

# Часть 1

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

Шифр: **21202122**

ID профиля: **365578**

Вариант 8



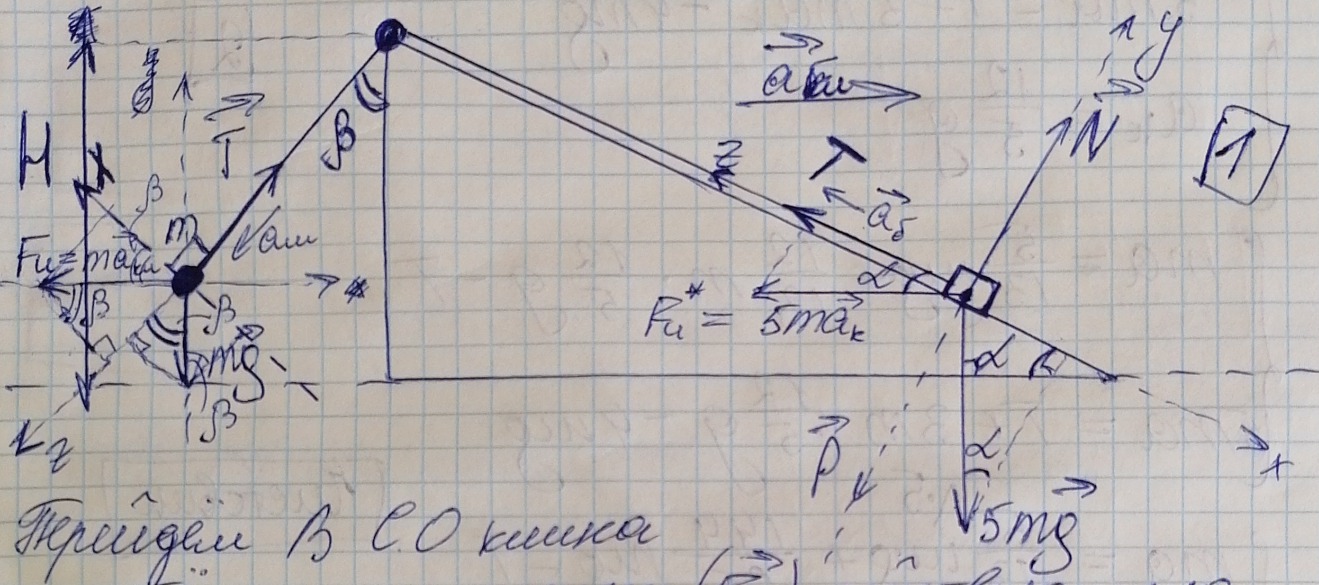
51)

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{25}{169}} = \frac{12}{13}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{5}{13}$$



Период в со шкива и четем аму шеруем ( $F_u$ ), действующую на шарик и брусок.

2 3-и Ньютона для шарика:  $a = a_m = a_b$  } Кин. связь.  
 $T_m = T_b$

0z:  $ma = mg \cos \beta + ma_k \cdot \sin \beta - T$   $a_k - ?$

23-и для бруска:

~~$5ma = T - 5mg \sin \alpha$~~  ;  $\Rightarrow$

дустовек

0z:  $5ma = T + 5ma_k \cdot \cos \alpha - 5mg \sin \alpha$

$$\begin{cases} ma = \frac{5}{13} mg + ma_k \cdot \frac{12}{13} - T \\ 5ma = T + 3ma_k - 4mg \end{cases} \text{ 0z:}$$

2 3-и Ньютона на AX для шарика:

0x:  $0 = ma_k \cdot \cos \beta - mg \sin \beta$

$ma_k \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{12}{13}$

$a_k = \frac{12}{5} g$

$a_k = 2,4g$

[м/с<sup>2</sup>]

