Часть 1

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

Шифр: **21203678**

ID профиля: **817246**

Вариант 4

Чистовик (1).

Задача 2.

Дано: ν; T_0

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

Найти:

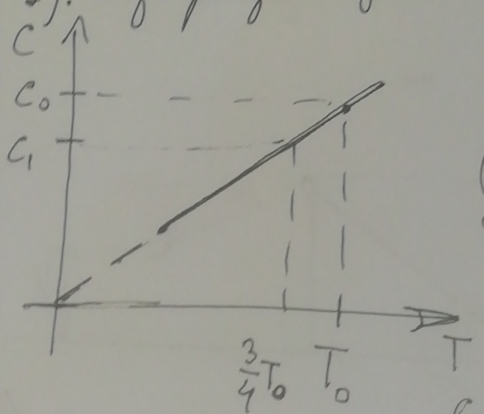
1). Q_1 - ?

2). A_2

3). A_{min}

Решение:

1). Изобразим зависимость $C(T)$:



Так как гелий - благородный газ: $i=3$. (одноатомный).

По I закону термодинамики $Q = \Delta U + A$. Найдём работу совершённую газом:

$$A = Q - \Delta U = \bar{C}\nu\Delta T - \frac{i}{2}\nu R\Delta T.$$

В формуле для теплоты берём среднее значение молярн. теплоёмкости, т.к. она непостоянна: $\bar{C} = k\cdot\frac{\frac{3}{4}T_0 + T_0}{2}$ (т.к. функция линейная среднее значение - среднее арифметическое). $\boxed{\bar{C} = k\cdot\frac{7T_0}{8}}$; где $k = \frac{9}{5}R\cdot\frac{1}{T_0}$

$\cancel{A = \frac{7}{8}T_0\nu\Delta T - \frac{i}{2}\nu R}$ $A = \frac{9}{5}\cdot\frac{7}{8}R\cdot\frac{T_0}{T_0}\nu\Delta T - \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \nu R\Delta T\left(\frac{63}{40} - \frac{3}{2}\right) = \frac{3}{40}\nu R\Delta T$. Тогда: $Q_1 = -Q = -(\Delta U + A) = -\left(\frac{i}{2}\nu R\Delta T + \frac{3}{40}\nu R\Delta T\right) = -\nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right)\left(\frac{3}{2} + \frac{3}{40}\right) = \frac{1}{4}\nu RT_0\cdot\frac{63}{40} = \underbrace{\frac{63}{160}\nu RT_0}_{}$ - кол-во теплоты, которое газ

Ответ.

2). По I з. термодинамики:

$$A = Q - \Delta U = \bar{C}\nu\Delta T - \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \nu\Delta T\left(\frac{9}{5}R\frac{(T_к + T_0)}{2\cdot T_0} - \frac{3}{2}R\right) = \nu\Delta TR\left(\frac{9}{10}\cdot\left(\frac{T_к}{T_0} + 1\right) - \frac{3}{2}\right).$$

~~Нас интересует $A_{min} \to 0$~~

$$= \nu R(T_к - T_0)\left(\frac{9}{10}\frac{(T_к + T_0)}{T_0} - \frac{3}{2}\right) = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{(T_к^2 - T_0^2)}{T_0} - \frac{3(T_к - T_0)}{2}\right) = \nu R\left(\frac{9}{10}\cdot\frac{T_к^2}{T_0} - \frac{3T_к}{2} - \frac{9}{10}\cdot T_0 + \frac{3}{2}T_0\right)$$

- Зависимость квадратичная $A(T_к)$ минимальное значение будет в вершине параболы графика:

$$T_{мин} = +\frac{\cancel{3}\cdot\cancel{10}^{5}\cdot T_0}{\cancel{4}_2\cdot\cancel{9}_3} = \cancel{\ldots} = \underbrace{\frac{5}{6}T_0}_{}$$

; график - парабола ветвями вверх.

Чистовик. 2

Продолжение задачи 2.

$$A = \nu R\left(\frac{9}{10T_0}\cdot T_K^2 - \frac{3}{2}\cdot T_K - \frac{9}{10}\cdot T_0 + \frac{3}{2}T_0\right)$$

A_{min} будет при $T = T_{min} = \frac{5}{6}T_0 \Longrightarrow A_{min} = \nu R\left(\frac{9}{10T_0}\cdot\frac{25}{36}\cdot T_0^2 - \frac{3}{2}\cdot\frac{5}{6}T_0 - \frac{9}{10}T_0 + \frac{3}{2}T_0\right)$

$$= \nu R\left(\frac{5}{2\cdot 4}T_0 - \frac{5}{4}T_0 - \frac{9}{10}T_0 + \frac{3}{2}T_0\right) = \nu R T_0\left(\frac{5}{8} - \frac{10}{8} - \frac{9}{10} + \frac{15}{10}\right) =$$

$$= \nu R T_0\left(-\frac{5}{8} + \frac{3}{5}\right) = \nu R T_0\left(\frac{24-25}{40}\right) = -\frac{\nu R T_0}{40}$$

Ответ: 1). $\frac{63}{160}\nu R T_0$; 2). $\frac{5}{6}T_0$; 3). $-\frac{\nu R T_0}{40}$.

Задача

Чистовик (3) Задача 1.

