Часть 1

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

Шифр: **21200345**

ID профиля: **316110**

Вариант 3

Чистовик (5)

№ 2

1) $\nu C dT = dQ$ – по определению C

$$\frac{\nu \cdot 3R}{T_0} \cdot \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} T\,dT = \int_0^Q dQ$$

$$Q = \frac{3R\nu}{2T_0} T^2 \Big|_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} = \frac{3R\nu T_0}{2}\left(1+\frac{3}{5}\right)\left(\frac{3}{5}-1\right) = -\frac{3\nu R T_0}{2} \cdot \frac{8}{5} \cdot \frac{2}{5} = -\frac{24\nu R T_0}{25}$$

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

2) Обозначим искомую температуру за T_1.

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

По первому началу термодинамики:

$\cancel{dQ = dA + dU}$ $\quad \Delta Q = \Delta A + \Delta U \quad \Delta A = \Delta Q - \Delta U$

$$\Delta U = C_v \nu (T - T_0)$$

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

$$\frac{d\Delta A}{dT}\Big|_{T=T_1} = 0 = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0} \cdot 2T_1 - C_v \nu$$

$$\frac{3\nu R}{T_0} \cdot T_1 = C_v \nu$$

$$T_1 = \frac{C_v T_0}{3R} = \frac{\frac{3}{2}R \cdot T_0}{3R} = \frac{T_0}{2}$$

3) $\Delta A = -\frac{3\nu R}{2T_0} \cdot \frac{3}{4} T_0^2 + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{1}{2} T_0 = \frac{3\nu R T_0}{4}\left(1 - \frac{3}{2}\right) = -\frac{3\nu R T_0}{8}$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{24\nu R T_0}{25}$

2) $T_1 = \frac{T_0}{2}$

3) $\Delta A = -\frac{3\nu R T_0}{8}$.

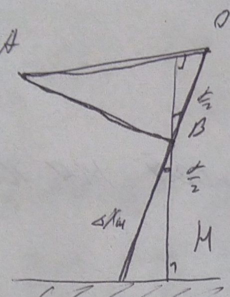
21200345 (U316110 M1267560)

Чистовая (4)

3) $a_к = \frac{m_ш}{m_к} \cdot g\, tg\frac{\alpha}{2} \cdot (1-\cos\alpha)$ из п. 2.

$\frac{m_ш}{m_к} = \frac{a_к}{g \cdot tg\frac{\alpha}{2}(1-\cos\alpha)}$; $\frac{m_ш}{m_к} = \frac{\cancel{4,8}\ 5,12}{10} \cdot \frac{13}{8} \cdot \frac{3}{2} = \cancel{0,27}\ \cancel{0,44}\ 1,25$

4) Найдём перемещение шара в этом случае:



$\Delta x_ш = \frac{H}{\cos\frac{\alpha}{2}}$

из равенства в п. 1:

$\Delta x_к = \frac{H}{\cos\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{2(1-\cos\alpha)}$

Причём движение клина равноускоренное, тогда верно:

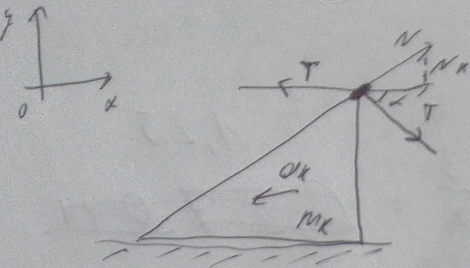
$$\frac{a_к T^2}{2} = \frac{H}{\cos\frac{\alpha}{2}}\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$$

$$T = \sqrt{\frac{2H\sqrt{2(1-\cos\alpha)}}{a_к \cos\frac{\alpha}{2}}}$$

$$T = \sqrt{H}\cdot\sqrt{\frac{2\cdot\frac{4}{\sqrt{13}}}{\cancel{4,8}\ 5,2\cdot\frac{3}{\sqrt{13}}}} = \sqrt{H}\cdot\sqrt{\frac{1}{\cancel{4,4}\ 5,12\cdot 3}} = \cancel{\sqrt{H}\cdot 1,22 = 1,22\sqrt{H}}\ 0,722\sqrt{H}\ \frac{с}{\sqrt{м}}$$

Ответ:
1) $\sin\varphi = 0,83$
2) $a_к = \cancel{4,8\ м/с^2}\ 5,12\ м/с^2$
3) $\frac{m_ш}{m_к} = \cancel{0,27}\ \cancel{0,44}\ 1,25$
4) $T = \cancel{1,66\sqrt{H}}\ 0,722\sqrt{H}\ \frac{с}{\sqrt{м}}$

Чистовик ③



Рассмотрим кусочек нити на блоке. ~~Он невесомый~~

Нить невесомая => сумма сил на неё в точности 0 на любую ось.

