Часть 1

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

Шифр: **21203621**

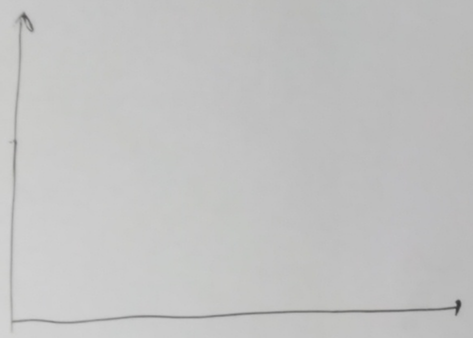
ID профиля: **191993**

Вариант 3

$C_V = 3R\frac{T}{T_0}$ черновик

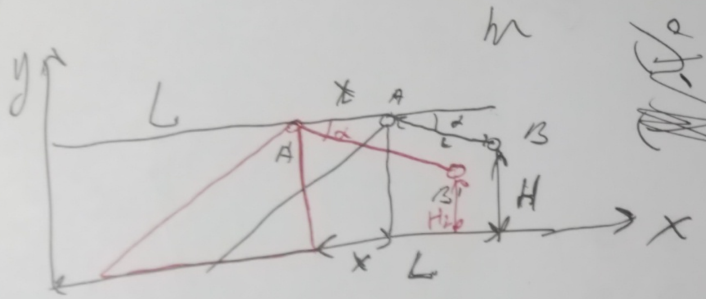
$\nu C \, (\Delta T) \quad \int \frac{1}{2} 6\frac{T}{T_0} R \, dT = \frac{1}{2} 3 \frac{T^2}{T_0} R$

$C_V = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 3R\frac{T}{T_0}$



$Q = \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} 3R\frac{T}{T_0}\nu \, dT = \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} \frac{1}{2}\cdot 6 R \frac{T}{T_0} dT = \frac{3}{2}\frac{R}{T_0}\left(\left(\frac{3}{5}\right)^2 T_0^2 - T_0^2\right) =$

$= \frac{3}{2}\frac{R}{T_0}T_0^2\left(\frac{9}{25} - 1\right) = -\frac{3}{2}RT_0\frac{16}{25}$



$Q_1 = \frac{24}{25}\nu R T_0$

$AB = L$

$A'B' = L + x$

$H_k = H + L\sin\alpha$

$H_2 = H_k - (L+x)\sin\alpha =$

$= H + L\sin\alpha - L\sin\alpha + x\sin\alpha =$

$= H - x\sin\alpha$

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

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

$= \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)\frac{T}{T_0}$

$H_1 = H$

$H_2 = H - x\sin\alpha$

$\Delta H_k = -x\sin\alpha$

$\Delta L = x(\cos\alpha - 1)$

$L_1 = L + x + L\cos\alpha$

$L_2 = L + (x + L)\cos\alpha$

$L_2 - L_1 = L + (x + L)\cos\alpha - L - x - L\cos\alpha =$

$= x(\cos\alpha - 1)$

$2T - T_0$

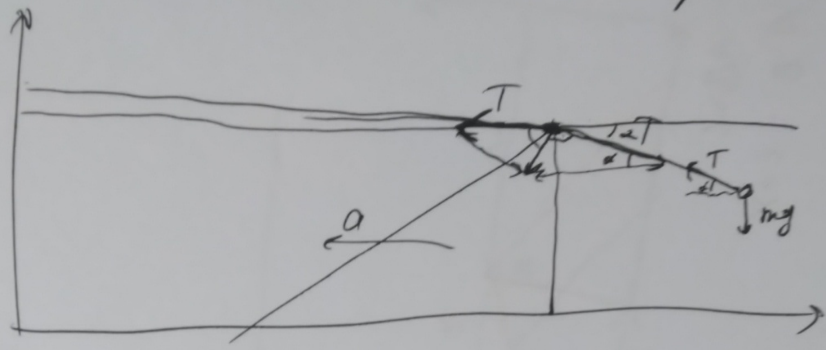
$T = \frac{T_0}{2}$

$\frac{T_0^2}{4} - \frac{T_0^2}{2} =$

$= -\frac{T_0^2}{4}$

21203621 (U191993 M1263461)

