Часть 1

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

Шифр: **21203800**

ID профиля: **901187**

Вариант 5

Чистовик

1

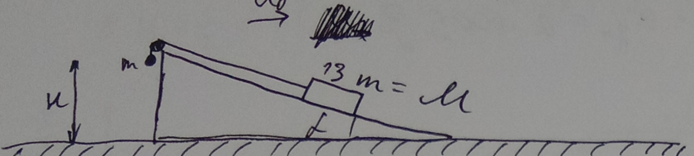
№1.

ускорение клина в лаб. СО.

$\cos\alpha = \frac{12}{13}$, $\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{12^2}{13^2}} = \sqrt{\frac{169-144}{169}} =$

$= \frac{5}{13}$.

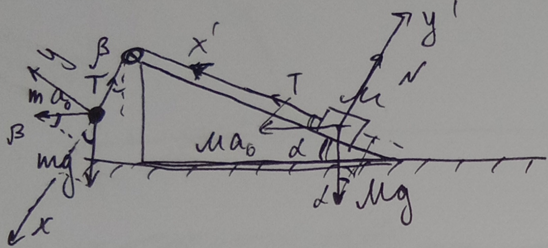
$\cos\beta = \frac{4}{5}$, $\sin\beta = \frac{3}{5}$



Перейдем в СО клина:

Т.к. шарик отклонился влево, клин движется вправо

$\exists \vec{a}$, иначе $\beta = \frac{\pi}{2}$.



Для m: $ma_x = mg$ [redacted] $\beta + ma_0 \cdot \sin\beta - T$

ускорение груза вдоль нити в СО клина

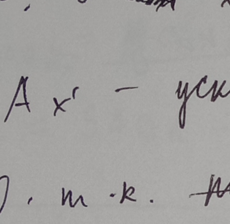
Для M: M [redacted] $A_{x'} = T + Ma_0 \cos\alpha - Mg \cdot \sin\alpha$

a_x и $A_{x'}$ – ускорения грузов вдоль нити.

$A_{y'} = 0$, т.к. ~~по Oy' действуют только N и Mg~~

в ином случае появлялась бы какая-то скорость вдоль Oy' и сила реакции опоры N исчезла или клин деформировался.

В нулевой момент времени в СО клина на шарик действуют силы mg, ma_0 и T. Т.к. в тот момент шарик был прямо рядом с блоком, $\vec{T} \parallel m\vec{g} + m\vec{a}_0$



$tg\beta = \frac{ma_0}{mg} = \frac{a_0}{g}$

$$\boxed{a_0 = g \cdot tg\beta}$$

Чистовик

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

$$tg\,\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\beta} - 1} = \sqrt{\frac{25}{16} - 1} = \sqrt{\frac{9}{16}} = \frac{3}{4}.$$

$$\boxed{a_0 = g \cdot \frac{3}{4}}$$

Т.к. все силы, приложенные к шарику, направлены вдоль нити,

$a_y = 0$, $v_y = 0$.

Тогда

$a_x = A_x' = a$.

$$ma = mg \cdot \cos\beta + m a_0 \cdot \sin\beta - T$$

$$Ma = T + M a_0 \cos\alpha - Mg \cdot \sin\alpha$$

$$(M + m)a = mg\cos\beta + m a_0 \cdot \sin\beta + M a_0 \cdot \cos\alpha - Mg \cdot \sin\alpha$$

$$a = \frac{mg\cos\beta + m a_0 \cdot \sin\beta + M a_0 \cdot \cos\alpha - Mg \cdot \sin\alpha}{M + m} =$$

$$a = \frac{g \cdot \cos\beta + a_0 \cdot \sin\beta + \frac{M}{m} a_0 \cdot \cos\alpha - \frac{M}{m} \sin\alpha \cdot g}{\frac{M}{m} + 1} =$$

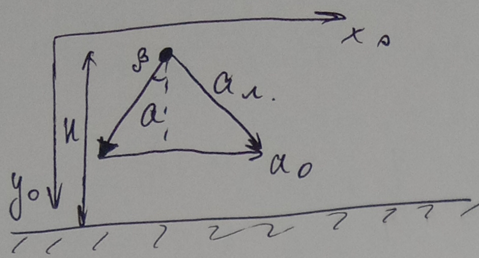
$$= \frac{g \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{4} g \cdot \frac{3}{5} + 13 \cdot \frac{3}{4} g \cdot \frac{12}{13} - 13 \cdot \frac{5}{13} \cdot g}{13 + 1} =$$

$$= \frac{g(0,8 + 0,45 + 9 - 5)}{14} = 0,375 \cdot g$$

Чистовик

3

Переходим в лаб. систему:



$\vec{a_0} \parallel x_0 \Rightarrow$

$a_{л\, y_0} = a_{y_0} = a \cdot \cos\beta$.