Дано:

$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

H

Найти:

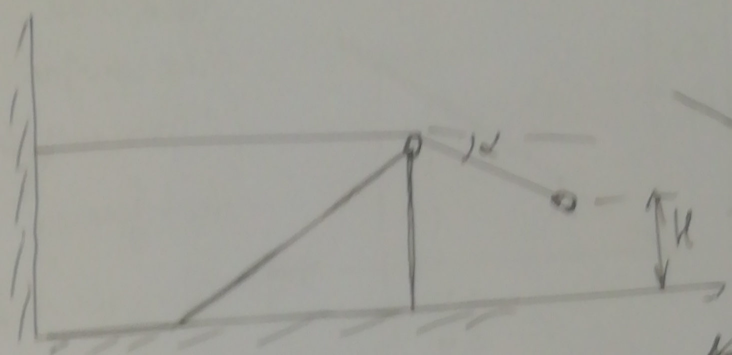
1). β.

2). $a_{кл}$.

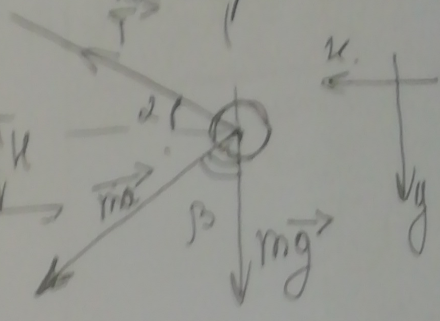
3). $\frac{m}{M}$

4). б – ?

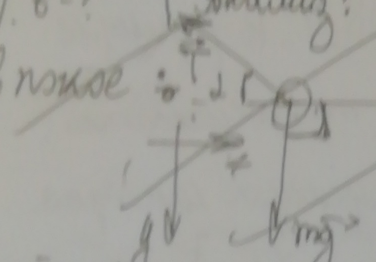
Решение: $\sin\alpha = \frac{15}{17}$; $tg\alpha = \frac{15}{8}$



1). Рассмотрим силы, действующие на шар:



Анализ: ускорение до момента отпускания находилось в покое



Тогда: $m\vec{g} + \vec{F}_{вс} + \vec{T} = \vec{0}$.

$y: mg = \sin\alpha\, T$

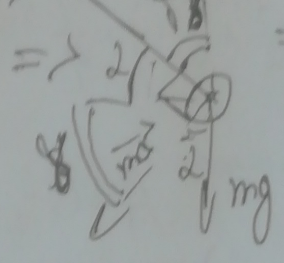
$x: F_{вс} = \cos\alpha\, T$

По II з. Ньютона: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

$y: \cos\beta\, ma = mg - \sin\alpha\, T$; $\cos\beta\, a = g - tg\alpha \cdot \sin\beta \cdot a$

$x: \sin\beta\, ma = \cos\alpha\, T$

Анализ: для того, чтобы угол не менялся ускорение шара должно быть $\vec{a} \perp \vec{T}$



$\Rightarrow \beta = \alpha \Rightarrow$

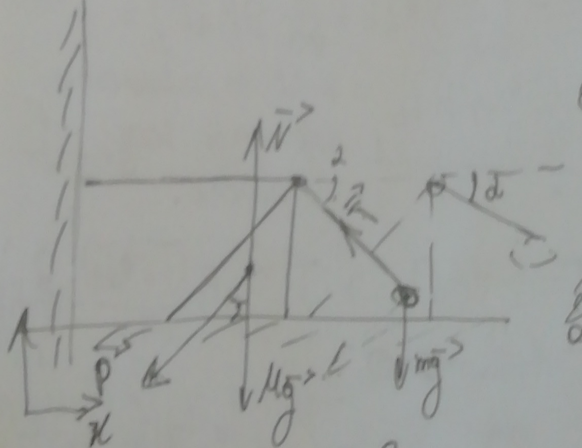
$\cos\beta = \cos\alpha = \frac{8}{17}$

Тогда: $x: \cos\alpha\, ma = mg - \sin\alpha \cdot T$

$\frac{8}{17} ma = mg - \frac{15}{17} T$.

$y: \cos\alpha\, T = \sin\alpha\, ma$

$\boxed{T = tg\alpha\, ma}$



2).

подставим в x: $\frac{8}{17} ma = mg - \frac{15}{17} \cdot \frac{15}{8} ma$;

$a\left(\frac{64+225}{136}\right) = 10$; $a = \frac{1360}{289} \approx 4{,}705\ \frac{м}{с^2}$

2). Сила давления со стороны веревки будет под углом α к вертикали

По II з. Н. $M\vec{a}_1 = M\vec{g} + \vec{P} + \vec{N}$: $x: -Ma_1 = -\sin\alpha P$

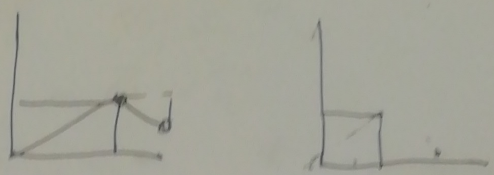
$y: N = \cos\alpha P + Mg$.

Ответ:

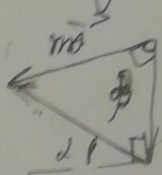
1). $\cos\beta = \frac{8}{17}$.