черновик:



$\frac{\pi - \alpha}{2}$

$\cancel{T \cdot \cos\left(\frac{\pi-\alpha}{2}\right)}$

$$m a_{кл} = -T \cos\left(\frac{\pi-\alpha}{2}\right) \quad (1)$$

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

$\cancel{mg \sin\alpha}$

$$m a_{кл} \sin\alpha = -mg + T \sin\alpha$$

$$m a_{кл} (1 - \cos\alpha) = -T \cos\alpha \quad (2)$$

$\frac{8}{13}$

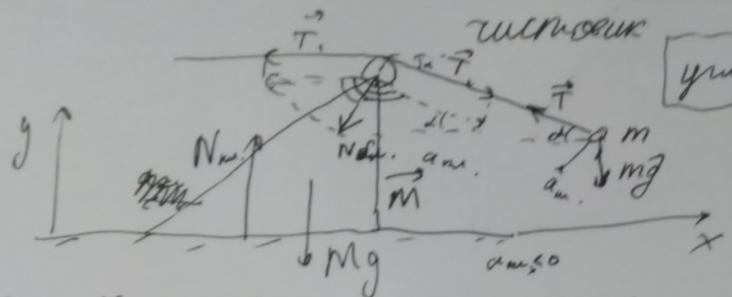
$$(1): a_{кл} = -\frac{T}{m} \cos\left(\frac{\pi-\alpha}{2}\right)$$

$$(2): a_{кл} = -\frac{T}{m} \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$$

$T = \underline{40}$

21203621 (U191993 M1263461)

чистовик



углы ΔI имеют меру $\frac{\pi-\alpha}{2}$ (из геометрии следует)

$\vec{N}_{бл.} = \vec{T}_{1} + \vec{T}_2$

$N_{бл.x} = -T_1 + T_2 \cdot \cos\alpha = T(\cos\alpha - 1)$

$T_1 = T_2 = T$ т.к. нить нераст. и невес.

2 з. Ньютона для различных систем:

① Клин:

$Ox: Ma_{кл.} = N_{бл.x} = +T(\cos\alpha - 1)$ (**)

② шар:

$Ox: ma_{кл.}(1-\cos\alpha) = -T\cos\alpha$ (*)

$Oy: ma_{кл.}\sin\alpha = -mg + T\sin\alpha$ (***)

(**): $a_{кл} = +\frac{T}{m}(\cos\alpha - 1)$; $T = \frac{Ma_{кл.}}{\cos\alpha - 1}$ (+)

(*): $a_{кл} = -\frac{T}{m}\cdot\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{T}{m}\frac{\cos\alpha}{(\cos\alpha-1)}$, $\frac{T}{M}(\cos\alpha-1) = \frac{T}{m}\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha-1}$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(\cos\alpha-1)^2} = \frac{\left(\frac{5\cdot13}{13}\right)}{\left(\frac{64}{169}\right)} = \frac{65}{64} \Rightarrow$

$\Rightarrow m = \frac{65}{64}M$

(+) в (***):

$m\,a_{кл.}\sin\alpha = -mg + \frac{Ma_{кл.}}{\cos\alpha - 1}\cdot\sin\alpha$

$a_{кл.}\left(m - \frac{M}{\cos\alpha - 1}\right)\sin\alpha = -mg \Rightarrow \cancel{|a_{кл}| = \frac{\frac{65}{64}M g\cos\alpha}{\left(\frac{65}{64}\cos\alpha - 1\right)M\sin\alpha} = \frac{\frac{65}{64}g\cos\alpha}{\left(\frac{65}{64}(\cos\alpha-1)\right)\sin\alpha} =}$

$\cancel{= \frac{\frac{25}{64}g}{\frac{1}{64}\cdot\frac{12}{13}} = \frac{25g\cdot13}{12} =}$

$|a_{кл}| = \frac{\frac{65}{64}M g(\cos\alpha - 1)}{\left(\frac{65}{64}(\cos\alpha-1) - 1\right)M\sin\alpha} = \frac{-\frac{40}{64}g}{\left(-\frac{40}{64} - 1\right)\cdot\frac{12}{13}} = \frac{\frac{40}{64}g}{\frac{104}{64}\cdot\frac{12}{13}} =$

