Часть 1

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

Шифр: **21200575**

ID профиля: **806208**

Вариант 4

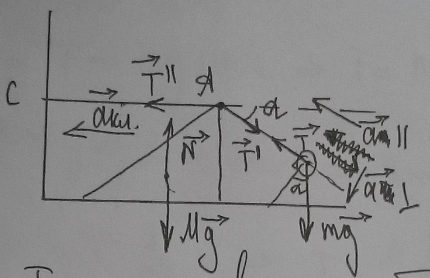
Чистовик. Вариант 11-04. 3.

№1.

Решение

Дано:
$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

1) φ - ?
2) $a_{кл}$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) T - ?



1) Т.к. нить невесома и блок лёгкий, то

$$T = T' = T''.$$

2) Т.к. наклонный участок нити сохраняет угол с горизонталью, то ускорение шара отн. земли обязано быть вдоль нити, иначе угол будет меняться, значит, с вертикалью $\vec{a}_{ш.зем.}$ образует угол $90^\circ - \alpha \Rightarrow$

$$\sin\varphi = \cos\alpha = \frac{8}{17}.$$

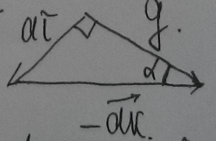
3) Закон. сложения ускорений:

$$\vec{a}_{ш.зем.} = \vec{a}_{ш.кл.} + \vec{a}_{кл.зем.}$$

$$\vec{a}_{ш.зем.} =_{в} \vec{a}_{ш\parallel} + \vec{a}_{ш\perp} + \vec{a}_{кл.зем.}$$

Т.к. нить ~~невесома~~ нерастяж., то $a_{кл.зем} = a_{ш.з.}$

$$a_\tau = g\cos\alpha.$$



$\Rightarrow$

$$a_к = \frac{a_\tau}{\sin\alpha} = g\,\mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{g\cdot 8\cdot 17}{17\cdot 15} = \frac{8g}{15}.$$

Чистовик. Вариант 11-04.

№2.

Решение.

Дано:

ν; T_0; $i=3$

$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

1) T_0; $\frac{3}{4} T_0$

Q_1 – ?

2) $T_к (A_{min})$ – ?

3) A_{min} – ?

1) Рассмотрим малое изменение температуры dT, за время которого C не успевает измениться.

$$dQ = C(T) \cdot \nu\, dT = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \nu\, dT$$

Проинтегрируем обе части уравнения от начального до конечного состояния (от T_0 до $\frac{3}{4} T_0$); учтём, что ~~в начале была~~ теплоту Q_1, ~~которую~~ гелий отдал

$$\int_{Q_1}^{0} dQ = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \nu\, dT$$

$$0 - Q_1 = \frac{9R\nu}{5T_0} \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} T\, dT$$

$$-Q_1 = \frac{9R\nu}{5T_0} \cdot \frac{T^2}{2} \Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0}$$

$$-Q_1 = \frac{9\nu R \cdot 9T_0^{\cancel{2}}}{5\cancel{T_0} \cdot 2 \cdot 16} - \frac{9\nu R T_0^{\cancel{2}}}{10\cancel{T_0}}$$

$$Q_1 = \frac{9\nu R T_0}{10} - \frac{81\nu R T_0}{160} = \frac{144\nu R T_0 - 81\nu R T_0}{160} =$$

$$= \frac{63\nu R T_0}{160}.$$

2) Запишем I-е начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A(T_к)$$

$$Q = \underbrace{\frac{3}{2}\nu R T_к - \frac{3}{2}\nu R T_0}_{\text{гелий одноат.}} + A(T_к)$$

Учтём, что гелий отдал теплоту и воспользуемся из п. 1, что $Q = \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{T_0^2}{2} - \frac{9}{5}\frac{\nu R}{T_0} \cdot \frac{T_к^2}{2}$

Черновик.

