Часть 1

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

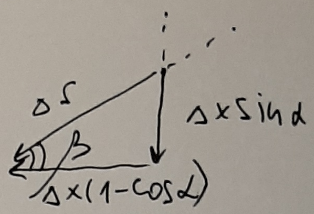
Шифр: **21200746**

ID профиля: **375714**

Вариант 3

Чистовик.

$$tg\,\beta = \frac{\Delta x \sin\alpha}{\Delta x(1-\cos\alpha)} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$$



$$\cos\alpha = \frac{5}{13} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{25}{169}} = \sqrt{\frac{144}{169}}$$

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

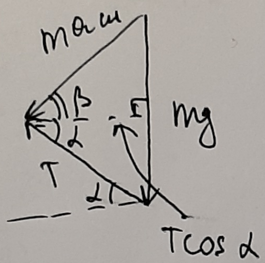
$$tg\,\beta = \frac{12}{13\left(1-\frac{5}{13}\right)} = \frac{12\cdot\cancel{13}}{\cancel{13}\cdot 8} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2} = 1{,}5$$

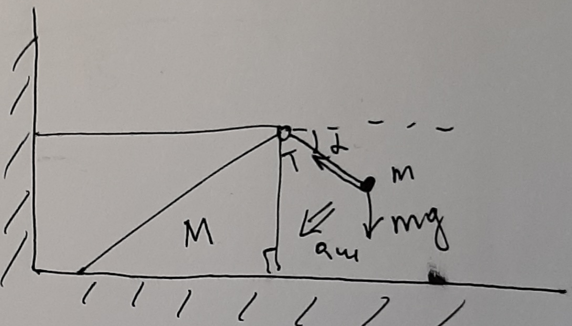
$$\boxed{tg\,\beta = 1{,}5}$$

2) 2ЗН для шарика:

Теорема Пиорагора:

$$m^2 a_ш^2 = m^2 g^2 + T^2\cos^2\alpha$$





$$a_ш^2 = g^2 + \left(\frac{T}{m}\right)^2\cos^2\alpha$$

$$a_ш = \sqrt{g^2 + \left(\frac{T}{m}\right)^2\cos^2\alpha}$$

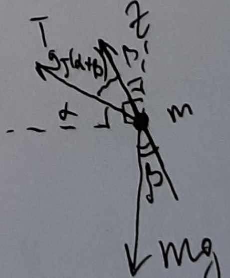
3) Из пункта (1) следует, что $a_{кл} = a_ш\cos\alpha$.

4) 2ЗН для шарика на направление, перпендикулярное ускорению шарика:

$$z:\ -mg\cos\beta + T\cos(90-(\alpha+\beta)) = 0$$

$$mg\cos\beta = T\cos(90-(\alpha+\beta))$$

$$mg\cos\beta = T\sin(\alpha+\beta)$$

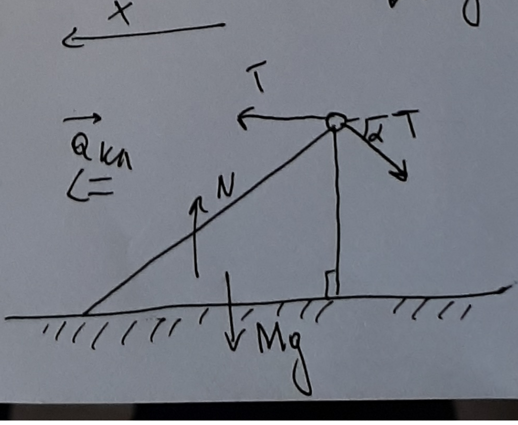


2ЗН для клина:

$$x:\ T - T\cos\alpha = M a_{кл}$$

2ЗН для шарика:

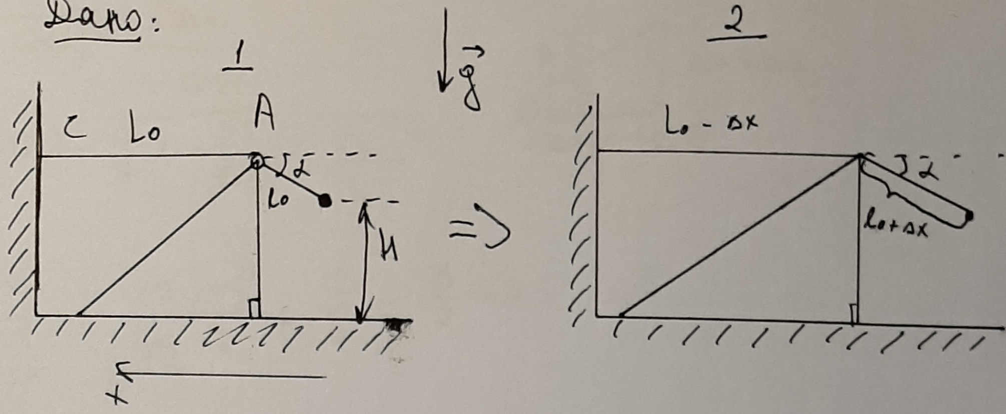
$$x:\ T\cos\alpha = m a_ш\cos\beta$$



Чистовик

Задание 1. **Дано:**

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



Найти:

1) β;

2) $a_{кл}$;

3) $\frac{m}{M}$;

4) T

Решение:

1) Пусть $AC = L_0$, а начальная длина части нити от A до шарика — l_0.