$= \frac{5}{12}g$

$|a_{ш.y}| = |a_{кл.}|\sin\alpha = \frac{5}{12}g\cdot\sin\alpha$

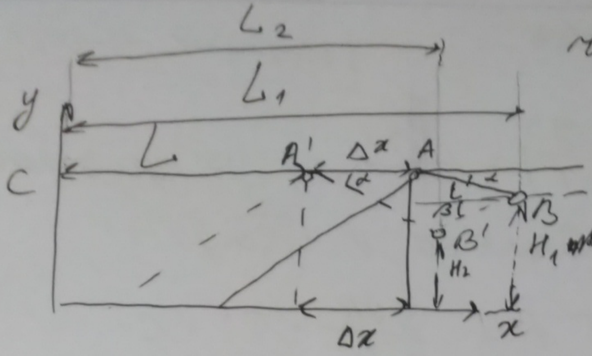
$H = \frac{a_{шy}\cdot t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_{шy}}} = \sqrt{\frac{24H}{5g\cdot\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$ с

Ответ: 1) $\beta = arctg\left(\frac{3}{2}\right) \approx 0{,}98$ рад $\approx 56{,}3°$; 2) $a_{кл} = \frac{5}{12}g$

3) $\frac{m}{M} = \frac{65}{64}$; 4) $t = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$

3 из 3

21203621 (U191993 M1263461)



чистовик.

№1.

Рассмотрим малое перемещение Δx клина, причем рассм. будем в произв. момент. (т.е. H_1 и l — наиз. зн.):

$H_k = H_1 + l\sin\alpha$ — высота клина

$H_2 = H_k - (\Delta x + l)\cdot\sin\alpha$

Δx и l складываются, т.к. нить нерастяжима и (Δx) полностью наклонился вместе с l на α (из условия). =>

$$\Rightarrow \Delta H = H_2 - H_1 = H_k - (\Delta x + l\sin\alpha) - H_1 = \cancel{H_1} + \cancel{l\sin\alpha} - \Delta x\sin\alpha - \cancel{l\sin\alpha} - \cancel{H_1} =$$
$$= -\Delta x\sin\alpha$$

$$\left.\begin{aligned} L_1 &= L + \Delta x + l\cdot\cos\alpha \\ L_2 &= L + (\Delta x + l)\cos\alpha \end{aligned}\right| \Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = \cancel{L} + (\Delta x + \cancel{l})\cos\alpha - \cancel{L} - \Delta x - \cancel{l\cos\alpha} =$$
$$= \Delta x(\cos\alpha - 1)$$

т.е. изменения: $\begin{cases} \Delta H = -\Delta x\sin\alpha & |:(dt)^2 \\ \Delta L = \Delta x(\cos\alpha - 1) & |:(dt)^2 \end{cases}$ ~~очевидно, что если~~

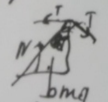
$$\begin{cases} \left(\dfrac{\Delta H}{dt}\right):dt = -\left(\dfrac{\Delta x}{dt}\right)\dfrac{1}{dt}\sin\alpha \\ \left(\dfrac{\Delta L}{dt}\right):dt = \dfrac{\Delta x}{dt}:dt\cdot(\cos\alpha - 1) \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{v_{ш.y}}{dt} = -\dfrac{|v_{кл}|}{dt}\sin\alpha = \dfrac{v_{кл}}{dt}\sin\alpha \\ \dfrac{v_{ш.x}}{dt} = \dfrac{|v_{кл}|}{dt}(1-\cos\alpha) = \dfrac{v_{кл}}{dt}(1-\cos\alpha) \end{cases}$$

с плюсом, т.к. клин движется по Ox в против. напр.

$$\begin{cases} a_{ш.y} = a_{кл.}\sin\alpha \\ a_{ш.x} = a_{кл.}(1-\cos\alpha) \end{cases}$$

заметим, что уск. никак не зависит от L, H_1, l, α зависит только от уск. клина. ч!5

с плюсом, т.к. если изобр. шайбочки:



то окажется, что его движет против x

$$tg\beta = \frac{|a_{ш.y}|}{|a_{ш.x}|} = \left|\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}\right|, \text{ т.е. угол пост.}$$

$$\beta = arctg\left(\left|\frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}\right|\right) = arctg\left(\frac{\sqrt{1-\frac{25}{169}}}{\left(1-\frac{5}{13}\right)}\right) = arctg\left(\frac{\left(\frac{12}{13}\right)}{\left(\frac{8}{13}\right)}\right) = arctg\left(\frac{3}{2}\right) \approx$$

$$\approx 0,98 (рад) \approx 56,3(°)$$

$\boxed{2 \text{ из } 3}$

чистовик.

№2.

[Вариант 11-03]

$C_V = \frac{3RT}{T_0}$. $C_V = \frac{1}{\nu}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right) = \frac{\Delta Q'}{\nu}$, т.е. по определению

C_V - это производная ΔQ (по темп. T) поделенная на ν. Тогда:

$$Q_{\text{полн}} = \int 3\nu R\frac{T}{T_0}\,dT = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\int 2T\,dT = \frac{3\nu R}{2T_0}\cdot T^2 + C$$

~~$\Delta Q = \int_{T_1}^{T_2}$~~

изм. при пер. из T_1 к T_2:

$$\Delta Q = \int_{T_1}^{T_2} 3\nu R\frac{T}{T_0}\,dT = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(T_2^2 - T_1^2\right) \quad (1)$$

Отсюда очевидно следует ответ на вопрос, какое Q нужно для сов. перехода от T_0 к $\frac{3}{5}T_0$ (здесь полученное Q_2):

$$Q_2 = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{9}{25}T_0^2 - T_0^2\right) = \frac{3\nu R T_0}{2}\cdot\left(-\frac{16}{25}\right) = -\frac{24\nu R T_0}{25}$$

тогда отданное кол-во:

$$Q_1 = -Q_2 = \frac{24\nu R T_0}{25}.$$

Распишем для этого ~~отдача~~ процесса 1-е нач. термодин.:

$$\Delta Q = \Delta U + A_2 \Rightarrow A_2 = \Delta Q - \Delta U$$

Из (1): $\Delta Q = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(T^2 - T_0^2\right)$ где T - темп., к кот. считают от нач T_0

из опр. $\Delta U = i\nu R(T - T_0)$, где $i = \frac{3}{2}$, т.к. гелий - одноатомный газ.

$$A_2 = \frac{3}{2}\nu R\frac{(T - T_0)}{T_0}(T + T_0) - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)\left(\overbrace{\frac{T + T_0}{T_0}}^{\frac{T}{T_0}} - 1\right) =$$

$$= \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\underbrace{(T^2 - TT_0)}_{\text{парабола}}$$

Тогда мин. по модулю работа будет при переходе от T_0 к T нах. на верш. параболы, т.е. при $T = \frac{T_0}{2}$, а ее модуль:

$$|A_2| = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\left|\frac{T_0^2}{4} - \frac{T_0^2}{2}\right| = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{T_0^2}{4} = \frac{3}{8}\nu R T_0$$

Отв: а) $Q = \frac{24}{25}\nu R T_0$; б) $T = \frac{T_0}{2}$; в) $|A_2| = \frac{3}{8}\nu R T_0$; $A_2 = -\frac{3}{8}\nu R T_0$ эта и явл. мин.

1 из 3

21203621 (U191993 M1263461)

Часть 2

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

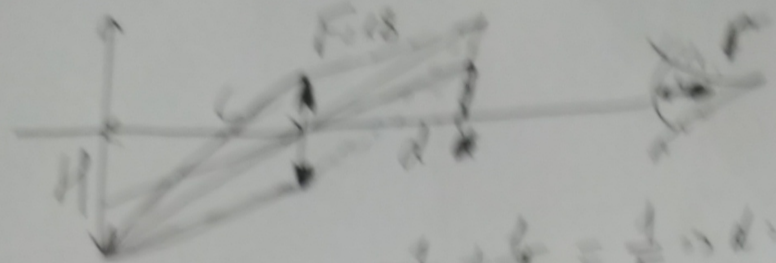
Шифр: **21203621**

ID профиля: **191993**

Вариант 3

$H = 9$ [illegible]

