Часть 1

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

Шифр: **21200538**

ID профиля: **820810**

Вариант 3

Чистовик.

№2.

$\nu,\ T_0,\ c(T)=3R\dfrac{T}{T_0}$

1) Q_1 — ?

2) T_{min} — ?

3) A_{min} — ?

1. По определению теплоёмкости $c(T)=\dfrac{dQ}{\nu dT}$, $\Rightarrow Q=\int \nu c(T)\,dT$; т.к. здесь Q — теплота, подведённая к газу, $Q_1=-Q$. Тогда

$$Q_1=-\int_{T_0}^{0{,}6T_0} 3R\frac{\nu T}{T_0}\,dT=-\frac{\nu 3R}{T_0}\int_{T_0}^{0{,}6T_0} T\,dT=$$

$$=-\frac{\nu 3R}{2T_0}\left(\frac{3^2}{5^2}T_0^2-T_0^2\right)=-\frac{\nu 3R}{2T_0}\left(T_0^2\left(\frac{9}{25}-\frac{25}{25}\right)\right)=1{,}5RT_0\cdot\frac{16}{25}\nu.$$

$$Q_1=\frac{\nu 3\cdot 16}{2\cdot 25}\cdot R\cdot T_0=\frac{24}{25}\nu RT_0.$$

2. $Q'=\Delta U'+A$; Теплота Q, отданная газом, равна $Q=-Q'$, а модуль $\Delta U'$ равен $|\Delta U'|=-\Delta U$. Тогда $A=\Delta U-Q$. При охлаждении от T_0 до T_{min}:

$$A=\frac{3}{2}\nu R\left(T_0-T_{min}\right)-\frac{3\nu R}{2T_0}\left(T_0^2-T_{min}^2\right)=\frac{3}{2}\nu RT_0-\frac{3}{2}\nu RT_{min}-$$

$$-\frac{3\nu R}{2}T_0+\frac{3\nu RT_{min}^2}{2T_0}=\frac{3\nu RT_{min}^2}{2T_0}-\frac{3}{2}\nu RT_{min}.$$

$$A'(T)=\frac{3\nu R}{T_0}\cdot T-\frac{3}{2}\nu R.\quad A'(T)=0\Longleftrightarrow T=T_{min}=\frac{3\nu R\cdot T_0}{2\cdot 3\nu R}=\frac{T_0}{2}.$$

$$A_{min}=A(T_{min})=\frac{3\nu RT_0^2}{4\cdot 2\cdot T_0}-\frac{3\cdot\nu\cdot RT_0}{4}=-\frac{3\nu RT_0}{8}.$$

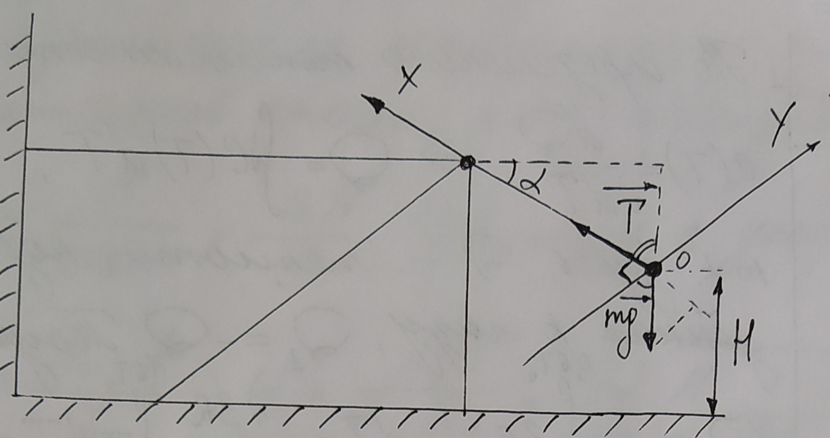
Ответ: 1) $Q_1=\dfrac{24}{25}\nu RT_0$; 2) $T_{min}=\dfrac{T_0}{2}$; 3) $A_{min}=-0{,}125\nu RT_0$.

1

21200538 (U820810 M1268904)

Чистовик

№1.



1. На шарик действуют $\vec{T}$ и $m\vec{g}$, причём $T = mg\cdot\cos(90° - \alpha) = mg\sin\alpha$, m – масса шарика, откуда следует, что ускорение шарика по Ox равно нулю; $ma_y = ma_ш = mg\cdot\cos(90° - (90° - \alpha)) = mg\cos\alpha$; значит, ускорение направлено под углом $\beta = 90° - \alpha$ к горизонту. $\sin\beta = \frac{5}{13}$.

2. Ускорение клина есть ускорение блока на нём. Ускорение блока есть проекция ускорения шарика на горизонтальную ось: $a = g\cdot\cos\alpha\cdot\cos\beta = \frac{60}{169}\cdot g$.

