Часть 1

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

Шифр: **21202029**

ID профиля: **371994**

Вариант 3

Чистовик

(1)

№1.

Дано:

$\cos\alpha = 5/13$

H

Найти:

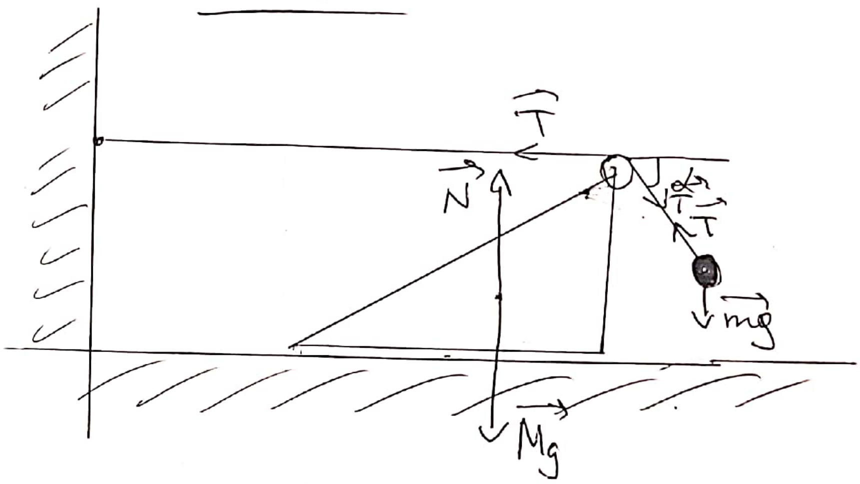
1) β - ?

2) $a_к$ - ?

3) $\frac{m}{M}$ - ?

4) T - ?

Решение:

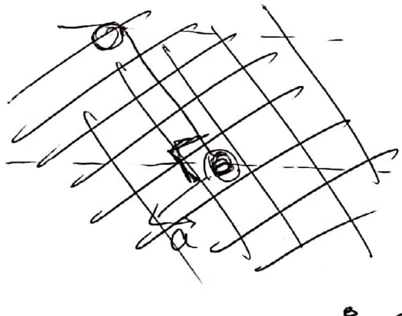


(1) ~~В начале движения скорость шара равна нулю.~~

• Ускорение шара можно разложить на две составляющие – на центростремительное и тангенциальное ($a_ц$ и a_τ)

$a_ц = \frac{V^2}{R}$ $\qquad a_\tau = V'$

радиус кривизны



• ~~Скорость в начале отсутствует, а значит полное ускорение равно тангенциальному и направлено по касательной к траектории, то есть перпендикулярно нити $\Rightarrow$ $\sin\beta = \cos\alpha$ ($\beta = 90 - \alpha$)~~

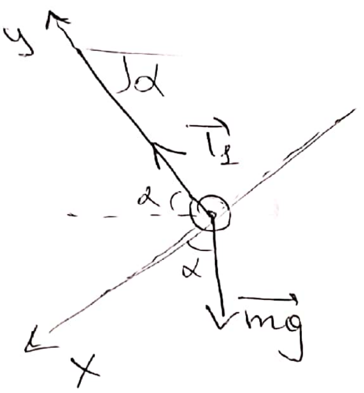
~~$\sin\beta = \frac{5}{13}$~~

№1 продолжение

- Запишем 2 Закон Ньютона для „клина + блока" и для шарика отдельно

Чистовик

2.З.Н (шарик)



$|\vec{T_1}| = |\vec{T_2}| = |\vec{T_3}| = T$

вследствие нерастяжимости и невесомости нити.

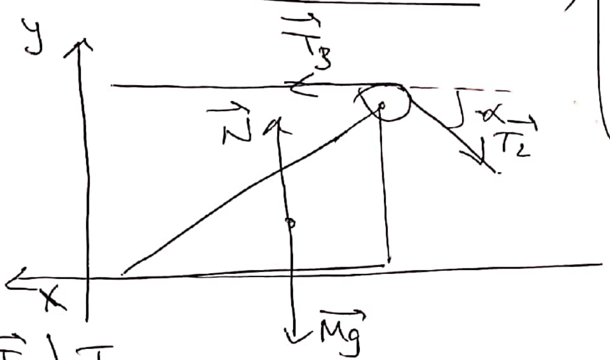
$\vec{ma_ш} = \vec{mg} + \vec{T_1}$

$Ox: ma_ш = mg\cos\alpha$

$a_ш = g\cos\alpha$

$Oy: T = mg\sin\alpha$

2 З.Н. (клин + блок)



$\vec{Ma_к} = \vec{Mg} + \vec{N} + \vec{T_2} + \vec{T_3}$

$Ox: Ma_к = T_3 - T_2\cos\alpha$

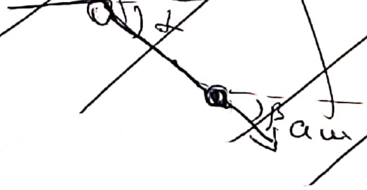
$Ma_к = T(1 - \cos\alpha)$

$Oy: N = Mg + T\sin\alpha$

$Ma_к = mg\sin\alpha(1 - \cos\alpha)$

$$\boxed{a_к = \frac{m}{M} g\sin\alpha(1 - \cos\alpha)}$$

~~• Так как угол наклона нити всегда остается неизменным, $a_ш$ направлено вдоль абсолютной? скорости, т.к. изменяется только её значение, но не направление.~~