Тогда для OX:

$$T = N_x + T\cos\alpha$$

$$N_x = T(1-\cos\alpha)$$

По III з. Ньютона с такой же силой на клин действует и нить.

Тогда по II з. Ньютона для клина на ось OX

$$m_к a_к = T(1-\cos\alpha)$$

$$m_к a_к = m_ш g \, tg\frac{\alpha}{2}(1-\cos\alpha)$$

$$a_к = \frac{m_ш}{m_к} g \, tg\frac{\alpha}{2}(1-\cos\alpha)$$

~~Из з. с. э. найдём отношение $\frac{m_ш}{m_к}$~~

$$\cancel{\frac{m_ш v_ш^2}{2} + \frac{m_к v_к^2}{2} =}$$

Теперь рассмотрим ось OB и запишем II з. Ньютона для шарика:

$$m_ш a_ш = m_ш g \cos\frac{\alpha}{2} - T\sin\frac{\alpha}{2}$$

$$a_ш = g\cos\frac{\alpha}{2} - g\,tg\frac{\alpha}{2}\cdot\sin\frac{\alpha}{2} = g\left(\cos\frac{\alpha}{2} - tg\frac{\alpha}{2}\cdot\sin\frac{\alpha}{2}\right)$$

причём $a_к = a_ш\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$

$$a_к = g\sqrt{2(1-\cos\alpha)}\left(\cos\frac{\alpha}{2} - tg\frac{\alpha}{2}\cdot\sin\frac{\alpha}{2}\right) = g\cdot\frac{4}{\sqrt{13}}\cdot\left(\sqrt{\frac{9}{13}} - \frac{2}{3}\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\right)$$

$$a_к = 10\cdot\frac{4}{3{,}61}\cdot\left(\frac{3}{3{,}61} - \frac{2}{3}\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\right) = 11{,}08\cdot(0{,}831 - 0{,}369) = 11{,}08\cdot 0{,}462 =$$

$$= 5{,}12 \text{ м/с}^2$$

Чистовик 2

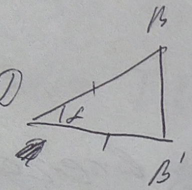
$$\sin\varphi = \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{13+5}{26}} = \sqrt{\frac{18}{26}} = 0{,}83$$

Ответ: $\sin\varphi = 0{,}83$

2) Вернёмся к рис. 1.

Ускорение клина направлено влево вдоль AC.

~~Причём для смещений выпол~~.



DB равно смещению клина

BB' - смещению шарика

Далее индекс ш - шарик

к - клин.

$BB'^2 = 2DB^2 - 2DB^2\cos\alpha$ - т. косинусов

$BB' = DB\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$

$BB' = DB\sqrt{2\cdot\frac{1}{13}}$

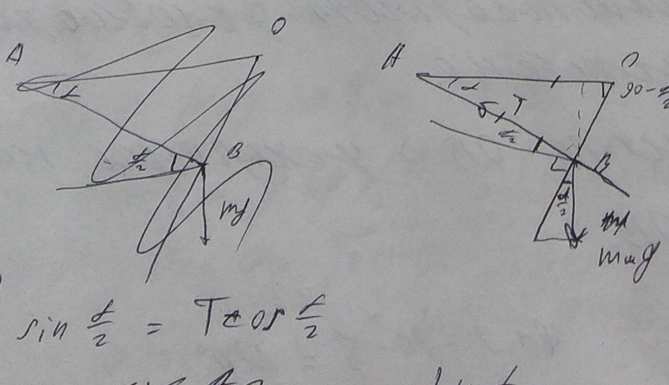
$\Delta X_к = \Delta X_ш \cdot \frac{4}{\sqrt{13}}$

$V_к = V_ш \cdot \frac{4}{\sqrt{13}}$ ~~дважды продифферен~~ возьмём вторую производную по

$a_к = a_ш \cdot \frac{4}{\sqrt{13}} = \sqrt{2(1-\cos\alpha)}$ времени для обеих частей:

Вернёмся к рассмотрению шарика:

Т.к. он движется вдоль OB, то сумма сил на ось перпендикулярную OB должна быть нулевой.



$m_ш g \sin\frac{\alpha}{2} = T\cos\frac{\alpha}{2}$

$T = m_ш g\, tg\frac{\alpha}{2}$

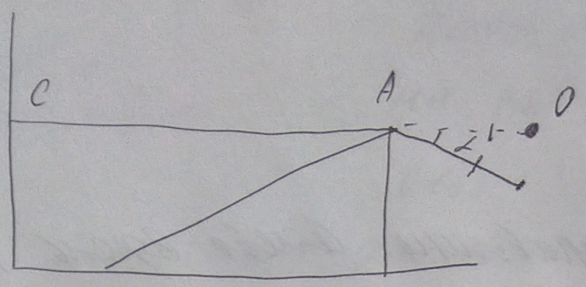
21200345 (U316110 M1267560)

чистовик

1

№1

1)



~~От~~

Рассмотрим движение шарика.

