

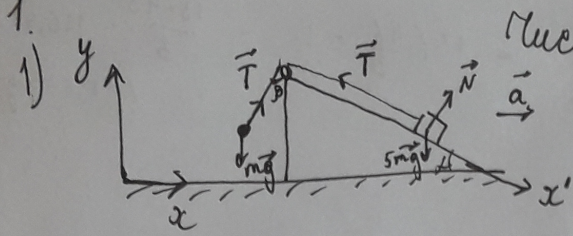
Часть 1

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

Шифр: **21201704**

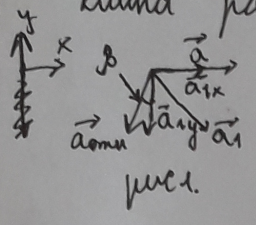
ID профиля: **175465**

Вариант 8

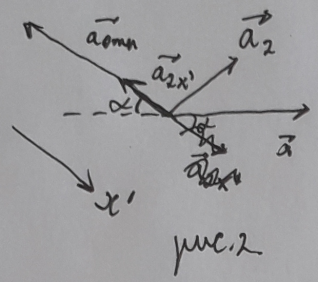


Пустовик. ~1
 2-й закон Ньютона для шарика
 $ma_{1x} = T \sin \beta$ (1)
 $ma_{1y} = T \cos \beta - mg$ (2)
 2-й закон для бруска: $5ma_{2x'} = -T + 5mg \sin \alpha$ (3)

П.к. нить нерастяжима ускорения шарика и бруска относительно клина равны по модулю $a_{омк}$ (\vec{a} - ускорение клина)



Из рис.1. $a_{1y} = a_{омк} \cos \beta$ и $a_{1x} = a - a_{омк} \sin \beta$ (5)



Из рис.2. $a_{2x'} = -a \cos \alpha + a_{омк}$ (6)

Из (1) и (2) $\frac{ma_{1x}}{ma_{1y} + mg} = \tan \beta \Rightarrow T = \frac{ma_{1x}}{\sin \beta} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} ma_{1y} = \frac{ma_{1x}}{\tan \beta} - mg \\ 5ma_{2x'} = -\frac{ma_{1x}}{\sin \beta} + 5mg \sin \alpha \end{cases}$$

Применяем (4), (5) и (6), умножим

$$\left. \begin{aligned} ma_{омк} \cos \beta &= \frac{ma - ma_{омк} \sin \beta}{\tan \beta} - mg \\ -5ma \cos \alpha + 5ma_{омк} &= \frac{-ma + ma_{омк} \sin \beta}{\sin \beta} + 5mg \sin \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2a_{омк} \cos \beta = \frac{ma}{\tan \beta} - g \Rightarrow a_{омк} = \frac{a}{2 \sin \beta} - \frac{g}{2 \cos \beta}$$

Продолжим вычисления в 2-е

уравн: $-5ma \cos \alpha + \frac{5ma}{2 \sin \beta} \leftarrow \frac{5mg}{2 \cos \beta} = \frac{-ma}{\sin \beta} + \frac{ma}{2 \sin \beta} - \frac{mg}{2 \cos \beta} + 5mg \sin \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow a \left(\frac{1}{5 \cos \alpha} - \frac{2}{\sin \beta} \right) = g \left(5 \sin \alpha - \frac{3}{\cos \beta} \right) \Rightarrow a = g \left(\frac{5 \sin \alpha - \frac{3}{\cos \beta}}{\frac{1}{5 \cos \alpha} - \frac{2}{\sin \beta}} \right) = \frac{10 \left(5 \cdot \frac{4}{5} - \frac{3 \cdot 13}{5} \right)}{\frac{5 \cdot 4}{5} - \frac{2 \cdot 13}{12}} =$$

$$= \frac{10 \left(4 - \frac{39}{5} \right)}{3 - \frac{13}{6}} = 40$$

$$a \left(-5 \cos \alpha + \frac{3}{\sin \beta} \right) = g \left(5 \sin \alpha + \frac{2}{\cos \beta} \right) \Rightarrow a = g \cdot \frac{5 \sin \alpha + \frac{2}{\cos \beta}}{-5 \cos \alpha + \frac{3}{\sin \beta}} =$$

