

# Часть 1

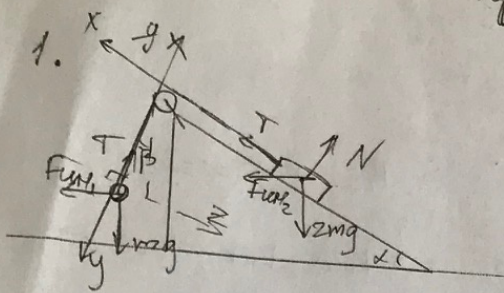
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201402**

ID профиля: **336109**

Вариант 6

# Числовик



Перейдем в систему отсчета клина, тогда на брусок и шарик будет действовать сила инерции.

Запишем II закон Ньютона для шарика

на ось z:

$$m a_{mz} = mg \sin \beta - m a_k \cdot \cos \beta = 0 \Leftrightarrow a_k = g \tan \beta = \frac{5}{12} g.$$

Запишем II закон Ньютона для шарика на ось y:

$$m a_{my} = m a_k \cdot \sin \beta + mg \cos \beta - T$$

Запишем II закон Ньютона для бруска на ось x:

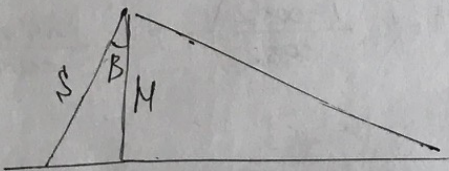
$$2m a_b = T + 2m a_k \cdot \cos \alpha - 2mg \cdot \sin \alpha.$$

$$a_b = a_{my}, \text{ т.к. шарики неразрывны. } \Rightarrow$$

$$\begin{cases} m a_{my} = mg \cdot \frac{5}{12} \cdot \frac{5}{13} + mg \cdot \frac{12}{13} - T \\ 2m a_{my} = T + 2mg \cdot \frac{5}{12} \cdot \frac{4}{5} - 2mg \cdot \frac{3}{5} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} m a_{my} = \frac{13}{12} mg - T \\ 2m a_{my} = T + \frac{8}{15} mg \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T = 2m a_{my} + \frac{8}{15} mg \\ m a_{my} = \frac{13}{12} mg - 2m a_{my} - \frac{8}{15} mg \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$3m a_{my} = \frac{11}{20} mg \Leftrightarrow a_{my} = \frac{11}{60} g = a_b.$$



$$s = \frac{h}{\cos \beta} = \frac{13}{12} h.$$

По движению шарика равноускоренно

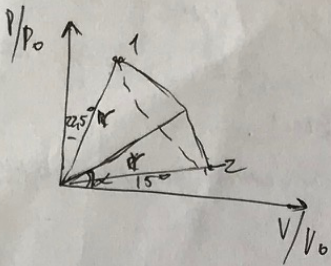
$$h = \frac{a_{my} t^2}{2} = \frac{13h}{12} \Leftrightarrow \frac{11g t^2}{120} = \frac{13h}{12} \Rightarrow t^2 = \frac{130h}{11g} \Rightarrow$$

$$t = \sqrt{\frac{130h}{11g}}$$



Условие.

2.



$$\frac{P_1}{P_0} = r \cdot \cos 22,5^\circ \Rightarrow P_1 = P_0 r \cos 22,5^\circ$$

$$\frac{V_1}{V_0} = r \cdot \sin 22,5^\circ \Rightarrow V_1 = V_0 r \sin 22,5^\circ$$