Рассмотрим систему в момент, когда клин сместился на Δx (2 рисунок в „дано"). Тогда AC уменьшилось на Δx, а длина части нити м/у т. A и шариком увеличилась на Δx. Рассмотрим смещение ~~на~~ шарика по вертикали и горизонтали с учётом того, что угол м/у нитью и горизонтом $\alpha = const$.

Вниз: на $\Delta x \sin\alpha$

по горизонтали: на $\Delta x \cos\alpha$ — но это от-но клина. Т.к. сам клин сместился на Δx, суммарное смещение шарика по горизонтали будет влево и составит $\Delta x - \Delta x \cos\alpha$.

Треугольник перемещений покажет, под каким углом будет ориентированно малое перемещение ΔS шарика. Туда же будет направлено и ускорение шарика ($a_ш = const$ по 2 закону Ньютона)

Чистовик.

Задание 2.

Дано:

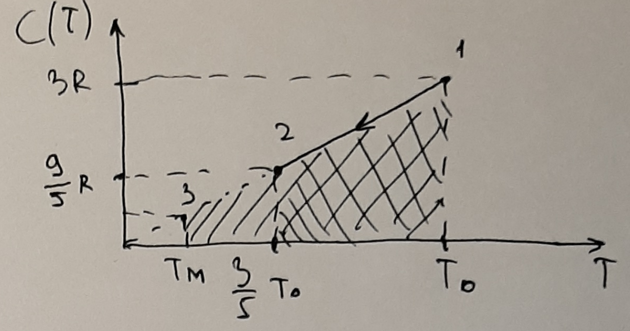
He

$i=3$

ν моль

T_0

$C(T)=3R\frac{T}{T_0}$



Найти:

1) Q_1
2) T_M
3) A_{min}

Решение:

1) график $C(T)$ — прям. пропорц.

$$C\left(\frac{3}{5}T_0\right)=\frac{3}{5}\cdot 3R=\frac{9}{5}R$$

$$Q_1^{подв}=-S_{тр}\cdot\nu=-\nu\cdot\left(\frac{\frac{9}{5}R+3R}{2}\cdot\left(T_0-\frac{3}{5}T_0\right)\right)=-\nu\cdot\frac{RT_0}{2}\left(\frac{9}{5}+3\right)\left(1-\frac{3}{5}\right)$$

$$Q_1^{подв}=-\frac{\nu RT_0}{\cancel{2}}\cdot\frac{24\cdot\cancel{2}}{5\cdot 5}=-\frac{24}{25}\nu RT_0$$

$$Q_1=-Q_1^{подв}=\frac{24}{25}\nu RT_0;\quad \boxed{Q_1=\frac{24}{25}\nu RT_0}$$

2) При $T=T_M\rightarrow A_Г=A_{min}$

Первое начало термодинамики:

$$Q_{13}^{подв}=\Delta U_{13}+A_Г\Rightarrow A_Г=Q_{13}^{подв}-\Delta U_{13}$$

$\cdot\ Q_{13}^{подв}=-\nu S^*_{тр}=-\nu\cdot\frac{3R+C(T_M)}{2}\cdot(T_0-T_M)$

$\cdot\ \Delta U_{13}=\frac{3}{2}\nu R(T_0-T_M)$

$$A_Г=-\nu\frac{3R+C(T_M)}{2}(T_0-T_M)-\frac{3}{2}\nu R(T_0-T_M)=-\frac{\nu(T_0-T_M)}{2}\cdot\left(3R+3R\frac{T_M}{T_0}\right)-$$

$$-\frac{3}{2}\nu R(T_0-T_M)=-\frac{3}{2}\nu R\left((T_0-T_M)\left(1+\frac{T_M}{T_0}\right)+T_0-T_M\right)=-\frac{3}{2}\nu R\left(T_0+\cancel{T_M}-\cancel{T_M}-\frac{T_M^2}{T_0}+\right.$$

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

$$A_Г=-\frac{3}{2}\nu R\left(2T_0-T_M-\frac{T_M^2}{T_0}\right).$$

4

Чистовик

из (3) пункта:

$$\frac{a_ш \cos\beta}{a_{кл}} = \cos\alpha$$

$$\frac{T - T\cos\alpha}{T\cos\alpha} = \frac{M a_{кл}}{m a_ш \cos\beta} = \frac{M\cos\beta}{m\cos\beta\cos\alpha} = \frac{M}{m\cos\alpha}$$

$$\frac{1}{\cos\alpha} - 1 = \frac{M}{m\cos\alpha} \Rightarrow m - m\cos\alpha = M$$

$$m(1-\cos\alpha) = M$$

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{1-\cos\alpha} = \frac{1}{1-\frac{5}{13}} = \frac{13}{8}$$

$$\boxed{\frac{m}{M} = \frac{13}{8}}$$

5) $T = \dfrac{mg\cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$

из (2) пункта: $a_ш = \sqrt{g^2 + \left(\frac{T}{m}\right)^2\cos^2\alpha}$

$$a_ш = \sqrt{g^2 + \left(\frac{\cancel{m}g\cos\beta}{\cancel{m}\sin(\alpha+\beta)}\right)^2\cos^2\alpha}$$