Угол наклона нити к горизонту всегда равный. Это реализуется при движении шарика по прямой.

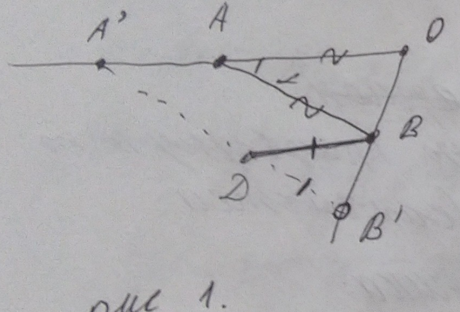


рис 1.

~~Шарик~~ Точка B - положение шарика.

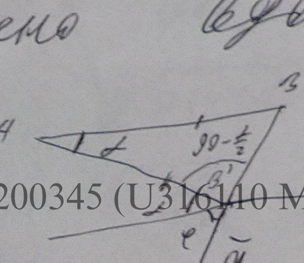
$A'ABD$ - параллелограмм.

$AA' = DB$

$DB = DB'$ т.к. $\triangle DBB'$ - равнобедренный по построению

$\Rightarrow$ на сколько убывает нить CA, на столько прибавляется AB. При этом $\angle OAB = const \Rightarrow$ Такое движение удовлетворяет условию задачи, а значит оно единственно.

Шарик движется по $OB \Rightarrow$ ускорение направлено ~~вдоль~~ OB.



$\varphi + \alpha + 90 - \frac{\alpha}{2} = 180°$

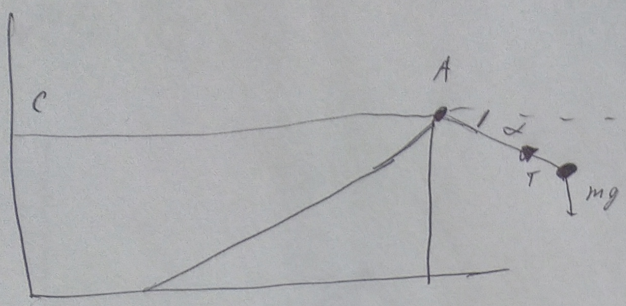
$\varphi = 90° - \frac{\alpha}{2}$

$\cos\varphi = \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

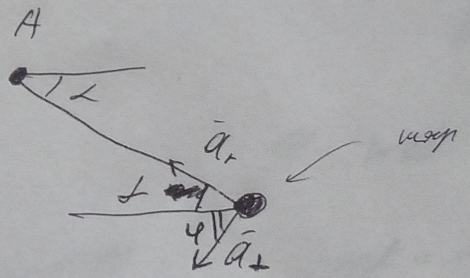
21200345 (U316140 M1267560)

Черновик

№1



1) Движение шара можно рассмотреть как мгновенное вращение относительно точки A. Тогда всё ускорение можно разбить на две составляющие:



$a_r = \frac{v^2}{R}$, где R – радиус кривизны траектории.

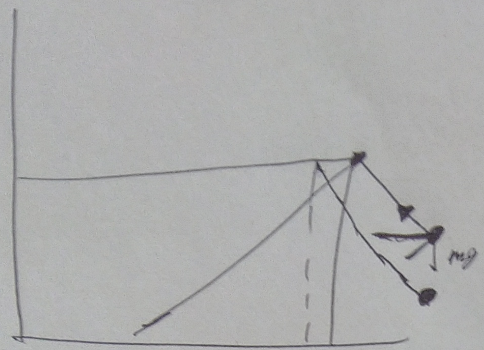
Т.к. в начальный момент времени $v = 0$, то $a_r = 0$. Следовательно $\bar{a} = \bar{a}_\perp$.

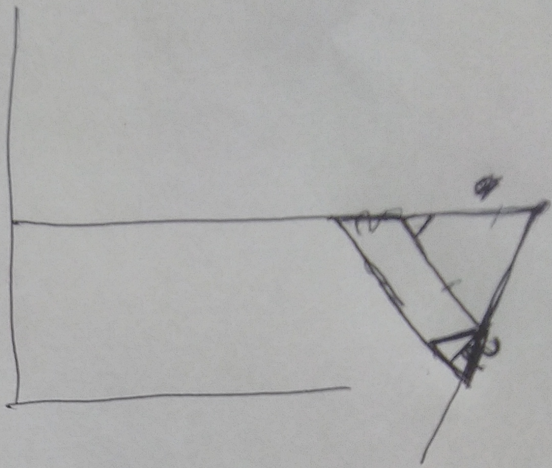
Тогда $\alpha + \varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\varphi = \frac{5}{13}$

