ м/с² (при $g = 10$ м/с²)~~

$a = g\cdot tg\,\beta = g\cdot\frac{5/13}{12/13} = g\cdot\frac{5}{12} \Rightarrow$

$\boxed{\text{Ответ на 1 вопрос: } a = g\cdot\frac{5}{12} = 4{,}17 \text{ м/с}^2 \text{ (при } g = 10 \text{ м/с}^2)}$

$\sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2}$

ЧЕРНОВИК

3) Запишем II закон Ньютона для грузов на оси вдоль нитей (в с.о. клина):

для груза m:

$m a_y = T_1 - mg\cos\beta - m a \cdot \sin\beta$

для груза $2m$:

$2m a_z = 2mg\sin\alpha - 2ma\cos\alpha - T_2$

кинематич. связь:

Т.к нить нерастяжима:

$\Delta l_y = \Delta l_z \Rightarrow$

$\Delta \dot{l}_y = \Delta \dot{l}_z \Rightarrow$

$\Delta \ddot{l}_y = \Delta \ddot{l}_z \Rightarrow a_y = a_z \Rightarrow$
$= a_0$ (обозначим так) $\Rightarrow$

Т.к нить невесома $\Rightarrow$
$T_1 = T_2$

$25+144 = 169$

$\frac{13}{2}$

$-\frac{25}{12 \cdot 13}$

$0{,}55/3 - 0{,}4 -$

$$\begin{cases} ma_0 = T - mg\cos\beta - ma\sin\beta \\ 2ma_0 = 2mg\sin\alpha - 2ma\cos\alpha - T \end{cases} \Rightarrow$$

$3ma_0 = 2mg\sin\alpha - 2ma\cos\alpha - mg\cos\beta - ma\sin\beta =$

~~$3ma_0 = mg(2\sin\alpha - 2\cos\alpha + \cos\beta \sin\beta)$~~

~~$a_0 = \frac{g}{3}(2\sin\alpha - 2\cos\alpha - \cos\beta - \sin\alpha)$~~

$13 \cdot 13 = 130 + 39$

подставив $a = g \cdot \frac{3}{4}$:

$3\cancel{m}a_0 = g \cdot \cancel{m}\left(2\sin\alpha - 2\cdot\cos\alpha\cdot\frac{3}{4} - \cos\beta - \sin\beta\cdot\frac{3}{4}\right) \Rightarrow$

$a_0 = \frac{g}{3}\left(2\sin\alpha - \cos\alpha\,\frac{3}{2} - \cos\beta - \sin\right.$

$1{,}2 -$

черновик

3) • Работа при расширении: (α – угол с осью $\frac{V}{V_0}$)

$P = P_0 r \cdot \sin\alpha$

$V = V_0 r \cdot \cos\alpha \Rightarrow$

$dV = -V_0 r \sin\alpha\, d\alpha$

$dA = P\,dV = -P_0 V_0 r^2 \sin^2\alpha\, d\alpha \Rightarrow$

$$\int_1^2 dA = -P_0 V_0 r^2 \int_1^2 \sin^2\alpha\, d\alpha$$

$$\sin^2\alpha = \frac{1-\cos(\frac{\alpha}{2})}{2} = \frac{1-\cos^2\frac{\alpha}{2}+\sin^2\frac{\alpha}{2}}{2} = \frac{2}{2}\sin^2\frac{\alpha}{2} \Rightarrow$$

$$\int_1^2 dA = -\frac{2P_0V_0r^2}{2}\int_1^2\left(1-\cos(\tfrac{\alpha}{2})\right)d\frac{\alpha}{2} = -P_0V_0r^2\int_1^2\left(1-\cos(\tfrac{2\alpha}{2})\right)d(\tfrac{\alpha}{2}) \Rightarrow$$

$$A_{расш} = -P_0V_0r^2\left(\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2} + \sin(\tfrac{2\alpha_2}{2}) + \sin(\tfrac{2\alpha_1}{2})\right)$$

$\alpha_2 = 15$

$\alpha_1 = 67{,}5$

• Работа при сжатии:

$\Delta Q = A + \Delta U$, $\Delta Q = 0$ (по условию) $\Rightarrow$

$A + \Delta U = 0 \Rightarrow A_{сж} = -\Delta U = -(P_1V_1 - P_2V_2)\cdot\frac{C_v}{R} =$