$\nu;\ T_0;\ T$

$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

$T_0\ ;\ \frac{3}{4} T_0$

1) $dQ = \nu C dT =$

$-Q = \nu \int\limits_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} dT = \frac{\nu \frac{9}{5} R}{T_0} \frac{T^2}{2} \Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0}$

$\cancel{\frac{\nu \frac{9}{8} R\, 3\, T_0}{T_0\, 4}} -$

2) $Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A =$

$\frac{\nu 9 R T_K^2}{2\, 5\, T_0} - \frac{9 \nu R T_0^{\cancel{2}}}{25 \cancel{T_0}} = \frac{3}{2} \nu R T_K - \frac{3}{2} \nu R T_0 + A$

$A = \frac{9 \nu R T_K^2}{10 T_0} - \frac{3}{2} \nu R T_K.$

$A'(T_K) = \frac{\cancel{2} \cdot 9 \nu R T_K}{5\, \cancel{10}\, T_0} - \frac{3}{2} \nu R = 0$

$\frac{9 T_K}{5 T_0} = \frac{3}{2} \Rightarrow$ $T_K = \frac{\cancel{15}^{5} T_0}{\cancel{18}_{6}}.$

A' $\longrightarrow T_K$

$\frac{5}{6} T_0$

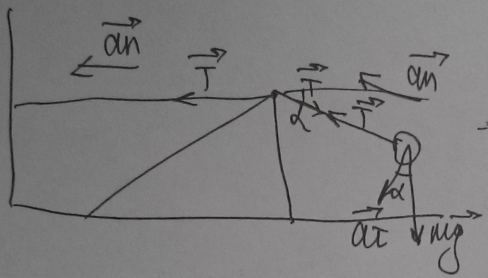
3) $\frac{3}{2} \nu R T_K - \frac{9}{10} \nu R \frac{T_K^2}{T_0}$

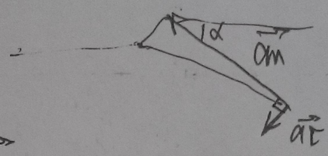
$+ \frac{\cancel{3 \nu R}\, 5 \cancel{10}\, T_0}{\cancel{2}\, 2 \cdot \cancel{9}_{3}\, \cancel{\nu R}}$

$\frac{3}{2} - \frac{9}{5} = \frac{15 - 18}{10}$

Черновик.

№1.



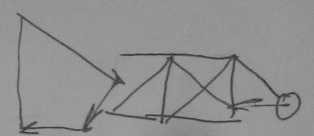


$$\begin{cases} Ma_n = T(1-\cos\alpha) \\ ma_n = T - mg\sin\alpha \end{cases}$$

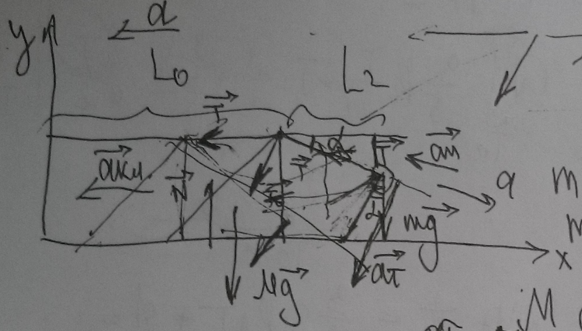
21300575 (U806208 M1264163)

Черновик.

Ох: №1. − акл. +



1) $\vec{a}_{ш.з.} = \vec{a}_{ш.б.} + \vec{a}_{б.з.}$

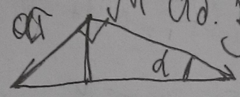


$m a_n = T - mg\sin\alpha$

$m a_\tau = mg\cos\alpha$

$M a_{б.з} = T - T\cos\alpha$

2) Ох: $L = L_0 + L_2$



$a_{б.з.} = \frac{T(1-\cos\alpha)}{M}$

$0 = -a_{к.з} - a_n\cos\alpha - a_\tau\sin\alpha$ $a_{ш.б} =$

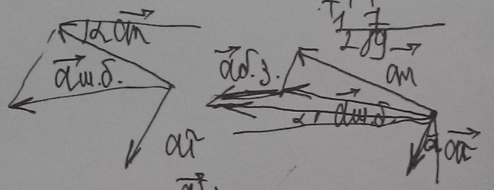
$\sin\varphi = \frac{8}{17}$.

17×17: 119, 17, 289

$m a_n = T - mg\sin\alpha$

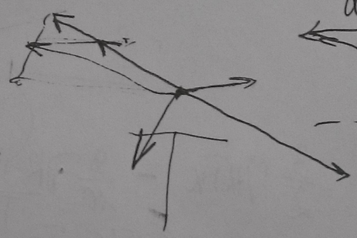
$m a_\tau = mg\cos\alpha$

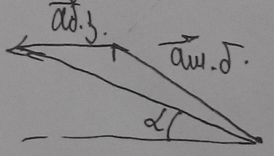
$M a_{б.з.} = T(1-\cos\alpha)$.



