

# Часть 1

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

Шифр: **21201805**

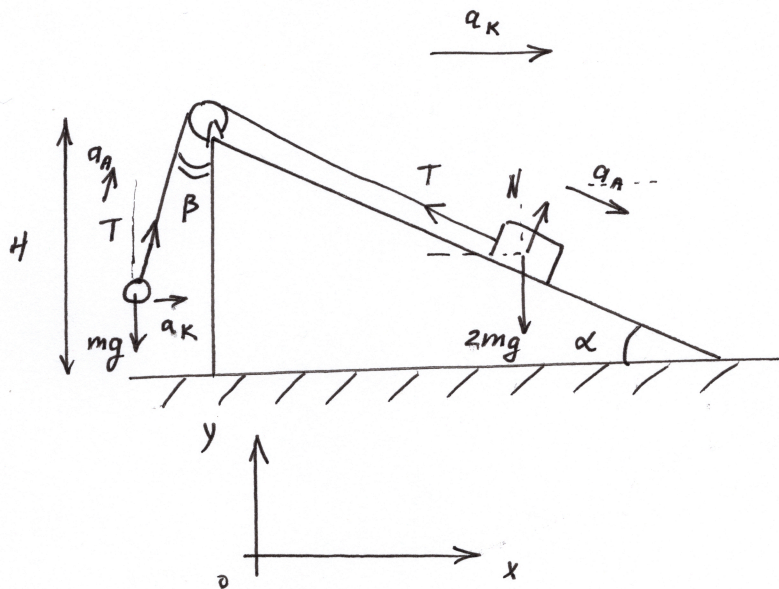
ID профиля: **813912**

Вариант 6

N1  $\alpha (\cos \alpha = \frac{4}{5})$

$\beta (\cos \beta = \frac{12}{13})$

- 1)  $a_K$  - ?
- 2)  $a_{\text{отн}}$  - ?
- 3)  $t$  - ?



Решение:

- 1) 2 Закон Ньютона для бруска:
- $$Ox: N \sin \alpha - T \cos \alpha = 2m(a_K + a_A \cos \alpha)$$
- $$Oy: N \cos \alpha + T \sin \alpha - 2mg = -2m a_A \sin \alpha$$

$$\begin{cases} N \sin \alpha - T \cos \alpha = 2m a_K + 2m a_A \cos \alpha \\ N \cos \alpha + T \sin \alpha = 2mg - 2m a_A \sin \alpha \end{cases}$$

~~$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{a_K}{g} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \Rightarrow a_K = g \tan \alpha = \frac{3}{4} g$$~~

- 2) 2 Закон Ньютона для шарика:

$$Ox: T \sin \beta = m a_K + m a_A \sin \beta$$

$$Oy: T \cos \beta - mg = m a_A \cos \beta$$

~~$$\frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{a_K}{g} + \sin \beta$$~~

$$21201875 = (US13912 M1266308) \frac{m a_K + m a_A \sin \beta}{\sin \beta}$$



2)

Ускорения

Физика, 11 класс

$$\frac{ma_k + ma_A \sin \beta}{\sin \beta} \cdot \cos \beta - mg = ma_A \cos \beta$$

$$\frac{a_k \cos \beta}{\sin \beta} + a_A \cos \beta = g + a_A \cos \beta$$

$$a_k = g \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = g \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{13}{12} = \frac{5}{12} g$$

3)  $N \sin \alpha = T \cos \alpha + \frac{2mg \sin \beta}{\cos \beta} + 2ma_A \cos \alpha$

$$N \sin \alpha = \frac{mg \sin \beta}{\cos \beta \sin \beta} + \frac{ma_A \sin \beta \cos \alpha}{\sin \beta} + \frac{2mg \sin \beta}{\cos \beta} + 2ma_A \cos \alpha$$

$$\frac{mg \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha} + \frac{ma_A \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + \frac{2mg \sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha} + 2ma_A \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + \frac{mg \sin \beta \sin \alpha}{\cos \beta \sin \beta} +$$

