Часть 1

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

Шифр: **21201572**

ID профиля: **260661**

Вариант 2

2) Вар Н-02

Черновик

ν

T_0

He

$i=3$

$c(T)=\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$

II начало термодинамики:
(малые приращения)

$\nu c \Delta T = Q = \delta A + \frac{3}{2}\nu R \Delta T$ (т.к. $c = \frac{5}{2}R\left(1-\frac{\Delta T}{T_0}\right)$

$\Rightarrow \delta A = \nu R \Delta T - \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\Delta T^2$

Просуммируем по ΔT от 0 до $T_0/2$:

$A_1 = \frac{1}{2}\nu R\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 - \frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{1}{3}\left(\frac{T_0}{2}\right)^3 = \nu R T_0^2\left(\frac{1}{8} - \frac{5}{2}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{8}\right) = \frac{1}{48}\nu R T_0^2$

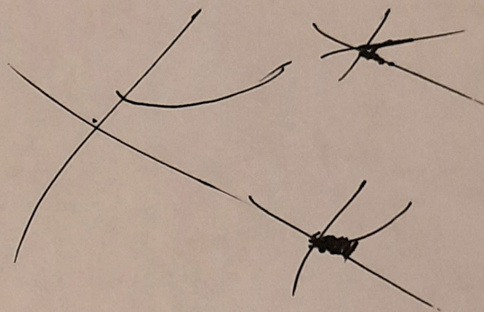
Отсюда ответ в 1) $Q_1 = A + \Delta U = \frac{1}{48}\nu R T_0^2 - \frac{3}{2}\nu R\frac{T_0}{2}$

Черновик

$\frac{10}{9} - \frac{2}{5} = \frac{50-18}{45} = \frac{32}{45}$

$\Sigma (\Delta x)^2$

$\sqrt{\frac{5}{32}} \cdot \frac{4}{5} = \frac{1}{\sqrt{10}}$



$\nu C \Delta T = Q$

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

$\cancel{\nu \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T}$

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

$P = \frac{\nu R T}{V}$

$P_0 V = \frac{5}{2} \frac{\nu R T}{T_0} \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$\nu C \Delta T = P \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$\frac{T}{T_0} \frac{5}{2} \cancel{\nu R} \Delta T = \frac{\cancel{\nu R} T}{\cancel{V}} \Delta V + \frac{3}{2} \cancel{\nu R} \Delta T$

$\cancel{\delta A = P_0 V = \nu R T \left(\frac{5}{2}\left(1 - \frac{\Delta T}{T_0}\right) - \frac{3}{2}\right)}$

$= \nu R \Delta T \cancel{- \frac{5}{2} \frac{\nu R \Delta T^2}{T_0}}$

$\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} \Delta T = \frac{\Delta V T_0}{V} + \frac{3}{2} \Delta T$

$\frac{\Delta V}{V} = \left(\frac{5}{2} \frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right) \frac{\Delta T}{T_0}$

$\delta A = \frac{5}{2} \frac{\nu R T \Delta T}{T_0} - \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

$A = -\int_{T_0/2}^{T_0} T \Delta T \; - \; 3.$

$\frac{\left(\frac{T_0}{1}\right)^2}{2} - \frac{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{4}{8} T_0 - \frac{1}{8} T_0$

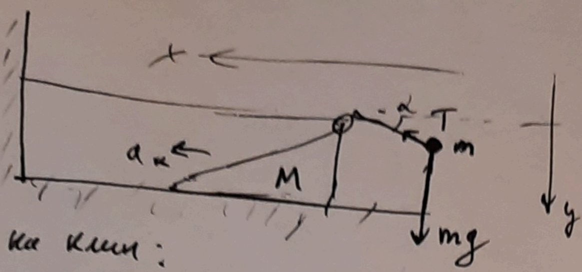
$\frac{12}{16} - \frac{15}{16} = -\frac{3}{16}$

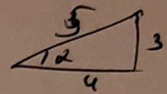
$\nu R \left(-\frac{5}{2} \cdot \frac{1}{T_0} \left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{T_x^2}{2}\right) + \frac{3}{2} \nu R (T_0 - T_x)\right) =$