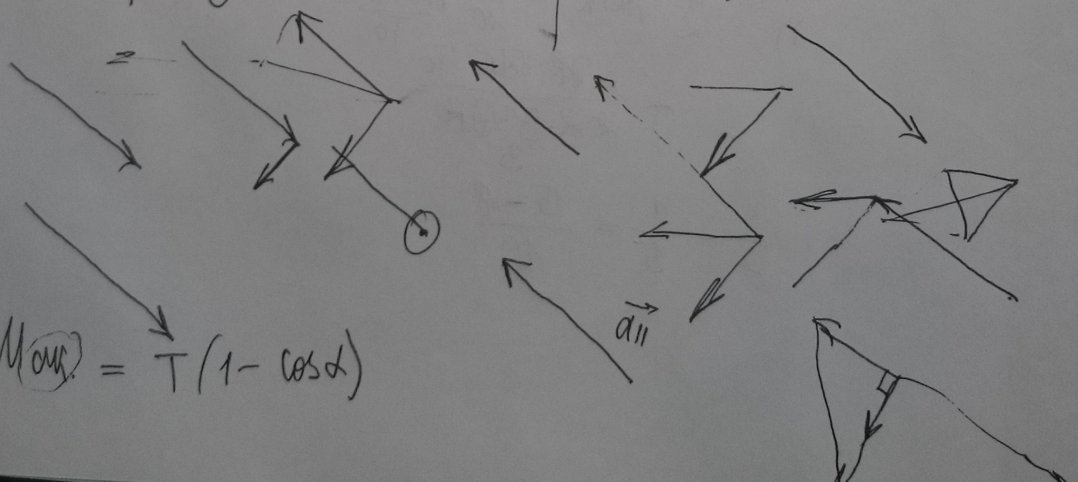
3) $a_к = a_n$.

$m \cdot a_1 = mg\sin\alpha - T$.





$289 - 64 = 225$



$M a_{(сиз)} = T(1-\cos\alpha)$

Чистовик.

№1 (предел.) 4.

4) $\begin{cases} Ma_к = T(1-\cos\alpha) \\ ma_{\parallel} = T - mg\sin\alpha \Rightarrow T = m(a_{\parallel} + g\sin\alpha) \end{cases}$

$\Rightarrow a_к = g\,\mathrm{ctg}\,\alpha = $ ам. з. $= g - a_{\parallel} \Rightarrow a_{II} = g(1-\mathrm{ctg}\alpha) = g\cdot\frac{7}{15}$

$M\cdot\frac{8g}{15} = T\cdot\frac{9}{17} \Rightarrow T = \frac{M\cdot 8g\cdot 17}{15\cdot 9}$

$m\cdot g\frac{7}{15} = T - mg\frac{15}{17}$

$\frac{mg\cdot 7}{15} = \frac{M\,8g\cdot 17}{9\cdot 15} - m\,g\frac{15}{17}$

$\frac{m}{M}\cdot\frac{7}{15}g = \frac{8\cdot 17g}{9\cdot 15} - \frac{m}{M}\,g\frac{15}{17}.$

$\frac{m}{M} = \frac{8\cdot 17\cancel{g}}{9\cdot 15\cdot\left(\frac{7}{15}+\frac{15}{17}\right)\cancel{g}} = \frac{8\cdot 17^2}{9\cdot\cancel{15}\cdot\frac{7\cdot 17+15^2}{\cancel{15}\cdot\cancel{17}}} =$

$= \frac{8\cdot 17^2}{9\cdot}$

Чистовик. Вариант 11-04 2

№2 (продолжение)

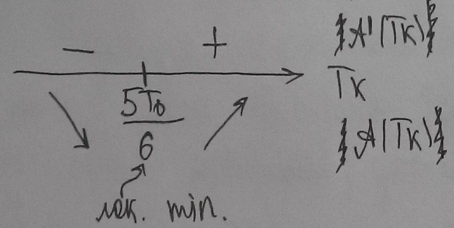
$$\frac{9}{5}\cdot\frac{\nu R T_0^2}{2T_0} - \frac{9\nu R T_к^2}{10T_0} = \frac{3}{2}\nu R T_0 - \frac{3}{2}\nu R T_к - A(T_к)$$

$$A(T_к) = +\frac{9\nu R T_к^2}{10T_0} - \frac{3}{2}\nu R T_к - \frac{9}{\cancel{5}}\frac{\nu R T_0}{10} + \frac{3}{2}\nu R T_0$$