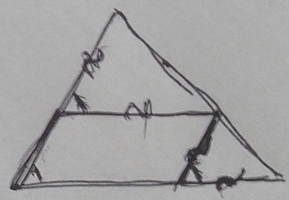
21200345 (U316110 M1267560)

Черновик

№1







$2\cos^2\frac{\varphi}{2} - 1 = \cos\varphi$

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

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\frac{5}{13}}{2}} = \sqrt{\frac{9}{13}}$

$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1-\frac{5}{13}}{2}} = \sqrt{\frac{4}{13}}$

$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{4}{9}} = \frac{2}{3}$

$\sqrt{13} = 3{,}61$

21200345 (U316110 M1267560)

Часть 2

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

Шифр: **21200345**

ID профиля: **316110**

Вариант 3

Чистовик (2)

При этом через батарею пройдёт заряд:

$$\Delta q = q_{11} - q_1 = \frac{C_1 E}{C_1} - \frac{E C_1 C_2}{(C_1+C_2)} = \frac{C_1^2 E + \cancel{C_1 C_2 E} - \cancel{C_1 C_2 E}}{C_1+C_2} = \frac{C_1^2 E}{C_1+C_2}$$

Тогда работа источника $A = \Delta q \cdot E = \frac{C_1^2 E^2}{C_1+C_2}$

Тогда запишем З.С.Э.:

$$A + U_0 = Q + U_1$$

$$\frac{C_1^2E^2}{C_1+C_2} + \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_1^2}{2C_2} = Q + \frac{q_{11}^2}{2C_1}$$

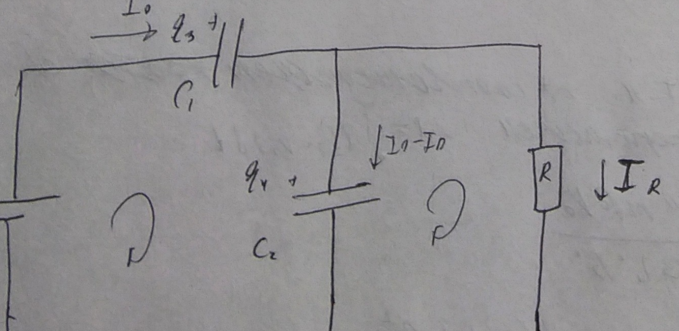
$$\frac{C_1^2E^2}{C_1+C_2} + \frac{E^2C_1C_2^2 + E^2C_2C_1^2}{2(C_1+C_2)^2} = Q + \frac{E^2C_1}{2}$$

$$\cancel{Q = \frac{2E^2C_1^2 + 2E^2C_1C_2 + E^2C_1C_2^2 + E^2C_2C_1^2 - E^2C_1^3 - E^2C_1C_2^2 - 2E^2C_1^2C_2}{2(C_1+C_2)^2}}$$

$$\frac{16CE}{5} + \frac{4C^3E^2 + 16C^3E^2}{50C^2} = Q + \frac{4E^2C}{2}$$

$$Q = \frac{CE^2}{50}(160 + 20 - 100) = \frac{8}{5}CE^2$$

3)

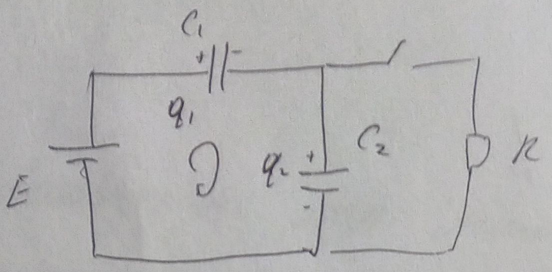


Продолжение на чистовике 7

Чистовик 1

№3

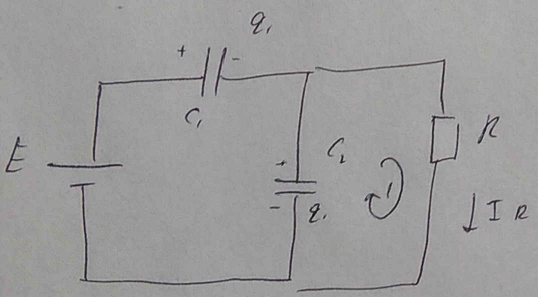
1)



$$\begin{cases} q_1 = q_2 \\ \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = E \end{cases}$$ — II закон Кирхгофа

$$q_1 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) = E$$

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

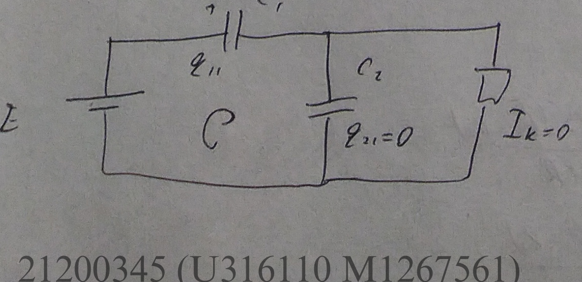


II закон Кирхгофа:

$$I_R R - \frac{q_1}{C_2} = 0$$

$$I_R R = \frac{E C_1}{C_1 + C_2} \qquad I_R = \frac{E C_1}{R(C_1 + C_2)} \qquad I_R = \frac{4EC}{R \cdot 5C} = \frac{4E}{5R}$$

2) Уст. сетуация $\Rightarrow I_R = 0 \Rightarrow q = 0$ на C_2.