$$\Rightarrow 10 \cdot \frac{5 \cdot \frac{4}{5} + \frac{2 \cdot 13}{5}}{-5 \cdot \frac{3}{5} + \frac{3 \cdot 13}{12}} = \frac{40 + 52}{-3 + \frac{13}{4}} = 92 \cdot 4 = 368 \text{ м/с}^2 \quad (36,8g)$$

$$2) a_{\text{omni}} = \frac{a}{2 \sin \beta} - \frac{g}{2 \cos \beta} = \frac{368}{2 \cdot \frac{12}{13}} - \frac{10}{2 \cdot \frac{5}{13}} = 13 \left(\frac{46}{3} - 1 \right) = \frac{13 \cdot 43}{3} = 186,33 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

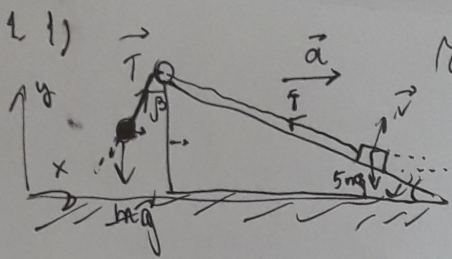
(18,633 g)

$$3) a_{1y} = a_{\text{omni}} \cos \beta = \frac{5 \cdot 4,3}{3} \text{ g} = \frac{43}{6} \text{ g}$$

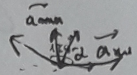
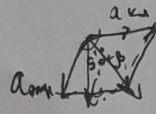
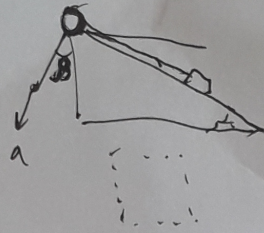
$$h = a_{1y} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{a_{1y}}} = \sqrt{\frac{12h}{43g}}$$

$$\text{Answer: } 1) a = \frac{164}{5} \text{ g } 2) a_{\text{omni}} = \frac{559}{30} \text{ g } 3) t = \sqrt{\frac{12h}{43g}}$$

Мучомован.



Переводим



$$m a_{x_{\text{м}}} = T \sin \beta$$

$$m a_{y_{\text{м}}} = T \cos \beta - mg$$

$$5 m a_{x_{\text{Б}}} = -T \cos \alpha + N \sin \alpha$$

$$5 m a_{y_{\text{Б}}} = T \sin \alpha + N \cos \alpha - 5 mg$$

$$\frac{5 m a_{x_{\text{Б}}} + T \cos \alpha}{5 m a_{y_{\text{Б}}} + 5 mg - T \sin \alpha} = \tan \alpha$$

$$m(a_{\text{м}} - a_{\text{м}} \sin \beta) = T \sin \beta$$

$$m a_{\text{м}} \cos \beta = T \cos \beta - mg$$

$$m a_{\text{м}} \cos \beta = \frac{m a_{\text{м}}}{\tan \beta} - m a_{\text{м}} \cos \beta - mg \Rightarrow a_{\text{м}} = \frac{a_{\text{м}}}{\tan \beta} - g \frac{a_{\text{м}} - g}{2 \cos \beta}$$

$$-5 m \cos \alpha \left(\frac{a_{\text{м}}}{2 \sin \beta} - \frac{g}{2 \cos \beta} \right) + 5 m a_{\text{м}} + \frac{m a_{\text{м}} \cos \alpha}{2 \sin \beta} + \frac{m g \cos \alpha}{2 \cos \beta} =$$

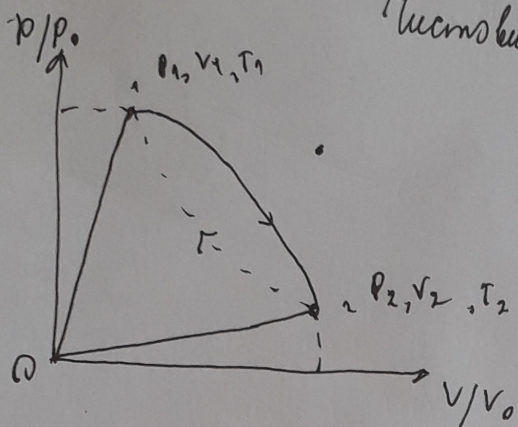
$$= 5 m \frac{\sin \alpha \tan \alpha a_{\text{м}}}{2 \sin \beta} + 5 m \frac{\sin \alpha \tan \alpha g}{2 \cos \beta} + 5 m g \tan \alpha - \frac{\sin \alpha \tan \alpha m a_{\text{м}}}{2 \sin \beta} - \frac{\sin \alpha \tan \alpha m g}{2 \cos \beta}$$