$= -P_0V_0r^2\frac{C_v}{R}\left(\frac{\sin(45)}{2} - \frac{\sin(30)}{2}\right) = -P_0V_0r^2\cdot\frac{5}{4}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow$

$A_{сжат} = -P_0V_0r^2\cdot\frac{5}{4}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}-\frac{1}{2}\right)$

работа соверш. газом:

• работа за цикл:

$$A_{цикл} = A_{сжат} + A_{расш} = -P_0V_0r^2\left(\frac{5}{4}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}-\frac{1}{2}\right) + \sin\left(\frac{67{,}5}{2}\right) - \sin\left(\frac{15}{2}\right) + \frac{15-67{,}5}{2}\cdot\frac{\pi}{180}\right)$$

$$A_{цикл} \approx -P_0V_0r^2\left(0{,}25888 + 0{,}5556 - 0{,}13053 - 0{,}45792\right)$$

$= -P_0V_0r^2$

$\sqrt{2} = 1{,}4142$

Часть 2

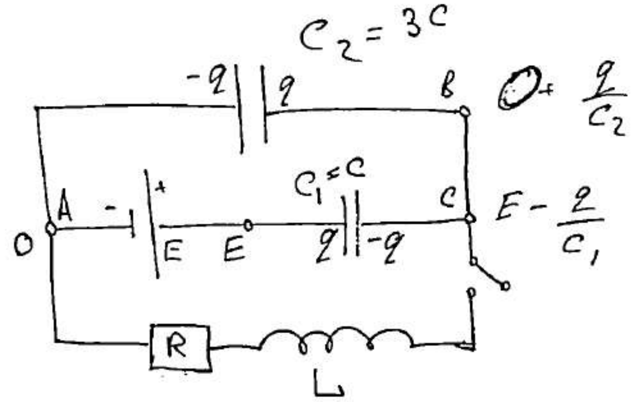
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202357**

ID профиля: **296798**

Вариант 6

#3 | Чистовик



1) • найдем заряды конденсаторов в установ. режиме (до замыкания)

пусть потенциал точки A – ноль, тогда

$\varphi_B = 0 + \frac{q}{C_2}$

$\varphi_C = E - \frac{q}{C_1}$, т.к $\varphi_B = \varphi_C \Rightarrow \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_1} = E \Rightarrow$

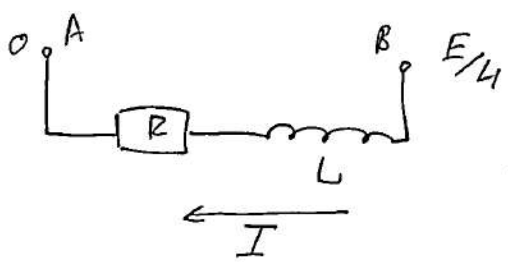
$q\left(\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}\right) = E \Rightarrow \boxed{q = \frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2}}$

$q = \frac{E \cdot 3C}{4}$

• сразу после замыкания заряд на конденсаторах не успеет измениться => напряжение сразу не изменится.

• найдём φ_B: $\varphi_B = \frac{q}{C_2} = \frac{E C_1}{C_1 + C_2} = \frac{E}{4} \Rightarrow$

т.к $\varphi_B - \varphi_A = \frac{E}{4} \Rightarrow$ потечёт ток (начнёт появляться):

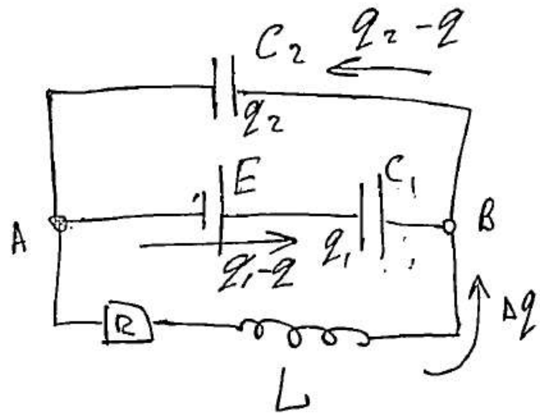


$\Rightarrow$ $E/4 = L\dot{I} + IR$, при первом моменте тока ещё нет $\Rightarrow$

$\frac{E}{4} = L\dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{E}{4L} \Rightarrow$

$\boxed{\text{ответ на 1): } \dot{I} = \frac{E}{4L} \text{ (направл. на рисунке)}}$

2) Тепло выделяется пока ток через резистор течет, тогда нужно посчитать тепло к тому моменту, когда ток через резистор => и катушку - ноль, а колебания прекратились (если они были) => Надо, чтобы разность потенциалов м/у A и B стала нулевой.