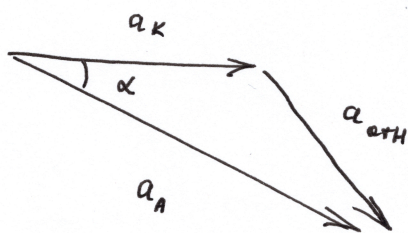
$$+ \frac{ma_A \sin \beta \sin \alpha}{\sin \beta} = 2mg - 2ma_A \sin \alpha$$

$$\frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{2g \sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{\cos \beta} - 2g = -a_A \left( \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + 2 \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + \sin \alpha + 2 \sin \alpha \right)$$

$$a_A = \frac{2g - \frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta} - \frac{2g \sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{\cos \beta}}{\frac{3 \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} + 3 \sin \alpha}$$

~~$$2g = \frac{g \cdot 4 \cdot 5 \cdot 13}{5 \cdot 12} = \frac{2g \cdot 5}{13}$$~~

4) По закону сложения ускорений:



по теореме косинусов:

$$a_{отн}^2 = a_k^2 + a_A^2 - 2a_k \cdot a_A \cdot \cos \alpha$$

$$a_{отн} = \sqrt{a_k^2 + a_A^2 - 2a_k \cdot a_A \cdot \cos \alpha}$$

21201805 (U813912 M1266508)

5)  $oy: H = \frac{a_A \cos \beta t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a_A \cos \beta}}$

Ответ: 1)  $\frac{5}{12} g$



③ Числовик

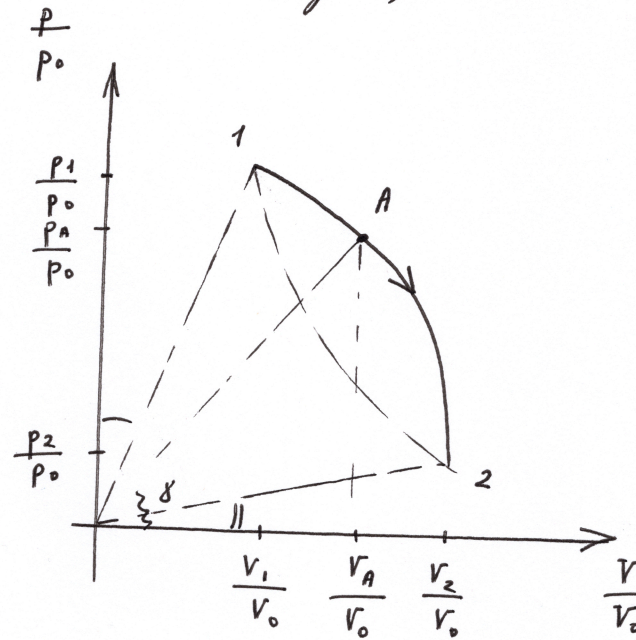
Физика, 11 класс

N2  $i = 5$

1)  $\frac{T_1}{T_2} = ?$

2)  $\gamma = ?$

3)  $\frac{A_{\Sigma}}{A_{12}} = ?$



Решение:

1) 
$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

2) Из графика видно, что ~~sin alpha~~

$\sin 15^\circ = \frac{p_2}{p_0 R}$

$\cos 15^\circ = \frac{V_2}{V_0 R}$

$\sin 67,5^\circ = \frac{p_1}{p_0 R}$

$\cos 67,5^\circ = \frac{V_1}{V_0 R}$ , где R - радиус окружности

3) 
$$\left. \begin{aligned} p_2 &= p_0 R \sin 15^\circ \\ p_1 &= p_0 R \sin 67,5^\circ \\ V_2 &= V_0 R \cos 15^\circ \\ V_1 &= V_0 R \cos 67,5^\circ \end{aligned} \right\} \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_0 R \sin 67,5^\circ \cdot V_0 R \cos 67,5^\circ}{p_0 R \sin 15^\circ \cdot V_0 R \cos 15^\circ} = \frac{\frac{1}{2} \sin 135^\circ}{\frac{1}{2} \sin 30^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2} \approx 1,4$$

4) Пусть точка A - точка с минимальностью, равной 0.

