Часть 1

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

Шифр: **21201030**

ID профиля: **350153**

Вариант 4

С другой стороны из-за неизменности α горизонтальное перемещение шара пропорционально вертикальному:

$a_x \, tg\alpha - g = a_y$ (2)

~~из (1) и (2)~~ из (1): $a_x \, tg\alpha = a_y + a_{кл} \, tg\alpha$, подст во (2)

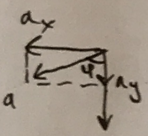
$a_y + a_{кл} \, tg\alpha = a_y + g$, откуда

2) $a_{кл} = \frac{g}{tg\alpha} = g \, ctg\alpha = \frac{8g}{15}$.

3) $T\cos\alpha = ma_x$

$T(1-\cos\alpha) = Ma_{кл}$

$\frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha} \frac{a_{кл}}{a_x}$

1) 

φ - угол м/у ускорением и вертикалью.

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

$ctg\alpha = \frac{a_x}{a_y+g}$

$a_x = \frac{8}{15}(a_y+g)$

$15a_x = 8a_y + 8g$.

$a_{полное} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{a_y^2 + \left(\frac{8}{15}(a_y+g)\right)^2}$

Чистовик

4

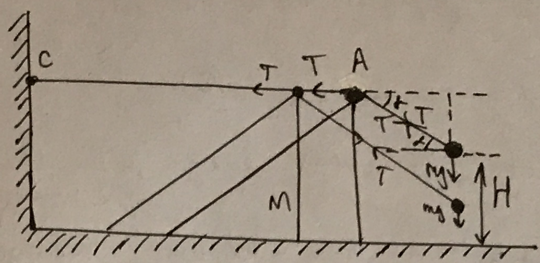
Вариант 11-04 Чистовик

№1

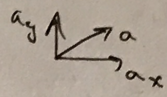
Дано:

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

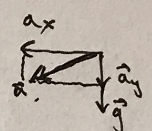
H



$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{15}{17}$



Запишем уравнения 2 закона Ньютона для шарика, где a_x и a_y - вертикальная и горизонтальная проекции ускорения:



$$\begin{cases} T\cos\alpha = ma_x \\ T\sin\alpha - mg = ma_y. \end{cases}$$

Для клина: $T - T\cos\alpha = Ma_{кл}$ - где $a_{кл}$ - ускорение клина.

Т.к. угол м/у нитью и горизонталью не изменяется, то перемещение клина по горизонтали пропорционально перемещению шара по вертикали с коэф. проп. $tg\,\alpha$.

x - перемещение (гориз)
y - перемещ (вертик)

$(x - x_{кл})\,tg\,\alpha = y$, дифференцируем по времени дважды:

$(a_x - a_{кл})\,tg\,\alpha = a_y$. (1)

Вариант 11-04 Чистовик.

N2.

Дано:

υ

T_0

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

1) $Q = c\upsilon\Delta T$

$Q = c\upsilon(T - T_0)$, подставим c и получим:

$$dQ = \frac{9\upsilon RT}{5T_0} \cdot dT$$

$$dQ = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot T dT, \quad \int_0^Q dQ = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot \int_{T_0}^{T} T dT = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot \left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right).$$

$Q = \frac{9\upsilon R}{10T_0} \cdot (T^2 - T_0^2)$ в общем случае.

При $T = \frac{3}{4}T_0$ получим:

$$Q = \frac{9\upsilon R}{10T_0} \cdot \left(\left(\frac{3}{4}T_0\right)^2 - T_0^2\right) = \frac{9\upsilon R \cdot T_0^2 \cdot 7}{10T_0 \cdot 16} = \frac{63\upsilon RT_0}{160}.$$

2) $Q = \Delta U + A$, с другой стороны $Q = c\upsilon\Delta T$.

Пусть T_1 – температура, до которой нужно охладить газ, чтобы он совершил минимальную работу.

1

Тогда: Чистовик.

$$c\nu\Delta T = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0)$$

$$c\nu\Delta T = \frac{9\nu R}{10T_0}(T_1^2 - T_0^2)$$ (из 1 пункта).