Из II з. Кирхгофа:

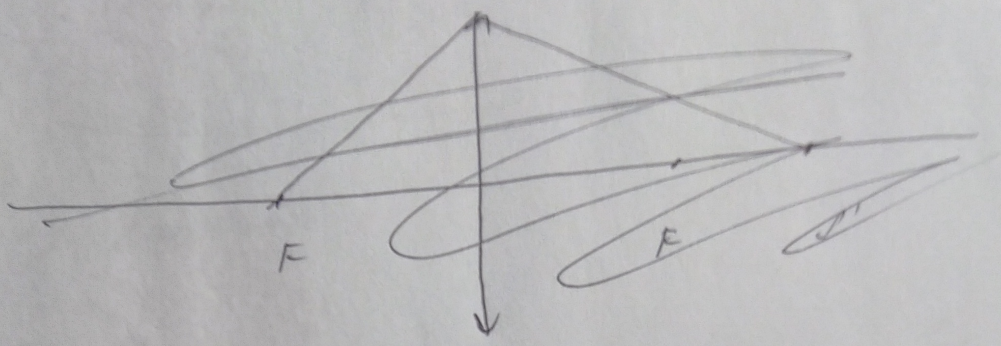
$$\frac{q_{11}}{C_1} = E$$

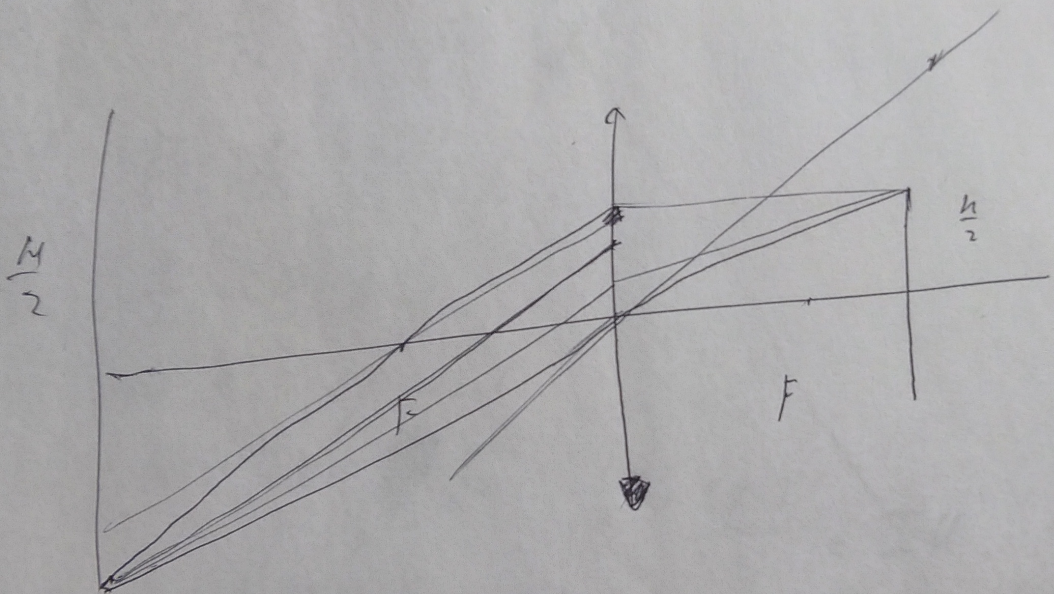
$$q_{11} = E C_1$$

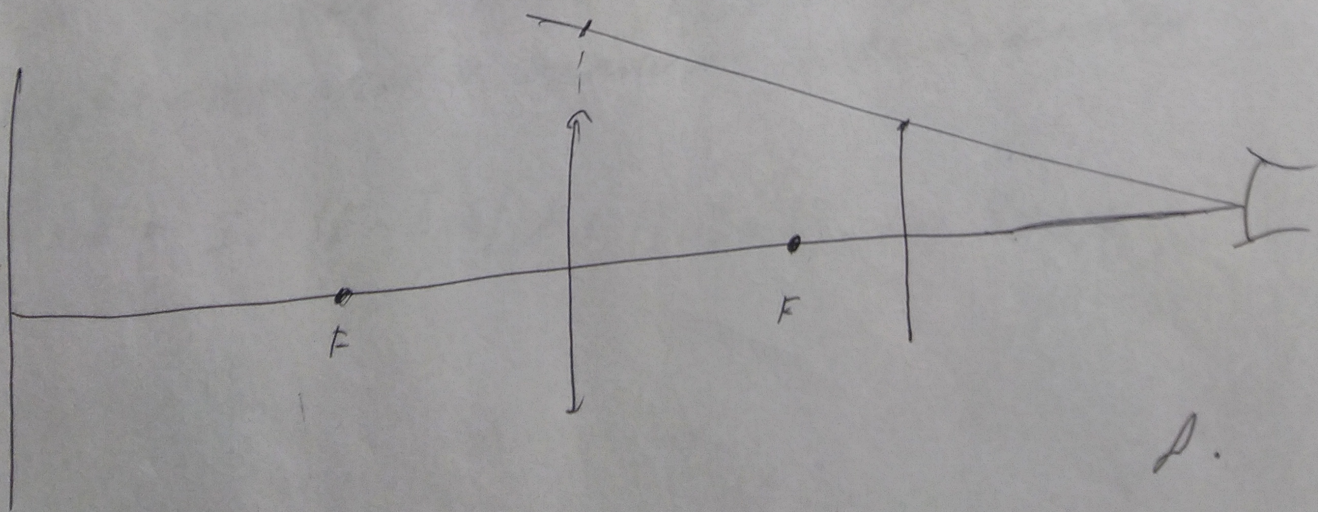
Черновик

$\frac{1}{a'}$

24 +





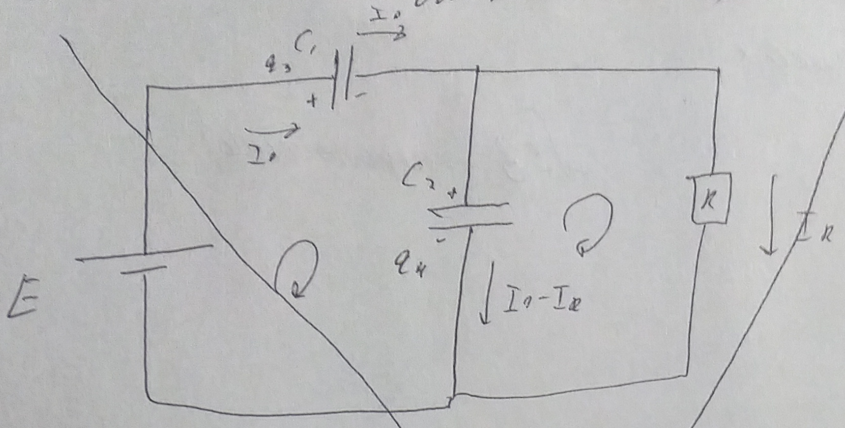


l.

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

Чистовик

Черновик



II з- Кирхгофа:

1) $R I_R = \frac{q_4}{C_2}$ $\quad q_4 = R I_R C_2$

2) $E = \frac{q_4}{C_2} + \frac{q_3}{C_1}$

$\frac{q_3}{C_1} = E - R I_R$

$q_3 = E C_1 - R I_R C_1$

3) $W = \frac{q^2}{2C}$ $\quad \frac{dW}{dt} = \frac{2q\, I}{2C} = IU$