3. На клин в проекции на горизонтальную ось:

$$Ma = T - T\cdot\cos\alpha = mg\sin\alpha(1 - \cos\alpha).$$

$$\frac{m}{M} = \frac{a}{g\sin\alpha(1-\cos\alpha)},$$ где a – ускорение клина;

$$\frac{m}{M} = \frac{g\cdot\cos\alpha\cdot\sin\alpha}{g\sin\alpha - g\sin\alpha\cdot\cos\alpha} = \frac{60}{169\left(\frac{12}{13} - \frac{60}{169}\right)} = \frac{60}{169\cdot\frac{96}{169}}.$$

$$\frac{m}{M} = 0{,}625 = \frac{5}{8}.$$

4. В начальный момент времени скорость

Чистовик №1 (продолжение).

шара была равна нулю, поэтому его скорость и перемещение сонаправлены с его ускорением. Достигнув стола, шар пройдёт расстояние

$S = \frac{H}{\cos\alpha} = \frac{13H}{5}$. Двигаясь с ускорением при $v_0 = 0$

$S = \frac{a_ш \cdot t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2S}{a_ш}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\cos\alpha \cdot g \cdot \cos\alpha}} = \frac{1}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{13}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}$.

Ответ: 1) $\sin\beta = \frac{5}{13}$; 2) $a = \frac{60}{169}g$; 3) $\frac{m}{M} = \frac{5}{8}$; 4) $t = \frac{13}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}$.

Часть 2

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

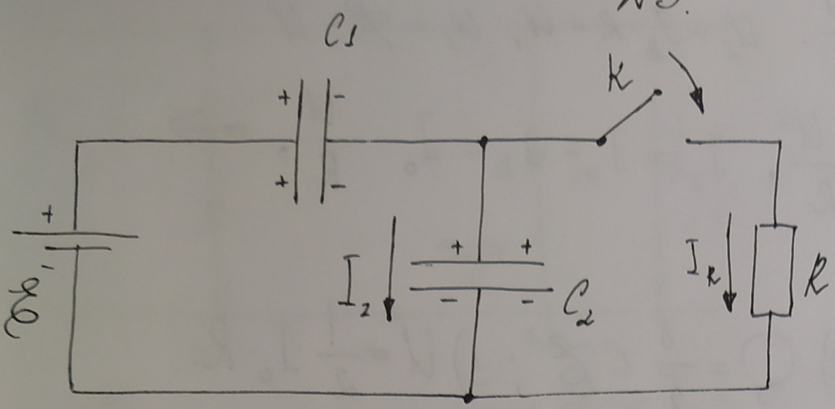
Шифр: **21200538**

ID профиля: **820810**

Вариант 3

Чистовик

№3.



$\mathcal{E}$, R, $C_2 = C$, $C_1 = 4C$.

1) I_R — ?

2) Q — ?

3) $U(I_0)$ — ?

1. При разомкнутом ключе

$\mathcal{E} = U_{C_1} + U_{C_2} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$. $C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4C\cdot C}{5C} = 0{,}8C$.

$q = \mathcal{E}\cdot C_0 = q_1 = q_2 = \frac{4}{5} C\mathcal{E}$. $U_1 = q_1/C_1 = \frac{4}{5} C\mathcal{E}/4\cdot C = \frac{4C\mathcal{E}}{5\cdot 4C} = \frac{\mathcal{E}}{5}$.

$q_2/C_2 = U_2 = \frac{4C\mathcal{E}}{5\cdot C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$.

2. После замыкания ключа $I_R\cdot R = U_2$, $\Rightarrow \underline{I_R = \frac{4\mathcal{E}}{5\cdot R}}$.

В момент нового установившегося режима $U_2 = 0$, $U_1 = \mathcal{E}$. Тогда по ЗСЭ

$$\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_1 + \Delta W_2 + Q = \left(\frac{4C\cdot\mathcal{E}^2}{2} - \frac{4C\cdot\mathcal{E}^2}{50}\right) + \left(0 - \frac{C\cdot 16\mathcal{E}^2}{50}\right) + Q =$$

$$= \frac{80\mathcal{E}^2 C}{50} + Q = \frac{8C\mathcal{E}^2}{5} + Q.$$ $\Delta q = \Delta q_{C_1} = 4C\cdot\mathcal{E} - \frac{4C\mathcal{E}}{5} = \frac{16C\mathcal{E}}{5}$.

$\frac{16}{5}C\mathcal{E}^2 = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2 + Q$, $Q = \frac{8C\mathcal{E}^2}{5}$.

3. $I_0 = I_2 + I_R$, $\mathcal{E} = U_1 + U_2$, $U_2 = I_R\cdot R$.

ЗСЭ: $\mathcal{E}\Delta q = \Delta W_1 + \Delta W_2 + Q \,|\, :\Delta t$.

Чистовик №3 (продолжение).