$$-4 \frac{\cos \alpha a_{\text{м}}}{2 \sin \beta} + \frac{6 g \cos \alpha}{2 \cos \beta} + 5 m a_{\text{м}} = 4 \frac{\sin \alpha \tan \alpha a_{\text{м}}}{2 \sin \beta} - \frac{6 \sin \alpha \tan \alpha g}{2 \cos \beta} + 5 m g \tan \alpha$$

$$a_{\text{м}} \left(-\frac{2 \cos \alpha}{\sin \beta} + 5 - \frac{2 \sin \alpha \tan \alpha}{\sin \beta} \right) = g \left(-\frac{3 \sin \alpha \tan \alpha}{\cos \beta} + 5 \tan \alpha - \frac{3 \cos \alpha}{\cos \beta} \right)$$

$$a_{\text{м}} \left(-2 \cos \alpha \cdot \cos \beta + 5 \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cos \beta - 2 \sin \alpha \tan \alpha \cos \beta \right) = g \left(-3 \sin \alpha \tan \alpha \sin \beta + 5 \tan \alpha \sin \beta \cos \beta - 3 \cos \alpha \cdot \sin \beta \right)$$

2. 1)



Machzahl.

N 3

$$p_1 v_1 = \gamma R T_1$$

$$p_2 v_2 = \gamma R T_2$$

$$\Rightarrow \frac{|T_2 - T_1|}{T_2} = \frac{|p_2 v_2 - p_1 v_1|}{p_2 v_2} =$$

$$= \frac{\left| \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{v_2}{v_0} - \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{v_1}{v_0} \right|}{\frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{v_2}{v_0}} = \frac{|R \cos 15^\circ \cdot R \sin 15^\circ - R \cos 22.5^\circ \cdot R \sin 22.5^\circ|}{R^2 \sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ}$$

$$= \frac{|R \cos 22.5^\circ \cdot R \sin 22.5^\circ|}{R^2 \sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ}$$

$$= \frac{|\sin 30^\circ - \sin 45^\circ|}{\sin 30^\circ}$$

$$= \left| \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \right| = \frac{1}{2}$$

$$= \sqrt{2} - 1$$

2)

Часть 2

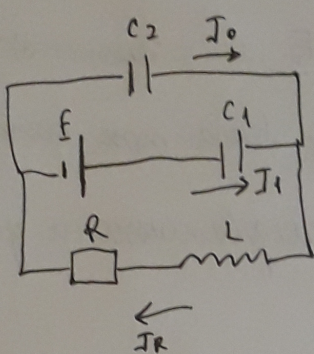
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201704**

ID профиля: **175465**

Вариант 8

3



Методом 6. и-03
1) 2-ое правило Кирхгофа для верхнего контура до замык.
~1

$$E = U_1 + U_2 ; U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{q}{C} ; U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{q}{5C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{q}{C} + \frac{q}{5C} \Rightarrow \frac{q}{C} = \frac{5}{6}E \Rightarrow U_1 = \frac{5}{6}E ; U_2 = \frac{1}{6}E$$

Сразу после замыкания ток через катушку

не мерим. 2-ое правило Кирхгофа для нижнего контура: $E = U_1 + L I_0' \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_0' = \frac{E - U_1}{L} = \boxed{\frac{E}{6L}}$$

2) Ток прекратится через, когда напряжение на конденсаторе \$C_1\$ станет \$E\$, $q_{c1} = C_1 U_1 = \frac{5}{6}CE$; $q_{c2} = C_2 E = CE$; $\Delta q = q_{c2} - q_{c1} = \frac{CE}{6}$.