~~Т.к сумма втекающих и вытекающих зарядов в точку в сумме ноль =>~~
~~$\Delta q+q_1-q=q_2-q$ =>~~
~~$\Delta q=q_2-q_1$~~

- Начальная энергия системы:

$$E_0=\frac{q_2^2}{2C_2}+\frac{q^2}{2C_1}$$

$$Q+E'-E_0=A_{стор}=(q_1-q)\cdot E$$

- Конечная:

$$E'=\frac{q_2^2}{2C_2}+\frac{q_1^2}{2C_1}$$

$$=> \boxed{Q+\frac{q_2^2}{2C_2}+\frac{q_1^2}{2C_1}-\frac{q^2}{2C_2}-\frac{q^2}{2C_1}=(q_1-q)E}$$

- Т.к $\varphi_A=\varphi_B$ -> $E-\frac{q_1}{C_1}=0$ => $q_1=EC_1$

аналогично $\frac{q_2}{C}=0$ => $q_2=0$ =>

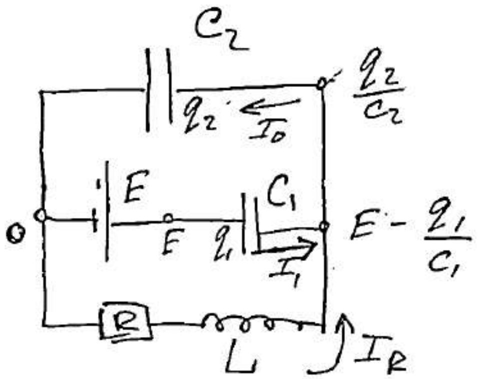
$$Q + \frac{E^2C^2}{2C} - \frac{q^2}{2}\left(\frac{C_1+C_2}{C_1C_2}\right) = E\left(EC - EC\cdot\frac{3}{4}\right)$$

$$Q + \frac{E^2C}{2} - \frac{\cancel{4}}{\cancel{3}\cdot 2\cancel{C}}\cdot\frac{E^2\cdot\cancel{3}\cdot 3\cdot C^{\cancel{2}}}{\cancel{4}\cdot 4} = \frac{E^2C}{4}$$

$$Q = \frac{2E^2C}{8} - \frac{4E^2C}{8} + \frac{E^2C\cdot 3}{8} = \boxed{\frac{E^2C}{8} = Q}$$

ответ на 2 пункт.

3)



Т.к сумма втекающих токов равна сумме вытекающих в узел =>

$$I_R = -I_1 + I_0,$$

так же: $E - \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$ =>

$$d\left(E - \frac{q_1}{C_1}\right) = d\left(\frac{q_2}{C_2}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{-dq_1}{\cancel{C}} = \frac{dq_2}{4\cancel{C}} \Rightarrow dq_2 = -4\,dq_1 \Rightarrow$$

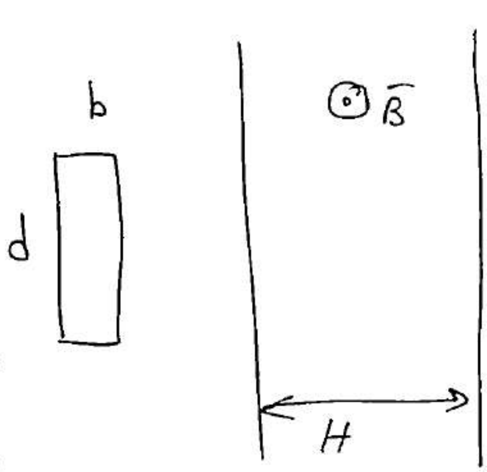
$$I_0 = -4I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{-I_0}{4} \Rightarrow$$

$I_R = I_0 + \frac{I_0}{4} = \frac{5}{4}I_0$ => Напр. на резисторе:

$$\boxed{U_R = I_R\cdot R = \frac{5}{4}I_0 R}$$

ответ на 3 пункт.

