

Часть 1

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

Шифр: **21202269**

ID профиля: **321301**

Вариант 3

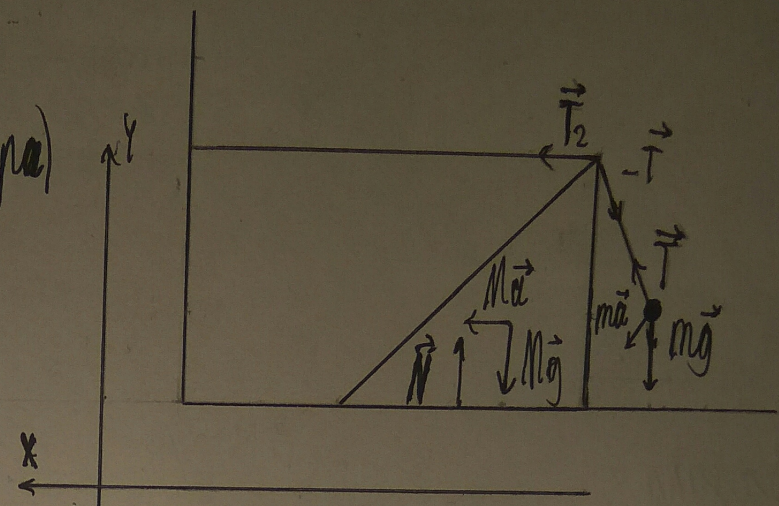
Чистовик.

Задача 1.

$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$ (2-ой закон Ньютона для шара)

x. $T \cos \alpha = ma_x$
 $a_x = \frac{T}{m} \cdot \frac{5}{13}$

y. $T \sin \alpha - mg = ma_y$
 $a_y = \frac{T}{m} \cdot \frac{12}{13} - g$



$\vec{T}_2 - \vec{T} + M\vec{g} + \vec{N} = M\vec{a}_2$ (2-ой зак. Ньютона для клина и блока)

x. $T_2 - T \cos \alpha = Ma_2$

$T - T \cdot \frac{5}{13} = Ma_2$ ($T_2 = T$, т.к. сила натяж. верев. везде одинак. по всей длине)

$a_2 = \frac{T}{M} \cdot \frac{8}{13} = \frac{T}{m} \cdot \frac{8M}{13M}$

$(\frac{T}{m} \cdot \frac{5}{13} - a_2 = \frac{T}{m} \cdot \frac{5}{12} - \frac{5g}{12} \Rightarrow a_2 = \frac{5}{12}g)$

$a = const \Rightarrow \vec{a} - \vec{a}_2 \parallel \vec{T} \Rightarrow \frac{a_x - a_2}{a_y} = \frac{T_x}{T_y} = \frac{5}{12} \Rightarrow a_x - a_2 = \frac{5}{12} a_y \Rightarrow \frac{T}{m} \cdot \frac{5}{13} - \frac{T}{M} \cdot \frac{8}{13} = \frac{5}{12} (\frac{T}{m} \cdot \frac{12}{13} - g) \Rightarrow a_2 = \frac{5}{12}g$

$a_x = |\vec{a} - \vec{a}_2|$, т.к. длина веревки постоянна, $(\vec{a} - \vec{a}_2)$ направлен вправо-вниз.

$a_2 = |\vec{a} - \vec{a}_2|$, $\vec{a} - \vec{a}_2 \parallel -\vec{T} \Rightarrow a_2 = -\frac{13}{12} (\vec{a} - \vec{a}_2)_y = -\frac{13}{12} a_y = -\frac{T}{m} + \frac{13}{12}g$

$\frac{5}{12}g = a_2 = -\frac{T}{m} + \frac{13}{12}g \Rightarrow \frac{T}{m} = \frac{2}{3}g$ ($a_2 = -\frac{13}{12} (\vec{a} - \vec{a}_2)_y = -\frac{13}{12} a_y = -\frac{T}{m} + \frac{13}{12}g$)

$a_x = \frac{T}{m} \cdot \frac{5}{13} = \frac{10}{39}g$ $a_y = \frac{T}{m} \cdot \frac{12}{13} - g = -\frac{5}{13}g$ $a_2 = \frac{5}{12}g = 4,17 \mu/c^2$

$tg(\vec{a}) = \frac{a_y}{a_x} = -1,5$ (угл отн. горизонта)

1) Ответ: $arctg(-1,5)$ (влево-вниз).

2) Ответ: $\frac{5}{12}g = 4,17 \mu/c^2$.

$a_2: \frac{T}{m} = \frac{5}{12}g: \frac{2}{3}g \Rightarrow \frac{8m}{13M} = \frac{5}{8} \Rightarrow 64m = 65M \Rightarrow M:m = 64:65$

3) Ответ: $m:M = 65:64$.