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



Итого:

$$5ma = \frac{5}{13} mg + \frac{12}{13} ma_k - T$$

$$5ma = T + 3ma_k - 4mg$$

$$a_k = \frac{12}{5} g$$

2

$$ma = \frac{5}{13} mg + \frac{12}{13} m \cdot \frac{12}{5} g - T$$

$$5ma = T + 3m \cdot \frac{12}{5} g - 4mg$$

Пешовик

$$ma = \frac{5}{13 \cdot 5} mg + \frac{144}{65} mg - T$$

$$5ma = T + \frac{36}{5} mg - 4mg$$

$$ma = \frac{25}{65} mg + \frac{144}{65} mg - T$$

$$5ma = T + \frac{36}{5} mg - \frac{20}{5} mg$$

$$ma = \frac{16g}{65} mg - T \quad \oplus \text{ (Решим сложением)}$$

$$5ma = T + \frac{16}{5} mg$$

$$6ma = \frac{16g}{65} mg - T + T + \frac{16}{5 \cdot 13} mg$$

$$6ma = \frac{16g}{65} mg + \frac{16 \cdot 13}{65} mg$$

$$6ma = \frac{377}{65} mg$$

$$a = \frac{377}{65 \cdot 6} g = \frac{377}{390} g$$

$$a_{\text{отн}} = \frac{377}{390} g$$

[м/с<sup>2</sup>]



$$c_{\text{ма}} = 2,6 \text{ мг} + 3,2 \text{ мг}$$

3

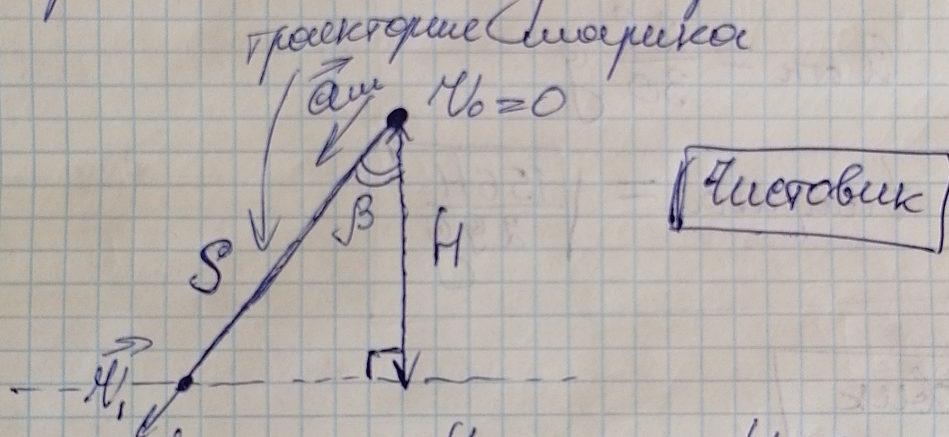
$$c_{\text{шар}} = 5,8 \text{ мг}$$

$$a = \frac{5,8}{6} \text{ г} = \frac{58}{60} \text{ г} = \frac{29}{30} \text{ г}$$

$$a = \frac{29}{30} \text{ г}$$

- относительное ускорение бруска.

Рассмотрим кинематику шарика:



$$\cos \beta = \frac{H}{S} \Rightarrow S = \frac{H}{\cos \beta}; S = \frac{H \cdot 13}{5}$$

$$S = \frac{13}{5} H$$

Уравнение движения шарика:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \text{ или формула скорости:}$$

$$2a_m S = v_1^2 - v_0^2, \text{ где } v_1 = at$$

$$S = \frac{at^2}{2}; at^2 = 2S \quad t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$t^2 = \frac{2S}{a};$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 13}{a \cdot 5} H}$$



$$\text{Answer: } t = \sqrt{\frac{26 \text{ H}}{5 \cdot \frac{299}{30}}} = \sqrt{\frac{26 \text{ H} \cdot 30}{5 \cdot 299}}$$

$$t = \sqrt{\frac{480 \text{ H}}{145 \text{ g}}} = \cancel{\sqrt{\frac{480 \text{ H}}{145 \text{ g}}}}$$

(21)

$$= \sqrt{\frac{156 \text{ H}}{299 \text{ g}}} [\text{e}]$$

$$\text{Answer: } a_{\text{air}} = 2,4 \text{ g}$$

$$a_{\text{orh}} = \frac{29}{30} \text{ g}$$

$$t_{\text{maxima}} = \sqrt{\frac{156 \text{ H}}{299 \text{ g}}}$$

Методик



дано:

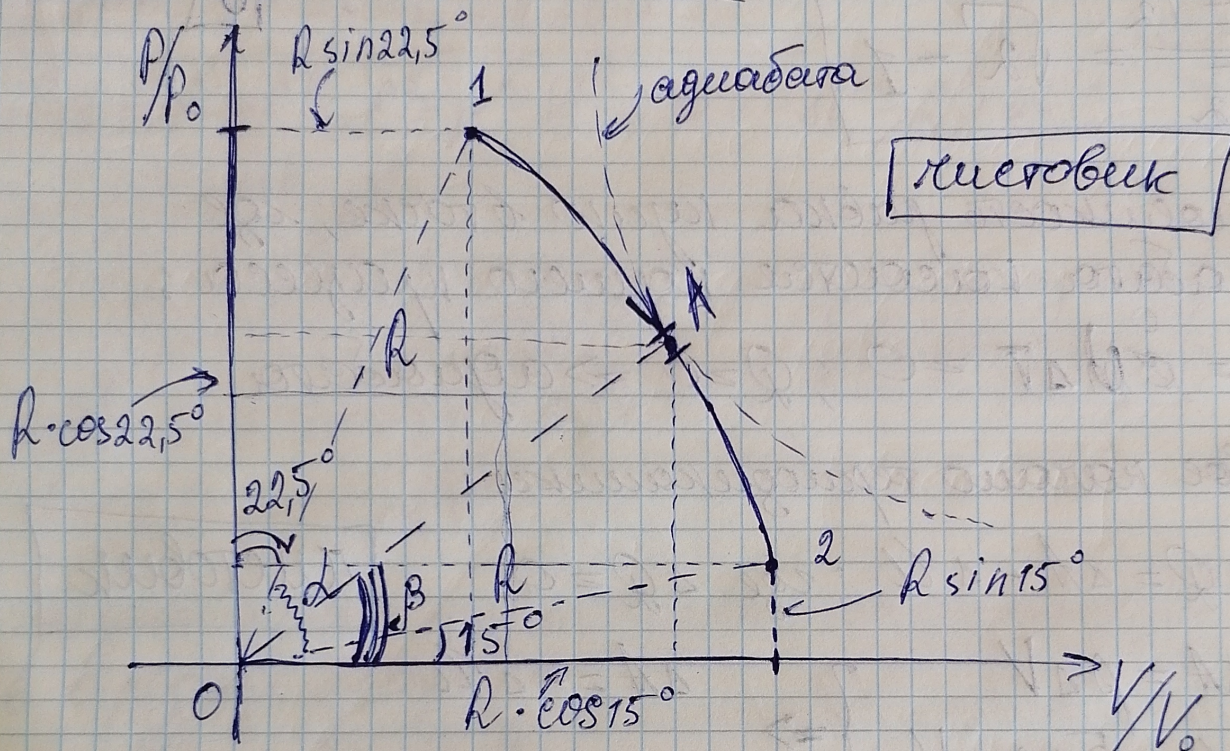
$$\frac{\sqrt{2}}{2} C_v = \frac{5}{2} R$$

$$i = 5$$

(1-2) - гудеа окръжността

$$d = 90^\circ - 22,5^\circ - 15^\circ = 52,5^\circ$$

5



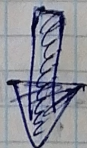
Запишем уравнения Менделеева - Клопперова  
гудеа точек (1) и (2):

$$①: p_1 V_1 = \nu R T_1; \quad R \cdot \cos 22,5^\circ \cdot R \cdot \sin 22,5^\circ = \nu R T_1$$

$$②: p_2 V_2 = \nu R T_2; \quad R \cdot \sin 15^\circ \cdot R \cdot \cos 15^\circ = \nu R T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\cos 22,5^\circ \cdot \sin 22,5^\circ}{\sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2}{1} = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow T_1 = \sqrt{2} \cdot T_2$$



$$\boxed{2 \sin d \cdot \cos d = \sin 2d}$$



$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\sqrt{2} T_2 - T_2}{T_2} = \frac{T_2 (\sqrt{2} - 1)}{T_2} = \sqrt{2} - 1$$

6

$$\boxed{\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \sqrt{2} - 1}$$

Теплоёмкость равна нулю в точке, где адиабата касается кривого процесса:

$$Q = \epsilon W \Delta T = 0; Q = 0 \Rightarrow \text{адиабата.}$$

Первое начало термодинамики:

$$\Delta Q = \Delta A + \Delta U; \text{ где } \Delta Q = 0.$$

пешетовик

$$\Delta A = p \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \Delta p \Delta V$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta A = p \Delta V \\ \Delta U = \frac{5}{2} \Delta p \Delta V \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta A = -\Delta U$$

Ур-ние Менделеева-Клапейрона:

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T$$

$$p^2 + V^2 = R^2 \text{ (уравнение окружности)}$$

$$p^2 = R^2 - V^2$$

имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T \\ p^2 = R^2 - V^2; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p \Delta V + \frac{5}{2} \Delta p \Delta V = 0 \end{array} \right.$$



$$(P + \Delta P)^2 = R^2 (V + \Delta V)^2$$

$$P^2 = R^2 V^2 \ominus$$

$$\Rightarrow P^2 + 2\Delta P P - \Delta P^2 = R^2 V^2 + 2\Delta V R^2 V + \Delta V^2 R^2$$

$$\ominus P^2 = R^2 V^2$$

$$2\Delta P P - \Delta P^2 - P^2 = R^2 V^2 - 2\Delta V R^2 V - R^2 \Delta V^2$$

$$2\Delta P P - \Delta P^2 - P^2 = -2\Delta V R^2 V$$

[7]

$$P^2 + 2\Delta P P - \Delta P^2 - P^2 = R^2 V^2 - 2\Delta V R^2 V - \Delta V^2 R^2$$

$$2\Delta P P - \Delta P^2 = -2\Delta V R^2 V - \Delta V^2 R^2$$

$$\Delta P^2 - 2\Delta P P = \Delta V^2 R^2 + 2\Delta V R^2 V$$

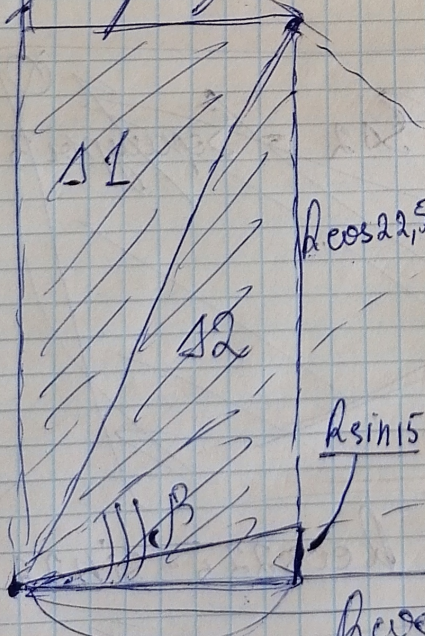
метовек

$$\Delta P^2 - 2\Delta P P = \Delta V^2 R^2 + 2\Delta V R^2 V$$

$$-2\Delta P P_A = 2\Delta V V_A$$

Тригонометрически некорректно точка находится в середине процесса:

$\Rightarrow P/P_0$



$$P_A = \frac{R \cos 22.5^\circ + R \sin 15^\circ}{2}$$

$$V_A = \frac{R \cos 15^\circ + R \sin 22.5^\circ}{2}$$

3 группа 3

$$R \sin 15^\circ$$

$$R \cos 15^\circ$$

$$R \sin 22.5^\circ$$

$$= \frac{1,1826}{1,3485} \approx 0,8769$$

$$\frac{\Delta P}{V_A} = \frac{P_A}{V_A} = \frac{\cos 22.5^\circ + \sin 15^\circ}{\cos 15^\circ + \sin 22.5^\circ}$$

$$= \frac{0,9238 + 0,2588}{0,9659 + 0,3826}$$

$$=$$



$\tan \beta \approx \frac{\sqrt{3}}{2}$  - тангенс угла с горизонтальной осью и векторной точки  $A_1$ , где

8

~~ответ~~  $C_A = 0$ .

$$\eta = \frac{A_y}{Q_H} \text{ ; где } A_y = Q_H - Q_X$$

шестовик

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

2-1) - Адиабатический процесс, т.к

$$Q \approx 0$$

$$Q_{12} = -\Delta U_{21} = -\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$|A_{21}| = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_2)$$

$$Q_X = Q_{21}$$

каж. вес.

$$A_{ушика} = A_{12} - |A_{21}|$$

~~$$A_{12} = \pi R^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot S_{01} - S_{02} - S_{спираль}$$~~

~~$$S_{01} = \frac{1}{2} h \cos 22,5 - \sin 22,5$$~~

~~$$S_{02} \approx \frac{1}{2}$$~~

$$A_{12} = \pi R^2 \cdot \frac{52,5}{360} + \frac{1}{2} h \cos 22,5 \cdot \sin 22,5$$