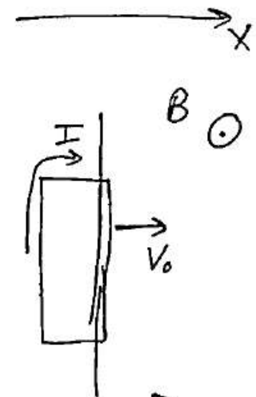
#4



$H = 2d$
$b = \frac{d}{4}$

$m, d, V_0, R, B.$

• отмечу, что на стороны длины b сила ампера дейст. но впрот. направл. => сумма таких сил – ноль



1) сразу при входе рамки в поле будет возникать эдс индукции => появится ток:

$$d\Phi = V_0 \, dt \cdot d \cdot B \Rightarrow \dot{\Phi} = V_0 \cdot d \cdot B,$$

$$\mathcal{E} = -\dot{\Phi} \Rightarrow \mathcal{E} = -V_0 d \cdot B,$$

$$\mathcal{E} + IR = 0 \Rightarrow \boxed{I = \frac{V_0 d B}{R}}$$

(ток напр. так, чтобы стремиться сохранять поток через контур => так как на рисунке)

сила Ампера: (действ. только на часть, что в поле)

$$\bar{F} = I(\bar{l} \times \bar{B}) \qquad \overleftarrow{F} \;\odot \bar{B},\ \downarrow \bar{l} \Rightarrow$$

$$ma_x = -BIL = -BI \cdot d = -Bd \cdot \frac{V_0 d B}{R} \Rightarrow$$

$$\boxed{a_x = -\frac{B^2 V_0 d^2}{Rm}}$$ – ответ на 1 пункт.

ВАЖНО!!!
(если же имеется ввиду ускорение, когда вся рамка в поле, то $a_x = 0$ (т.к поток не меняется, эдс не созд. => тока нет => сил нет)

2) • Пока левая сторона рамки не войдет в поле, поток будет изменяться так:

$$d\Phi = V_x dt \cdot d \cdot B \Rightarrow \dot{\Phi} = V_x d \cdot B \Rightarrow$$

проделав все действия аналогично первому пункту, получим:

$$a_x = -\frac{B^2 V_x d^2}{Rm} \Rightarrow$$ ускорение зависит от скорости,

• Найдем скорость в момент, когда левая сторона вошла в поле:

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot V_x \Rightarrow \frac{dV_x}{V_x} = -dt \cdot \frac{B^2 d^2}{Rm} \Rightarrow$$

$$dx = V_x dt \Rightarrow dt = \frac{dx}{V_x} \Rightarrow \frac{dV_x}{V_x} = -\frac{dx}{V_x} \frac{B^2 d^2}{Rm} \Rightarrow$$

$$\int dV_x = \int -dx \cdot \frac{B^2 d^2}{Rm} \Rightarrow V_x' - V_{x_0} = \frac{-B^2 d^2}{Rm}(x' - x_0)$$

$$V_x' = V_0 - \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot x',$$

рамка полностью войдет при $x' = b \Rightarrow$

$$V_x' = V_0 - \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot b$$ (V_x' - скорость в момент вхожд. левой стор. в поле).

• когда рамка уже полностью в поле, то изменения потока не происходит $\Rightarrow$ тока нет $\Rightarrow$ силы на неё не действуют и она движется равномерно.

=> скорость рамки сохранится, пока она вся в поле B =>

на выходе правой стороны скорость

$$V_1 = V_0 - \frac{B^2 d^2 b}{Rm}, \quad b = \frac{d}{4} \Rightarrow$$

$$\boxed{V_1 = V_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}}$$ — ответ на 2 пункт.