$= T_x^2 \cdot \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} - \frac{3}{2} \nu R T_x + \frac{3}{2} \nu R T_0 - \frac{5}{4} \nu R T_0$

$\frac{45 + 25}{100} - \frac{90}{100} = -\frac{1}{5}$

1] Вар 11-02

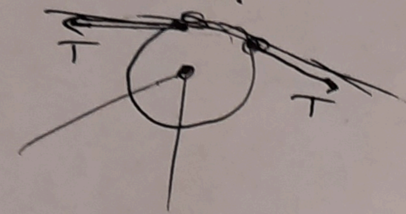




~~[illegible]~~

Решаем в предположении отсутствия силы трения со столом

Силы на клин:



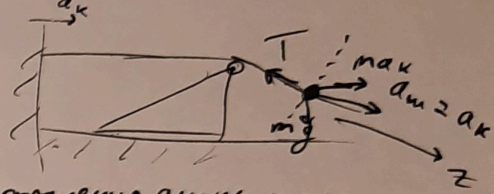
II з-н Ньютона для клина:

Ox: $Ma_к = T - T\cos\alpha$ (1)

~~для шарика:~~
~~ox: $ma_x = T\cos\alpha$~~

Перейдём в НеИСО клина: в ней шарик движется по прямой из блока под углом α, с ускорением $a_к$

↑ (закон) сохранения длины нити



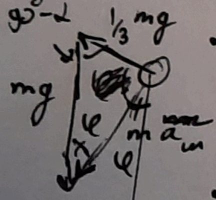
II з-н Ньютона Oz:

$ma_к = ma_к\cos\alpha + mg\sin\alpha - T$

ось ⊥ Oz: $ma_к\sin\alpha = mg\cos\alpha$ => $\boxed{a_к = g\,ctg\,\alpha = \frac{4}{3}g}$ (2)

=> $T = mg\left(\frac{4}{5}\cdot\frac{4}{3} + \frac{3}{5} - \frac{4}{3}\right) = \frac{1}{3}mg$ (3)

В ИСО шарик:



• по Th. cos для сил:

$a_m^2 = g^2 + \left(\frac{1}{3}g\right)^2 - \frac{2}{3}g^2\sin\alpha$ =>

$a_m = g\sqrt{1 + \frac{1}{9} - \frac{2}{5}} = \frac{\sqrt{32}}{\sqrt{45}}g$

• по Th. sin

$\frac{a_m}{\sin(90°-\alpha)} = \frac{\frac{1}{3}g}{\sin\varphi}$ =>

=> $\boxed{\sin\varphi = \frac{1}{\sqrt{10}}}$ ← угол к вертикали, ускорение направлено вниз

Подставим (2) и (3) в (1):

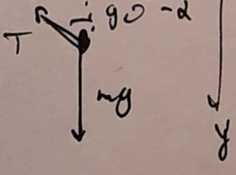
$M\cdot\frac{4}{3}g = \frac{1}{3}mg\left(1 - \frac{4}{5}\right)$

=> $\boxed{\frac{M}{m} = \frac{1}{20}}$ — отношение массы клина к шарику

В ИСО II з-н Ньютона на шарик:

Oy: $ma_y = mg - \underbrace{\frac{1}{3}mg}_{T}\sin\alpha$

=> $a_y = \frac{4}{5}g$



Время падения: $H = \frac{\frac{4}{5}g\,t^2}{2}$

=> $\boxed{t = \sqrt{\frac{5}{2}\frac{H}{g}}}$

2) Вар 11-02

~~#Законы термодинамики~~

$c = \frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$) $\quad Q = \nu c \Delta T = \delta A + \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

$\Rightarrow \delta A = \frac{5}{2}\nu R \frac{T}{T_0}\Delta T - \frac{3}{2}\nu R \Delta T \leftarrow$ просуммируем по ΔT от 0 до $T_0/2$: (1)

$$A_1 \overset{(2)}{=} -\frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\int_{T_0/2}^{T_0} T\Delta T + \frac{3}{2}\nu R\frac{T_0}{2} = \nu R T_0\left(\frac{3}{4} - \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{8}\right) = -\frac{3}{16}\nu R T_0$$

$$\Rightarrow Q_1 = A_1 + \Delta U_1 = -\frac{3}{16}\nu R T_0 - \frac{3}{4}\nu R T_0 = -\frac{15}{16}\nu R T_0$$