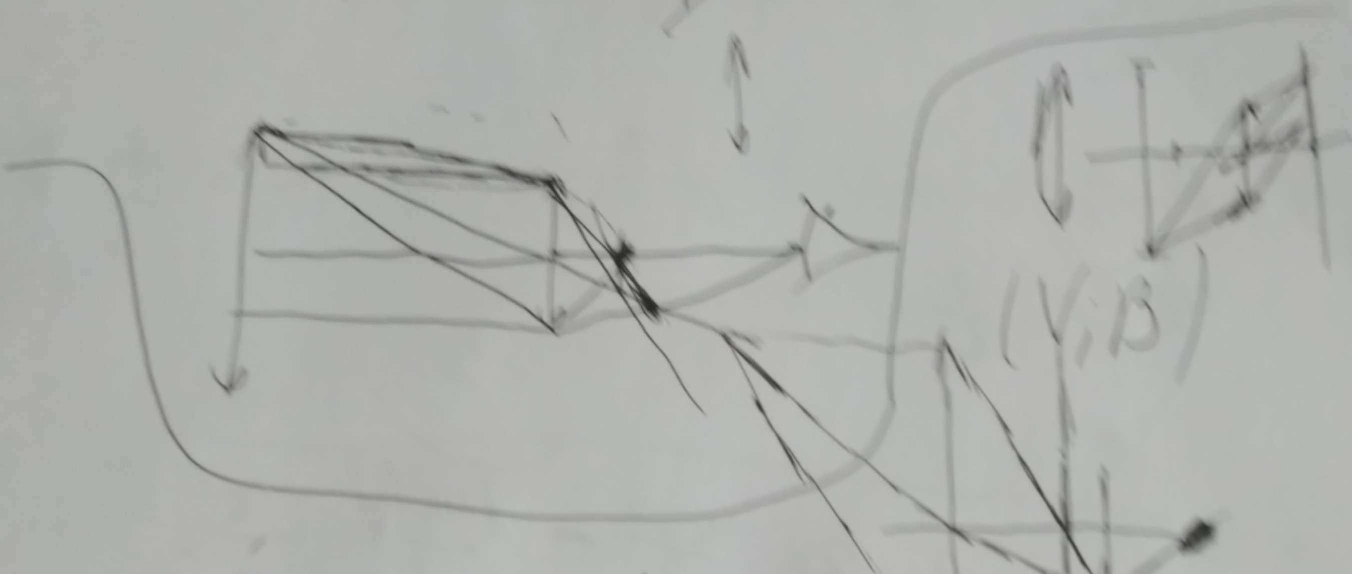
$L =$ [illegible]

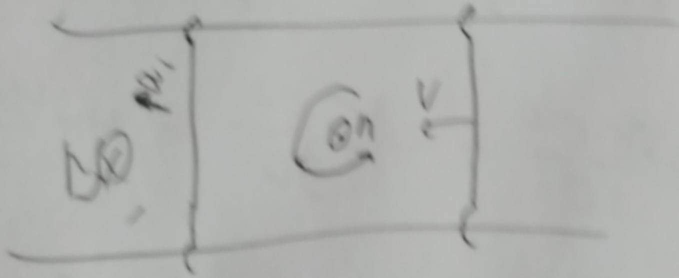


$\frac{1}{L} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = \frac{FL}{L-F}$

$S = 2$ mm

$d + S = \frac{FL}{L-F}$





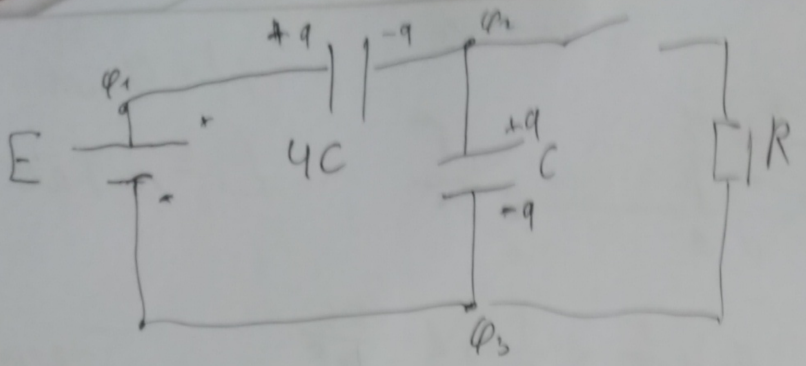
$B^2L^2V_0$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$

BLV

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

Черновик.