Ответ: 1)  $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \sqrt{2} - 1$

2)  $\tan \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$



# Часть 2

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

Шифр: **21202122**

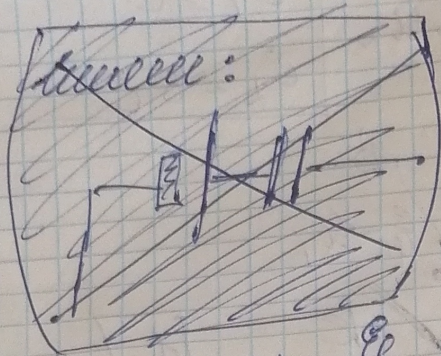
ID профиля: **365578**

Вариант 8





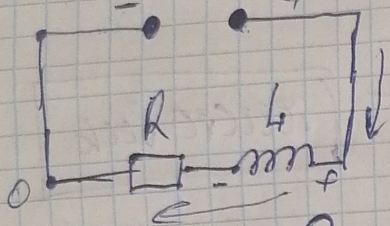




2

кислород

~~Ключ:~~  $(\varphi_0 - \varphi_+) = \frac{\mathcal{E}}{6}$



Знаком сразу после замыкания ключа:

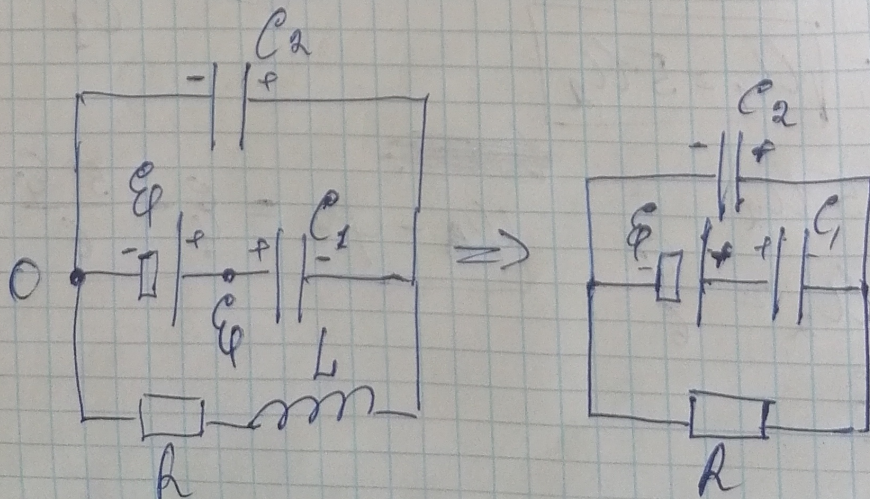
$\frac{\mathcal{E}}{6} = \mathcal{E}_L + IR$ ; где  $I(0) = 0$ ; т.к. заряд скопился на конденсаторе.

$\mathcal{E}_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ; где  $\mathcal{E}_L = |\mathcal{E}_L|$

$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{6} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ ;  $\boxed{\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{6L}}$

Рассмотрим установившееся решение после замыкания ключа:

$\mathcal{E}_L = 0$ ; т.к.  ~~$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \text{const}$~~   $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ ;  $I = \text{const}$ .





из свойств параллельного соединения:

$$\begin{cases} U_2^* = \varphi - U_1 \\ U_2^* = IR \\ \varphi - U_1^* = IR \end{cases}$$

3

кметовик

Решим установленные  $\Rightarrow$  через конденсаторы ток не течёт  $\Rightarrow$  тока в цепи нет.

значит  $U_A = 0$

$\Rightarrow U_2^* = 0$

$\varphi - U_1^* = 0 \Rightarrow U_1^* = \varphi$

Уравнение переходных процессов:

$A\delta = \Delta W_C + \Delta W_H + Q_A ; \text{ все}$

$A\delta = \Delta q \varphi$

$\Delta W_C = \frac{1}{2} C_1 U_1^2 + \frac{1}{2} C_2 U_2^2 - \frac{1}{2} C_2 (U_2^*)^2 - \frac{1}{2} C_1 (U_1^*)^2$

$\Delta W_C = \frac{1}{2} C \cdot \left(\frac{5\varphi}{6}\right)^2 + \frac{1}{2} \cdot 5C \cdot \frac{\varphi^2}{36} - \frac{1}{2} C \cdot \varphi^2 =$

$= \frac{1}{2} C \cdot \frac{25}{36} \varphi^2 + \frac{1}{2} \frac{5C\varphi^2}{36} - \frac{1}{2} C \varphi^2 = \frac{25C\varphi^2}{72} + \frac{5C\varphi^2}{72} -$