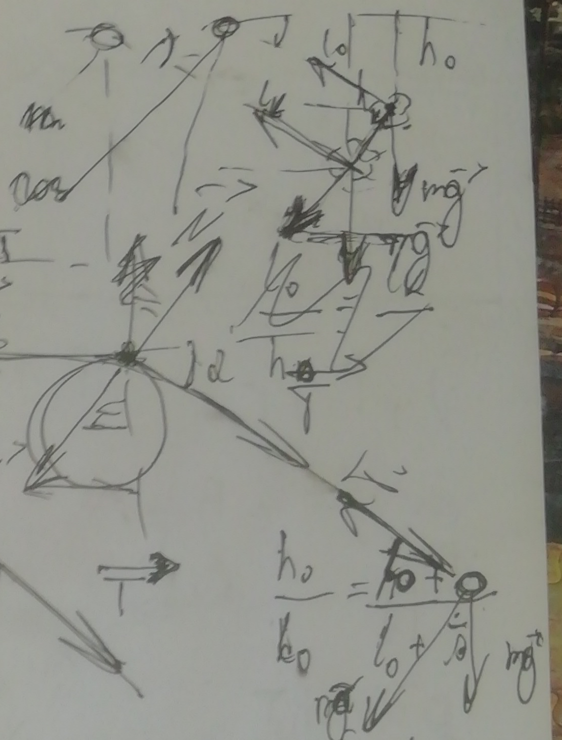
21203678 (U817246 M1266698)

Черновик



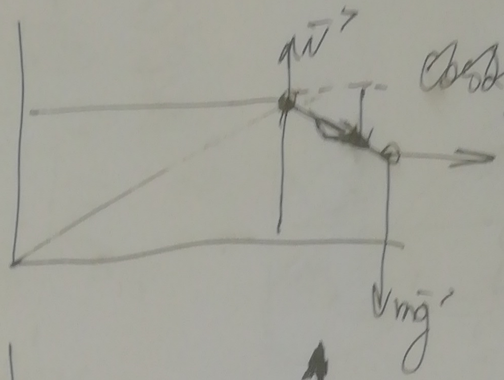
$\vec{ma} = \vec{T} + m\vec{g}$

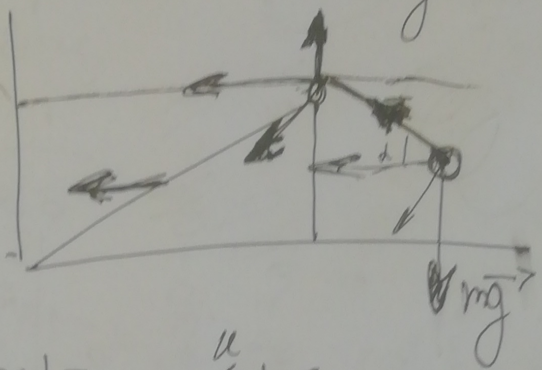


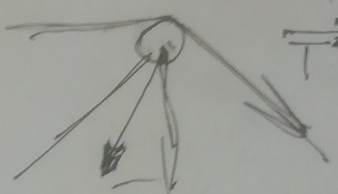


$\cos\alpha\, T$

$\sin\alpha\, T = mg$. $\vec{T_c}$





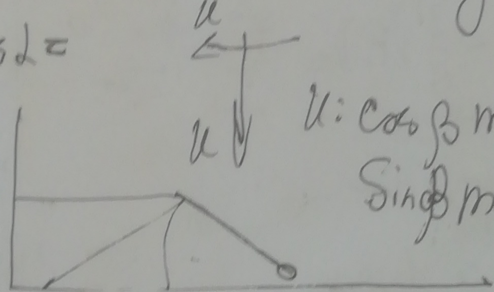


$\frac{h_0}{l_0} = \frac{h_0 + }{l_0 + }$

$\cos\alpha\, T + \sin\gamma\, N = T_c$

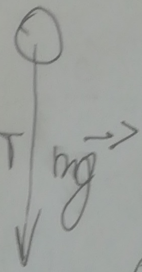
$\sin\alpha\, T = \cos\gamma\, N$ ..

$\cos\alpha =$



$u: \cos\beta\, ma = mg - \sin\alpha\, T$

$\sin\beta\, ma = \cos\alpha\, T.$



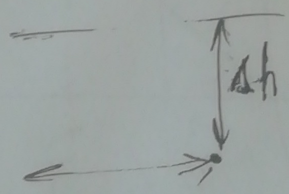
$\cos\alpha = \cos 6 = \frac{\Delta l < 0}{\Delta l < 0}$