$\mathcal{E}\cdot I_0 = I_0\cdot U_1 + I_2\cdot U_2 + \frac{U^2}{R}$. $U_2 = I_R\cdot R = U$, $U_1 = \mathcal{E} - U$

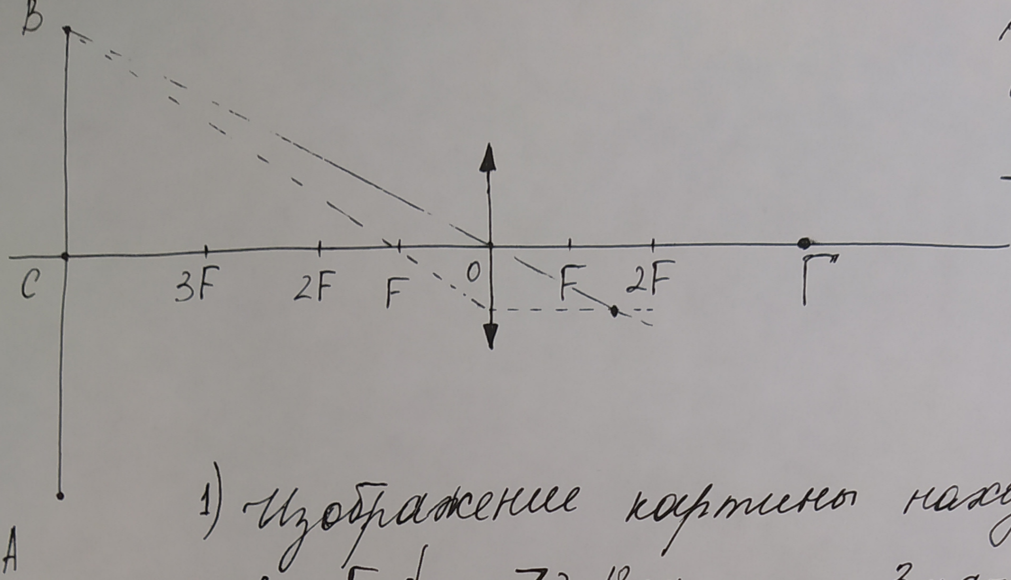
$\mathcal{E} I_0 = I_0(\mathcal{E} - U) + I_2\cdot U + \frac{U^2}{R}$, $I_2 = I_0 - I_R = I_0 - \frac{U}{R}$, $\Longrightarrow$

$U = I_0\cdot R\cdot\frac{1}{2}$.

Ответ: 1) $I_R = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$; 2) $Q = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2$; 3) $U = \frac{1}{2}\cdot I_0\cdot R$.

Чистовик

№5.



$AC = BC = \frac{H}{2}$;
$OC = 72$ см,
$F = 18$ см.

---

1) x – ?
2) D_m – ?
3) l – ?

1) Изображение картины находится на р-нии $f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{72 \cdot 18 \text{ см}}{72 - 18} = 24$ см. Значит, $x = 24$ см $+ 24$ см $=$ $\underline{= 48 \text{ см}}$.

2) Если наблюдатель хочет увидеть всё, необходимо, чтобы лучи из точек A и B, идущие через фокус, попали на края линзы. Тогда

$D_m = H \cdot Г = H \cdot \frac{f}{d} = 9 \cdot \frac{24}{72}$ см $= 3$ см.

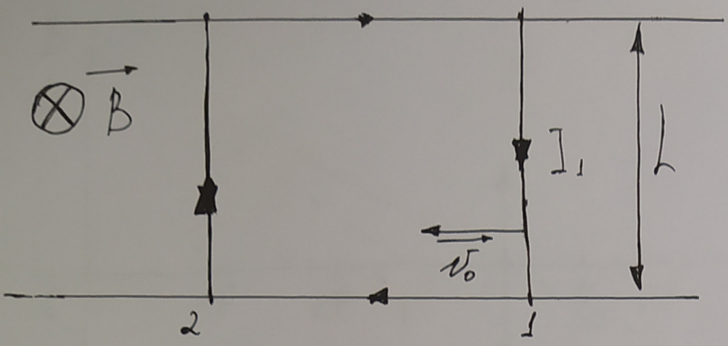
3) Экран нужно разместить в фокусе линзы справа от неё.

Ответ: 1) $x = 48$ см; 2) $D_m = 3$ см; 3) $l = 18$ см, справа.

4

Чистовик

№4.



1: $2m$, R;

2: m, $3R$

v_0

1) a_1 – ?

3) s_0; s – ?

2) v_1, v_2 – ?

1. Перемычки покоились, ⇒ тока в контуре не было.

По закону ЭМИ $\mathcal{E}_i = -\Phi' = -B\cdot S'_t = -B\cdot L\cdot \frac{ds}{dt} = B\cdot L\cdot v_0$,

т.к. $ds < 0$.

По з-ну Ома $I_1 = I = \frac{\mathcal{E}_i}{R+3R} = \frac{B\cdot L\cdot v_0}{4R}$.

$F_A = B\cdot I_1 L = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v_0}{4R} = 2ma_1$; $a_1 = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v_0}{8mR}$.

2. Сила Ампера стремится растолкнуть перемычки (в начале движения). Ускорение второй перемычки в любой момент времени равно

$a_2 = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v}{4mR}$, где v – относительная скорость одной из перемычек отн-но другой. Аналогично

$a_1 = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v}{8mR}$. Режим будет установившимся при

$v = v_{отн.} = 0$.

Ответ: 1) $a_1 = \frac{B^2 L^2 v_0}{8mR}$.