$H = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{26H}{5g}}$

4) Ответ: $\sqrt{\frac{26H}{5g}}$

лист 1 из 2

числовик.

Задача 2.

$$C_T = 3R \cdot \frac{T}{T_0} \Rightarrow Q = \int_{T_0}^{T_1} \nu C_T dT = \frac{3\nu R}{T_0} \cdot \int_{T_0}^{T_1} T dT = \frac{3\nu R}{T_0} \cdot \frac{(T_1^2 - T_0^2)}{2} = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot (T_1^2 - T_0^2)$$

$$Q_T = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot (T_1^2 - T_0^2)$$

$$Q_{\frac{3}{5}T_0} = \left| \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot \left(\left(\frac{3}{5}T_0\right)^2 - T_0^2 \right) \right| = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot \frac{16}{25} T_0^2 = \frac{24}{25} \cdot \nu R T_0$$

1) Ответ: $0,96 \nu R T_0$

$$\Delta U = \nu C_V \Delta T = \nu \cdot 1,5R \cdot \Delta T = 1,5\nu R (T - T_0)$$

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U \Rightarrow A = \frac{3\nu R}{2T_0} \left((T^2 - T_0^2) - T_0(T - T_0) \right) = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot T(T - T_0)$$

$$A = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot T(T - T_0)$$

$$\frac{3\nu R}{2T_0} = \text{const} \Rightarrow A - \text{максим. при максим. } T(T - T_0)$$

$$(T(T - T_0))' = (T^2 - TT_0)' = 2T - T_0 \Rightarrow T(T - T_0) - \text{максимально при } T = 0,5T_0$$

$$T(T - T_0) = \left(T - \frac{T_0}{2}\right)^2 - \frac{T_0^2}{4} \Rightarrow T(T - T_0) - \text{напр. с вем. вверх}$$

2) Ответ: $0,5T_0$

$$A_{\text{мин.}} = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot \frac{T_0}{2} \left(\frac{T_0}{2} - T_0 \right) = \frac{3\nu R}{2T_0} \cdot \left(-\frac{T_0^2}{4} \right) = -\frac{3\nu R T_0}{8}$$

3) Ответ: $-0,375 \nu R T_0$

мкм 2 из 2

Часть 2

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

Шифр: **21202269**

ID профиля: **321301**

Вариант 3

Задача 3.

Поскольку конденсаторы изначально незаряды, их заряд до замыкания ключа нулевой, т.к. заряд со стороны источника и со стороны ключа не могут переходить друг к другу.

Пусть q_0 - нач. заряд конд. (перед замык. ключа), $U_{1,0}$ и $U_{2,0}$ их напряжения, $I_{r,0}$ ток, ток же через резистор.

$$\varepsilon = U_{1,0} + U_{2,0} = \frac{q_0}{4C} + \frac{q_0}{C} = \frac{5}{4} \cdot \frac{q_0}{C} \Rightarrow q_0 = \frac{4}{5} C \varepsilon$$

$$I_{r,0} = \frac{U_{2,0}}{R} = \frac{q_0}{CR} = \frac{4\varepsilon}{5R}$$

1) Ответ: $0,8 \varepsilon / R$.

$$E_{n,0} = E_{1,0} + E_{2,0} = \frac{4C U_{1,0}^2}{2} + \frac{C U_{2,0}^2}{2} = \frac{q_0^2}{2 \cdot 4C} + \frac{q_0^2}{2C} = \frac{q_0^2}{8C} + \frac{q_0^2}{2C} = \frac{5}{8} \cdot \frac{q_0^2}{C} = \frac{2}{5} \cdot \varepsilon^2 C$$

($E_{1,0}$ и $E_{2,0}$ - начальные энергии конденсаторов)

Через какое время после замыкания 1-й конденсатор зарядится до напр. источ., а 2-й полностью разряд., т.к. нулев. ток через резистор будет означать нулев. напряж. на нем.

$$E_{n,1} = E_{1,1} + E_{2,1} = \frac{4C \cdot \varepsilon^2}{2} + 0 = 2 \varepsilon^2 C$$

($E_{1,1}$ и $E_{2,1}$ - иттовые эерг. конд.)

$$A_{ист.} = \varepsilon \cdot (q_1 - q_0) = \varepsilon \cdot (4C\varepsilon - \frac{4}{5}C\varepsilon) = \frac{16}{5} \varepsilon^2 C$$

(работа источника тока)

$$Q = E_{n,0} - E_{n,1} + A_{ист.} = \frac{2}{5} \varepsilon^2 C - 2 \varepsilon^2 C + \frac{16}{5} \varepsilon^2 C = \frac{8}{5} \varepsilon^2 C$$

2) Ответ: $\frac{8}{5} \varepsilon^2 C$.