Заметим, что работа источника за малый промежуток времени равна сумме изменения энергии конденсаторов и тепла на сопротивлении:

$dt I_0 E = I_0 \cdot (E - I_R R)\,dt + (I_0 - I_R) \cdot I_R R\,dt + I_R^2 R\,dt$

Чистовик 6

Из подобия ABC и $A_1B_1C_1$:

$$\frac{H}{h} = \frac{a}{b}$$

$$h = H\frac{b}{a}$$

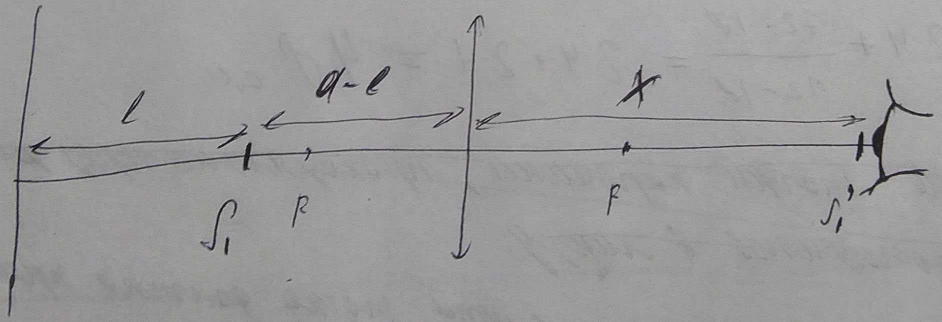
Из подобия DB_1D_1 и D_1CD_2:

$$\frac{D_м}{h} = \frac{b+c}{c}$$

$$D_м = h\left(1+\frac{b}{c}\right) = H\frac{b}{a}\left(1+\frac{b}{c}\right)$$

$$D_м = 9\cdot\frac{24}{72}\cdot 2 = 6 \text{ см}$$

3) Нужно, чтобы изображение ~~экр~~ малого экрана расположилось непосредственно перед глазом. Причём оно должно быть действительным.