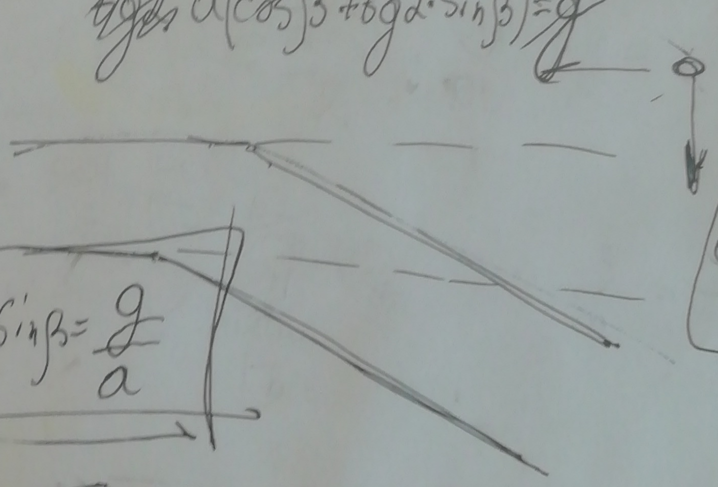
$\cos\alpha$; $\sin\alpha =$

$\cos\beta\, ma = mg - tg\alpha \cdot \sin\beta\, ma$

$\cos\alpha = \frac{l}{r}$

$a(\cos\beta + tg\alpha \cdot \sin\beta) = g$





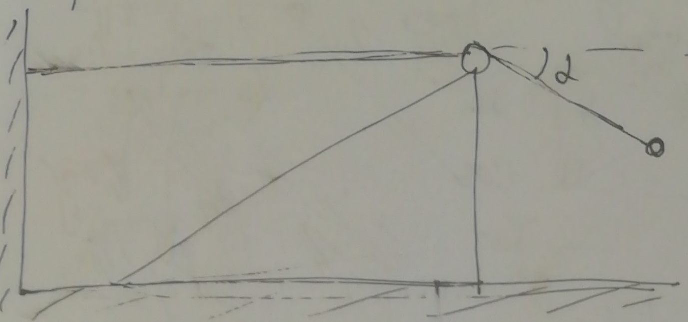
$$\boxed{ctg\beta = \frac{mg - \sin\alpha\, T}{\cos\alpha\, T}}$$

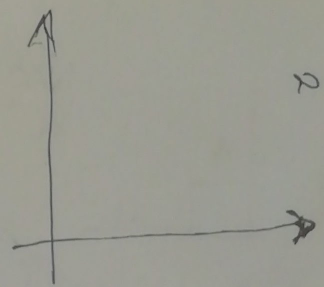
$$\boxed{\cos\beta + tg\alpha \cdot \sin\beta = \frac{g}{a}}$$

$\cos\gamma\, N = mg$

$\sin\beta_2$

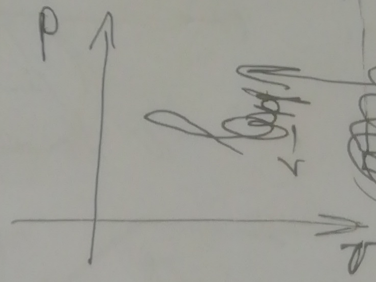
Черновик.





ν; T_0 i C_ν;

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



$pV = \nu RT$

$T_0 = T_0$

$T_1 = \frac{3}{4} T_0$

$Q = \Delta U$

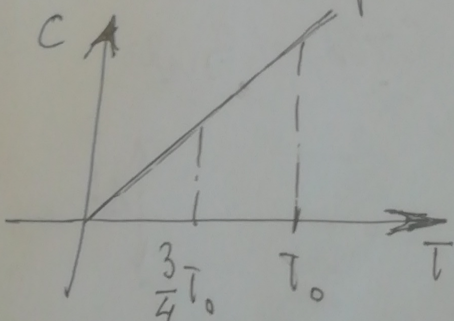
$C\nu\Delta T = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{3}{4}T_0 - T_0\right) = \boxed{-\frac{3}{8}\nu R T_0}$

$\downarrow T$; $pV \downarrow$ $A = p\Delta V$

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

$Q_1 = \frac{3}{8}\nu R T_0$, если $A = 0$.



$A = Q - \Delta U = C\nu\Delta T - \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \nu\Delta T\left(C - \frac{i}{2}R\right) =$

$= \nu\Delta T R\left(\frac{9}{10}\cdot\frac{T_K + T_0}{T_0} - \frac{i}{2}\right)$

$\bar{C} = \frac{9}{5}\frac{R}{T_0}\cdot\left(\frac{T_K - T_0}{2}\right)$

$\frac{63}{40} - \frac{3}{2} = \frac{63 - 60}{40} = \frac{3}{40}$

$\frac{3}{2} + \frac{3}{40} = \frac{63}{40}$

$A = \frac{3}{5}(T_K - T_0)\left(\frac{9(T_K + T_0)}{10T_0} - \frac{3}{2}\right) = \left(\frac{9}{10}\cdot\frac{(T_K^2 - T_0^2)}{T_0} - \frac{3(T_K - T_0)}{2}\right) =$

$\frac{3 \cdot 10}{4 \cdot 9 \cdot 2}$ 0,625

$V = V_0 + \cos\alpha T$

$V/V_0 = \sin\alpha T$

$\frac{3}{5}(T_K + T_0) = T_0$

$\frac{3}{5}T_K + \frac{3}{5}T_0 = T_0$

$3T_K + 3T_0 = 5T_0$

$3T_K = 2T_0$

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

Черновик.