$A_{\text{ист}} = E \Delta q = \frac{CE^2}{6}$; напряжение на \$C_2\$ в этот момент равно нулю.

$$\text{ЗЭ: } A_{\text{ист}} + W_1 = W_2 + Q \Rightarrow \frac{CE^2}{6} + \frac{C \cdot 25E^2}{2 \cdot 36} + \frac{5C \cdot E^2}{2 \cdot 36} = \frac{CE^2}{2} + Q \Rightarrow \boxed{Q = \frac{CE^2}{12}}$$

3) 2-ое правило Кирхгофа для верхнего контура: $E = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{5C} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0 = \frac{dq_1}{C} + \frac{dq_2}{5C} \Rightarrow 0 = 5dq_1 + dq_2 \Rightarrow dq_1 = -\frac{dq_2}{5} \quad (q_1 \text{ и } q_2 - \text{заряды на}$$

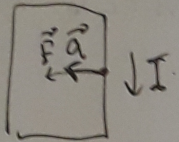
концах конденсаторов \$C_1\$ и \$C_2\$ соотв.) $I_0 = -\frac{dq_2}{dt}$ (заряд на \$C_2\$ уменьшается)

Ток через \$C_1\$, $I_1 = \frac{dq_1}{dt} = -\frac{dq_2}{5dt} = \frac{I_0}{5}$; По 1-му правилу Кирхгофа ток через \$R\$

$$\text{равен } I_R = I_1 + I_0^{\text{через}} = I_0 ; U_R = I_R \cdot R = \boxed{\frac{6}{5} I_0 R}$$

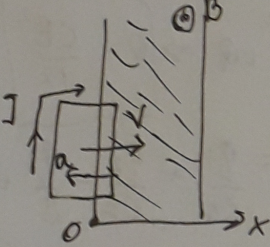
Ответ: 1) $I_0' = \frac{E}{6L}$; 2) $Q = \frac{CE^2}{12}$; 3) $U_R = \frac{6}{5} I_0 R$

4) 1) $\mathcal{E} = -\dot{\Phi} = -d \cdot B \cdot v_0$; $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B \cdot v_0 \cdot d}{R}$; $m a_0 = F_0$ (2-й з. Ньютона); $F_0 = B I_0 d = \frac{B^2 d^2 v_0}{R} \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{m R}$ (по правилу Ленца ток течет по часовой стрелке; по правилу буравчика сила, а следовательно и ускорение направлены влево).



2) Пока рамка входит в поле она движется с ускорением $a = \frac{B^2 d^2 v}{m R}$, где v - скорость рамки, причем рамка замедляется.

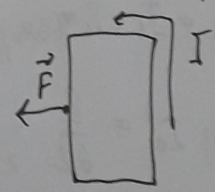
$a = -\frac{dv}{dt}$ (скорость уменьшается) $\Rightarrow \frac{B^2 d^2 v}{m R} = -\frac{dv}{dt} \Rightarrow -\frac{B^2 d^2}{m R} dx = dv$ (1)



Когда рамка полностью входит в поле, поток через нее не меняется \Rightarrow нет тока \Rightarrow нет ускорения \Rightarrow равномерное движение до выхода правой стороны из поля. Интегрируя (1) от 0 до $b = \frac{2d}{3}$, имеем

$-\frac{B^2 d^2}{m R} (\frac{2d}{3} - 0) = v_1 - v_0 \Rightarrow v_1 = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$

3) При выходе из поля поток через рамку уменьшается \Rightarrow ток течет против часовой стрелки (по правилу Ленца) \Rightarrow по правилу буравчика сила и ускорение направлены влево.

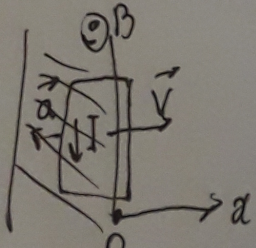


Аналогично, $a = \frac{B^2 d^2 v}{m R}$ и $a = -\frac{dv}{dt} \Rightarrow$

$\Rightarrow -\frac{B^2 d^2}{m R} dx = dv$ Скорость перестанет меняться после выхода из

поля. Интегрируя от 0 до $b = \frac{2d}{3}$, имеем $-\frac{B^2 d^2 \frac{2d}{3}}{m R} = v_2 - v_1 \Rightarrow v_2 = v_1 - \frac{2}{3} \frac{B^2 d^3}{m R} =$

$v_0 - \frac{4B^2 d^3}{3mR}$



Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{m R}$; 2) $v_1 = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$; 3) $v_2 = v_0 - \frac{4B^2 d^3}{3mR}$