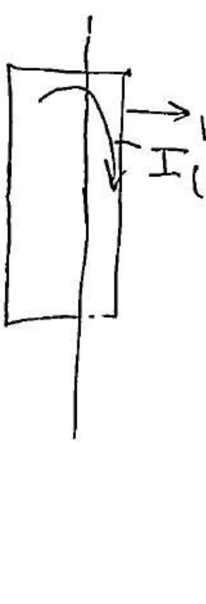
3) после выхода правой части из рамки:

$$d\Phi = -V_x\,dt \cdot B \cdot d \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = \dot{\Phi} = -V_x B d,$$

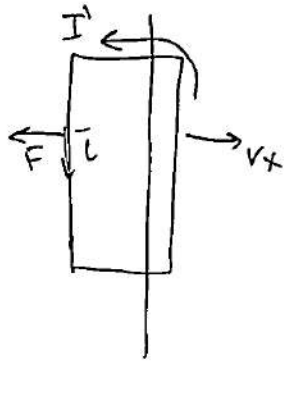
$$\dot{\Phi} = -\mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{E} = V_x B d \Rightarrow$$

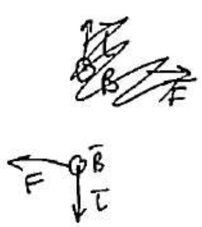
$$\mathcal{E} + IR = 0 \Rightarrow I = -\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{-V_x B d}{R}$$

(аналогично рассужд. 1 пункта ток будет напр. след. образом:



заменим I: $I' = -I = \frac{V_x B d}{R}$





• начнет действовать сила Ампера:

$$\bar{F} = I(\bar{l} \times \bar{B}) \Rightarrow$$

$$m\bar{a}_x = -BId \Rightarrow$$

$$\boxed{a_x = -\frac{B^2}{m}\frac{d^2 V_x}{R}}$$

ЧИСТОВИК

• Найдем скорость рамки в момент выхода левой стороны из поля (V_x'):

$$a_x = -\frac{B^2 d^2 V_x}{mR}$$

$$dV_x = -dt \cdot \frac{B^2 d^2}{mR} V_x \qquad \frac{dV_x}{dx} = \frac{-B^2 d^2}{mR} \Rightarrow$$

$$dx = V_x\,dt \Rightarrow \qquad \int dV_x = -\int dx \cdot \frac{B^2 d^2}{mR} \Rightarrow$$

$$V_x' - V_{x_0} = \frac{-B^2 d^2}{mR}(x' - x_0),$$

при выходе левой стороны: $x_0 = 0$
$x' = b \Rightarrow$

$$V_x' = V_{x_0} - \frac{B^2 d^3}{4mR}; \quad V_{x_0} = V_1 = V_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm} \Rightarrow$$

$$V_x' = V_0 - \frac{B^2 d^3}{2mR}$$, далее поток опять не будет меняться => скорость не изменится =>

$$\boxed{V_2 = V_0 - \frac{B^2 d^3}{2mR}}$$ ответ на 3 пункт

• В условии было сказано, что рамка покидает поле => не было необходимости рассматр. случаи остановки).

Чистовик

#5

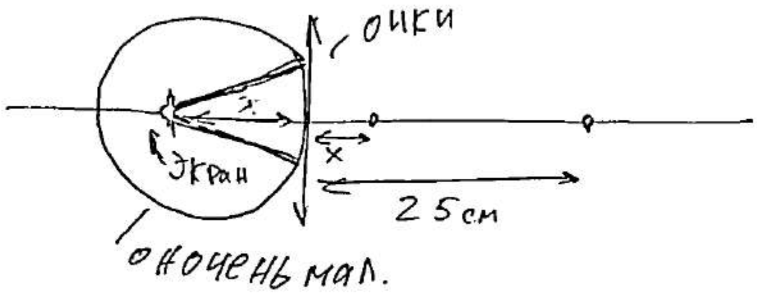
$$\frac{\frac{1}{F_1}}{\frac{1}{F_2}} = \frac{D_1}{D_2} = \boxed{\frac{7}{3} = \frac{F_2}{F_1}}$$

оптич. силы.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

формула тонк. линзы

1) Пусть глаз устроен так: x – расст. хорошего зрения.



• т.к аккомодация – ноль => человек хорошо видит на малом диапазоне => достаточно найти расст. до диапазона.