По формуле Менгелова - Краймерона:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \Leftrightarrow P_0 V_0 r^2 \sin 22,5^\circ \cdot \cos 22,5^\circ = \nu R T_1 \Leftrightarrow$$

$$T_1 = \frac{P_0 V_0 r^2 \sin 45^\circ}{2 \nu R}$$

Аналогично для состояния 2:

$$P_2 = P_0 r \cdot \sin 15^\circ$$

$$V_2 = V_0 r \cos 15^\circ \Rightarrow P_0 V_0 r^2 \sin 15^\circ \cos 15^\circ = \nu R T_2 \Leftrightarrow$$

$$T_2 = \frac{P_0 V_0 r^2 \sin 30^\circ}{2 \nu R}$$

$$\text{Тогда } \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_0 V_0 r^2 \cdot \nu R \cdot \sin 45^\circ}{2 \nu R \cdot P_0 V_0 r^2 \cdot \sin 30^\circ} =$$

$$= \frac{\sqrt{2} \cdot 2}{2 \cdot 1} = \sqrt{2}$$

$\epsilon_V = C = 0$  при адиабатном процессе.

$$P V^\gamma = \text{const}$$

$$\epsilon_V = 5/2 \Rightarrow \frac{C_P}{C_V} = \frac{5/2 + 1}{5/2} = 7/5$$

$$P = G \cdot V^{-7/5}$$

$$P_\alpha = R \sin \alpha \cdot P_0$$

$$V_\alpha = R \cdot \cos \alpha \cdot V_0 \Rightarrow$$

$$(R \sin \alpha \cdot P_0) \cdot (R \cos \alpha \cdot V_0)^{7/5} = G$$

$$P' = (G \cdot V_\alpha^{-7/5})' = -7/5 G \cdot V_\alpha^{-12/5} = \text{tg}(\angle ABC)$$

На диаграмме PV

$$\text{та } BC = R \cdot \frac{R}{\cos \alpha} V_0 - R \cdot \cos \alpha V_0 = R V_0 \left( \frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos \alpha} \right) = R V_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$AC = R \cdot \sin \alpha \cdot P_0$$

Тогда.

$$-7/5 G \cdot V_\alpha^{-12/5} = - \frac{R \sin \alpha \cdot P_0 \cdot \cos \alpha}{R V_0 \sin^2 \alpha} = - \frac{P_0}{V_0} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Подставим G и V<sub>α</sub>

$$7/5 \cdot (R \sin \alpha P_0) (R \cos \alpha V_0)^{7/5} \cdot (R \cos \alpha V_0)^{-12/5} = \frac{P_0}{V_0} \text{ctg} \alpha;$$

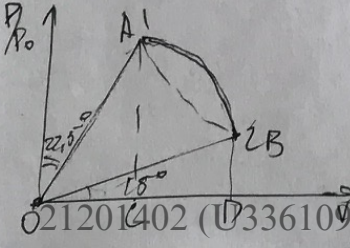
$$7/5 \frac{P_0 \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} = \frac{P_0}{V_0} \text{ctg} \alpha \Leftrightarrow \text{ctg}^2 \alpha = 7/5;$$

$$\text{ctg} \alpha = \sqrt{7/5}$$

В процессе 21  $Q \approx 0 \Rightarrow -\Delta U_{21} = A_{21} \Rightarrow$

$$A_{21} = - \frac{5}{2} \left( R \cdot \cos 22,5^\circ P_0 \cdot R \sin 22,5^\circ V_0 - R \cdot \sin 15^\circ P_0 \cdot R \cos 15^\circ V_0 \right)$$

$$= - \frac{5}{2} R^2 P_0 V_0 \frac{1}{2} (\sin 45^\circ - \sin 30^\circ) = - \frac{5(\sqrt{2}-1)}{8} P_0 V_0 \cdot R^2$$





Чистовик.

$A_{12}$  равна  $S$  подграфика процесса 12.

Исходи из геометрии

$\bullet R^2 V_0 P_0$  — получено из  $S$  площадей  $\triangle AOB$ , трапеции  $ABDC$  и сектора круга части круга  $AOB$ .

$$A_{12} = \left( \pi \frac{52,5^\circ}{360^\circ} - \frac{\sin 52,5^\circ}{2} + \frac{(\sin 15^\circ + \sin 22,5^\circ)(\cos 15^\circ - \cos 22,5^\circ)}{2} \right) R^2 V_0 P_0$$

$$A_{12} \approx 0,0749 R^2 V_0 P_0$$

$$A_{\text{цикла}} = A_{12} + A_{21} = \left( 0,0749 - \frac{5}{8} \left( \frac{\sqrt{2}-1}{2} \right) \right) P_0 V_0 R^2$$

$$\frac{A_{12}}{A_{\text{цикл}}} = \frac{0,0749}{0,0749 - \frac{5}{8} (\sqrt{2}-1)}$$

# Часть 2

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

Шифр: **21201402**

ID профиля: **336109**

Вариант 6



Условие.