$\parallel$

a_1

$$a_1 = a\cdot\cos\beta = g\cdot\frac{0{,}375\cdot 4}{5} = 0{,}3\,g.$$

$$\frac{a_1\tau^2}{2} = h$$

$$\boxed{\tau = \sqrt{\frac{2h}{a_1}} = \sqrt{\frac{20h}{3g}}}$$

Ответ: $a_0 = g\cdot tg\,\beta = \frac{3}{4}g$

$$a = \frac{g\cdot\cos\beta + a_0\cdot\sin\beta + \frac{M}{m}a_0\cdot\cos\alpha - \frac{M}{m}\cdot\sin\alpha\cdot g}{1+\frac{M}{m}} = 0{,}375\,g$$

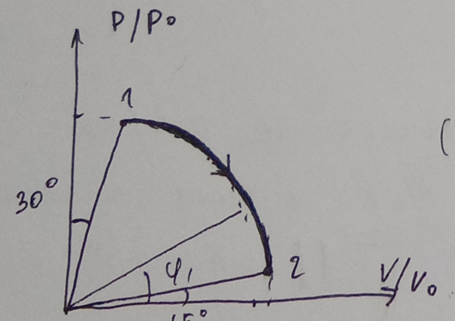
$$\tau = \sqrt{\frac{2h}{a_1}} = \sqrt{\frac{20h}{3g}}$$

№2.

Газ одноатомный, $i = 3$ ~ степени свободы.

1–2 можно описать уравнением:

$$(1)\quad \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = C^2$$ — константа (радиус окр).



$PV = \nu RT$

$\frac{P}{P_0}(1) = C\cdot\cos 30°$

$\frac{V}{V_0}(1) = C\cdot\sin 30°$ — точка 1

$\frac{P}{P_0}(2) = C\cdot\sin 15°$

$\frac{V}{V_0}(2) = C\cdot\cos 15°$. — точка 2

$\frac{P}{P_0}(1)\cdot\frac{V}{V_0}(1)\cdot P_0V_0 = \nu R T(1).$ Чистовик

4

$\frac{P}{P_0}(2)\cdot\frac{V}{V_0}(2)\cdot P_0V_0 = \nu R T(2)$

$c^2\cdot\cos 30^\circ\cdot\sin 30^\circ\cdot P_0V_0 = \nu R T(1)$

$c^2\cdot\cos 15^\circ\cdot\sin 15^\circ\cdot P_0V_0 = \nu R T(2)$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{T(1)}{T(2)} = \frac{\cos 30^\circ\cdot\sin 30^\circ}{\frac{1}{2}\cdot 2\sin 15^\circ\cdot\cos 15^\circ} = \frac{2\cdot\cos 30^\circ\cdot\sin 30^\circ}{\sin(2\cdot 15^\circ)} = \sqrt{3}.$$

Т.к. теплоемкость равна 0, то $\overset{\text{подв. тепло}}{dQ} = 0$

$\left(C = \frac{dQ}{dT}\right) \Rightarrow$ это точка касания адиабаты.

адиабата: $PV^\gamma = const$ (2)

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \left(\frac{i}{2}+1\right)\cdot\frac{2}{i} = \left(\underset{2,5}{\frac{3}{2}+1}\right)\cdot\frac{2}{3} = \boxed{\frac{5}{3} = \gamma}$$

d(1): $\frac{1}{P_0^2}\cdot\cancel{2}P\cdot dP + \frac{1}{V_0^2}\cdot\cancel{2}V\cdot dV = 0.$ $\quad\frac{dP}{dV} = -\frac{V}{V_0^2}\cdot\frac{P_0^2}{P}$

d(2): $V^\gamma\cdot dP + \gamma V^{\gamma-1}\cdot P\cdot dV = 0$

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{\gamma P}{V}$$

В точке касания:

$$\frac{dP}{dV} = -\frac{\gamma P_1}{V_1} = -\frac{V_1}{V_0^2}\cdot\frac{P_0^2}{P_1}$$

$$\gamma\frac{P_1^2}{P_0^2} = \frac{V_1^2}{V_0^2} \qquad \underset{\sqrt{\gamma}}{\sqrt{\frac{5}{3}}}\,\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{V_0}$$