газ отдал $\frac{15}{16}\nu R T_0$

• Понимая минимальную работу, как отрицат-ю и max по модулю значением: Ищем T_x:

из (1) и (2) : $A_x = -\frac{5}{2}\frac{\nu R}{T_0}\int_{T_x}^{T_0} T\Delta T + \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T_x) =$

$= \frac{5}{4}\frac{\nu R}{T_0}T_x^2 - \frac{3}{2}\nu R T_x + \frac{1}{4}\nu R T_0$ $\underset{f(T_x)}{}$ $\leftarrow$ Парабола, ветви вверх, минимум в вершине $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{T_x = \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{4T_0}{5\nu R} = \frac{3}{5}T_0}$$

$$\boxed{A_{min} = A\left(\frac{3}{5}T_0\right) = \nu R T_0\left(\frac{5}{4}\cdot\frac{9}{25} - \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5} + \frac{1}{4}\right) = -\frac{1}{5}\nu R T_0}$$

21201572 (U260661 M1265755)

Часть 2

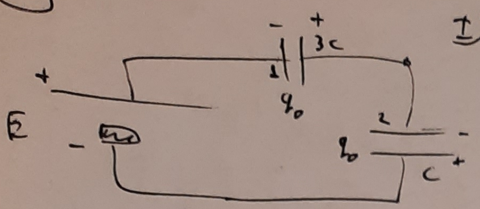
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201572**

ID профиля: **260661**

Вариант 2

3) Вариант 11-02



I) Ключ не замкнут. Режим уст. $\Rightarrow I = 0$

$\Rightarrow$ конденсаторы заряжены, пусть до q_0

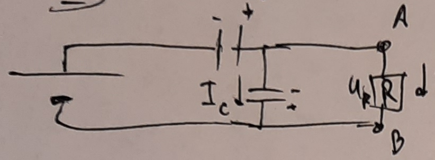
Суммарное напряж-е E

$U_1 + U_2 = E$; $U_1 = \frac{q_0}{3C}$; $U_2 = \frac{q_0}{C}$ |

$\Rightarrow \frac{4}{3}\frac{q_0}{C} = E \Rightarrow q_0 = \frac{3}{4}CE$;

$U_1 = \frac{E}{4}$; $U_2 = \frac{3}{4}E$

II) замкнули:



Сразу после замыкания заряд не утёк, напряжения те же, $\Rightarrow U_R = U_{C_2} = \frac{3}{4}E$

$\Rightarrow$ по з-ну Ома $\boxed{I_R = \frac{3E}{4R}}$

2) После замыкания на C_1 будет напряжение E, а C_2 разрядится и всё тепло выделится на резисторе. Источник совершит работу, дозарядив C_1

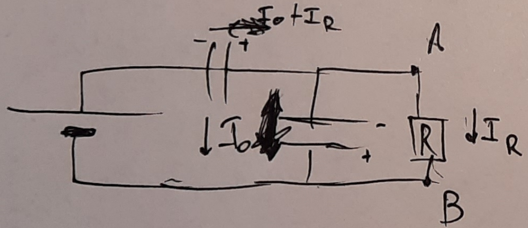
ЗСЭ:

$\Delta q = C_1E - C_1U_1 = \frac{9}{4}CE$

$A_{ист} = E\Delta q = \frac{9}{4}CE^2$

$$\frac{CU_2^2}{2} + \frac{3CU_1^2}{2} + A_{ист} = \frac{3CE^2}{2} + Q$$

$$\Rightarrow \frac{9C}{32}E^2 + \frac{3CE^2}{32} + \frac{9}{4}CE^2 = \frac{3}{2}CE^2 + Q \Rightarrow \boxed{Q = CE^2\left(\frac{3}{8} + \frac{18}{8} - \frac{12}{8}\right) = \frac{9}{8}CE^2}$$