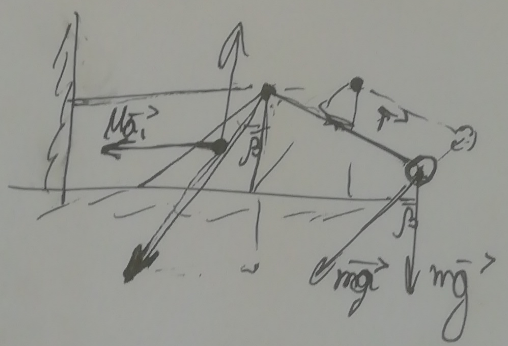
$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

$\cos\gamma N = mg = \cos\beta ma$

$\cos\alpha T =$

$\sin\gamma N = Ma$

$Ma = \sin\alpha \dfrac{289-64}{} = 2 \cancel{2}5$



$\dfrac{18}{8}$

21203678 (U817246 M1266698)

Часть 2

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

Шифр: **21203678**

ID профиля: **817246**

Вариант 4

Чистовик. (1).

Задача 3.

Дано:

$C_2 = C$

$C_1 = 5C$

$\mathcal{E}$; R

Найти:

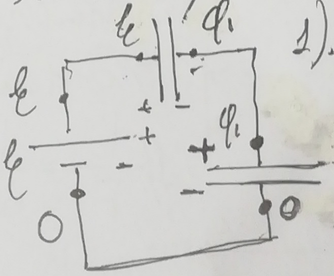
1). $I_R(0)$-?

2). Q-?

3). $I_R(t_1)$; I_0

Решение

Рассмотрим цепь до замыкания ключа:



1). Воспользуемся методом потенциалов: (Рассматриваем установившееся состояние). Предположим, что $\mathcal{E} > \varphi_1 > 0$

~~У первого конденсатора~~ $\cancel{U_1 = \mathcal{E} \Rightarrow q_1 = \mathcal{E} \cdot C_1 = C\mathcal{E}}$

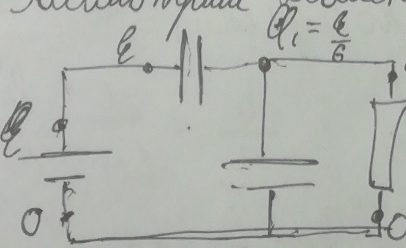
~~У второго конденсатора заряд на (+) пластине будет равен заряду по модулю у (–) пластины первого =>~~ $\cancel{\Rightarrow q_1 = q_2 = C\mathcal{E}}$; ~~тогда~~ $\cancel{U_2 = \frac{C\mathcal{E}}{5C} = \frac{\mathcal{E}}{5}}$

Заряды по модулю будут равны на пластинах, т.к. подключены последовательно:

$$\begin{cases} U_1 = \mathcal{E} - \varphi_1 \\ U_2 = \varphi_1 - 0 \\ q_1 = q_2 \\ q_1 = C_1 U_1 \\ q_2 = C_2 U_2 \end{cases} \Longleftrightarrow \begin{cases} C_1 U_1 = C_2 U_2 \\ U_1 = \mathcal{E} - \varphi_1 \\ U_2 = \varphi_1 \end{cases}; \quad (\mathcal{E} - \varphi_1) \cdot C = \varphi_1 \cdot 5C; \quad \mathcal{E} - \varphi_1 = 5\varphi_1 \Leftrightarrow \boxed{\varphi_1 = \frac{\mathcal{E}}{6}}$$

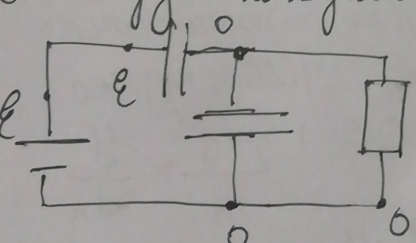
$$\Rightarrow \begin{vmatrix} U_1 = \frac{5\mathcal{E}}{6} \\ U_2 = \frac{\mathcal{E}}{6} \end{vmatrix}$$

Рассмотрим момент сразу же после замыкания:



Напряжение на обкладках конденсаторов скачкообразно не изменяется! $\Longrightarrow$ потенциалы те же, что и до замыкания. Резистор подключён $\parallel$ конденсатору 2. $\Longrightarrow U_R = U_2 = \varphi_1 - 0 = \frac{\mathcal{E}}{6}$. По з. Ома: $I_R(0) = \frac{U_R}{R} = \underline{\frac{\mathcal{E}}{6R}}$

2). Система примет стационарный режим, когда напряжение между обкладками 1 конденсатора станет равной $\mathcal{E}$. Тогда

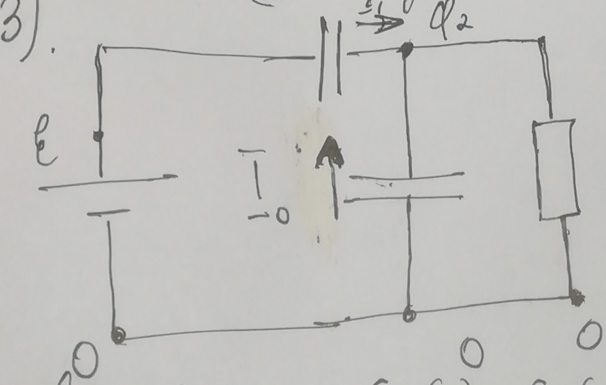


$U_2 = 0$, и ток через резистор течь не будет тогда: $\underline{U_1 = \mathcal{E}}$; Воспользуемся законом сох. энергии: $W_0 = W_1 - Q$; где $W_1 = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{C}{2}\left(\frac{25\mathcal{E}^2}{36} + 5 \cdot \frac{\mathcal{E}^2}{36}\right)$;

$W_0 = \frac{C_1 \mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$; $Q = -\left(\frac{30}{36 \cdot 2}\mathcal{E}^2 C - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\right) = -\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\left(\frac{30-36}{36}\right) = \frac{1}{12}C\mathcal{E}^2$

Чистовик (2). Задача 3 продолжение:

3).