$C_{эк} = \frac{4C \cdot C}{4C + C} = \frac{4C}{5}$

$\varphi_1 - \varphi_3 = E = \frac{4C}{5}$

$\frac{q}{E} = \frac{4C}{5} \Rightarrow q = \frac{4C}{5}E$

$\cancel{\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_1 = E}$

$\frac{q}{\varphi_2 - \varphi_3} = C \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{q}{C} = \frac{4}{5}E$

$I = \frac{4}{5}\frac{E}{R}$

$A_E + Q = \frac{4CE^2}{2} - \frac{4C\left(\frac{E}{5}\right)^2}{2} - \frac{C\left(\frac{4}{5}E\right)^2}{2} =$

$= \frac{4 \cdot 25 CE^2}{50} - 4\frac{CE^2}{50} - 4 \cdot \frac{4CE^2}{50} =$

$= 4\frac{20CE^2}{50} = \frac{8CE^2}{5} = \frac{8}{5}CE^2$

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

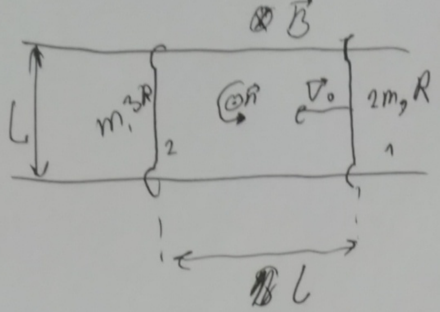
$q = 4CE$

Eq

20-4

чистовик

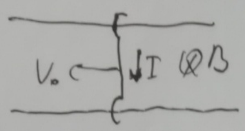
№ 4.



вначальный момент из-за изм. ~~пот~~ потока через к. появляется ЭДС.

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Psi}{\Delta t} = -\left(\frac{BL\cdot L}{dt}\right) = +BL\left(\frac{L}{dt}\right) = -BLV_0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+3R} = -\frac{BLV_0}{4R}$$, т.е. напр.



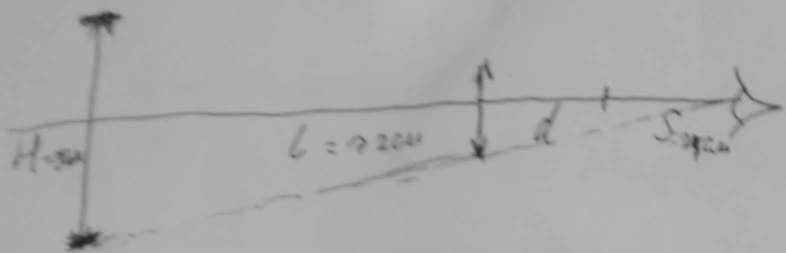
$$\vec F = L[I, B] \Rightarrow |F| = BIL = B^2L^2V_0$$

век. умн. причем напр. против V_0

$$a = \frac{F}{2m} = \frac{B^2L^2V_0}{2m}$$ причем напр. против V_0.

Ответ: 1) $a = \frac{B^2L^2V_0}{2m}$ против движения.

чистовик.