Возьмём от обеих частей производную:

$$A'(T_к) = +\frac{9\nu R T_к}{5T_0} - \frac{3}{2}\nu R = 0$$

$$\frac{{}^{3}\cancel{9}\cancel{\nu R} T_к}{5T_0} = \frac{\cancel{3}}{2}\cancel{\nu R} \Rightarrow T_к = \frac{5T_0}{6}$$



$\Rightarrow$ чтобы $A = A_{min}$: $T_к = \dfrac{5T_0}{6}$.

3) $$A\left(\frac{5T_0}{6}\right) = \frac{\cancel{9}\nu R\, 25 T_0^{\cancel{2}}}{10\cancel{T_0}\cdot \cancel{36}\,4} - \frac{3\nu R\, 5T_0}{12} - \frac{9\nu R T_0}{10} + \frac{3}{2}\nu R T_0$$

$$= \frac{75\nu R T_0 - 150\nu R T_0 - 108\nu R T_0 + 180\nu R T_0}{10\cdot 12} =$$

$$= -\frac{\cancel{3}\nu R T_0}{10\cdot \cancel{12}\,4} = -\frac{\nu R T_0}{40}$$

Ответ: $Q_1 = \dfrac{63\nu R T_0}{160}$; $T_к = \dfrac{5T_0}{6}$; $A_{min} = -\dfrac{\nu R T_0}{40}$.

Часть 2

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

Шифр: **21200575**

ID профиля: **806208**

Вариант 4

Чистовик. Вариант 11-04.

Чистовик. Вариант 11-04.

№3.

1.

Дано:

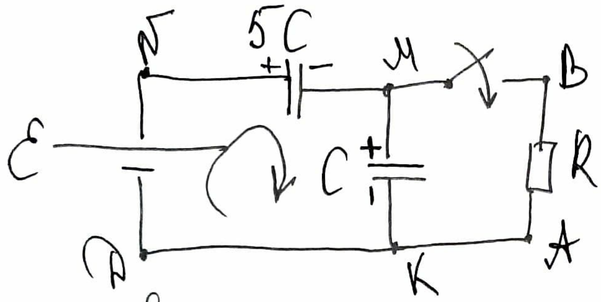
C; 5C;

I_{R0} - ?

Q - ?

I_{R1} - ? (I_0)

Решение.



1) Т.к. вначале заряд на C равен нулю, а заряд на конденс. не может поменяться мгновенно, то сразу после замыкания ключа $q_{C_0}=0 \Rightarrow U_{C_0}=0$, значит, тока через резистор нет ($U_{R_0}=U_{C_0}=0 \Rightarrow I_{R0}=\frac{0}{R}=0$)

$\Rightarrow I_{R_0}=0.$

2) Спустя долгое время тока в цепи нет, т.к. каждый из конденсаторов – разрыв в цепи $\Rightarrow$ ~~расставим потенциалы~~ ($U_{C\,конеч}=0$, т.к. через резистор ток не течёт, и на нём нет падения напряжения $\Rightarrow \varphi_A=\varphi_B$ ($U_{C\,конеч.}=0$).

Пусть $\varphi_A=0=\varphi_B \Rightarrow \varphi_N=\mathcal{E} \Rightarrow U_{5C\,конеч.}=\mathcal{E}$.

$\Rightarrow$ ЗСЭ для полной цепи:

$$A_{ист}=\Delta W_{5C}+Q$$

$$A_{ист}=\mathcal{E}\Delta q=\mathcal{E}\cdot(5C\cdot\mathcal{E}-0)=5C\mathcal{E}^2.$$

$$\Delta W_{5C}=\frac{5C\mathcal{E}^2}{2}-0 \text{ (вначале незаряженный)} \Rightarrow$$

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

Чистовик. Вариант 11-04.

№3 (продолжение). 2.