$$\frac{1}{a-l} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{a-l} = \frac{x-F}{xF}$$

$$l = a - \frac{Fx}{x-F};\quad l = 72 - \frac{48\cdot 18}{48-18} = 72 - \frac{48\cdot 18}{30} = 72-28{,}8 = 43{,}2 \text{ см}$$

Ответ: 1) 48 см
2) 6 см
3) 43,2 см

21200345 (U316110 M1267561)

Домножим на Δt

$$\Delta V_1 = \frac{L^2 B^2 \cancel{\ldots} \Delta x}{8mR} \qquad \Delta V_2 = \frac{L^2 B^2 \Delta x}{4mR}$$

, где Δx – относительное перемещение перемычек.

Отсюда видно, что для любого T верно

$2\Delta V_1 = \Delta V_2$ (ΔV_1 и ΔV_2 сонаправлены соответственно с a_1 и a_2, ~~на~~ см. рисунок).

Через продолжительный промежуток времени

$a_1 = a_2 = 0, \Rightarrow \quad V_1 - V_2 = 0 \quad \Rightarrow V_1 = V_2$

$$\underbrace{V_0 - \overbrace{\Delta V_1}^{\Delta V_1}}_{V_1} = \underbrace{\overbrace{2\Delta V_1}^{\Delta V_2} + 0}_{V_2}$$

$$\Delta V_1 = \frac{V_0}{3}$$

Тогда $V_1 = \frac{2}{3}V_0 = V_2$

3) $$\Delta V_1 = \frac{L^2 B^2 \Delta x}{8mR}$$

$$\frac{V_0}{3} = \frac{L^2 B^2 \Delta x}{8mR}$$

$$\Delta x = \frac{8mRV_0}{3L^2B^2}$$

"–" т.к. Δx соответствует ~~...~~ сближению перемычек $\Delta x = \int_0^\tau (V_1 - V_2)\,dt$

$$S_1 = S_0 + \Delta x = S_0 - \frac{8mRV_0}{3L^2B^2}$$

Ответ: 1) $a_0 = \frac{V_0 L^2 B^2}{8mR}$.

2) $V_1 = V_2 = \frac{2}{3}V_0$.

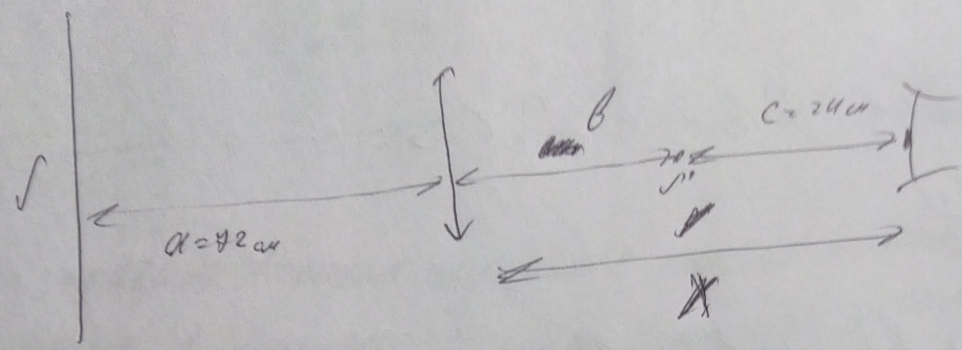
3) $S_1 = S_0 - \frac{8mRV_0}{3L^2B^2}$.

21200345 (U316110 M1267561)

Чистовик (5)