• т.к в очках для чтения он будет хорошо видеть изображение с расстояния 25 см =>
На самом деле он будет видеть изображение изображения (на расст. x)
пусть фокусное расст. очков для чтения – f_1, тогда

$$\frac{1}{0{,}25} + \frac{1}{-x} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow -x = \frac{f_1 \cdot 0{,}25}{0{,}25 - f_1} \Rightarrow$$

$$x = \frac{f_1 \cdot 0{,}25}{f_1 - 0{,}25}$$

• для рассм. удаленных предметов он имеет очки с f_2:
(источник на расст $= \infty$) =>

$$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{x} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow x = -f_2 \Rightarrow -f_2 = \frac{f_1 \cdot 0{,}25}{f_1 - 0{,}25} \Rightarrow$$

$$0{,}25 = -f_2\left(1 - \frac{0{,}25}{f_1}\right) \Rightarrow 0{,}25\left(1 + \frac{f_2}{f_1}\right) = -f_2 \Rightarrow f\text{ – отрицательная у обоих}$$

ЧИСТОВИК

• из написанных формул:

$$f_1 = \frac{-0{,}25x}{0{,}25-x} \qquad f_2 = -x \quad \Rightarrow \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{0{,}25}{0{,}25-x} \Rightarrow$$

т.к $x>0 \Rightarrow f_1 > f_2 \Rightarrow$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{7}{3} :$$

$$\cancel{0{,}25\left(1+\frac{3}{7}\right) = -f_2 \Rightarrow}$$

$$\cancel{f_2 = -0{,}25\cdot\frac{10}{7} = -\frac{2{,}5}{7}\ \text{м}}$$

$$\cancel{f_1 = -\frac{2{,}5}{7}\cdot\frac{7}{3} = -\frac{2{,}5}{3}\ \text{м}}$$

$$\Rightarrow \frac{0{,}25\cdot f\cdot\frac{7}{3}}{0{,}25 - f\cdot\frac{7}{3}} = -f \Big| \Rightarrow$$

$$f\cdot\frac{7}{3} - 0{,}25 = \frac{7}{3}\cdot 0{,}25 \Rightarrow$$

$$f\cdot\frac{7}{3} = 0{,}25\cdot\frac{10}{3} = \frac{2{,}5}{3} \Rightarrow$$

$$\boxed{f_2 = \frac{2{,}5}{7}} \qquad \boxed{f_1 = \frac{2{,}5}{3}}$$

$$x = \frac{f_1\cdot 0{,}25}{f_1 - 0{,}25} = \frac{f_1}{\frac{f_1}{0{,}25}-1} = \cancel{\frac{-\frac{2{,}5}{3}}{\frac{-2{,}5\cdot 10\cdot 1}{2{,}5\cdot 3} - 1}} = \cancel{\frac{-\frac{2{,}5}{3}}{-\frac{10}{3}-\frac{3}{3}}} = \cancel{\frac{2{,}5}{13}\ \text{м}} \Rightarrow$$

$$\frac{\frac{2{,}5}{3}}{10/3 - 1} = \frac{2{,}5}{7}$$

$$\cancel{x = \frac{2{,}5}{7}\ \text{м} = 0{,}192\ \text{м} = 12{,}2\ \text{см}}$$

$$\boxed{x = \frac{2{,}5}{7}\ \text{м}}$$

ответ на 1 пункт

(причем X – не диапазон, т.к нулевая аккомондация)

2) аналогично:

$$\frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{-x} = \frac{1}{F} \Rightarrow -x = \frac{F\cdot 0{,}25}{0{,}5-F} \Rightarrow x = \frac{0{,}25\cdot F}{F-0{,}5} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{F} = \frac{-x+0{,}5}{-0{,}5x} \Rightarrow F = \frac{0{,}5x}{x-0{,}5} \quad \left(\text{т.к } x = \frac{2{,}5}{7}\right) \Rightarrow \boxed{F = 1{,}25\ \text{м}}$$

ответ на 2 пункт

$$\cancel{F = \frac{0{,}5\cdot\frac{2{,}5}{13}}{\frac{2{,}5}{13}-0{,}5} = \frac{0{,}09615}{-0{,}30769} = -0{,}3125\ \text{м}}$$