$\cdot \cos\beta = \dfrac{2}{\sqrt{13}} \Rightarrow \sin\beta = \dfrac{3}{\sqrt{13}}$

$\cdot \sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\cdot\sin\beta = \dfrac{12\cdot 2}{13\cdot\sqrt{13}} + \dfrac{5\cdot 3}{13\cdot\sqrt{13}} = \dfrac{39}{13\sqrt{13}} = \dfrac{3}{\sqrt{13}}$

$$a_ш = \sqrt{g^2 + \left(\frac{g\cdot 2\sqrt{13}}{\sqrt{13}\cdot 3}\right)^2\cdot\frac{25}{169}} = g^2\sqrt{\frac{4}{13}\cdot\frac{25}{169}} = g^2\cdot\frac{2\cdot 5}{13}\cdot\sqrt{\frac{1}{13}} =$$

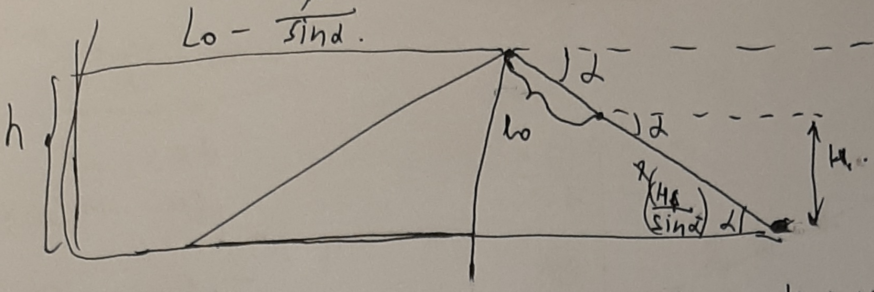
$$\cancel{g^2} = \boxed{g^2\cdot\frac{10}{13\sqrt{13}}}$$

Ответ

21200746 (U375714 M1269882)

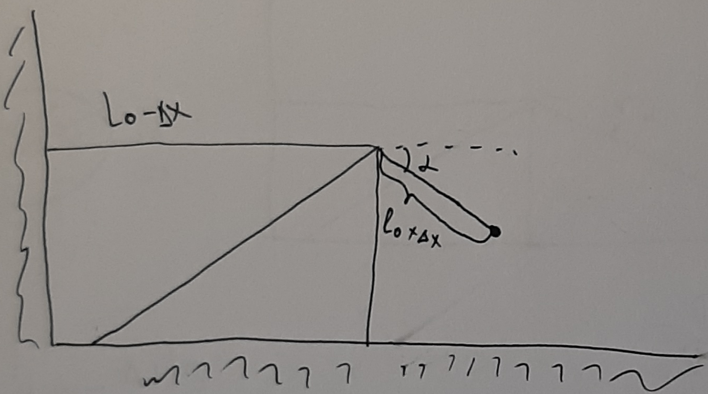
Черновик

3)



$x\sin\alpha = H \Rightarrow x = \frac{H}{\sin\alpha}$

Пусть L_0 - начальная длина нити м/у ~~блоками~~ стенкой а l_0 - м/у шаром и клином. Пусть длина L_0 в процессе движения уменьшилась на Δx



Рассмотрим как и этот сместился шарик.

Вниз: на $\Delta x\sin\alpha$.

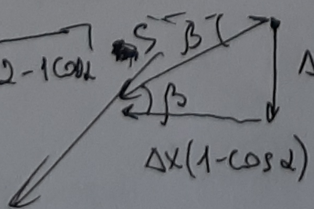
По горизонтали: на $\Delta x\cos\alpha$ отн. клина, но еще сдвинулся клин.

Тогда получается, что (ш) сдв. влево на $\Delta x - \Delta x\cos\alpha = \Delta x(1-\cos\alpha)$

~~Движение происходит сего~~

$\Delta v_ш = \Delta S' = \Delta x'\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$

$a_ш = \Delta v_ш' = \Delta x''\sqrt{2-1\cos\alpha}$



1) β

$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2\sin^2\alpha + \Delta x^2(1-\cos\alpha)^2} =$

$= \Delta x\sqrt{\sin^2\alpha + 1 - \cancel{2\sin} - 2\cos\alpha + \cos^2\alpha} =$