8. Пусть  $D_{\Delta}$  и  $D_{\delta}$  - оптические силы очков для дальних предметов и для зрения на расстоянии 25 см, соответствующим, тогда  $\frac{D_{\Delta}}{D_{\delta}} = \frac{7}{3}$ .  $d_0 = 0,25$  м.

$D_{\Gamma}$  - оптическая сила глаза:

$$\begin{cases} \frac{1}{f} + \frac{1}{d_0} = (D_{\Gamma} + D_{\delta}) \\ \frac{1}{f} = D_{\Gamma} + D_{\Delta} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{1}{f} + \frac{1}{d_0} = (D_{\Gamma} + \frac{3}{7}D_{\Delta}) \\ \frac{1}{f} = D_{\Gamma} + D_{\Delta} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{d_0} = -\frac{4}{7}D_{\Delta} \Leftrightarrow D_{\Delta} = \frac{-7}{4d_0} = \frac{-7}{4 \cdot 0,25 \text{ м}} = -7 \text{ диоптр.}$$

$d_1$  - расстояние с которого человек может читать без очков

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d_1} = D_{\Gamma} \Leftrightarrow D_{\Gamma} + D_{\Delta} + \frac{1}{d_1} = D_{\Gamma} \Leftrightarrow d_1 = \frac{1}{D_{\Gamma}} = \frac{1}{7} \text{ м.}$$

$$d_2 = 0,5 \text{ м.}$$

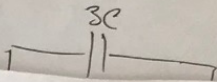
$D'$  - очки для зрения с расстоянием 50 см.

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d_2} = D_{\Gamma} + D' \Leftrightarrow D_{\Gamma} + D_{\Delta} + \frac{1}{d_2} = D_{\Gamma} + D' \Leftrightarrow$$

$$D' = D_{\Delta} + \frac{1}{d_2} = -7 + \frac{1}{0,5} = -5 \text{ диоптр.}$$



①

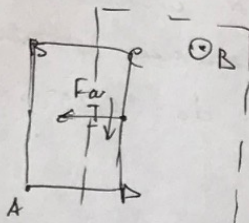


Чистовик.

Чистовик.

$q^+$  заряд на конденсаторах  
до замыкания

②



I) На ~~сторонах~~ перпендикулярное вектору  $\vec{v}$   
Когда рамка входит в магнитное поле  
на CD будет действовать сила Ампера.

$$\mathcal{E} = Bvd.$$

$$F_{A1} = BId = \frac{B^2 d^2 v}{R}$$

Запишем II закон Ньютона для рамки:

$$\frac{B^2 d^2 v_0}{R} = ma_0 \Rightarrow a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR} - \text{начальное ускорение.}$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} v = ma \Leftrightarrow \frac{B^2 d^2}{R} v = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow \frac{B^2 d^2}{Rm} v \Delta t = m \Delta v.$$

Суммируем за время прохождения ребра AD в магнитное поле:

$$\frac{B^2 d^2}{Rm} \sum v \Delta t = m \sum \Delta v \Leftrightarrow \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot \frac{d}{4} = v_0 - v_1 \Rightarrow$$

$$v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}$$

II) Когда рамка полностью находится в магнитном поле  $\sum \mathcal{E} = 0 \Rightarrow F_{Ампера} = 0$ , значит, рамка движется равномерно.