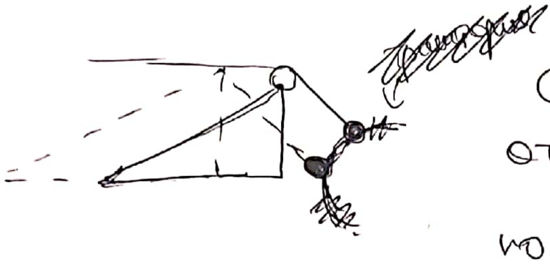


~~$\cos\beta = \cos\alpha = \frac{5}{13}$~~

чистовик

№1 продолжение

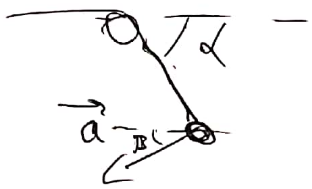
Рассмотрим следующий момент



Скорость в начальный момент отсутствовала, а значит (в начале) полное ускорение будет направлено по касательной к траектории, то есть под углом 90° к нити

$\sin\beta = \cos\alpha \Leftarrow$

$\sin\beta = \frac{5}{13}$ $(\beta = 90 - \alpha)$



Чистовик

3-ий лист

№2.

Дано:

T_0

ν

$i = 3$ (He)

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

Найти:

(1) $Q_{1отв}$ — ?

$T_3 = \frac{3}{5}T_0$

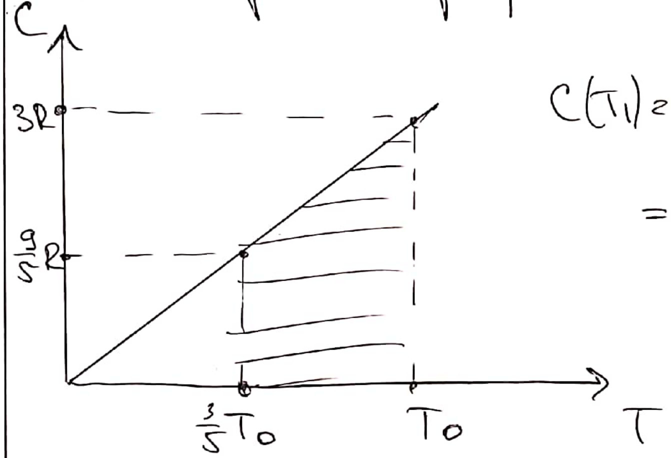
(2) T_2 — ?

$A = A_{min}$

(3) A_{min} — ?

Решение:

(1) Построим график $C(T)$



$C(T_1) = 3R \cdot \frac{\frac{3}{5}T_0}{T_0} = \frac{9}{5}R$

Площадь под данным графиком, взятая с нужным знаком всегда будет численно равна ~~отношению~~ количества подведённой теплоты к количеству моль газа.

$S = \frac{Q_{подв}}{\nu}$

$Q_{подв} = -Q_{отв}$

$\Downarrow$ (9)

$Q_{1подв} = \nu S = \nu \cdot \frac{3R + \frac{9}{5}R}{2} \cdot \left(\frac{3}{5}T_0 - T_0\right) = -\frac{12}{5}R \cdot \frac{2}{5}T_0 \cdot \nu =$

$= -\frac{24}{25}\nu RT_0$, а значит $\boxed{Q_{1отв} = -Q_{1подв} = \frac{24}{25}\nu RT_0}$

№2 продолжение!

2) $Q = C \cdot \nu \cdot \Delta T = \Delta U + A$ (1ое начало Т/д)

$$A = C\nu\Delta T - \Delta U = 3R\nu \cdot \frac{T_2}{T_0} \cdot \Delta T - \frac{3}{2}\nu R \Delta T =$$

$$= 3\nu R \Delta T \left(\frac{T_2}{T_0} - \frac{1}{2}\right) = 3\nu R (T_2 - T_0)\left(\frac{T_2}{T_0} - \frac{1}{2}\right)$$

найдем минимум этой функции

$$f(T) = \frac{T_2^2}{T_0} - \frac{T_2}{2} - T_2 + \frac{T_0}{2}$$

$$f'(T) = 2\frac{T_2}{T_0} - \frac{3}{2} + 0 = 0 \qquad \boxed{\frac{T_2}{T_0} = \frac{3}{4}}$$

экстремум

минимальное значение функции

$$T_2 = \frac{3}{4} T_0$$

3) $$A_{min} = 3\nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right)\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}\right) =$$

$$= 3\nu R T_0\left(-\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}\right)\right) = -\frac{3\nu R T_0}{8}$$