№ 5

$F = 18$ см



1) По формуле тонкой линзы

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

$$\frac{1}{b} = \frac{a-F}{aF}$$

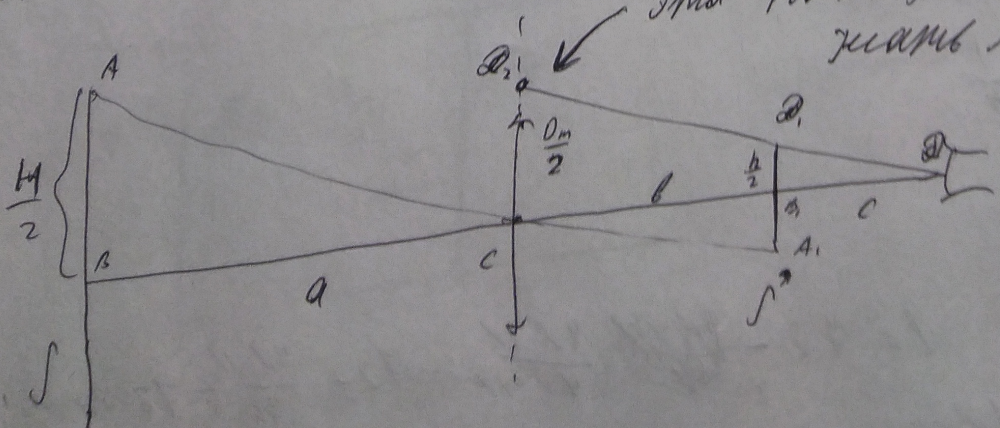
$$b = \frac{aF}{a-F}$$

$$X = c + b = c + \frac{aF}{a-F} \qquad b = 24 \text{ см}$$

$$X = 24 + \frac{72 \cdot 18}{72-18} = 24 + 24 = 48 \text{ см}$$

2) ~~Крайние точки картины, проходящие через фокус должны попадать в линзу~~

эта точка должна принадлежать линзе.



21200345 (U316110 M1267561)

Чистовик (7)

II Закон Кирхгофа:

№3 (продолжение)

1) $\frac{q_4}{C_2} = R I_R$

$q_4 = R I_R C_2$

2) $E = \frac{q_4}{C_2} + \frac{q_3}{C_1}$

$q_3 = E C_1 - R I_R C_1$

$$\begin{cases} I_0 = + \frac{dq_3}{dt} \\ I_0 - I_R = \frac{dq_4}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{I_0 - I_R}{I_0} = \frac{dq_4}{dq_3}$$

$$1 - \frac{I_R}{I_0} = \frac{R C_2\, dI_R}{-R C_1\, dI_R}$$

$$\frac{I_R}{I_0} = 1 + \frac{C_2}{C_1}$$

$$I_R = I_0 \left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right) = \frac{5 I_0}{4}$$

Ответ: 1) $\frac{4E}{5R}$

2) $\frac{1}{5} C E^2$

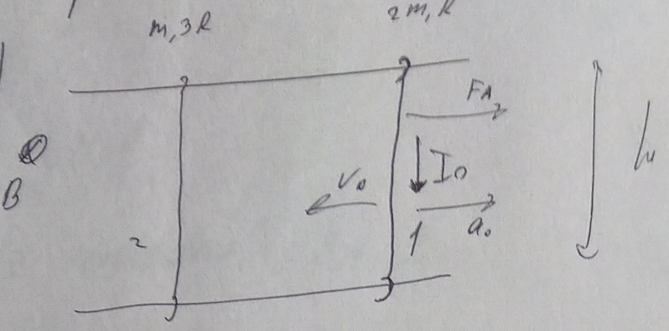
3) $\frac{5 I_0}{4}$.

21200345 (U316110 M1267561)

Чистовик ③

№4

1)



По правилу Фарадея определим направление тока I_0.

Запишем в контуре II закон Кирхгофа учитывая что

$$|\varepsilon| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = V_0 L B$$

$$V_0 L B = I_0 (R+3R)$$

$$I_0 = \frac{V_0 L B}{4R}$$

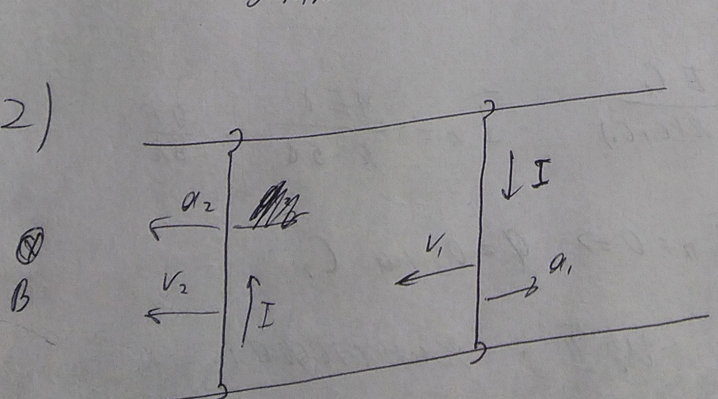
Тогда $F_A = I_0[\vec{L}\times\vec{B}] = \frac{V_0 L^2 B^2}{4R}$

По II з. Ньютона:

$$F_a = 2m\cdot a_0$$

$$a_0 = \frac{F_A}{2m} = \frac{V_0 L^2 B^2}{8mR}$$

2)



Аналогично для произвольного момента времени:

$$I\cdot 4R = LB(V_1 - V_2) \qquad I = \frac{LB(V_1-V_2)}{4R}$$

$$2m a_1 = \frac{L^2B^2(V_1-V_2)}{4R} \qquad m a_2 = \frac{L^2B^2(V_1-V_2)}{4R}$$

$$a_1 = \frac{L^2B^2(V_1-V_2)}{8mR} \qquad a_2 = \frac{L^2B^2(V_1-V_2)}{4Rm}$$