$\frac{V_1}{V_0} = c\cdot\cos\varphi_1, \quad \frac{P_1}{P_0} = c\cdot\sin\varphi_1$

$\mathrm{ctg}\,\varphi_1 = \sqrt{\frac{5}{3}}, \quad \mathrm{tg}\,\varphi_1 = \sqrt{\frac{3}{5}},$

$\boxed{\varphi_1 = 37{,}8^\circ}$

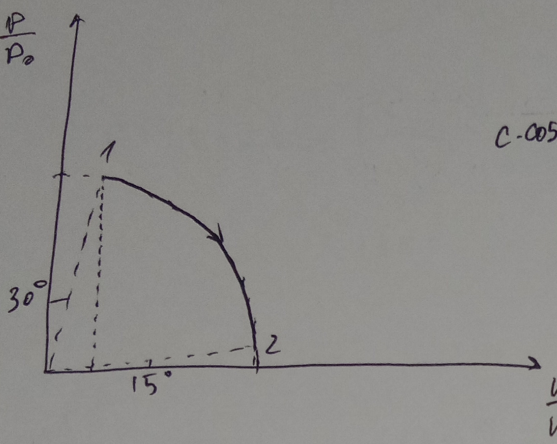
Чистовик

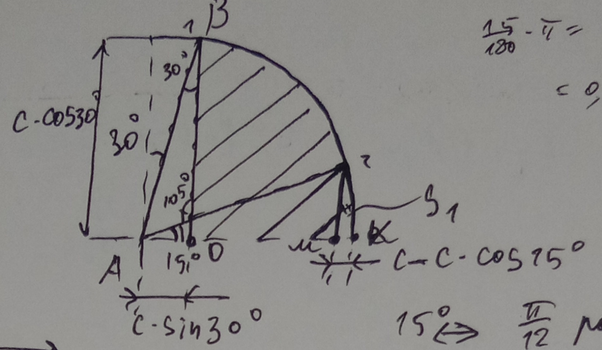
5

Т.к. теплообмен при сжатии пренебрежимо мал,

$\Delta U = -A_{21}$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (\sqrt{3} - 1) T_2 = -A_{21}$





$\frac{15}{180} \cdot \pi = \frac{5}{60} \cdot \pi = \frac{1}{12} \pi = \approx 0{,}262$

$15° \longleftrightarrow \frac{\pi}{12}$ рад.

$30° \longleftrightarrow \frac{\pi}{6}$

$S_{ABK} = C^2 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right) = C^2 \cdot \frac{\pi}{3}$

$S_{BOK} = S_{ABK} - S_{AOB}$

$S_{AOB} = \frac{1}{2} C^2 \cdot \cos \frac{\pi}{6} \cdot \sin \frac{\pi}{6} =$

$= \frac{\sqrt{3} C^2}{8}$

$S_{2мк} = S_{A2K} - S_{A2м} = C^2 \cdot \frac{\pi}{12} - \frac{1}{2} C^2 \cdot \sin \frac{\pi}{12} \cdot \cos \frac{\pi}{12} =$

точке

$= C^2 \left(\frac{\pi}{12} - \frac{1}{4} \cdot \sin \frac{\pi}{6}\right) = \left(\frac{\pi}{12} - \frac{1}{8}\right) C^2$

$S_{BOм2} = S_{ABK} - S_{AOB} - S_{м2K} = \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{8} + \frac{1}{8} - \frac{\pi}{12}\right) C^2 =$

$= \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{3} - 1}{8}\right) C^2.$

⑥ Чистовик

$$A_{12} = S_{вомг} \cdot p_0 V_0 = \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{3}-1}{8}\right) c^2 \cdot p_0 V_0.$$

$$A_{21} = -\frac{3}{2}(\sqrt{3}-1) \cdot \nu R T_2$$

$$\nu R T_2 = c^2 \cdot \cos 75^\circ \cdot \sin 15^\circ \cdot p_0 V_0 = \frac{c^2 \cdot p_0 V_0}{4}$$

$$A_{21} = -\frac{3}{8}(\sqrt{3}-1) \cdot c^2 \cdot p_0 \cdot V_0$$

$$\underset{\overset{\parallel}{A_0}}{A_{за\ цикл}} = A_{21} + A_{12} = c^2 p_0 V_0 \left(\underset{\overset{\wr\wr}{0,785}}{\frac{\pi}{4}} - \underset{\overset{\wr\wr}{0,366}}{\frac{\sqrt{3}-1}{2}}\right) \approx 0,419\, p_0 V_0 \cdot c^2$$

$$\frac{A_0}{A_{12}} = \left(\frac{\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{3}-1}{8}}{\frac{\pi}{4} - \frac{\sqrt{3}-1}{2}}\right)^{-1} \approx \frac{0,419}{0,693} \approx 0,600.$$

Ответ: 2) $\operatorname{tg} \varphi_1 = \sqrt{\frac{3}{5}}$ $(\varphi_1 = 37,8^\circ)$.