Чистовик

Ответ

1) $Q_{отв} = \frac{24}{25}\nu R T_0$

2) $T_2 = \frac{3}{4} T_0$

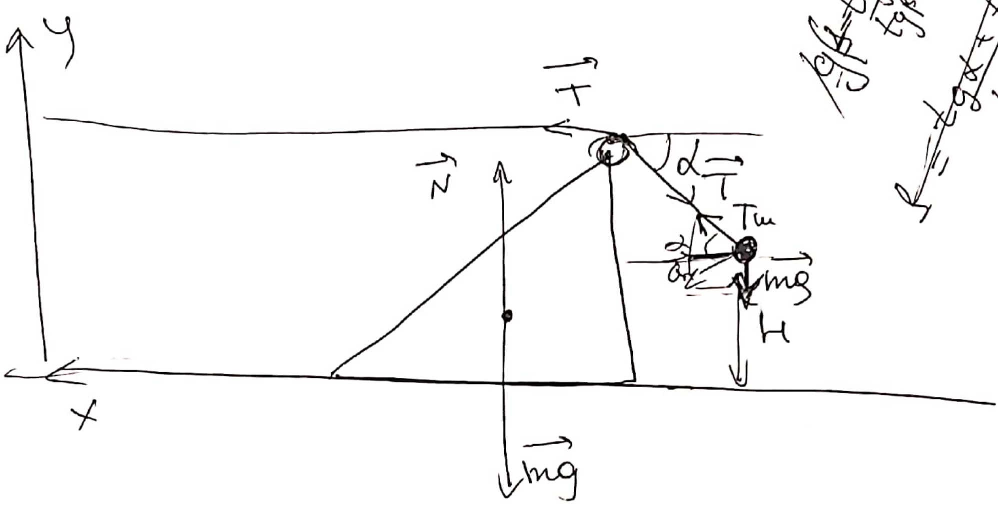
3) $A_{min} = -\frac{3}{8}\nu R T_0$

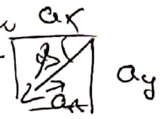
Черновик

$87 \cdot 33 = 87 \cdot 30 + 87 \cdot 3 = 2400 + 210 + 240 + 21 =$

$= 2610 + 261 = 2871$

$\left(\frac{tg\alpha}{tg\beta + tg\alpha}\right) = tg\beta \cdot \frac{g}{tg\beta + tg\alpha}$





$\frac{a_y}{a_x} = tg\beta$

Нить нерастяжима $\Rightarrow T_1 = T_2 = const$

$\vec{Ma} = \vec{Mg} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{T}$ $\qquad a_x$

$a_y = g - \frac{g\, tg\alpha}{tg\beta + tg\alpha}$

$Oy:\ N = Mg + T\sin\alpha$

$Ox:\ Ma_x = T - T\cos\alpha = T(1-\cos\alpha)$

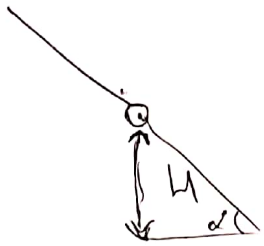
$\vec{ma_ш} = \vec{mg} + \vec{T_ш}$ $\qquad tg\beta + tg\alpha = \frac{g}{a_x}$

$Ox:\ ma_x = T\cos\alpha$ $\qquad T = \frac{ma_x}{\cos\alpha}$ $\qquad a_x = \frac{g}{tg\beta + tg\alpha}$

$Oy:\ ma_y = mg - T\sin\alpha$

$ma_y = mg - ma_x \cdot tg\alpha$

$\boxed{a_y + a_x\, tg\alpha = g}$ $\qquad a_y = g - a_x tg\alpha$ $\qquad \cancel{m}(a_y + a_x \cdot tg\alpha) = \cancel{m}g$



$\cancel{mgH = m}$

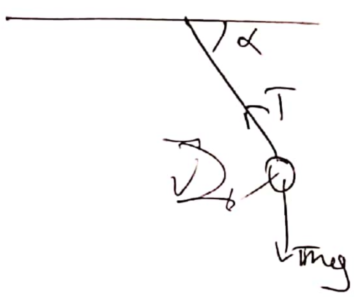
$l = \frac{H}{\sin\alpha}$

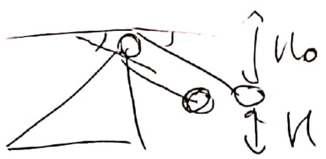
$\cancel{A_T = \Delta E_c}$

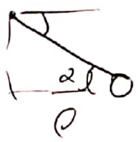
$A_T = T \cdot l$

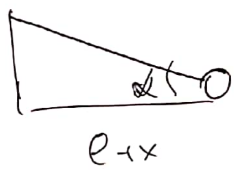
$a_\tau = \cancel{\ldots} = a_{бл}$

$\cancel{l}$









$$mgH = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mv_1^2}{2}$$

$H_1 = l \cdot ctg\alpha$

$H_0 = l\,ctg\alpha$

$H_2 = (l+x)\,ctg\alpha$

$H_0 + H = (l+x)\,ctg\alpha$

$\Delta H = \cancel{x} \cdot ctg\alpha$

$\boxed{l\,ctg\alpha = H}$

$2l \cdot a_б = v_1^2$

$H = l\,ctg\alpha$

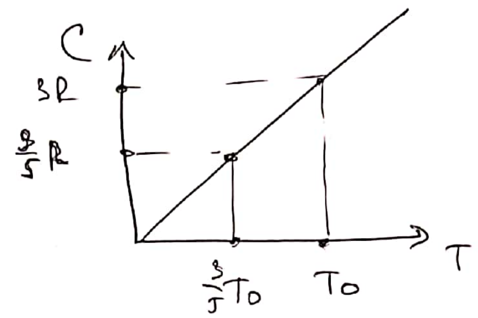
$2\frac{H}{ctg\alpha} \cdot a_б = v_{1\,кл}^2$