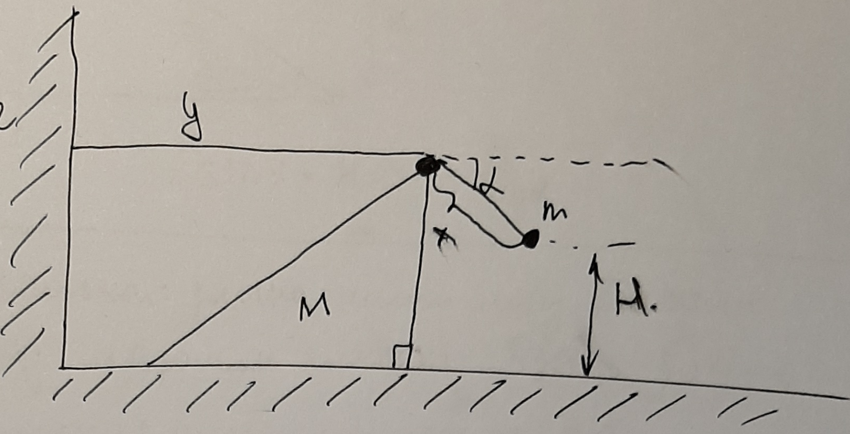
$= \Delta x\sqrt{2-2\cos\alpha} =$

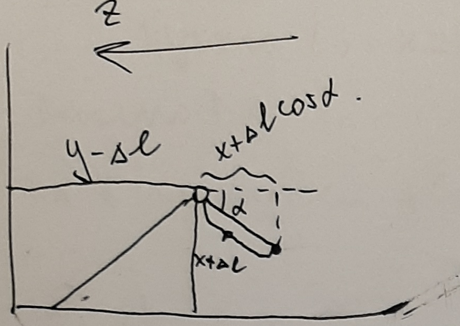
$= \Delta x\sqrt{2(1-\cos\alpha)}$

Черновик

№1

Сместим клин вправо



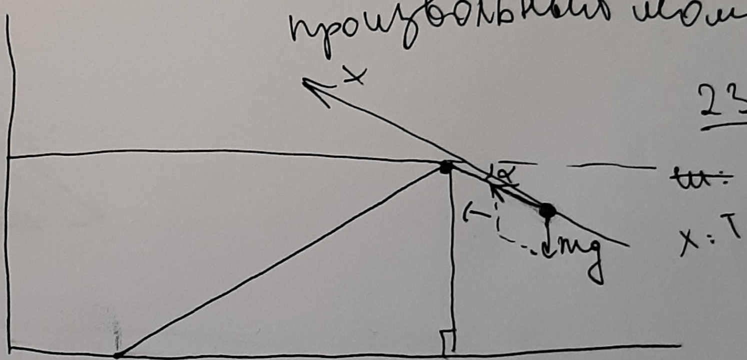


~~Длины про~~

$(x+\Delta l)\cos\alpha$

справедливо для любого момента времени

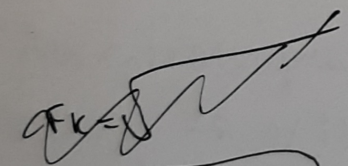
произвольный момент



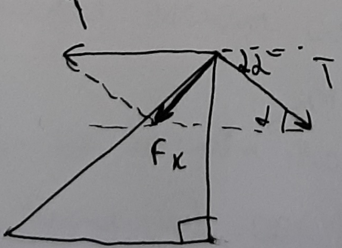
2ЗН:(m):

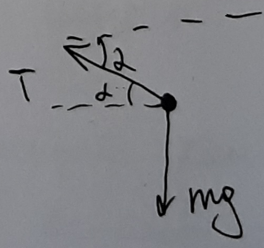
~~m:~~

x: T-



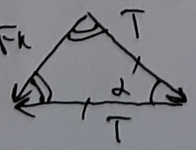
$$\boxed{\frac{1}{2}F_K = T\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

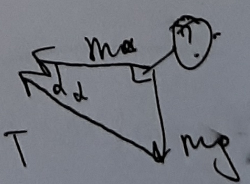




$v_K = (y-\Delta l)'$

$v_{m_z} = ((\Delta l + x)\cos\alpha)'$





$v_K = -\Delta l'$ — т.к. $v_K \uparrow\uparrow$ с z, то $v_K = \Delta l'$

$v_{m_z} = \cos\alpha\,\Delta l' \longrightarrow \frac{v_m}{v_K} = \cos\alpha \Rightarrow \boxed{\frac{a_m}{a_K} = \cos\alpha.}$

$a_K = const$ и $a_{m_z} = const$ — видно из 2ЗН

21200746 (U375714 M1269882)

черновик

$$\frac{T - T\cos\alpha}{T\cos\alpha} = \frac{M a_{кл}}{m a_{ш} \cos\beta} = \frac{M \cos\beta}{m\cos\beta \cdot \cos\alpha} = \frac{M}{m\cos\alpha} =$$

$$\frac{1}{\cos\alpha} - 1 = \frac{M}{c}$$

$$\sqrt{1 + \frac{4}{13}} = \sqrt{\frac{9}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