Приравнивая получим:

$$\frac{9\nu R}{10T_0}(T_1^2 - T_0^2) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) + A,$$ откуда

$$A = \frac{9\nu R}{10T_0}(T_1^2 - T_0^2) - \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0).$$

$$A = \frac{3\nu R}{10T_0}\left(3(T_1^2 - T_0^2) - 5T_0(T_1 - T_0)\right)$$

$$A = \frac{3\nu R}{10T_0}(3T_1^2 - 3T_0^2 - 5T_0T_1 + 5T_0^2)$$

$$A = \frac{3\nu R}{10T_0}(3T_1^2 - 5T_0T_1 + 2T_0^2)$$

$A \sim (3T_1^2 - 5T_0T_1 + 2T_0^2) \leftarrow$ парабола, ветви вверх,

наименьшее значение в абсциссе вершины: (в нашем случае T').
найдем абсциссу вершины $T' = \frac{-5T_0}{-3\cdot 2}$.

$3T_1^2 - 5T_0T_1 + 2T_0^2$.

$T' = T_1 = \frac{-5T_0}{-3\cdot 2} = \frac{5}{6}T_0$ – при охлаждении до $\frac{5}{6}T_0$ работа будут минимальны.

3) $A_{min} = \frac{3\nu R}{10T_0}\left(3\cdot\frac{25}{36}T_0^2 - 5\cdot T_0\cdot\frac{5}{6}T_0 + 2T_0^2\right) = \frac{3\nu R}{10T_0}\cdot\left(\frac{75T_0^2}{36} - \frac{25T_0^2}{6} + 2T_0^2\right) = \frac{3\nu R}{10T_0}\left(\frac{75 - 25\cdot 6 + 36\cdot 2}{36}T_0^2\right) = -\frac{\nu RT_0}{40}$

Ответ. 1) $\frac{63\nu RT_0}{160}$; 2) $\frac{5}{6}T_0$ 3) $-\frac{\nu RT_0}{40}$.

2

Часть 2

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

Шифр: **21201030**

ID профиля: **350153**

Вариант 4

Вариант 11-04 Чистовик

№4

Дано:

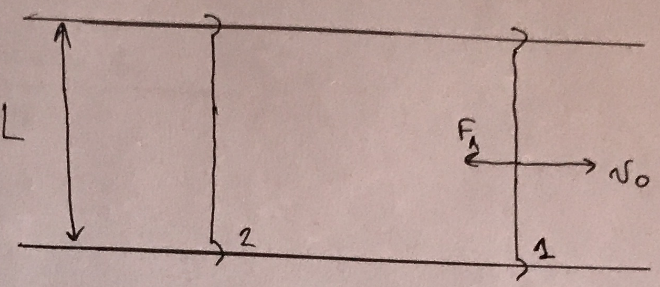
B, L, v_0

$m_1 = 2m$

$R_1 = R$

$m_2 = \frac{m}{2}$

$R_2 = 5R$



1) После того, как перемычка 1 придет в движение, возникнет ЭДС индукции.

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{BS}{\Delta t} = -\frac{B\cdot L\cdot\Delta x}{\Delta t} = -\frac{BL\cdot\Delta t\cdot v_0}{\Delta t} = -BLv_0.$$

Возникает сила F_{A_1}, напр. влево, $F_{A_1} = BIL = \frac{BL\cdot(-BLv_0)}{5R} = -\frac{B^2L^2v_0}{5R}$

По 2 закону Ньютона:

$ma = -F_{A_1}$

$2ma_1 = -\frac{B^2L^2v_0}{5R}$, тогда $a = -\frac{B^2L^2v_0}{10Rm}$ – напр. влево.

2) Через большой промежуток времени $a_1 = a_2 = 0$

$v_1 = v_2 = 0$, увеличение расстояния найдем по ЗСЭ:

$\frac{2mv_0^2}{2} = F_{A_1}\cdot S$, откуда $S = \frac{2mv_0^2}{2F_{A_1}} = \frac{mv_0^2}{F_{A_1}} = \frac{mv_0\cdot 5R}{B^2L^2}$.

Ответ. 1) $a = -\frac{B^2L^2v_0}{5R}$ 2) $v_1 = v_2 = 0$ м/с)

3) $S = \frac{mv_0\cdot 5R}{B^2L^2}$

3

Вариант 11-04 Чистовик.

N2.

Дано:

υ

T_0

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

1) $Q = c\upsilon\Delta T$

$Q = c\upsilon(T - T_0)$, подставим c и получим:

$$dQ = \frac{9\upsilon RT}{5T_0} \cdot dT$$

$$dQ = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot T\,dT, \quad \int_0^Q dQ = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot \int_{T_0}^{T} T\,dT = \frac{9\upsilon R}{5T_0} \cdot \left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right).$$

$Q = \frac{9\upsilon R}{10\,T_0} \cdot (T^2 - T_0^2)$ в общем случае.