Рассмотрев изменение потенциалов пластин конденсаторов можно сказать, что ток тёк от $C_2(+)$ и $C_1(-)$ к источнику сопротивления

φ_0 ⇐ Потенциал идеального проводника, связывающего $C_2(+)$ и $C_1(-)$, ~~один про~~ уменьшается с течением времени => заряды на $C_2(+)$ и $C_1(-)$ всё ~~р~~ время будут одинаковые, а т.к. $q_1 = q_2$, то и скорость их потока (I) будет одинакова: $I_0 \cdot \Delta t = (q_2 - q_t)$; $I_1 \Delta t = (q_1 - q_t)$, где q_t - заряд в произвольный момент времени ~~на по~~ на обкладках конденсаторов $C_2(+)$; $C_1(-)$; => $I_1 = I_0$. По I правилу Кирхгофа $I_R = I_1 + I_0 = 2I_0$.

Ответ: 1). $\frac{\mathcal{E}}{6R}$; 2). $\frac{C\mathcal{E}^2}{12}$; 3). $2I_0$.

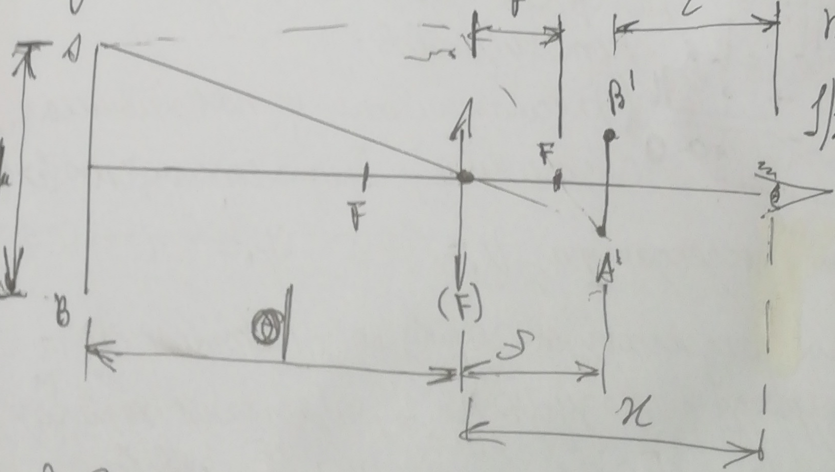
~~Продолжение (4).~~

~~3). $\Delta S = V_0 t - \frac{a t^2}{2} - \frac{a_2 t^2}{2} = V_0 t\left(1 - \frac{t}{\tau}\right.$~~

Чистовик 3. Дано: $H = 9$ см; $d = 96$ см; $l = 24$ см; $F = 24$ см

Задача 5.

Решение:



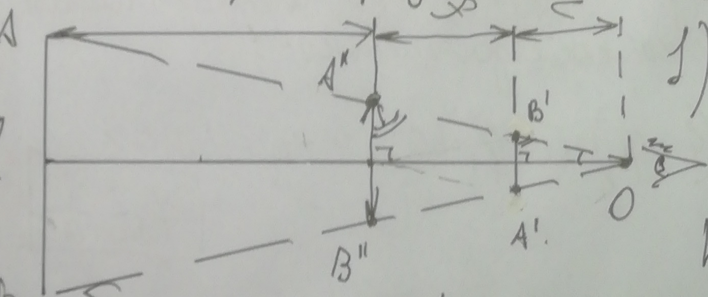
1). Воспользуемся формулой тонкой линзы:

1). $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{24} - \frac{1}{96} = \frac{4-1}{96} = \frac{3}{96} = \frac{1}{32}$

$f = 32$ см

2) Тогда: $x = f + l = 32 + 24 = 56$ см

2). Рассмотрим треугольники:



Найдём параметры изображения

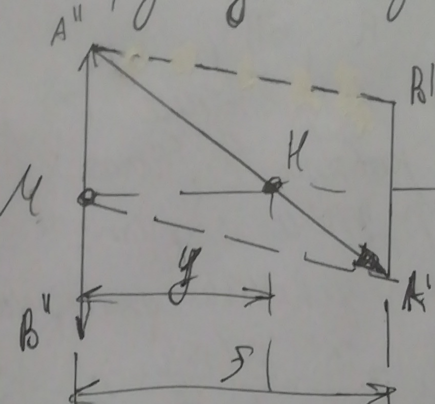
1) $Г = \frac{f}{d} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$; $Г = \frac{h}{H}$, где h - диаметр изображения.

$h = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$ см.

Треугольники $\triangle A'OB' \sim \triangle OA''B''$ (по 2 углам) => $\frac{A'B'}{A''B''} = \frac{l}{l+f}$; где

$A'B' = h$; $A''B''$ - искомый диаметр $d_м$; $\frac{h}{d_м} = \frac{l}{l+f}$; $d_м = \frac{(l+f)}{l} \cdot h = \frac{(24+32) \cdot 3}{24} = 7$ см.