черновик

=> Пусть $f_2 = \frac{7}{3} f_1$ =>

$\frac{-x+0,25}{-0,25x} = \frac{1}{f_1}$ =>

$0,25\left(1+\frac{7}{3}\right) = -f_2$ =>

$f_1 = \frac{-0,25x}{0,25-x}$ $\quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{0,25}{0,25-x} > 1$

$f_2 = 0,25\cdot\frac{10}{3} = \frac{-2,5}{3}$ м =>

$f_2 = -x$ =>

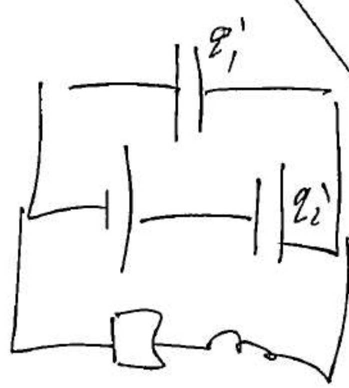
$f_1 = \frac{3}{7}\cdot\frac{2,5}{3} = \frac{-2,5}{7}$ м =>

$x = \frac{\frac{2,5}{7}\cdot 0,25}{\frac{2,5}{7}-0,25} = \frac{\frac{2,5}{7}}{-1+\frac{10}{7}} = \frac{2,5}{10-7} = \frac{2,5}{3}$ =>

$-\frac{0,25}{3}\cdot 10 = \frac{\frac{0,25\cdot 10}{7}\cdot 0,25}{0,25\cdot\frac{10-7}{7}} =$

$x = \frac{f_1\cdot 0,25}{f_1-0,25} = \frac{f_1}{\frac{f_1}{0,25}-1}$, при $f_1 = -\frac{2,5}{7}$ м:

$x = \frac{+\frac{2,5}{7}}{+\frac{2,5\cdot 10}{7\cdot 0,25}+1} = \frac{2,5}{17}$



$0,5\cdot 13 = 6,5$

$\frac{0,5\cdot\frac{2,5}{13}}{\frac{2,5}{13}-6,5} = \frac{0,5\cdot 2,5}{8} = \frac{2,5}{8}$

$\frac{0,5\cdot\frac{2,5}{3}}{\frac{2,5}{3}-0,5}$

$\frac{0,5\cdot\frac{2,5}{3}}{3,5-\frac{2,5}{3}} = \frac{0,5\cdot 2,5}{1} = 1,25$

$\frac{1,25}{1}$

Перепишем ту формулу:

Черновик

$$Q + E\left(\frac{4E \cdot C}{4} - EC \cdot \frac{3}{4}\right) = 0 + \frac{E^2C^2}{2C} - \frac{q^2}{2}\left(\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}\right)$$

$$Q + \frac{E^2C}{4} = \frac{E^2C}{2} - \frac{4}{\cancel{3C}} \frac{1}{2} \cdot \frac{E^2 \cdot \cancel{g} C x \cdot 3}{4 \cdot \cancel{4}}$$

$$Q + \frac{E^2C}{4} = \frac{E^2C}{2} - \frac{E^2C \cdot 3}{8} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{4E^2C}{4 \cdot 2} - \frac{2E^2C}{4 \cdot 2} - \frac{E^2C \cdot 3}{8} = 4 - 2 - 3$$

$$\frac{1}{0,25} - \frac{1}{x} = \frac{1}{7F}$$

$$\frac{1}{\infty} - \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = -x$$

$$\frac{1}{0,25} \cancel{\frac{1}{4}} = \frac{-3}{7x} + \frac{7}{x \cdot 7}$$

$$\frac{4}{1} = \frac{4}{7x} \Rightarrow x = \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{F} = \frac{F - 0,25}{0,25F}$$

$$x = \frac{0,25F}{F - 0,25}$$

$$x = -F_1 \Rightarrow$$

$$\frac{-10}{4 \cdot 3}$$

$$\frac{-10}{4 \cdot \cancel{3}} \cdot \frac{1}{\cancel{3}} \quad - \quad -\frac{2,5}{13}$$

$$\frac{0,25}{F - 0,25} = -\frac{3}{7}$$

$$\cancel{\frac{-10}{4 \cdot 3}} \quad \frac{-13}{3}$$

$$0,25 \cdot \frac{7}{3} = 0,25 - F$$

$$F = -0,25 \cdot \frac{4}{3}$$