3) Если через C течёт I_C, а через R: I_R, то через $5C$ течёт ток ($I_C + I_R$ → из I прав. Кирхгофа для узла M). Запишем II-е правило Кирхгофа для контура $NMKD$:

$$\mathcal{E} - U_{5C} - U_C = 0$$

$$U_{5C} + U_C = \mathcal{E}$$

$$\frac{q_{5C}}{5C} + \frac{q_C}{C} = \mathcal{E} \quad \Big| \frac{d}{dt}$$

$$\frac{I_{5C}}{5C} + \frac{I_C}{C} = 0.$$

$$\frac{I_C + I_R}{5\cancel{C}} + \frac{I_C}{\cancel{C}} = 0$$

$$I_C + I_R + 5I_C = 0$$

$I_R = -6I_C$ (значит ток через R противоположен по направлению току через C)

$\Rightarrow |I_R| = 6I_C \Rightarrow$

$$|I_{R1}| = 6 \cdot I_0.$$

Ответ: $I_{R0} = 0$; $Q = \frac{5C\mathcal{E}^2}{2}$; $|I_{R1}| = 6I_0$.

Чистовик. Вар. 11-04. 3.

№4

Дано:

B; L; $2m$; $\frac{m}{2}$;

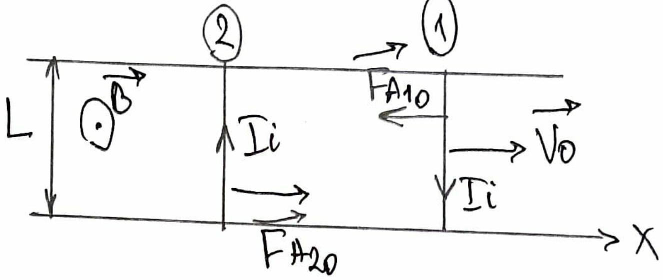
R; $5R$; V_0

a_{1_0} – ?

V_1 – ? V_2 – ?

Δx – ?

Решение.



1) З-н э-м индукции (начальный момент)

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow |\mathcal{E}_{i_0}| = \frac{BL\cdot V_0 dt}{dt} = BLV_0.$$

Из з-на Ленца, ток через 1 в нач. момент направлен вниз $\Rightarrow$ из з-на Ампера: $\vec{F}_{A_1}$ направ. влево:

З-н Ома для полной цепи:

$$I_{i0} = \frac{|\mathcal{E}_{i_0}|}{5R+R} = \frac{BLV_0}{6R}.$$

2) II з-н Ньютона для 1 ($|\vec{F}_A| = BI\cdot l\sin\varphi$)

$$2m\vec{a}_{1_0} = \vec{F}_{A10}$$

$$Ox: 2ma_{1_0x} = -BI_{i0}L\cancel{\sin 90^\circ}^{\,1}$$

$$2ma_{1_0x} = -\frac{B^2L^2V_0}{6R} \Rightarrow a_{1_0x} = -\frac{B^2L^2V_0}{12mR}$$

$$\Rightarrow |a_{1_0}| = \frac{B^2L^2V_0}{12mR}.$$

3) Спустя долгое время настанет момент, когда скорости 1 и 2 сравняются (т.к. 1 тормозит, а 2 разгоняется (F_{A2} вправо)), тогда $d\Phi$ станет $=0 \Rightarrow$ $\mathcal{E}_{i\,конеч} = 0 \Rightarrow$ ток прекратится, и силы Ампера перестанут

Чистовик. Вариант 11-04

№ ~~2~~4 (продолжение)

действовать на перемычки; в каждый момент времени силы Ампера, действующ. на кажд. из перемычек, равны, ведь их длины равны, и по ним течёт одинак. ток; значит на систему (1) и (2) суммарное действие внешних сил скомпенсировано $(|\vec{F_{A2}}| = |\vec{F_{A1}}|) \Rightarrow$

ЗСИ:

$$2m\vec{V_0} = \frac{m}{2}\vec{V_K} + 2m\vec{V_K}$$

скорости уравнялись

по-

$$Ox: 2mV_0 = \frac{1m}{2}V_{Kx} + 2mV_{Kx}$$

$$2V_0 = \frac{5}{2}V_{Kx} \Rightarrow V_{Kx} = \frac{4V_0}{5} = V_1 = V_2.$$

4) Перейдём в СО „2":

$$V_{01.отн.2} = V_0$$

$$V_{1\,конеч.\,отн\,2} = 0.$$

Рассмотрим малое dt, во время которого $a = const$.