Черновик

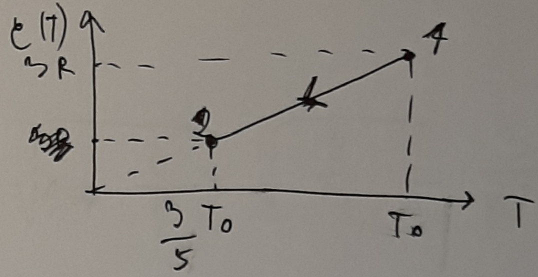
3 задание

He ; $i = 3$

найти: $-Q_1$

$Q_1 = c(T)\nu \Delta T$

$Q_1 = \nu \sum c(T) \Delta T$

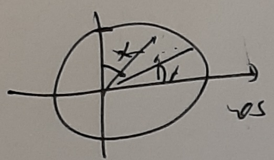


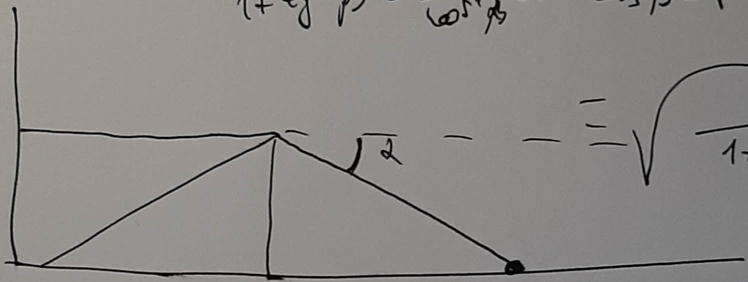
$C\left(\frac{3}{5}T_0\right)$

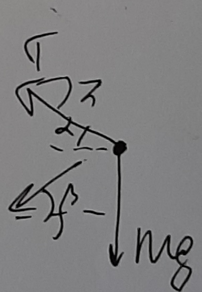
$1 + tg^2\beta = \frac{1}{\cos^2\beta} \Rightarrow \cos\beta = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2}} =$

$= \sqrt{\frac{1}{1+\frac{9}{4}}} =$

$= \sqrt{\frac{4}{13}}$







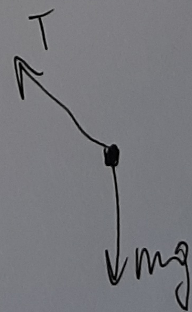
$A = Q_{13} - \Delta U_{13}$

$Q_{13} = \nu \sum C \nu \Delta T$

$\frac{a_{mx}}{a_{kx}} = \cos\alpha$

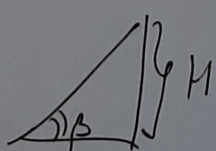
$a_{m_x} = a$

$a_{mx} = a_m \cos\beta$



$a_m \cos\beta$

$\frac{a_m \cos\beta}{a_{kn}} = \cos\alpha \Rightarrow$



$\frac{5}{\sqrt{52}}$

$\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{5}{13} \cdot \sqrt{\frac{13}{4}} = 5\sqrt{}$

Часть 2

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

Шифр: **21200746**

ID профиля: **375714**

Вариант 3

Задание 5 **Чистовик**

Дано:

$F = 18$ см

$H = 9$ см

$d = 72$ см

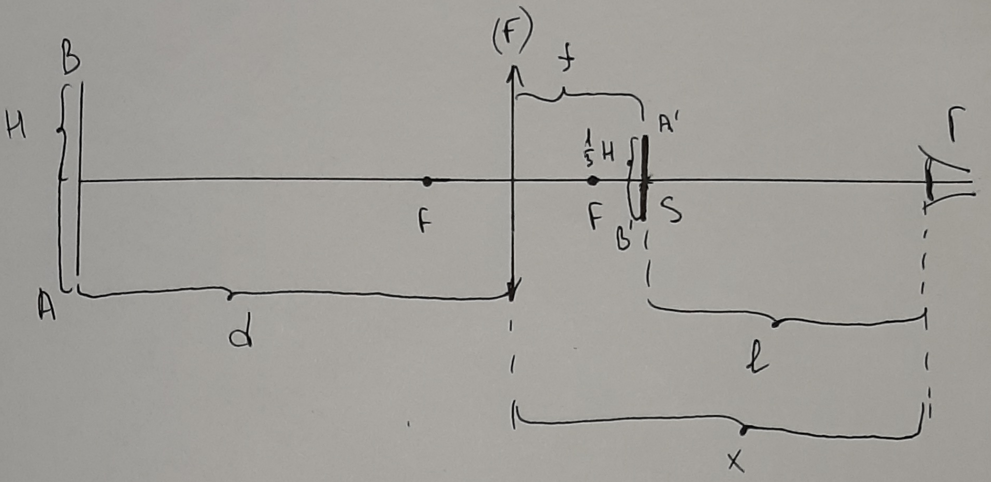
$l = 24$ см

Найти:

1) x

2) $D_м$

3) $Г$



Решение:

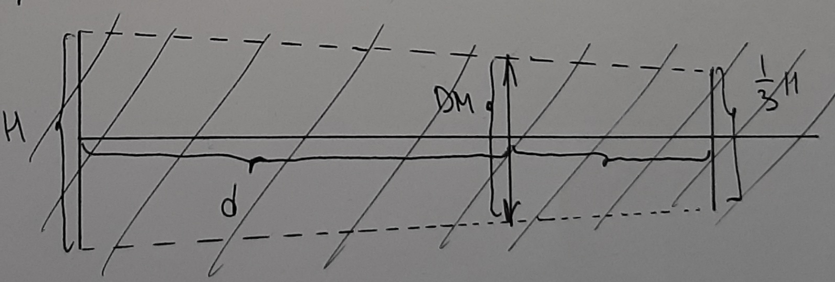
1) Изображение картины AB – действительное:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} \Rightarrow f = \frac{18\cdot 72}{72-18} = \frac{\cancel{2}\cdot 9\cdot 8\cdot \cancel{9}}{\cancel{54}} = 24\,(см)$$