1) $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$

3) $\frac{A_0}{A_{12}} = 0,6.$

21203800 (U901187 M1264345)

Часть 2

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

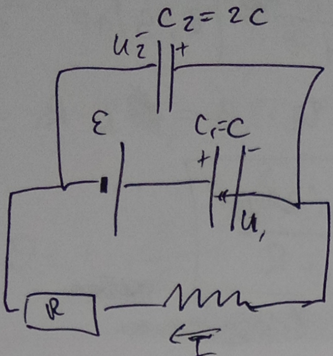
Шифр: **21203800**

ID профиля: **901187**

Вариант 5

Чистовик 1

№3.



До замыкания:

$\varepsilon = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C}$ — на конденсаторах при посл. соед. одинаковый заряд.

— 2-й Кирхгофа для $\varepsilon, C, 2C$-контура.

$q = \frac{2}{3}\varepsilon C$

$U_2 = \frac{\varepsilon}{3}$, $U_1 = \frac{2}{3}\varepsilon$

Сразу после замыкания $I_R = 0 = I_L$ $\Downarrow$ $U_R = 0$.

$U_K = L\frac{dI}{dt} = U_2$

напряжение на катушке

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{3L}}$$

через большое время

После замыкания ключа в системе тока не будет. $\Rightarrow$ падение напряжения на R и L нет.

$U_{C_2} = 0$

$U_{C_1} = \varepsilon$, $\Delta Q_{C_1} = \Delta Q_{ист} = C\varepsilon - \frac{2}{3}\varepsilon \cdot C = \frac{\varepsilon C}{3}$

$A_{ист} = \varepsilon^2 \cdot \frac{C}{3} = \Delta Q_{ист} \cdot \varepsilon.$

$Q_{0C_2} = \frac{U_2^2 \cdot C_2}{2} = \frac{\varepsilon^2}{3} \cdot \frac{2C}{2} = \frac{\varepsilon^2 C}{3}$

нач. энергия на конденсаторах

$Q_{0C_1} = \frac{U_1^2}{2} \cdot C_1 = \frac{2}{9}\varepsilon^2 \cdot C$

конечная энергия.

$Q_к + Q_{выдел.} = Q_{0C_1} + Q_{0C_2} + A_{ист}$

Чистовик. (2).

$$Q_{выд} = \left(\frac{2}{9}+\frac{1}{3}\right)C\mathcal{E}^2 + \frac{\mathcal{E}^2 C}{3} - \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} =$$

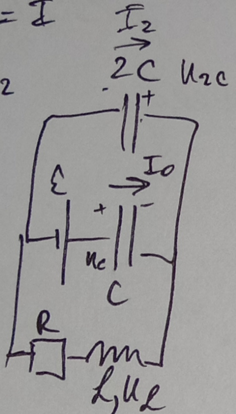
$$= C\mathcal{E}^2\left(\frac{5}{9}+\frac{1}{3}-\frac{1}{2}\right) = \frac{7}{18}C\mathcal{E}^2.$$

$\frac{8}{9}$ $\frac{16}{18}-\frac{9}{18}$

$I_{C_1} = I_0.$

$I_R = I_L = I$

$I_{C_2} = I_2$



$\mathcal{E} = u_C + u_L + I\cdot R$

$u_{2C} = u_L + I\cdot R$

З-н Кирхгофа для $\mathcal{E}$, C, 2C-контура

$$\boxed{2C\mathcal{E} = 2q_C + q_{2C}} \quad \Big| \frac{d}{dt}$$

$\dot{q}_C = I_0$

$\dot{q}_{2C} = -I_2.$

$0 = 2I_0 - I_2$

$I_2 = 2I_0.$

$I = I_0 + I_2 = 3I_0.$

Ответ! $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$

$Q_{выд} = \frac{7}{18}C\mathcal{E}^2$

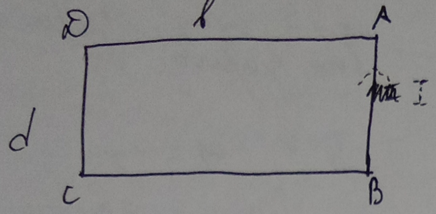
$I(I_0) = 3I_0$

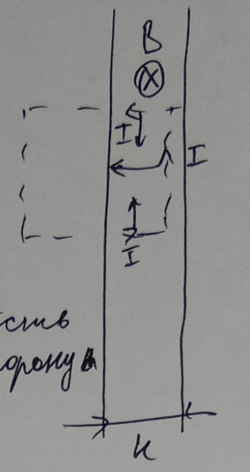
Чистовик. 3

№ 4.