д. Ньютона); $F_0 =$
 ток течёт по кас-
 ыню и ускорение

5. 1) $\frac{1}{-x} = \frac{1}{F_1} = D_1$, где D_1 - ^{рассеив. линза} оптическая сила очков для удаленных предметов

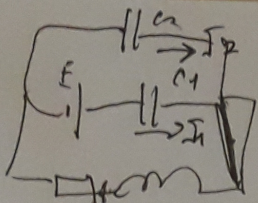
Примера тонкой линзы: $\frac{1}{0,25} + \frac{1}{-x} = \frac{1}{F_2} = D_2$, где D_2 - оптит. сила очков

для чтения на 25 см. $\Rightarrow \frac{1}{0,25} = D_2 - D_1$ и $\frac{D_1}{D_2} = 5 \Rightarrow 4 = -4D_2 \Rightarrow$

$\rightarrow D_2 = -1 \text{ дптр.} \Rightarrow D_1 = -5 \text{ дптр.} \Rightarrow x = -\frac{1}{D_1} = -\frac{1}{-5} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см.}$

2) ^{рассеив. линза} Примера тонкой линзы: $\frac{1}{-x} + \frac{1}{0,5} = \frac{1}{F_3} = D_3 \Rightarrow D_3 = \frac{1}{-0,2} + 2 = -3 \text{ дптр.}$

Ответ: 1) $x = 20 \text{ см}; D_1 = -5 \text{ дптр};$ 2) $D_3 = -3 \text{ дптр.}$



$$\frac{q_2}{5C} + \frac{q_1}{C} = \mathcal{E}$$

reprezent.

$$\frac{dq_2}{5C} + \frac{dq_1}{C} = 0 \Rightarrow dq_2 + 5dq_1 = 0$$

$$I_1 + I_2$$

$$dQ = R(I_1 + I_2)(dq_1 + dq_2)$$

$$\frac{6}{5} \sqrt{2} \left(\frac{4}{5} dq_2 \right) = \frac{dq_1 = -dq_2}{5}$$

$$= \frac{24}{25} \sqrt{2} dq_2$$

$$\frac{30}{2 \cdot 36} = \frac{15}{36} = \frac{5}{12} + \frac{2}{12} - \frac{6}{12} = \frac{1}{12}$$

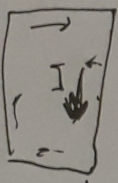
$$E = \frac{q_1}{C} + L \frac{d \left(\frac{6}{5} \sqrt{2} \right)}{dt} + R \frac{6}{5} \sqrt{2}$$

$$I_0 = \frac{dq_2}{dt}$$

$$- \frac{dq_2}{dt} = \frac{5dq_1}{dt}$$

$$I_0 = \frac{5dq_1}{dt} = 5I_1 = I_1 = \frac{I_0}{5}$$

$$F = BId \quad I = \frac{e}{R} = \frac{BdV_0}{R}$$



$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BdS}{dt} = -Bd \frac{dV_0}{dt}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$$

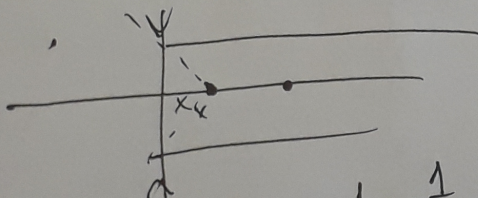
$$a = \frac{B^2 d^2 V_0}{mR}$$

$$\mathcal{E} = Bd \cdot V$$

$$I = \frac{BdV}{R}$$

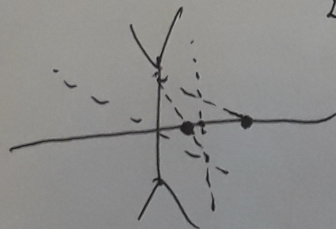
$$a = \frac{B^2 d^2 V}{mR} = \frac{dV}{dt}$$

$$D = -\frac{1}{x}$$



$$\frac{1}{25} + \frac{1}{-2} = D_1$$

$$\Rightarrow D_2 - D_1 = \frac{1}{9 \cdot 25}$$



$$\frac{1}{25} + D_1 = D_2$$

$$\frac{D_2}{D_1} = 5$$

$$4D_1 = \frac{1}{9 \cdot 25}$$

$$D_1 = 1 \quad D_2 = 5$$