$x = f + l = 24 + 24 = 48$ (см). ; $\boxed{x = 48\text{ см}}$

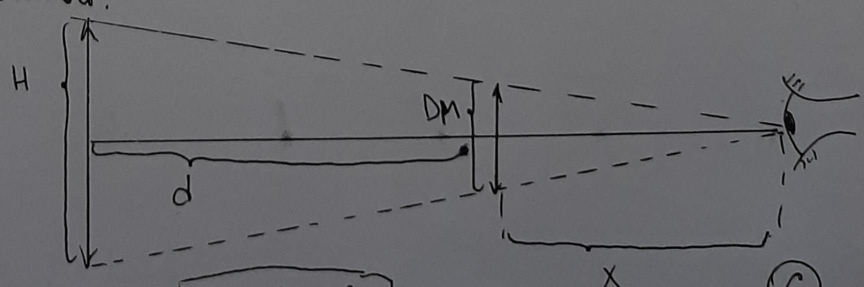
2) $$Г = \frac{f}{d} = \frac{24}{72} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}$$

3) Минимальный диаметр линзы должен быть таким, чтобы



выполнялось условие рисунка, т.е. чтобы края картины, края линзы и ~~края изображения были на одной прямой~~ глаз были на одной прямой.

Из подобия Δ-ов:



$$\frac{D_м}{H} = \frac{x}{x+d} \Rightarrow D_м = \frac{Hx}{x+d}$$

$$D_м = \frac{9\cdot 48}{48+72} = \frac{9\cdot 48}{120} = 3{,}6\,(см)$$

Ответ: 1) $x = 48$ см ; 2) $D_м = 3{,}6$ см. $\boxed{D_м = 3{,}6\text{ см}}$

Чистовик

4) Возникающий во 2 перемычке ток приводит к тому, что 2 перемычка начинает движение под действием силы Ампера, что в свою очередь создает ЭДС индукции во 2 перемычке, которая препятствует ЭДС индукции от 1 перемычки. Следовательно, через продолжительный период времени скорости перемычек сравняются.

$u_1 = u_2 = u$.

5) ЗСИ.

$$2m v_0 = (m + 2m) u$$

$$2\cancel{m} v_0 = 3\cancel{m} u \Rightarrow \boxed{u = \frac{2}{3} v_0}$$

Ответ: 1) $a_1 = \dfrac{B^2 v_0 L^2}{4mR}$; 2) $u_1 = u_2 = u = \frac{2}{3} v_0$.

21200746 (U375714 M1269883)

Чистовик

Задание 4

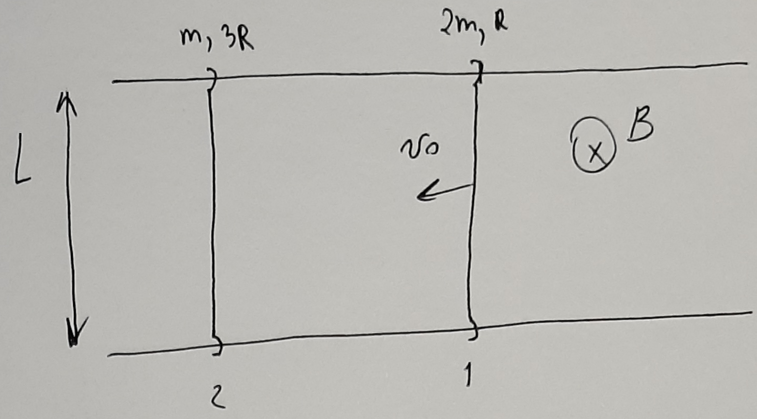
m
R
B
L
v_0

Найти:

1) a_1

2) u_1; u_2

3) l

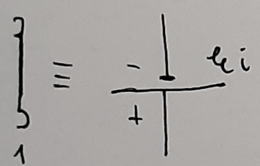


Решение:

1) ~~В~~ проводнике, двигающемся в магнитном поле, возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i = Bvl$.

$\mathcal{E}_i = Bv_0L$

Значит



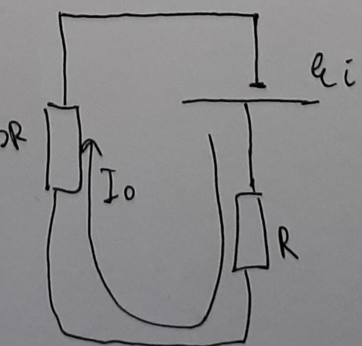
В проводнике возникнет ток. На проводник с током, помещённый в магнитное поле, действует сила Ампера.

$F_A = BIL$

~~$F_A = B$~~ найдем I.

2) $I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{4R} = \frac{Bv_0L}{4R}$

Тогда $F_A = \frac{B^2v_0L^2}{4R}$.