При $T = \frac{3}{4} T_0$ получим:

$$Q = \frac{9\upsilon R}{10 T_0} \cdot \left(\left(\frac{3}{4}T_0\right)^2 - T_0^2\right) = \frac{9\upsilon R \cdot T_0^2 \cdot 7}{10 T_0 \cdot 16} = \frac{63\,\upsilon R T_0}{160}.$$

2) $Q = \Delta U + A$, с другой стороны $Q = c\upsilon\Delta T$.

Пусть T_1 – температура, до которой нужно охладить газ, чтобы он совершил минимальную работу.

1

21201030 (U350153 M1262718)

Вариант 11-04

№5

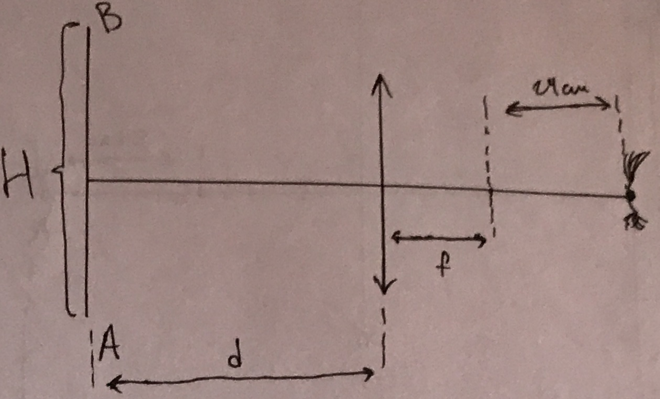
Чистовик.

Дано:

$F = 24$ см

$H = 9$ см

$d = 96$ см



1) По правилу тонкой линзы:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, откуда $f = \frac{dF}{d-F} = \frac{2304}{96-24} = 32$ (см).

$x = f + x = 56$ (см).

2) Для того, чтобы глаз увидел циферблат целиком, необходимо, чтобы $D_м$ был равен диаметру изображения, даваемого линзой.

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{32}{96} = \frac{1}{3}$, тогда: $\frac{H_{изобр}}{H} = \frac{1}{3}$, т.е. $D_м = \frac{1}{3}H = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$ (см).

~~3~~ 4

По закону сохранения энергии:

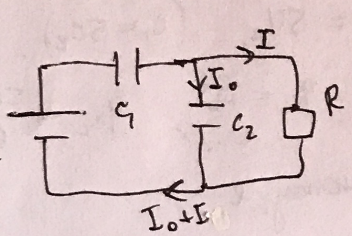
$$A_{ист} = \Delta W_{c_1} + \Delta W_{c_2} + Q.$$

$$\frac{25c\mathcal{E}^2}{6} = \frac{5C}{2}\cdot\frac{35\mathcal{E}^2}{36} - \frac{25c\mathcal{E}^2}{36} + Q,$$ откуда

$$Q = \left(\frac{300 - 175 + 50}{72}\right)c\mathcal{E}^2$$

$$Q = \frac{175}{72}c\mathcal{E}^2$$

3) Пусть в какой-то момент через c_2 течет ток I_0; через резистор I.



$$U_{c_2} = IR$$

$$\mathcal{E} = U_{c_1} + U_{c_2}$$

$$\mathcal{E} = U_{c_1} + IR$$

$$\mathcal{E} = \left(\frac{\mathcal{E}}{6} + \frac{q_1}{c_1}\right) + \left(\frac{5\mathcal{E}}{6} - \frac{q_2}{c_2}\right)$$ – заряд перетекает с c_2 на c_1

$\frac{q_1}{c_1} = \frac{q_2}{c_2} \Rightarrow 5q_1 = q_2$, общий ток не меняется и равен $\frac{5\mathcal{E}}{6R}$,

тогда: по 1 закону Кирхгофа:

$$I = \frac{5\mathcal{E}}{6R} - I_0 = \frac{5\mathcal{E} - I_0\cdot 6R}{6R}.$$

Ответ. 1) $\frac{5\mathcal{E}}{6R}$ 2) $\frac{175}{72}c\mathcal{E}^2$ 3) $\frac{5\mathcal{E} - 6I_0R}{R}$.

2