3) ~~Глаз человека~~ Экран нужно поставить там, где лучи ~~соединяются~~ перекрещиваются: $\exists!$ $A''B'A'B''$ ~~(сходятся)~~.



Рассмотрим ход луча от A A" к A';

$MA' \parallel A''B'$, луч пересекает глав. оп. ось в точке H и именно в этой точке сходятся все лучи => здесь и нужно ставить экран. $\triangle A''B''H \sim \triangle HA'B'$: $\frac{f-y}{h} = \frac{y}{d_м}$

$y = \frac{f d_м}{h + d_м} = \frac{32 \cdot 7}{3 + 7} = 22{,}4$ см

Ответ: 1). 56 см; 2). 7 см; 3). Между линзой и изображением; 22,4 см

21203678 (U817246 M1266699)

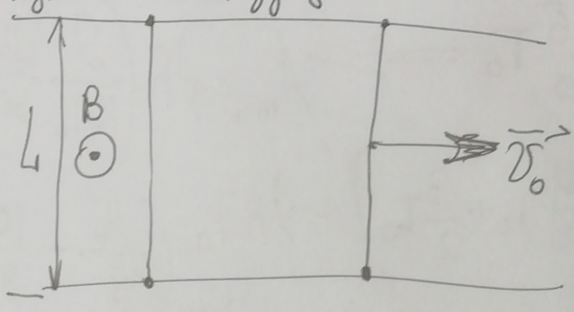
Чистовик (4).

Задача 4.

Дано:
$m;\ L;\ R;$
v_0

Найти:
1). a_1 -?
2). $v_1;\ v_2$ -?
3). Δt?

Решение:
Анализ: Изменение магнитного потока вызывает ЭДС индукции.



1). По II з.Н.:
$2m\vec{a} = \vec{F}_A$;
$2ma = I B \cdot L$;

2). $I = \frac{U}{R}$, где $U = \left|-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$;

3). $\Delta\Phi = L \cdot v_0 \cdot \Delta t \cdot B$

Соберём всё в одну формулу:

$$\begin{cases} U = L \cdot v_0 \cdot B \\ I = \frac{U}{R} \\ 2ma = IBL \end{cases} \Rightarrow 2ma = \frac{L v_0 B}{R} \cdot BL;\quad \boxed{a = \frac{(BL)^2 \cdot v_0}{2mR}}$$

2). Для второй потечёт ток равный $I = \frac{L v_0 B}{R}$. и появится сила Ампера равная $F_A = \frac{L v_0 B}{R} \cdot BL$. $\Rightarrow \frac{m a_2}{2} = \frac{L v_0 B}{R} \cdot BL$;

$$\boxed{a_2 = \frac{2L^2 v_0 B^2}{5Rm}}$$

. Когда их скорости станут равными:
$\Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow I = 0$

Тогда $v_k = a_2 t$; $v_k = v_0 - at$; $v_0 - at = a_2 t$;

$v_0 - \frac{(BL)^2 \cdot v_0}{2mR} t = \frac{2v_0 (LB)^2}{5Rm} \cdot t$; ~~$1 - \frac{t}{2} = \frac{2t}{5}$; $\frac{3}{2}t = 1$; $t = \frac{2}{3}$ секунды.~~

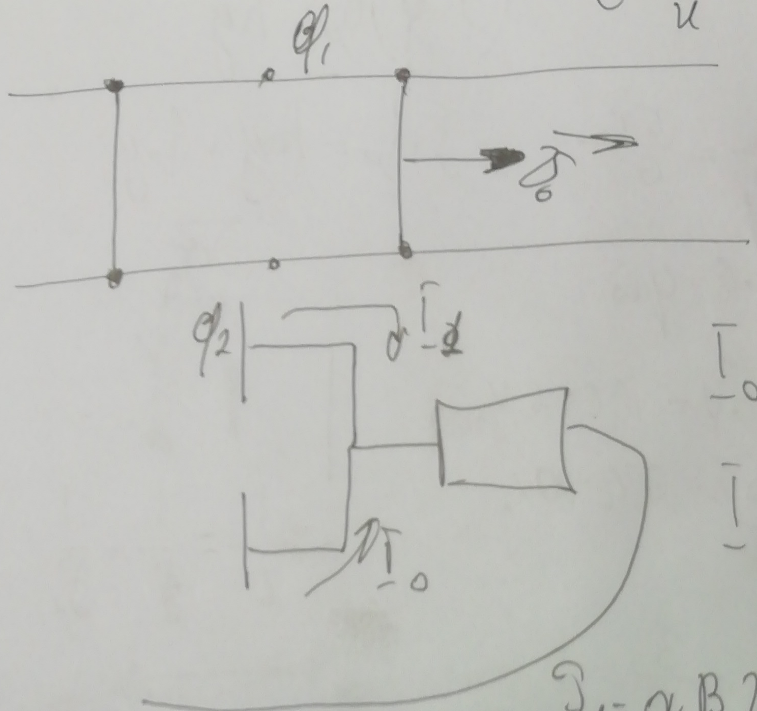
~~$\Rightarrow v_k = \frac{2v_0}{mR}(LB)^2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{4v_0(LB)^2}{3mR}$~~ $1 - \frac{t}{2} = \frac{2t}{5}$; $0{,}9t = 1$; $t = \frac{10}{9}$ сек.

$$\Rightarrow v_k = \frac{2v_0}{5Rm} \cdot (LB)^2 \cdot \frac{10}{9} = \boxed{\frac{4v_0(LB)^2}{9Rm}}$$

~~3). $\Delta S = v_0 t - at$~~ Ответ: 1). $\frac{(BL)^2 \cdot v_0}{2mR}$; 2). $\frac{4v_0(LB)^2}{9mR}$.