3) 2 ЗН для 1 перемычки:

$F_A = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F_A}{m}$

$$\boxed{a_1 = \frac{B^2v_0L^2}{4mR}}$$

Чистовик

$$I_0 = C_1(\varepsilon - \varphi_2)' = -C_1 \varphi_2'$$

$$I_1 = C_2\left(\frac{\Delta q}{C_1}\right)' = C_2\left(\frac{I_0}{C_1}\right)$$

$$\varphi_2' = -\frac{I_0}{C_1}$$

$$I_1 = \frac{C_2}{C_1} I_0$$

$$\varphi_2 = -\frac{I_0 \Delta t}{C_1} = -\frac{\Delta q}{C_1}$$

Закон сохранение заряда для точки A:

$$I_0 + I_1 = I_R(\tau)$$

$$I_R(\tau) = I_0 + \frac{C_2}{C_1} I_0 = I_0 + \frac{C}{4C} I_0 = \frac{5}{4} I_0$$

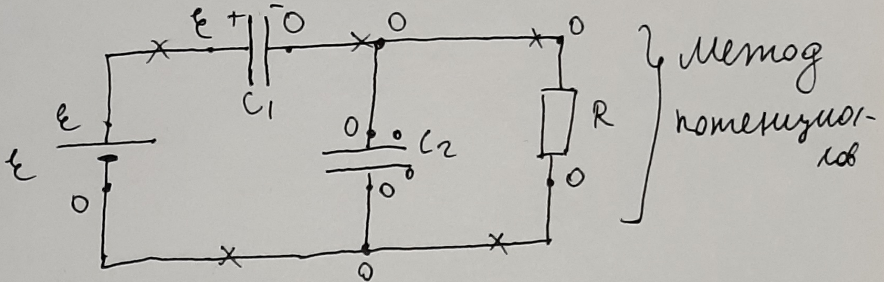
$$U_R = I_R(\tau) \cdot R = \frac{5}{4} I_0 R$$

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

Ответ: 1) $I_R(0) = \frac{4\varepsilon}{5R}$; 2) $Q = \frac{12}{5} C\varepsilon^2$; 3) $U_R = \frac{5}{4} I_0 R$.

Чистовик

3) Рассмотрим цепь в уст. режиме при замкнутом ключе K. Конденсаторы заряжены. Тока в цепи нет.



если тока нет, то по закону Ома напряжение на резисторе равно нулю.

Конденсатор C_2 разряжен.

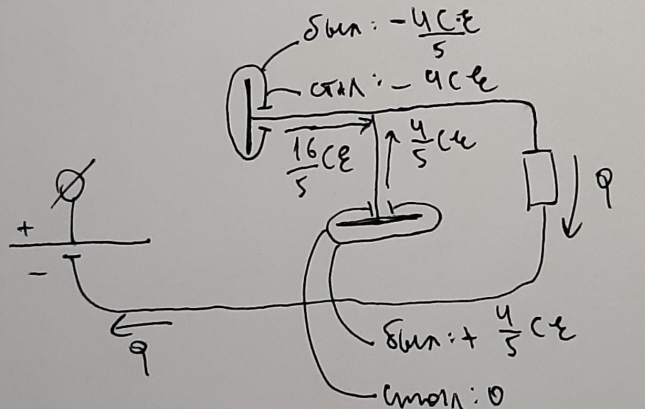
$U_{C_1}(t_{уст}) = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E}$.

4) $W(0) = \frac{C_1(U_{C_1}(0))^2}{2} + \frac{C_2(U_{C_2}(0))^2}{2} = \frac{4C(\frac{1}{5}\mathcal{E})^2}{2} + \frac{C(\frac{4}{5}\mathcal{E})^2}{2} = \frac{4C\mathcal{E}^2 + 16C\mathcal{E}^2}{50}$

$W(0) = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2$

$W(t_{уст}) = \frac{C_1(U_{C_1}(t_{уст}))^2}{2} + \frac{C_2(U_{C_2}(t_{уст}))^2}{2} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} + 0 = 2C\mathcal{E}^2$

$A_б = \mathcal{E}\cdot q$



$q = \frac{4}{5}C\mathcal{E} + \frac{16}{5}C\mathcal{E}$

$q = 4C\mathcal{E}$

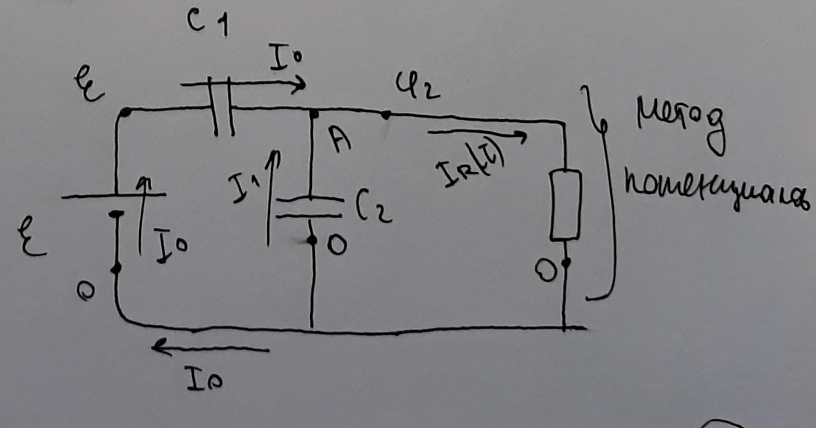
$A_б = 4C\mathcal{E}^2$

ЗСЭ:

$A_б = \Delta W + Q \Rightarrow Q = A_б - \Delta W = 4C\mathcal{E}^2 - 2C\mathcal{E}^2 + \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2 = \frac{12}{5}C\mathcal{E}^2$

$\boxed{Q = \frac{12}{5}C\mathcal{E}^2}$

5) Ток через C_1 равен I_0. Пусть потенциал U_A. проводника сверху равен u_2.