III) Когда рамка начнет выходить из магнитного поля, в ней будет возникать  $\mathcal{E} = Bvd$ , и на ней будет действовать сила Ампера  $F_{A2} = \frac{B^2 d^2 v}{R}$

II закон Ньютона:

$$ma = \frac{B^2 d^2 v}{R} \Leftrightarrow m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{B^2 d^2 v}{R} \Leftrightarrow \Delta v = \frac{B^2 d^2}{Rm} v \Delta t.$$

Суммируем за все время выхода ребра AD из магнитного поля:

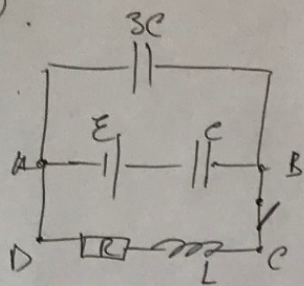
$$\sum \Delta v = \frac{B^2 d^2}{Rm} \sum v \Delta t \Leftrightarrow v_1 - v_2 = \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot \frac{d}{4} \Leftrightarrow$$

$$v_2 = v_1 - \frac{B^2 d^3}{4Rm} = v_0 - \frac{B^2 d^3}{2Rm}.$$



Чистовик.

①.



$q_0$  - заряд на конденсаторах до замыкания ключа.

$$U_1 = \frac{q_0}{C} - \text{напряжение на первом конденсаторе до замыкания ключа}$$

$$U_2 = \frac{q_0}{3C} - \text{напряж. на втором конденсаторе.}$$

$$U_1 + U_2 = \varepsilon \Leftrightarrow \frac{4q_0}{3C} = \varepsilon \Leftrightarrow U_1 = \frac{3}{4}\varepsilon.$$

Запишем второй закон Кирхгофа на контур ABCD:

$$\varepsilon = U_1 + LI + RI \quad \text{в начальный момент } I = 0 \Rightarrow$$

$$\varepsilon - U_1 = LI \Leftrightarrow I = \frac{\varepsilon - \frac{3}{4}\varepsilon}{L} = \frac{\varepsilon}{4L} \quad (1).$$

В установившемся режиме  $I$  на первом конденсаторе  $U = \varepsilon$ , тогда ток через резистор не идет, а напряжение на втором конденсаторе равно 0.

$W_1, W_2$  - энергии конденсаторов до замыкания ключа

$$W_1 = \frac{CU_1^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2 \cdot 16} = \frac{9}{32}C\varepsilon^2; \quad W_2 = \frac{3C(\varepsilon - U_1)^2}{2} = \frac{3C\varepsilon^2}{32}.$$

$q_0 = \frac{3\varepsilon C}{4}$ .  $q_1$  - заряд на первом конденсаторе в уст. режиме после зам. ключа.

$$\frac{q_1}{C} = \varepsilon \Rightarrow q_1 = \varepsilon C.$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$\varepsilon q_0 = \Delta W_1 + \Delta W_2 + Q;$$

$$\varepsilon(q_1 - q_0) = \frac{C\varepsilon^2}{2} - \frac{9}{32}C\varepsilon^2 + 0 - \frac{3C\varepsilon^2}{32} + Q;$$

$$\frac{\varepsilon^2 C}{4} = \frac{C\varepsilon^2}{8} + Q \Leftrightarrow Q = \frac{\varepsilon^2 C}{8}, \text{ где } Q - \text{выделенная теплота в цепи после замыкания ключа.}$$

$$\varepsilon = \frac{q_1'}{C} + \frac{q_2'}{3C} \quad , q_1', q_2' \text{ - заряды на конденсаторах}$$

$$q_1' = \varepsilon C - \frac{q_2'}{3} \quad q_1' = \varepsilon C - \frac{q_2'}{3}$$

$$q_1' = I_0 + I_1; \quad q_2' = \left(\varepsilon C - \frac{q_2'}{3}\right)' = +\frac{I_0}{3} \Rightarrow$$

$$I_0 + I_1 = I_0 + \frac{I_0}{3} \Leftrightarrow I_1 = -\frac{2}{3}I_0 \Rightarrow I_1 = \frac{2}{3}I_0.$$

$$\left(\varepsilon C - \frac{q_2'}{3}\right)' = -\frac{I_0}{3}$$