Черновик

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



$q_1 = \frac{6}{6} \varepsilon C$

$q_2 = \frac{5}{6} \varepsilon C$

$I_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$; $I_0 \cdot \Delta t = (q_2 - q_к)$

$I_1 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $I_1 \cdot \Delta t = (q_1 - q_к)$

$I = \frac{U}{R}$; U

$F_A = qBv$

$ma = qBv_0$ $I = \frac{q}{\Delta t}$

$F_A = IBL$

$U = -\varphi'$

$U = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} =$

$\varphi_1 - \varphi_2 =$

$2ma = B \cdot L \cdot \frac{4 v_0 \cdot B}{R}$

$2ma = B^2 \cdot L^2$

$I = \frac{4 v_0 B}{R}$; $\frac{m a_2}{2} = \frac{4 v_0 B}{R} \cdot BL$

$U = \frac{4 v_0 B}{5R^2}$

m

2

$0{,}4t + 0{,}6$

$\Delta S = v_0 t - \frac{at^2}{2} - \frac{at^2}{2}$

21203678 (U817246 M1266699)

Черновик.

$C = \frac{q}{U}$ и $\mathcal{E} = U_1 + U_2$

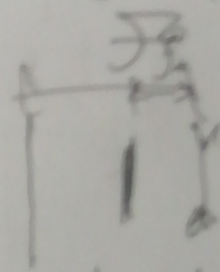
$C_{об} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{5C}{6}$

$(\xi - y)\theta_\mu = hy$

$\xi \theta_\mu = hy + A_\mu y_i$

$C_{об} = \frac{C \cdot 5C}{6C} = \frac{5C}{6}$

$\frac{5}{6} C \cdot \mathcal{E} = q_{об}$



$q_{об} = \mathcal{E} \cdot \frac{5C}{6}$;

$\frac{5}{6} C \cdot \mathcal{E} = U_1 C + 5 U_2 C_2$

$q_{об} = U_1 C_1 + U_2 C_2 =$

$5\mathcal{E} = 6U_1 + 30U_2$

$-\frac{1}{L} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f_2}$

$\mathcal{E} \cdot \frac{5}{6} = U_1 + 5U_2$

$U_1 + U_2 = \mathcal{E}$

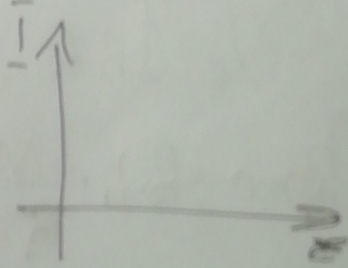
$\frac{6}{36} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$

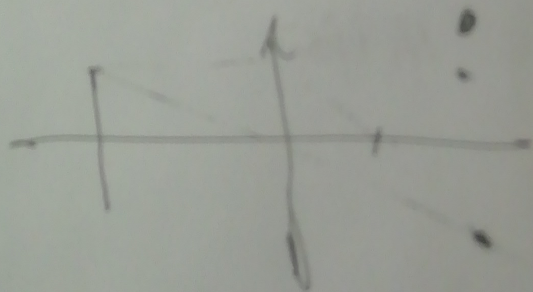
$\frac{5}{6} U_1 + \frac{5}{6} U_2 = U_1 + 5U_2$

$5U_1 + 5U_2 = 6U_1 + 30U_2$

$-25U_2 = U_1$

$U_1 = -25U_2$





$(\mathcal{E} - \varphi_1)C = 5C(\varphi_1)$

$\boxed{I_R \cdot R = 5C \cdot \varphi_1}$

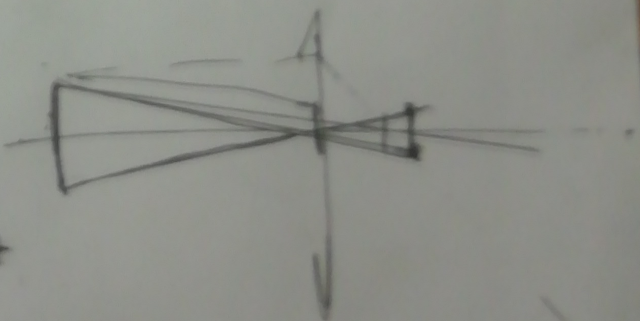
$\mathcal{E} - \varphi_2 =$

$I_0 + I_1 = I_R$

I_0

$I_R = \frac{\varphi_2}{R} =$

$I_1 =$



$I_R = I_0 + I_1$

$\frac{\Delta q}{\Delta t} \cdot R = \frac{q}{C} +$

$I_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

$\mathcal{E} - \varphi_2$

$C = \frac{q_1}{\mathcal{E} - \varphi_1}$

$\varphi_1 = \frac{q_2}{5C_2}$

$C = \frac{q}{\varphi_2}$

$I_0 R + I_1 R =$

$C = \frac{q_1}{\mathcal{E} - \frac{q_2}{5C_2}}$

21203678 (U817246 M1266699)