Т. об изменении $E_{кин}$:

$$dA_{F_A} = F_A\,dx = \frac{2m\,(dV)^2}{2}$$

$$\cancel{2m\,a\,dx = \frac{2m\,(dV)^2}{2}}$$

$$\frac{B^2L^2\,dV\,dx}{6R} = +\frac{m\,dV\cdot dV}{1}$$ ~~$dV < 0$ $F_A dx$~~

Проинтегр. обе части:

$$\frac{B^2L^2}{6R}\int_0^{\Delta x} dx = m\int_{V_0}^{0} dV \quad \frac{B^2L^2}{6R}\Delta x = -mV_0$$

Чистовик. Вариант 11-04.

№4 (продолж.)

1.5

$$\frac{B^2L^2|\Delta x|}{6R} = mV_0 \Rightarrow |\Delta x| = \frac{6mRV_0}{B^2L^2}.$$

Ответ: $|a_{10}| = \dfrac{B^2L^2V_0}{12mR}$

$V_1 = V_2 = \dfrac{4V_0}{5}$

$|\Delta x| = \dfrac{6mRV_0}{B^2L^2}.$

Чистовик Вариант 11-04. П.4.6.

√5

Решение.

Дано:

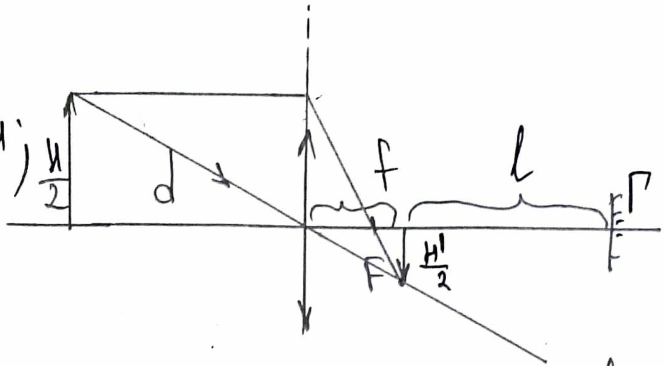
$F = 24$ см; $H = 9$ см;

$d = 96$ см; $\ell = 24$ см;

$x - ?$

$D_m - ?$

$a - ?$



1) Т.к. глаз настроен рассматрив. предмет на расстоянии $\ell = 24$ см, то он наход. на таком расстоянии от изображения $\frac{H'}{2}$

Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = 32 \text{ см.} \Rightarrow$$

$$x = f + \ell = 32 \text{ см} + 24 \text{ см} = 56 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 56$ см.

2) D - оптическая сила линзы.

$D = D_1 + D_2$ (т.к. линза тонкая)

$$D = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} = \frac{4}{D_m}$$

От диам. линзы не зависит полож. изображ $\Rightarrow$ Ф-ла тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{4}{D_m} \Rightarrow f = \frac{4dD_m}{D_m\left(4d - \frac{D_m}{D_m}\right)} = \frac{dD_m}{4d - D_m}$$

D_m ни на что не влияет.

$$f \leq x = 56 \text{ см} \Rightarrow \frac{4dD_m}{4d - D_m} \leq x$$

$$D_m 4d \leq 4d \cdot x - x D_m.$$

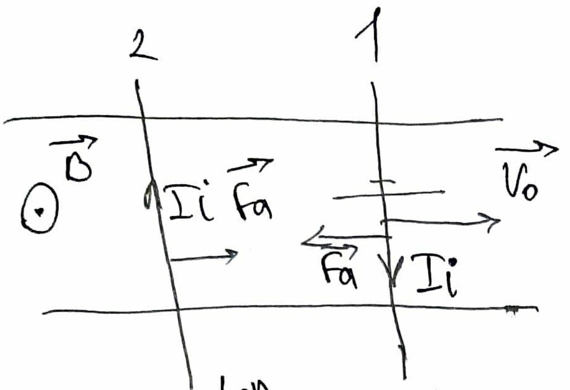
$$4(d + x) \leq D_m \cdot d \cdot x \Rightarrow$$

$$D_{m\,min} = \frac{4(d+x)}{d \cdot x}$$

Ширма также влияет на то, видим ли источник или нет (он просто менее яркий), а для изобр. нужно всего 2 луча.

Черновик.