21201805 (U813912 M1266508)

$$Q_{12} = Q_{1A} + Q_{A2} = A_{1A} + \Delta U_{1A} + A_{A2} + \Delta U_{A2} = A_{12} + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

Ответ: 1)  $\sqrt{2}$



# Часть 2

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

Шифр: **21201805**

ID профиля: **813912**

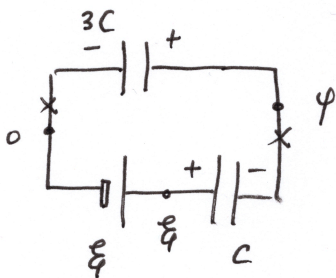
Вариант 6

№3  $L, \mathcal{E}, C$   
 $I_2(0) = I_0$

- 1)  $I'_L(0) - ?$
- 2)  $Q - ?$
- 3)  $U_R(0) - ?$

Решение:

1) Рассмотрим цепь до замыкания ключа. Она в установившемся состоянии. Ток нет.



$$\text{ЗСЗ: } 0 = 3C\varphi - C(\mathcal{E} - \varphi)$$

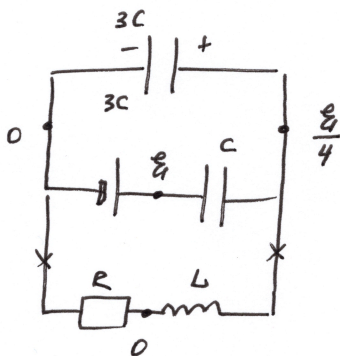
$$3C\varphi - C\mathcal{E} + C\varphi = 0$$

$$4\varphi = \mathcal{E}$$

$$\varphi = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

$$U_1(0) = \frac{3\mathcal{E}}{4}; \quad U_2(0) = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

2) Сразу после замыкания ключа напряжения на  $C_1$  и  $C_2$  и ток через  $L$  скачком не изменяется.



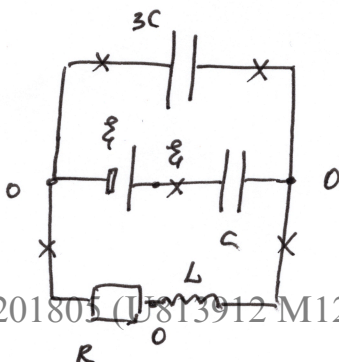
$$U_1^*(0) = \frac{3\mathcal{E}}{4}$$

$$U_2^*(0) = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

$$I_L^*(0) = 0$$

$$U_L(0) = L I'_L(0) \Rightarrow I'_L(0) = \frac{U_L(0)}{L} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$$

3) Рассмотрим цепь в уст. состоянии после замыкания ключа



$$U_1(t_{уст}) = U_2(t_{уст}) = 0$$

$$I_1(t_{уст}) = I_2(t_{уст}) = 0$$

$$U_L(t_{уст}) = 0$$

$$I_L(t_{уст}) = 0$$

$$U_1(t_{уст}) = \mathcal{E}$$

$$U_2(t_{уст}) = 0$$



② Условие

4) ЗСЗ от  $t=0$  до  $t=t_{\text{зем}}$ :

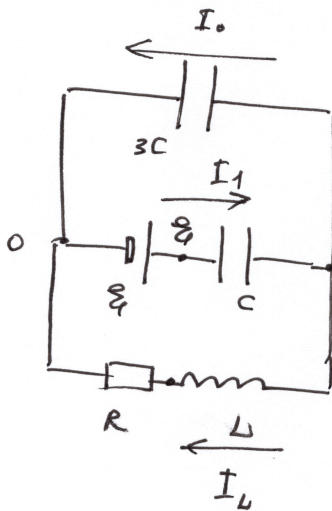
$$A_{\text{уст}} = W_2 - W_1 + Q$$

$$Q = A_{\text{уст}} - W_2 + W_1 = \frac{C \mathcal{E}^2}{4} - \frac{C \mathcal{E}^2}{2} + \frac{3C \cdot 9 \mathcal{E}^2}{32} + \frac{C \mathcal{E}^2}{32} = \frac{5}{8} C \mathcal{E}^2$$