Пусть U_r - напр. на резист., I_2 - ток через C_2 , q_1 и q_2 - заряды кондем..

$$q_1 = 4C \cdot (\varepsilon - U_r) \quad q_2 = C U_r$$

$$I_0 = -4C U_r' \quad I_2 = C U_r'$$

$$U_r = R I_r = R (I_0 + I_2) = R (I_0 - \frac{I_0}{4}) = \frac{3}{4} R I_0$$

3) Ответ: $\frac{3}{4} R I_0$.

Чистовик.

Задача 5.

Пусть: d - расст. до изображ., l - расст. до глаза, Δl - расст. между глазом и изображ.

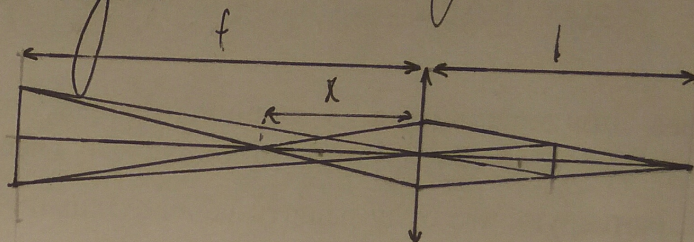
$$d = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{f}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{4F}\right)^{-1} = \frac{4F}{3} = 24 \text{ см} \quad l = d + \Delta l = 48 \text{ см}$$

1) Ответ: 48 см

Если выслать лучи из положения глаза в точки изображения, то они попадут в линзу, иначе ~~лучи~~ не попадут в линзу, лучи проходят через невидимые для глаза точки изображ. Если все лучи пойдут в линзу, то изображение полностью видно.

$$D_M = H \cdot \frac{l}{d} = \frac{d}{f} \cdot H \cdot \frac{l}{d} = \frac{Hl}{f} = 6 \text{ см}$$

2) Ответ: 6 см.



Посмотрим на дальнейший ход лучей.

Поскольку изображение перевернуто, пучок лучей должен тоже перевернуться, т.е. он сойдётся в изобр. глаза и разойдётся, пойдя во все точки картины.

$$x = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{l}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{F} - \frac{3}{8F}\right)^{-1} = \frac{8}{5}F = 28,8 \text{ см}$$

Если в эту точку поставит экран, то ни один луч ~~не~~ не попадёт в картину, а значит изображение станет полностью невидимым.

3) Ответ: 28,8 см.

Мст 3 из 3

Задача 4.

Пусть: ΔU - разность скор. переменных.

$$E = \frac{\partial \Phi}{\partial t} = B l \Delta u \quad I = \frac{E}{R_{общ.}} = \frac{E}{R+3R} = \frac{E}{4R}$$

$$F = B l I = \frac{B l E}{4R} = \frac{B^2 l^2 \Delta u}{4R}$$

На две перемычки действуют силы, по модулю и против, по направ. силе F. В результате действия электромагн. сил по перемычкам идёт ток, а значит выделяется тепло. Эта энергия должна выделяться за счёт какой-то другой, а значит кинетич. энергия перемычек падает, т.е. они замедляются относительно друг друга.

Если только две силы, их сумма 0, значит действует закон сохранения импульса.

$$a_1 = \frac{F}{2m} = \frac{B^2 l^2 \Delta u}{8Rm} = \frac{B^2 l^2 U_0}{8Rm}$$

1) Ответ: $\frac{B^2 l^2 U_0}{8Rm}$.

$$U_k = \frac{P}{m+2m} = \frac{2m U_0}{3m} = \frac{2}{3} U_0$$

(через уравне. враща перемычки отдал. откл. друг друга, что будет показано из уравнед ΔU их скорости & будет равно U_k)

2) Ответ: $\frac{2}{3} U_0$.

$$-\Delta U' = a_2 + a_1 = \frac{F}{m} + \frac{F}{2m} = \frac{3F}{2m} = \frac{3B^2 l^2 \Delta U}{8mR}$$

Пусть: $k := \frac{3B^2 l^2}{8mR} \neq$

$$\Delta U' = -k \Delta U \Rightarrow \Delta U = \Delta U_0 \cdot e^{-kt} = U_0 \cdot e^{-kt}$$

$$\Delta U = U_0 \cdot e^{-kt} \Rightarrow \Delta S = \frac{U_0}{k} (1 - e^{-kt}) \Rightarrow S = S_0 - \frac{U_0}{k} (1 - e^{-kt})$$

$$S_k = S_0 - \frac{U_0}{k} (1 - e^{-k \cdot \infty}) = S_0 - \frac{U_0}{k} = S_0 - \frac{8U_0 m R}{3B^2 l^2}$$

3) Ответ: $S_0 - \frac{8U_0 m R}{3B^2 l^2}$