Термодинамика

2)

T_0 $T\downarrow$

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



$C_1 = 3R\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{T_0}{T_0} = \frac{9}{5}R$

$T_1 = \frac{3}{5}T_0$

$S = \frac{Q}{\nu} \Rightarrow Q = \nu\cdot\frac{\frac{9}{5}R+3R}{2}\cdot\frac{2}{5}T_0 =$

$i=3$

1) $Q_{\Pi_1} = -Q_1 = \frac{2}{5}\nu T_0\cdot\frac{15+9R}{5\cdot 2} = \frac{2}{5}\nu T_0\cdot\frac{12}{5}R = \frac{24}{25}\nu R T_0$

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

2) $Q = C\nu\Delta T = \Delta U + A$

$C\nu\Delta T = \Delta U$

$C\cancel{\nu}\cancel{\Delta T} = \frac{3}{2}\cancel{\nu}R\cancel{\Delta T}$

$C = \frac{3}{2}R = 3R\frac{T}{T_0}$

$\frac{3}{2} = 3\frac{T}{T_0}$

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

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

$T^2 - \frac{3T\cdot T_0}{2} + T_0^2 = 0$

$2T^2 - 3T\cdot T_0 + 2T_0^2 = 0$

$\cancel{D = 9T_0^2 - 16T_0^2 < 0}$

$f'(x) = 4T - 3T_0 + 0 = 0$

$4T = 3T_0$

$\boxed{T = \frac{3}{4}T_0}$

$Q = C\nu\Delta T = \Delta U + A$

$A = C\nu\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

$A = 3R\nu\frac{T}{T_0}\cdot(T - T_0) - \frac{3}{2}R\nu\cdot(T - T_0)$ $A = \cancel{0}$

$A = 3\nu R\left(-\frac{T_0}{4}\right)\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2}\right)$

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

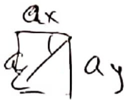
$A = 0$, при $\boxed{\frac{T}{T_0} = \frac{1}{2}} \Rightarrow T = \frac{T_0}{2}$

Торможение

$T\cos\alpha = ma_x$

$T\sin\alpha = mg - ma_y$

$\cancel{tg}\,\alpha = \frac{g - a_y}{a_x}$ $\quad a_x \cdot tg\,\alpha + a_y = g$



$a_x^2 + a_y^2 = a^2$

$(a_x)^2 + (g - a_x tg\alpha)^2 = a^2$

$a_x^2 + g^2 + a_x^2 tg\alpha^2 - 2g \cdot a_x tg\alpha = a^2$

$\sin^2 + \cos^2 = 1$

$tg^2 + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$N = Mg + T\sin\alpha$

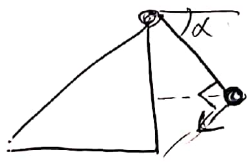
$Ma_{x} = T(1 - \cos\alpha)$

$T\cos\alpha = ma\cos\beta$

$T\sin\alpha = mg - ma\sin\beta$

$(ma)^2 = T^2\cos^2\alpha + (mg)^2 + (T\sin\alpha)^2 - 2mgT\sin\alpha$

$m^2a^2 = T^2 + m^2g^2 - 2mgT\sin\alpha$



$\beta = 90 - \alpha$ $\quad \sin\alpha = 5/13$

В начале у шара нет скорости, а значит

$a_\tau = \frac{dV}{dt}$

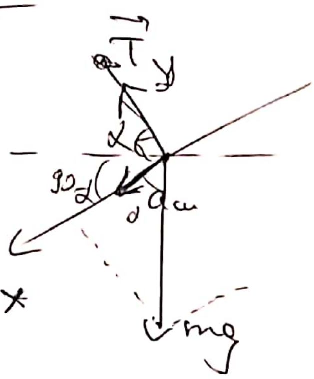
$a_n \approx 0$

$a = a_\tau$

Сканировано с CamScanner

Черновик

$\overrightarrow{ma_ш} = \overrightarrow{mg} + \overrightarrow{T}$



$OX: ma_ш = mg\cos\alpha$

$a_ш = g\cos\alpha$

$OY: T = mg\sin\alpha$

$\beta = 90 - \alpha$

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

$\overrightarrow{Ma_к} = \overrightarrow{Mg} + \overrightarrow{T} + \overrightarrow{T'} + \overrightarrow{N}$

$OY: \cancel{Ma_к} = N = Mg + T\sin\alpha$

$\Longrightarrow$ $\cancel{N = mg + mg\sin^2\alpha =}$

$\cancel{= mg(1 + \sin^2\alpha)}$

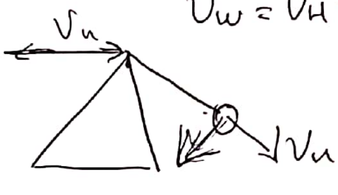
$\boxed{N = Mg + mg\sin^2\alpha}$

$OX: Ma_к = T - T\cos\alpha = T(1-\cos\alpha) = mg\sin\alpha(1-\cos\alpha)$

$a_к = \frac{m}{M} g\sin\alpha(1-\cos\alpha)$

$\overrightarrow{V_ш} = \overrightarrow{V_н} + \overrightarrow{V_{отн}}$

$\cancel{mgh = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}}$



$\overrightarrow{a_н} = -\overrightarrow{a_к}$

Сканировано с CamScanner

Часть 2

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

Шифр: **21202029**

ID профиля: **371994**

Вариант 3

Чистовик

№3

Лист 1

Дано:

$C_1 = 4C$

$C_2 = C$

R

$\mathcal{E}$

Найти:

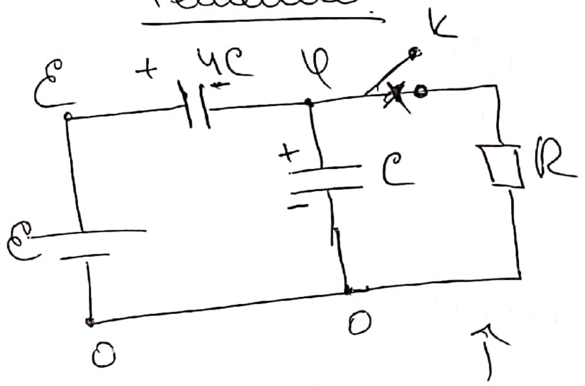
1) I_1 - ?

2) Q - ?

3) U_{R_2} - ?

$I_{C_1} = I_0$

Решение:



Расставим потенциалы методом потенциалов

1) До размыкания ключа

Так как конденсаторы были сначала не заряжены, можно записать закон сохранения заряда (для области между конденсаторами)

$-q_1 + q_2 = const$

$-q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = q_2$

$4CU_1 = CU_2$

$4C \cdot \Delta\varphi_1 = C \cdot \Delta\varphi_2$

$4C(\mathcal{E} - \varphi) = C \cdot \varphi$

$4\mathcal{E} = 5\varphi$

$\boxed{\varphi = \frac{4}{5}\mathcal{E}}$

• $q_1 = \left(\mathcal{E} - \frac{4}{5}\mathcal{E}\right) \cdot 4C = \frac{4}{5}C\mathcal{E} = q_2$

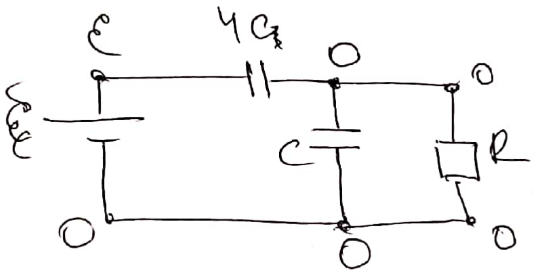
• $E_0 = \frac{4C \cdot U_1^2}{2} + \frac{C \cdot U_2^2}{2} = \frac{2C \cdot \mathcal{E}^2}{25} + \frac{8C\mathcal{E}^2}{25} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{5}$

2) Сразу после размыкания ключа $U_R = \varphi = \frac{4}{5}\mathcal{E}$, а значит $\boxed{I_1 = \frac{4\mathcal{E}}{5R}}$

Сканировано с CamScanner

№3 продолжение 1

(2) Рассмотрим установившийся режим:



Метод потенциалов

• C_2 разряжен

• Тока через резистор R нет.

$U_{C_1} = \mathcal{E}$ $\quad q_1 = 4C\mathcal{E}$

общая энергия цепи $\rightarrow$ $E_1 = \frac{4C\cdot\mathcal{E}^2}{2} = 2C\mathcal{E}^2$

(3) Для данной цепи верен ЗСЭ:

$$A_{ист} + A_{мех} = \Delta E + Q$$

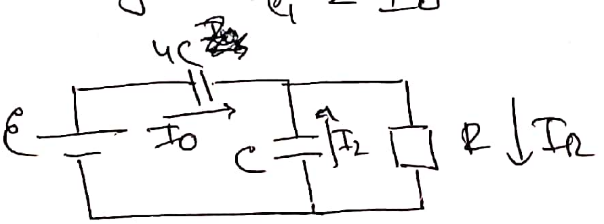
$$\mathcal{E}\Delta q + 0 = E_1 - E_0 + Q$$

$\left(\Delta q = 4C\mathcal{E} - \frac{4}{5}C\mathcal{E} = \frac{16}{5}C\mathcal{E}\right)$

$$\frac{16C\mathcal{E}^2}{5} - E_1 + E_0 = Q$$

$$\boxed{Q = \frac{16C\mathcal{E}^2 - 10C\mathcal{E}^2 + 2C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{8C\mathcal{E}^2}{5}}$$

(4) Рассмотрим цепь сразу после размыкания ключа, когда $I_{C_1} = I_0$



$$I_0 + I_2 = I_R$$

№4

Чистовик

Лист 2

Дано:

L

B

$m_1 = 2m$

$R_1 = R$

$m_2 = m$

$R_2 = 3R$

v_0

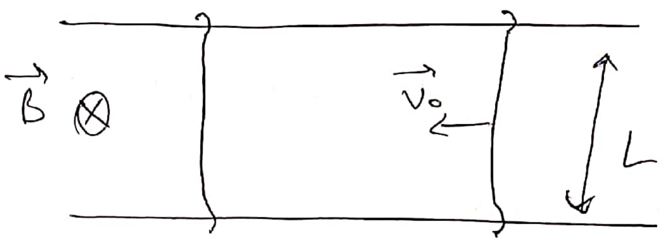
Найти:

1) a_1 — ?