5) ~~ЗСЗ от  $t=0$  до  $t=\delta$~~

~~$A_{\text{уст}} = W_2(\delta) - W_1(0)$~~

Рассмотрим цепь при  $t=\delta$ :



$$I_1 = I_0 + I_L$$

$$C \frac{\Delta U_1}{\Delta t} = I_0 + I_L$$

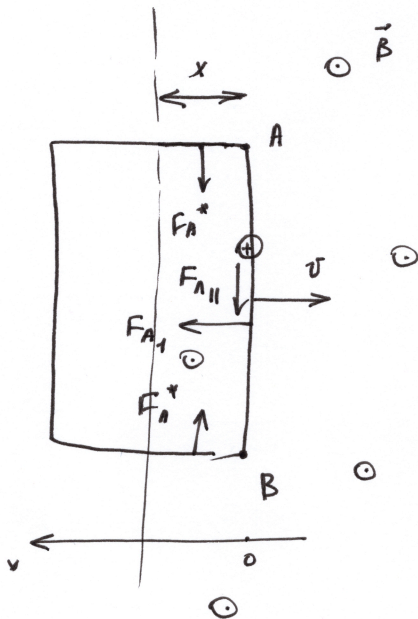
$$I_L = \frac{q_L}{\Delta t}$$

Ответ: 1)  ~~$\frac{\mathcal{E}}{4L}$~~   $\frac{\mathcal{E}}{4L}$

2)  $\frac{5}{8} C \mathcal{E}^2$

$m, d, \frac{m}{R}, v_0, R, B$

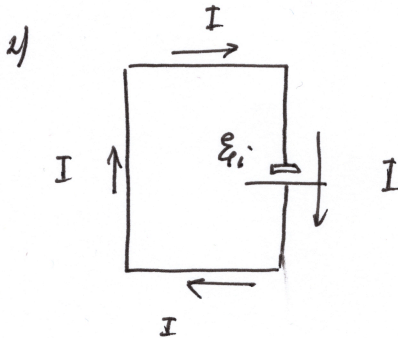
1) Рассмотрим вхождение рамки в магнитное поле (МП)



При движении проводника в МП ш/р точками А и В возникают  $\mathcal{E}_i$ :

$$\mathcal{E}_i = B \cdot v(t) \cdot d \sin 90^\circ = Bv(t) \cdot d$$

На произвольный положительный заряд в МП действует продольная составляющая  $F_{\parallel}$ , обусловленная движением проводника в МП



$$I(t) = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{Bd}{R} \cdot v(t)$$

3) ~~опр.~~  $F_{A1} = ma_1$

$$BI(t) \cdot d = ma_1$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot v(t) = ma_1$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = m \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \Delta x = m \Delta v_x \quad (*)$$

Интегрируем (\*) за всё время вхождения

$$\frac{B^2 d^2}{R} \sum \Delta x = m \sum \Delta v_x$$

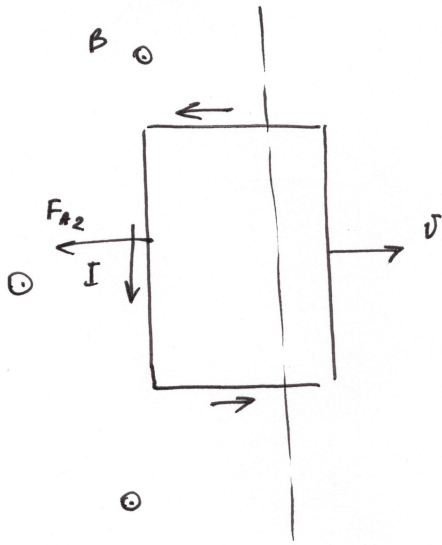
$$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{d}{4} = m(v_0 - v_1) \Rightarrow v_1 = v_0 + \frac{B^2 d^3}{4Rm}$$