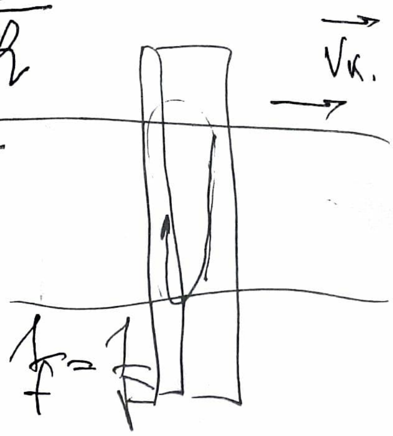
№4.



$D = \frac{2l}{R}$

$F = \frac{R}{2}$

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



1) $\mathcal{E}_i = \frac{d\varphi}{dt} = BlV_0 \Rightarrow$

2) $I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{5R+R} \Rightarrow \quad F_A = BI_il = \frac{B^2l^2V_0}{6R} = 2ma_0 \Rightarrow$

$a_0 = \frac{B^2l^2V_0}{12mR}$

$a = \frac{B^2L^2dV}{12mR}$ $\quad BIl$

3) СО „2":

$V_{1.2} = V_1 - V_2$

$\mathcal{E}_i = Bl(V_1 - V_2)$ $\quad F_A = \frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{6R}$ $\quad \frac{dV}{V}$

$I_i = \frac{Bl(V_1-V_2)}{6R}$ $\quad \frac{B^2L^2dt}{12mR} = \frac{dV}{V}$

$2ma(t) = B^2l^2$

$F_A dx = \frac{2m(dV)^2}{2}\Big| dt$ $\quad \frac{B^2L^2}{12mR}\tau = \ln V \Big|_{V_K}^{V_0}$

$F_A \cancel{dV} = \frac{2ma\,dV}{2}$

$\frac{F_{A1}}{2m} = \frac{dV}{dt}$

$a_1 = \frac{F_{A1}}{2m} \Rightarrow \frac{dV}{dt}$ $\quad \frac{B^2L^2V}{2m6R} = \frac{dV}{dt}$

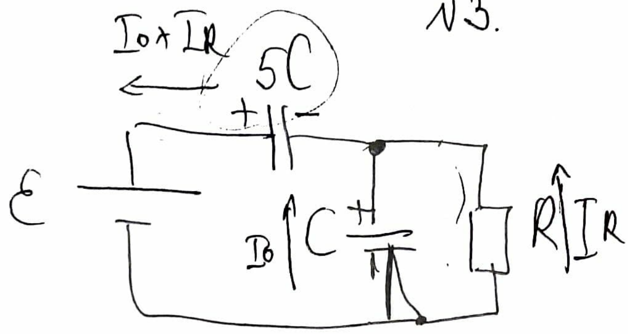
$dV = \frac{F_{A1}}{2m}dt$

$\int_{V_0}^{V_K} dV = \int$ $\quad \frac{B^2L^2V}{16mR\,dV} = \frac{1}{dt}$

Чистовик Вариант 11-04

Черновик.

№3.



(I_0+I_R)

$\frac{q_{5C}}{5C}+\frac{q_C}{C}=ℰ \Big| \frac{d}{dt}$

$\frac{I_0+I_R}{5C}+\frac{I_0}{C}=0$

$I_0+I_R+5I_0=0$

$I_R=-6I_0$

1) $I_0=0$.

2) $A_{ист}=\Delta W_{5C}+Q$

$ℰ\,5Cℰ=\frac{5Cℰ^2}{2}+Q \Rightarrow Q=\frac{5Cℰ^2}{2}$

3) $I=I_0+I_R$.

I_0

$U_C=I_R R$

$\frac{q}{C}=I_R R$

$I_R(t)=\frac{q_C}{RC}$

$\frac{I_C}{C}=\frac{dI_R}{dt}R$

$U_C+U_{5C}=ℰ$.

$U_{5C}=ℰ-U_C$.

$ℰ-U_{5C}=I_R R$

$ℰ-\frac{q_{5C}}{5C}=I_R R \Big| \frac{d}{dt}$

$\frac{t}{5C}=$

$\frac{I_0+I_R}{5C}=\frac{dI_R R}{dt}$

$I_0+I_R=I_R R 5C$.

$-I_R(t)R+\frac{q_{5C}}{5C}=ℰ \Big| \frac{d}{dt}$

$\frac{I_0+I_R}{5C}$

$-\frac{dI_R}{dt}R+\frac{I_0+I_R}{5C}=0$.