Направим I_0 как на рисунке

По I правилу Кирхгофа на C_1 течёт ток $I_0 + I_R$

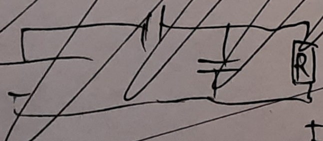
т.к. $U_1 + U_2 = E = const$ то

$$\frac{q_1}{3C} + \frac{q_2}{C} = E \quad \Big| \frac{d}{dt}$$

$$\frac{I_1}{3} + I_2 = 0$$

$$\Rightarrow I_1 = -3I_2 = -3I_0 \quad \forall t$$

~~Т.к. Оба конденсатора заряжаться не могут, то токи будут выглядеть так:~~

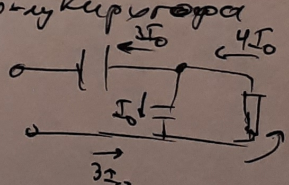


Т.к. C_2 должен разряжаться (в какой-то момент $U_R = 0$)

тогда C_1 заряжается и по I прав. Кирхгофа

I_R вверх и равен $I_0 + 3I_0$

тогда $\varphi_A - \varphi_B < 0$ — это невозможно т.к. $U_C > 0$

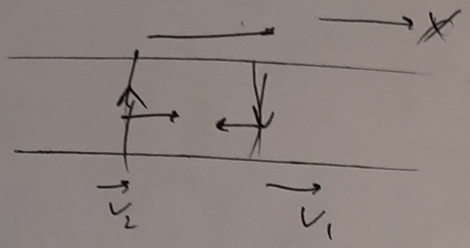


$\boxed{= U_R = 4I_0R}$

Если I_0 течёт вверх, то $3I_0$ вправо и суммарный ток на резисторе $4I_0$

и ответ $4I_0R$ в любом случае

Черновик



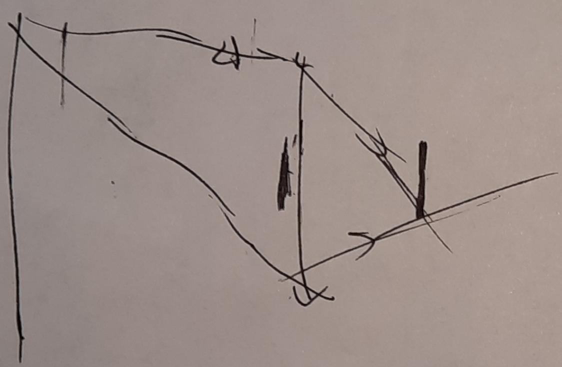
$V_1 > V_2$:

$$\mathcal{E} = \dot{\Phi} = BL(V_1 - V_2)$$

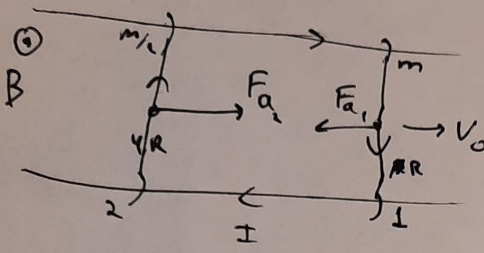
$$a_2 = \frac{2B^2L^2}{5mR}(V_1 - V_2)$$

$$a_1 = -\frac{B^2L^2(V_1 - V_2)}{5mR}$$

$$\Delta X = \frac{V^2 - (V - \Delta V)^2}{2\alpha V} = \frac{2V\Delta V}{2\alpha V} = \frac{\Delta V}{\alpha}$$



4] Вар 11-02



1) В нач. момент
Поток увеличивается => по правилу Ленца ток потечёт по час. стрелке

$$\mathcal{E} = \dot{\Phi} = B\dot{S} = BLV_0$$

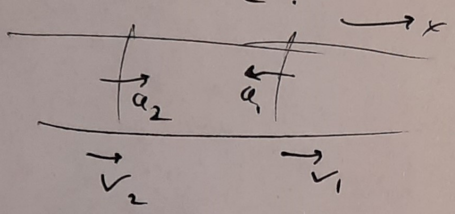
по з-ну Ома $\mathcal{E} = I\cdot(R+4R) = 5IR$

$$\Rightarrow I = \frac{BLV_0}{5R}$$

Сила Ампера $F_{a_2} = I\,L\cdot B = \frac{B^2L^2V_0}{5R}$

=> По II з-ну Ньютона $\frac{m}{2}a_2 = F_a \Rightarrow \boxed{a_2 = \frac{2B^2L^2V_0}{5mR}}$ вправо