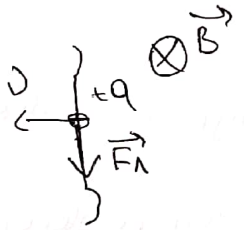
2) $v_{уст}$ — ?

3) $S_{уст}$ — ?

Решение

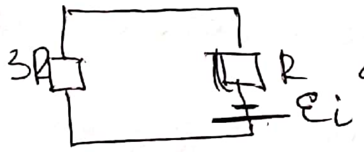


1) При движении перемычки в МП на заряды внутри действует сила Лоренца, создающая разность потенциалов на концах перемычки.



$$\Delta\varphi = \mathcal{E}_i = B \cdot v \cdot l$$

2) Из-за данной разности потенциалов возникает ток в контуре.

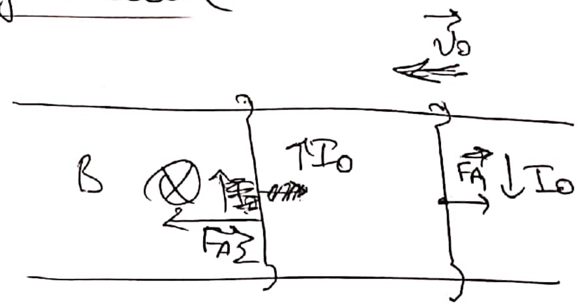


на схеме заменим $\Delta\varphi$, создавающую $F_л$ на источник.

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{4R} = \frac{BvL}{4R}$$

3) При движении проводников с током в МП на них действует F_A (рис)

№4 продолжение



Для 1го проводника закон 2З.Н

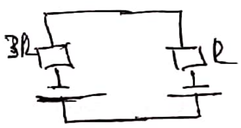
$$2m\vec{a}_1 = \vec{F_A}$$

$$Ox:\ 2ma_1 = BI_0 l \cdot 1$$

$$2ma_1 = \frac{B\mathcal{E}_i l}{4R}$$

$$\boxed{a_1 = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot v_0}{8Rm}}$$ – сразу после сообщения скорости.

(4) На обе перемычки будут действовать только F_A, а значит их скорость установится, когда ~~...~~ $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_1$, а значит и $v_1 = v_2$.



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{4R} = 0$$

• ~~В системе нет непотенциальных и внешних сил, совершающих работу~~

~~В системе сохраняется импульс~~

~~$2mv_0 = 2mv_{уст} + mv_{уст}$~~

~~$v_{уст} = \frac{2}{3}v_0$~~

N4 продолжение

Лист 3

(5) Еще раз запишем 2ЗН для каждого из проводников

$2ma_1 = B \cdot I \cdot L$ $\qquad$ $ma_2 = BIL$

$2ma_1 = \frac{BL(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2)}{4R}$ $\qquad$ $ma_2 = \frac{BL(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2)}{4R}$

$8ma_1R = B^2L^2(V_1 - V_2)$ $\qquad$ $4Rma_2 = B^2L^2(V_1 - V_2)$

$a_2 = 2a_1$

Просуммируем:

$$8m\frac{\Delta V_1}{\Delta t}R = B^2L^2\left(\frac{\Delta S_1}{\Delta t} - \frac{\Delta S_2}{\Delta t}\right) \qquad 4m\frac{\Delta V_2}{\Delta t}R = B^2L^2\left(\frac{\Delta S_1}{\Delta t} - \frac{\Delta S_2}{\Delta t}\right)$$

$\times \Delta t$

$$8m\Delta V_1R = B^2L^2(\Delta S_1 - \Delta S_2) \qquad 4m\Delta V_2R = B^2L^2(\Delta S_1 - \Delta S_2)$$

$$8m(V_0 - V_{уст})R = B^2L^2(\Delta S_1 - \Delta S_2) \qquad 4mV_{уст}R = B^2L^2(\Delta S_1 - \Delta S_2)$$

(из формулы для ускорений видно, что $V_{уст} = 2(V_0 - V_{уст})$

$\Downarrow$

$V_{уст} = \frac{2V_0}{3}$)

(6) $\Delta S_1 - \Delta S_2$ имеет смысл изменения расстояния между проводниками (оно уменьшилось)

Сканировано с CamScanner

№4 продолжение

А значит $S_{уст} = S_0 - (\Delta S_1 - \Delta S_2) = S_0 - \frac{8m(V_0 - \frac{2}{3}V_0)R}{B^2L^2} =$

$= S_0 - \frac{8mV_0R}{3B^2L^2}$

Ответ: (1) $\cancel{B_0}$ $a_1 = \frac{B^2L^2V_0}{8Rm}$

(2) $V_1 = V_2 = V_{уст} = \frac{2V_0}{3}$

(3) $S_{уст} = S_0 - \frac{8mV_0R}{3B^2L^2}$

№5

Лист 4

Дано:

$F = 18$ см

$H = 9$ см

$d = 72$ см

$\ell = 24$ см

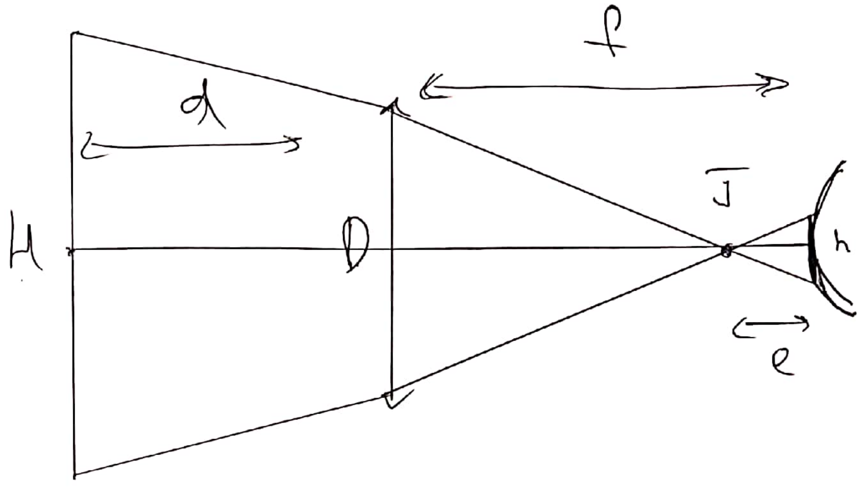
Найти

1) x — ?

2) D_m — ?

3) m — ?

Решение



1) Изображение картины действ., перевёрнутое, уменьш.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = 24 \text{ см}$$

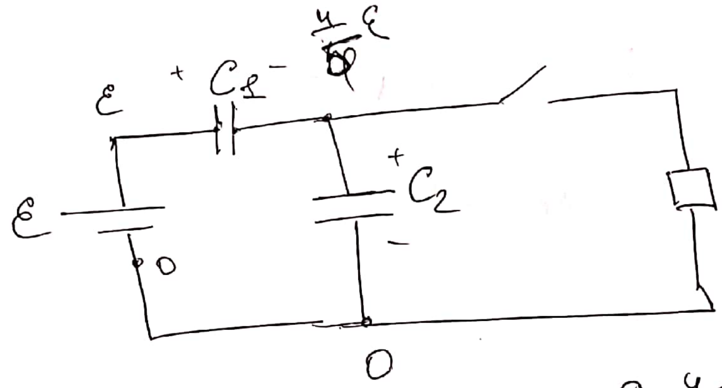
$$x = f = 24 \text{ см}$$

2) $$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{2}{3} \Rightarrow h = H \cdot \Gamma = 6 \text{ см}$$

3) Расстояние аккомодации совпадает с расстоянием до линзы $\Rightarrow$ это невозможно

4) Небольшой экран нужно расположить в точке схождения лучей. (J)

Черновик



{ φ Метод потенциалов

$C_1 = 4C$
$C_2 = C$

$q_1 = \frac{4C \cdot \mathcal{E}}{5} = \frac{16C\mathcal{E}}{5}$
$q_2 = \frac{4C\mathcal{E}}{5}$

$U_1 = (\mathcal{E} - \varphi)$

$U_2 = \varphi$

$q_1 + (-q_2) = 0$ (ЗСЗ)

$q_1 = q_2$

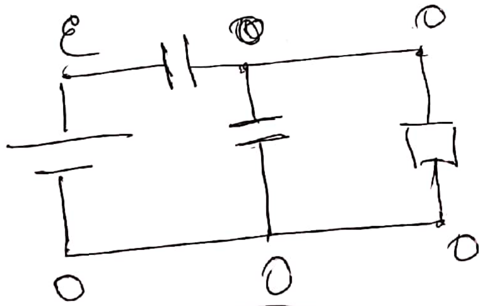
$E_0 = \frac{4C \cdot \mathcal{E}^2}{25 \cdot 2} + \frac{C \cdot 16\mathcal{E}^2}{25 \cdot 2} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{25} + \frac{8C\mathcal{E}^2}{25} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{5}$

$(\mathcal{E} - \varphi)4\cancel{C} = \varphi \cdot \cancel{C}$

$4\mathcal{E} = 5\varphi$ $\varphi = \frac{4}{5}\mathcal{E}$

$I_1 = \frac{\frac{4}{5}\mathcal{E}}{R}$

Уст. решение



ЗСЭ:

$A_{ист} + A_{внеш} = \Delta E + Q$

$Q = A_{ист} - \Delta E$

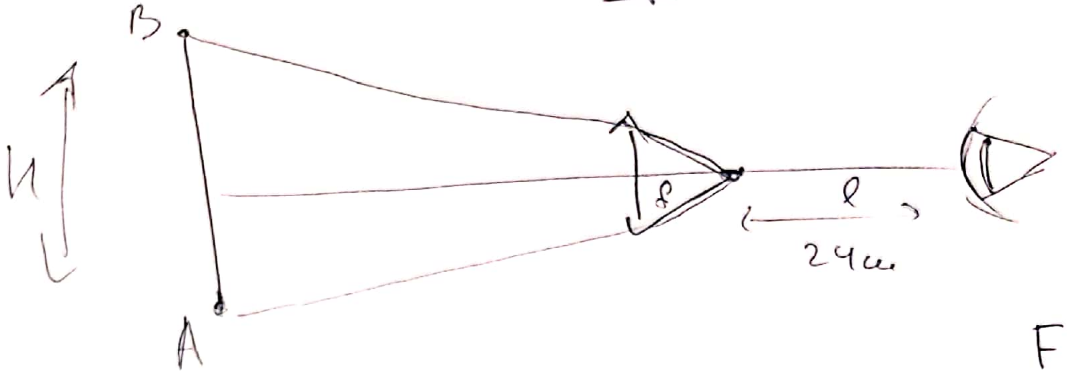
$q_1 = 4C\mathcal{E}$

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

$\boxed{E_1 = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2}} = 2C\mathcal{E}^2$