$$\varepsilon = \frac{d}{dt}(\bar{B};\bar{S}) = d\cdot v\cdot B = I\cdot R$$

$$\boxed{I = \frac{dvB}{R}}$$





Сила ампера, действ на сторону AB будет замедлять рамку, на сторону от AD и CB силы скомпенсируют друг друга

$$m\frac{dv}{dt} = -\frac{v\cdot B^2}{R}\cdot d^2$$

$$\frac{dv}{dt} = a(v_0)_{t=0} = -\frac{v_0 B^2 d^2}{R}$$

Сила перестаёт действовать, когда AB выходит из поля,

$$m\,dv = -\frac{B^2 d^2}{R} v\,dt$$

$$m(v_0 - v_1) = \frac{B^2 d^2}{R}\cdot H$$

$$\boxed{v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^2 H}{mR}} = v_0 - \frac{B^2 d^3}{3mR}$$

Аналогично для DC в поле (ток направлен в другую сторону т.к. поток уменьшается).

$$m\frac{dv}{dt} = \frac{vB^2\cdot d^2}{R}$$

Чистовик

И

$$m\,dv = -\frac{vB^2d^2}{R}\,dt$$

$$v_2 - v_1 = -\frac{B^2d^3}{3mR}$$

$$v_2 = v_1 - \frac{B^2d^3}{3mR} = v_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2d^3}{mR}$$

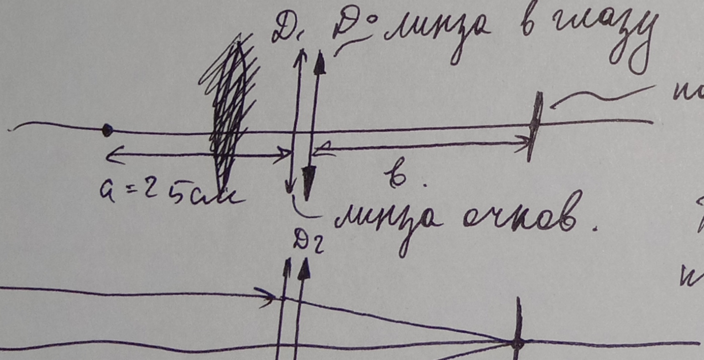
во время, когда AB вышла из поля, а DC - не зашла, сила на рамку не действует т.к. нет тока.

Ответ: $a(t=0) = -\frac{v_0B^2d^2}{R}$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{3mR}$$

$$v_2 = v_0 - \frac{2B^2d^3}{3mR}$$

№5.



Т.к. предел аккомодации = 0 то опт. сила глаза не меняется* при рассмотрении далёких предметов (дальше верхнего предела аккомодации).

При близорукости опт. сила очков < 0. Тогда. $D_2 = 2D_1$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D_1 + D_0$$

$$\frac{1}{b} = D_2 + D_0$$

*: расстояние до сетчатки - тоже.

Чистовик. 5.

$\frac{1}{a}+\frac{1}{b} = D_1 + D_0$ $\qquad D_2 = 2D_1 = -\frac{2}{a} = -\frac{2}{0{,}25} = -8$ Дптр

$\frac{1}{b} = 2D_1 + D_0$

$D_0 = \frac{1}{b'} + \frac{1}{a'}$

$\underbrace{D_0 = \frac{1}{b} + \overset{\frac{1}{x}\,\|}{\frac{2}{a}}}$ условие на прочтение без очков.

$\frac{2}{a} = \frac{1}{x}$

$x_{max} = \frac{a}{2} = 12{,}5$ см.

$\frac{1}{2a}+\frac{1}{b} = D + D_0$ — опт. сила, необходимая для того, чтобы работать на компьютере.

$\frac{1}{2a}-\frac{1}{a} = D - D_1$

$\frac{1}{2a}-\frac{1}{a} = D = \frac{1}{0{,}5} - \frac{2}{0{,}25} = 2 - 8 = -6$ Дптр.

Ответ: $x \in [0; 12{,}5]$ см — „почти нулевой предел аккомодации".

$D = -6$ Дптр.

$D_2 = -8$ Дптр.