Пока $V_1 > V_2$:



Аналогично на ox:

$$a_2 = \frac{2}{5}\frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{mR}$$

$$a_1 = -\frac{1}{5}\frac{B^2L^2(V_1-V_2)}{mR}$$

=> Отн. скорость уменьшается, у второй перемычки она растёт в 2 раза быстрее (чем убыв-т у первой)

=> Когда их скорости сравняются:

• $\boxed{V_2 = V_1 = \frac{2}{3}V_0}$

• $\dot{\Phi} = 0$, ток перестанет течь, система станет двигаться равномерно

$$\Delta X_{отн} = \frac{V_{отн\,нач}^2 - V_{отн(конеч)}^2}{2a_{отн}}$$

← |a|≠a

=> За малый Δt, если $\frac{3}{5}\frac{B^2L^2}{mR} = \alpha$:

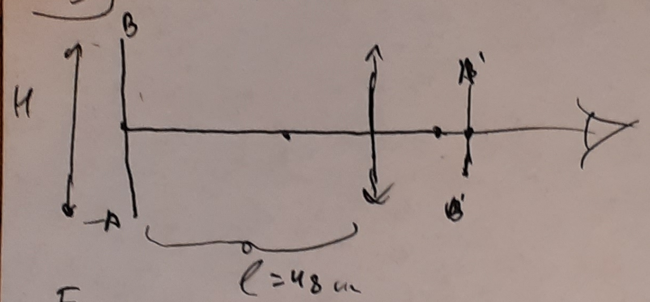
$$\Delta X_{отн} = \frac{V_{отн}^2 - (V_{отн} - \Delta V_{отн})^2}{2\alpha V_{отн}} \approx \frac{2V_{отн}\Delta V_{отн}}{2\alpha V_{отн}}, \quad \Delta V_{отн} > 0$$

$$\Rightarrow \Delta X_{отн} = \frac{\Delta V_{отн}}{\alpha}$$

← просуммируем по ΔV до 0 до V_0:

увелич. на $\boxed{\Delta X = \frac{5V_0\,mR}{3B^2L^2}}$

5) Вар 11-02



~~Фокусное расстояние глаза~~

~~F = 2,4 см~~

Расстояние $l = 4F_1$

=> Изображ.е по формуле тонкой линзы

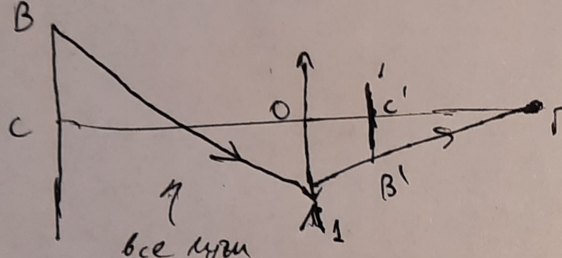
$1/f + 1/4F_1 = \frac{1}{F_1} \Rightarrow f = \frac{4}{3}F_1 = 16$ см

$F_1 = 12$ см

Увеличение линзой $\Gamma = \frac{f}{d} = 1/3 \Rightarrow H' = 3$ см - диаметр изобр.

Расстояние до глаза $\boxed{x = f + 24\text{ см} = 40\text{ см}}$

2) Рассмотрим крайние лучи, они должны попадать в глаз



все лучи выше не попадут в глаз

Из подобия $\triangle \Gamma C'B'$ и $\triangle \Gamma O A_1$

$\frac{x}{R} = \frac{24\text{ см}}{R'} = \Gamma C' \Rightarrow \boxed{R = \frac{x}{24} R' = 2{,}5\text{ см}}$

радиус линзы

радиус изобр. циферблата

3) Если поставить экран вплотную к опт. центру, то часть лучей перестанет быть видна, но изображение всё равно будет видно целиком, более тускло, если поставить в изображение, или на циферблат его часть потеряется а другая будет видна чётко

Возможно, при установке вплотную к опт. центру из-за эффектов дифракции часть лучей отклонятся и картинка станет более размытой. Поставив слева или справа на расстоянии порядка $\lambda = 500$ нм