$Q = \frac{16\mathcal{E}^2 C}{5} - 2C\mathcal{E}^2 + \frac{2C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{18C\mathcal{E}^2 - 10C\mathcal{E}^2}{5} = \boxed{\frac{8C\mathcal{E}^2}{5}}$

Человек



$F = 18см$

$H = 9см$

$d = 72см$

? ($\cancel{f = 24см}$)
$l = 24см$

$l_0 = l + f$

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

$f = \frac{Fd}{d-F}$

$f = \frac{18 \cdot 72}{72-18} = 24см$

1) $\boxed{l_0 = 24см + 24см = 48см}$

$F_A = BIl \cdot \sin 90^\circ$

Черновик

$F_A = B \cdot \frac{\mathcal{E}_i}{4R} \cdot l$

$2ma_2 = F_A$

$2ma_1 = B \cdot \frac{Bv_0 l}{4R} \cdot l$

$2ma_1 = \frac{B^2 l^2 \cdot v_0}{4R}$

$\cancel{v_1 = v_0 - a_1 \Delta t}$

$\cancel{v_1 = a_2 \Delta t}$

1) $\boxed{a_1 = \frac{B^2 l^2 \cdot v_0}{8Rm}}$

$\cancel{ma_2 = F_A}$

$\cancel{ma_2 = B^2 l^2}$

Так как ~~из-за~~ только F_A

$\Rightarrow \mathcal{E}_{i_1} = \mathcal{E}_{i_2} \Rightarrow I = 0$

$\Downarrow$

$B \cdot v_1 \cdot l = B \cdot v_2 \cdot l$

$F_{A_1} = 0$

$2mv_0 = 3mv_1$

$v_1 = v_2$

$F_{A_2} = 0$

$v_{уст} = 2v_{уст} = 2v_0$

$\frac{2mv_0^2}{\cancel{2}} = \frac{3mv_1^2}{\cancel{2}}$

$ma_2 = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot v_2}{4R}$

$2v_{уст} = v_{уст} - v_{уст}$

$v_1^2 = \frac{2}{3} v_0^2$

$v_0 =$

$\cancel{v_1 = v_0 \sqrt{\frac{2}{3}}}$

$2ma_1 = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot v_1}{4R}$

$\Delta S_1 = \frac{8Rm \cdot (v_0 - v_1)}{B^2 \cdot l^2}$

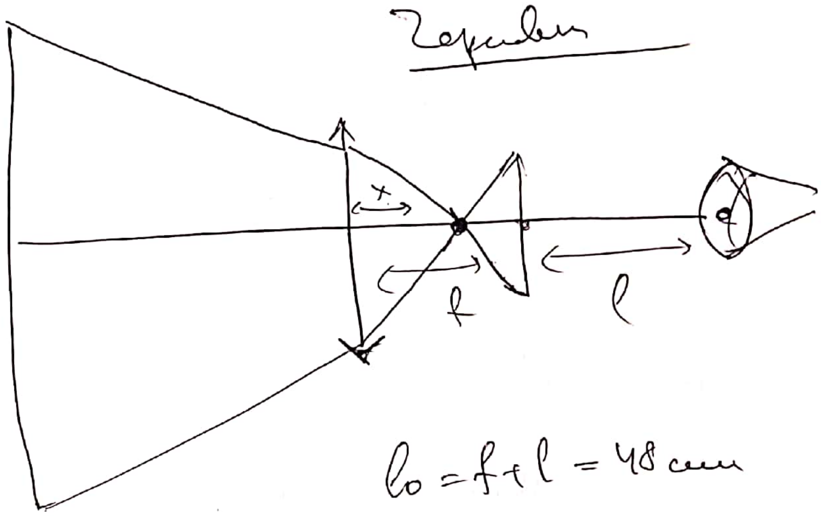
$\boxed{\begin{aligned} 4Rm \Delta v_2 &= B^2 \cdot l^2 \cdot \Delta S_2 \\ 8Rm \Delta v_1 &= B^2 l^2 \cdot \Delta S_1 \end{aligned}}$

$\Delta S_2 = \frac{4Rm \cdot v_1^2}{B^2 \cdot l^2}$

$S_к = S_0 - \Delta S_1 + \Delta S_2$

$\Delta S_1 = \frac{8\left(1 - \sqrt{\frac{2}{3}}\right) \cdot Rm}{B^2 l^2}$

Чертежи



$$l_0 = f + l = 48 \text{ см}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{f-x}{x} = \frac{f}{x} - 1$$