$\cancel{\frac{I_C+I_R}{5C}=\frac{dI_R}{}}$

$\frac{dt}{5C}=\frac{dI_R R}{I_C+I_R}$

$I_0=\frac{q_0}{RC}$

$\frac{I_C+I_R}{5C}=\frac{dI_R R}{dt}$

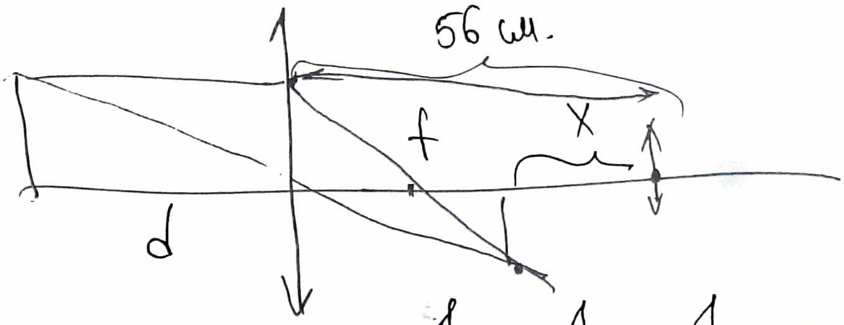
Черновик

Черновик.

F = 24 см;

H = 9 см; l = 96 см;

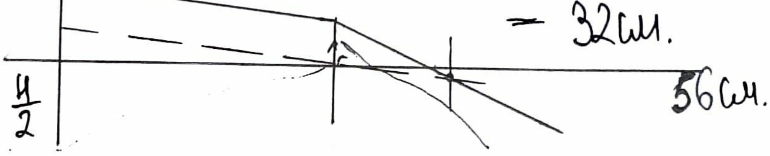
x = 24 см;

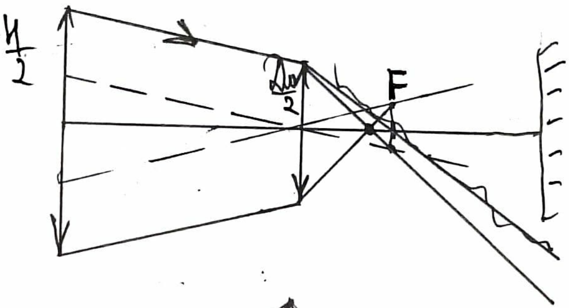


1) f + x $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$

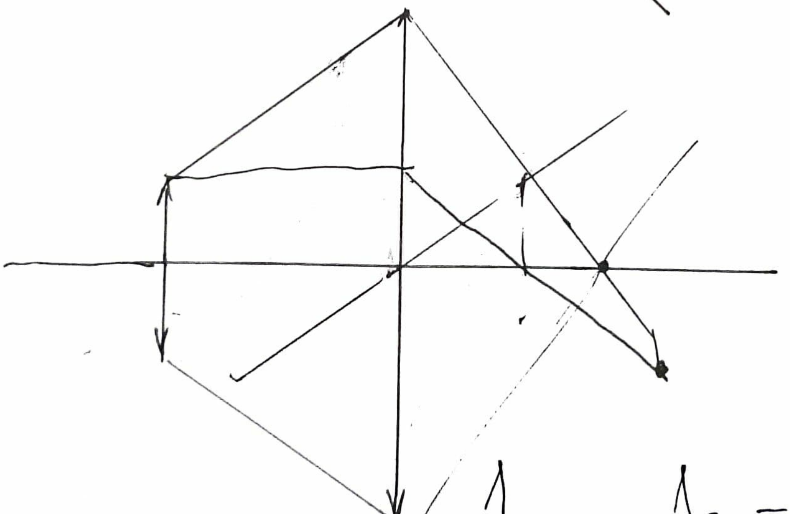
$f = \frac{dF}{d-F} = 32$ см.

2)





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



$\frac{1}{f} = \frac{4}{Dm} - \frac{1}{d}$

$\frac{1}{f} = \frac{4d - Dm}{d\,Dm}$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R}.$

$f = \frac{2d}{R\left(d - \frac{2}{R}\right)} = \frac{2d}{Rd - 2} \le 56$ см

$2d \le l(Rd - 2l$