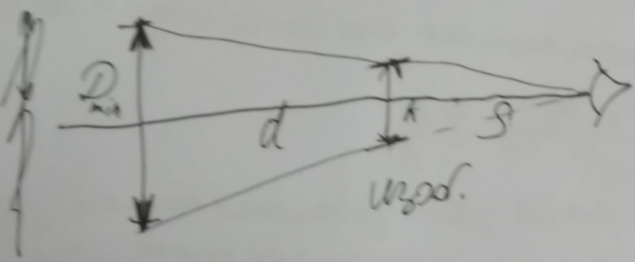


d - расстояние от изоб. до линзы. Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{l}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F} \Rightarrow d=\frac{lF}{l-F}$$

Рассматривается именно изображение, а не предмет, поэтому его надо разм. от изображения на расстояние S, равное аккомод.:

$$x=d+S=\frac{lF}{l-F}+S=24+24=48\ (см)$$



~~Но~~ кроме того увеличение размера картины $k=$

$$=\frac{d}{l}=\frac{F}{l-F} \Rightarrow \text{размер изобр.}$$

$$h=H\cdot k=\frac{HF}{l-F}$$ нужно, чтобы

~~все лучи изобр. предм. шли~~

~~изобр. лк линза должна~~

каждая часть предмета должна отправлять лучи в глаз. Для этого нужно, чтобы ~~при~~ концы линзы и ~~не уходила~~ концы изоб. лежали на одн. прямой ~~линза~~ с глазом глаз ~~попадает~~ если прямая через глаз и конец ~~пр~~ изоб. пересек. линзу то ок. Из подобия треуг:

$$\frac{h}{D_{min}}=\frac{S}{S+d} \Rightarrow D_{min}=\frac{h}{S}\left(S+\frac{lF}{l-F}\right)=\frac{HF}{S(l-F)}\left(S+\frac{lF}{l-F}\right)=$$

$$=2\cdot 3=6\ (см)$$

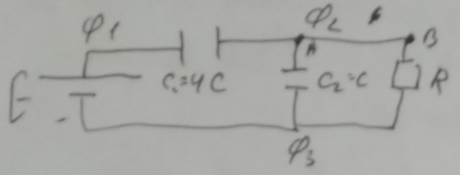
Ответ: 1) $x=48$ см; 2) $D_{min}=6$ см.

2 из 3

21203621 (U191993 M1263462)

чистовик

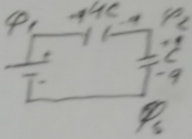
часть 2 | вариант 11-03



№3

изначально AB разомкнуто.

когда разомк. цепь:



Конд. не заряж. => расставим заряды, можно исп. экв. конденсатора: $\frac{1}{C_{экв}} = \frac{1}{4C} + \frac{1}{C} \Rightarrow C_{экв} = \frac{4C}{5}$

тогда из ф. электроемк.: $C_{экв} = \frac{q}{\varphi_1-\varphi_3} = \frac{q}{E} \Rightarrow q = C_{экв}E = \frac{4CE}{5}$

$C_2 = C = \frac{q}{\varphi_2-\varphi_3} \Rightarrow \varphi_2-\varphi_3 = \frac{q}{C} = \frac{4}{5}E$

После самого замыкания потенциалы еще останутся неизм., тогда по з. Ома: $I = \frac{U}{R} = \frac{\varphi_2-\varphi_3}{R} = \frac{4E}{5R}$

После того, как режим после зам. установится, ток через R течь не будет, т.к. $\varphi_2=\varphi_3$ и можно считать, что на C_1 напряжение E. Тогда заряд на нем $q_2 = C_1E = 4CE$, а значит через ЭДС прошел заряд $Q = -q_2+q = -\frac{16CE}{5}$ и работа его $A_{эдс} = EQ = -\frac{16CE^2}{5}$

Энергия до зам.: $E_1 = \frac{C(\frac{4}{5}E)^2}{2} + \frac{4C(\frac{1}{5}E)^2}{2}$

после зам. и уст.: $E_2 = \frac{4CE^2}{2} + Q_R$

З. изм. энергии:

$A_{эдс} = Q_R + E_2 - E_1 = Q_R + 4CE^2\left(\frac{25}{50} - \frac{16}{50} - \frac{4}{50}\right) =$

$= Q_R + 4CE^2 \cdot \frac{20}{50} = \frac{8}{5}CE^2 + Q_R = A_{эдс}$

$Q_R = A_{эдс} - \frac{8}{5}CE^2 = \frac{8}{5}CE^2$

1 из 3

Ответ: 1) $I = \frac{4E}{5R}$; 2) $Q_R = \frac{8}{5}CE^2$