Чистовик

Задача 3

Дано:

$\mathcal{E}$.

$C_2 = C$

$C_1 = 4C$.

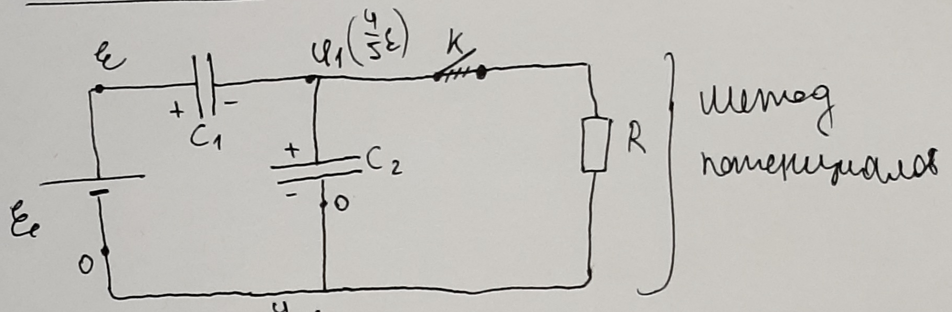
R.

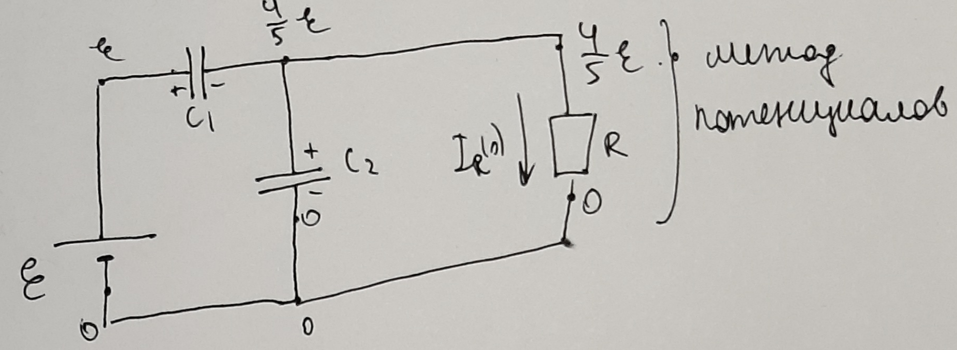
Найти:

1) $I_R(0)$

2) Q

3) $Ч_R$.





Решение:

1) Рассм. цепь до замыкания ключа K. Она в установившемся состоянии. Конденсаторы заряжены, тока нет.

Пусть φ_1 – потенциал проводника м/у конденсаторами.

· $U_{C_1}(0) = \mathcal{E} - \varphi_1$

· $U_{C_2}(0) = \varphi_1 - 0 = \varphi_1$

Закон сохранения заряда:

$0 = -C_1(\mathcal{E} - \varphi_1) + C_2\varphi_1$

$C_1(\mathcal{E} - \varphi_1) = C_2\varphi_1$.

$C_1\mathcal{E} - C_1\varphi_1 = C_2\varphi_1$

$C_1\mathcal{E} = \varphi_1(C_1 + C_2) \Rightarrow \varphi_1 = \frac{C_1\mathcal{E}}{C_1 + C_2} = \frac{4C\mathcal{E}}{4C + C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$\varphi_1 = \frac{4}{5}\mathcal{E}$.

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа K. Напряжения на –||–ах скачком не поменяются.

С помощью метода потенциалов получаем $\boxed{I_R(0) = \frac{4\mathcal{E}}{5R}}$

$I_R(0) = \frac{\frac{4}{5}\mathcal{E} - 0}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$.

Черновик

$I = CU'$

$I_0 = C_1(\varepsilon - U_2)' = -C_1 U_2'$

$U_2' = \varepsilon - \frac{I_0}{C_1}$

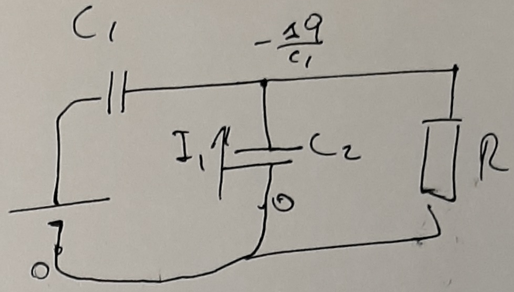
$\cancel{U_2 = \ldots}$ $U_2 = -\frac{I_0 \cdot \Delta t}{C_1}$

$U_2 = -\frac{\Delta q}{C_1} < 0$

Тогда $A_б = \varepsilon \Delta q$.

$\varepsilon \Delta q =$

$\frac{9 \cdot 48}{120} = \frac{3 \cdot 48}{40} = \frac{3 \cdot 12}{10} = \frac{36}{10} = 3{,}6$ см



$I_1 = C_2\left(\frac{\Delta q}{C_1}\right)' = C_2 U_2'$

$I_1 = C_2\left(-\frac{I_0}{C_1}\right)$

$I_1 = \frac{C_2}{C_1} I_0$

$U_R = (I_1 + I_0)R$.