④ Чистовик

4) При движении в МП  $v_1 = \text{const}$

5) Аналогично внешнему рашки в МП рассмотрим выход из МП



$$\xi_i = B v(t) \cdot d$$

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

$$F_{A2} = m a_2$$

$$B v(t) \cdot d = m a_2$$

Отсюда,  $v_2 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{2 R m}$

д) Сразу после внешнего рашки в МП

$$a_0 = \frac{F_{A1}}{m} = \frac{B^2 d^2 \cdot v_1}{R m} = \frac{B^2 d^2}{R m} v_0 - \frac{B^2 d^2}{R m} \cdot \frac{B^2 d^3}{4 R m}$$

Ответ: 1)  $\frac{B^2 d^2}{R m} \left( v_0 - \frac{B^2 d^3}{4 R m} \right)$

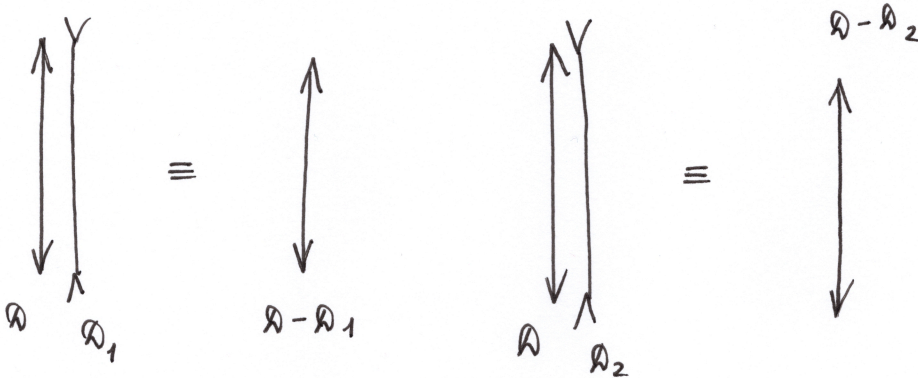
2)  $v_0 - \frac{B^2 d^3}{4 R m}$

3)  $v_0 - \frac{B^2 d^3}{2 R m}$

5) Усмовак

N 5  $\frac{D_1}{D_2} = \frac{7}{3}$  ;  $d_2 = 25$  cm

- 1) Система  $D_1$  — омм. сума  
 $D_2$   
 $D$  — омм. сума наза



$$\left. \begin{aligned} 2) \quad D &= \frac{1}{x} - \frac{1}{f} \\ D - D_1 &= \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f} \\ D - D_2 &= \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \frac{1}{x} - \frac{1}{f} - D_1 &= \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f} \\ \frac{1}{x} - \frac{1}{f} - D_2 &= \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f} \end{aligned}$$

3) По условию  $D_1 = \frac{7}{3} D_2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{x} - \frac{7}{3} D_2 &= \frac{1}{d_1} \\ \frac{1}{x} - D_2 &= \frac{1}{d_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} \frac{7}{3} D_2 + \frac{1}{d_1} &= D_2 + \frac{1}{d_2} \\ \frac{4}{3} D_2 + \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} &= 0 \end{aligned}$$

~~4)  $1 + \frac{7}{3} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{10}{3} \Rightarrow d_1 = \frac{3}{10} d_2$~~

~~5)  $\frac{1}{x} = D_2 + \frac{1}{d_2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{7}{3} D_2 + \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{7}{3} D_2 + \frac{2}{d_2}$~~

6)  $\frac{4}{3} D_2 + \frac{10}{3d_2} + \frac{1}{d_2} = 0$