$\frac{C\varphi^2}{2} = \frac{30C\varphi^2}{72} - \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{C\varphi^2}{2} \left(\frac{30}{72} - 1\right) = \frac{C\varphi^2}{2} \left(\frac{15}{36} - 1\right) =$

$= \frac{C\varphi^2}{2} \left(\frac{5}{12} - 1\right) = -\frac{7}{12} \cdot \frac{C\varphi^2}{2} = -\frac{7}{24} C\varphi^2$

$\frac{5-12}{12} = -\frac{7}{12}$

$\Delta W_C$

$\Delta W_H = 0 - 0 = 0$



Закон сохранения энергии:

$$\Delta Q = C_1 u_1^* - C_1 u_1 = C_1 (u_1^* - u_1) =$$

$$= C \cdot \left( \frac{q}{6} - \frac{5q}{6} \right) = C \cdot \frac{q}{6} = \frac{Cq}{6}$$

Итого:

$$\frac{Cq^2}{6 \cdot 4} = - \frac{7}{24} Cq^2 = Q_R$$

4

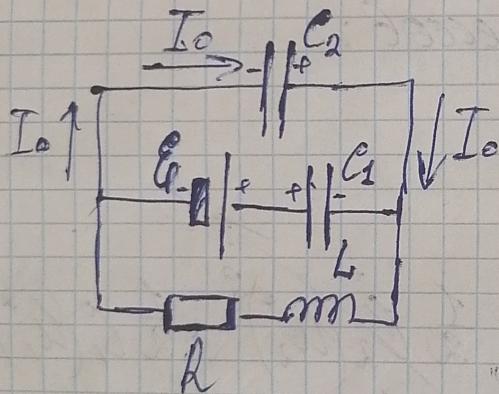
$$\frac{4Cq^2}{24} + \frac{7Cq^2}{24} = Q_R$$

пустовик

$$Q_R = \frac{11Cq^2}{24}$$

- тепло выделяется только на резисторе.

3)



Ответ:

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{q}{6L}$$

$$Q_R = \frac{11Cq^2}{24}$$



$$\sqrt{4} | m; d; b;$$

$$b = \frac{2d}{3}$$

$$V_0; R; B; H = 3d$$

$$| m; d; V_0; R; B |$$

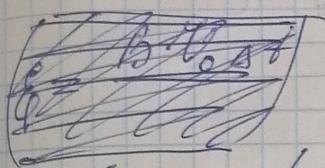
5 | кучербек

Закон Фарадея:  $|\epsilon| = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

где  $\Phi = BS \cos \alpha$ , где  $\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 1$

$$\Delta \Phi = B \Delta S \Rightarrow \epsilon = \frac{B \Delta S}{\Delta t}$$

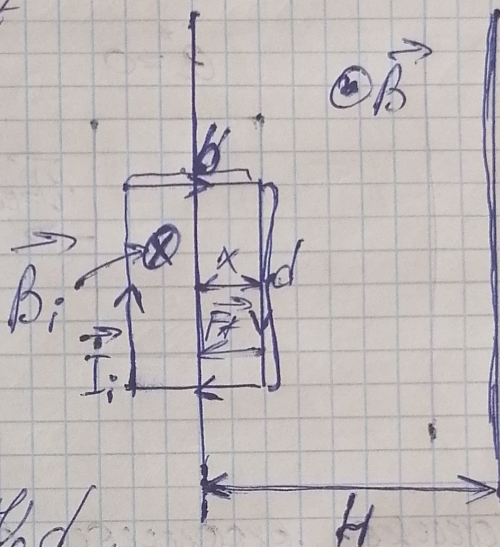
$$x = V_0 t, \text{ где } V_0 = \text{const}$$



$$\Delta S = x \cdot d$$

$$\Delta S = V_0 \Delta t d$$

$$\epsilon = \frac{B V_0 d \Delta t}{\Delta t}; \epsilon = B V_0 d$$



По правому правилу Ленца т.к.  $\Delta \Phi > 0$ , то  $B_i \nabla B \Rightarrow$

$I_i \nabla$  по правой руке (из правила Фарадея).

$$F_A = B I l \sin \alpha, \text{ где } \sin \alpha = 1, \text{ т.к. } \alpha = (\vec{B}, \vec{I}) = 90^\circ$$

$$F_A = B I l; \text{ где } l = d$$

Изменился ток сразу после вхождения в поле и сразу перед выходом, т.к.  $\vec{a}$  - вектор.

$$F_A = ma$$

$$B I d = ma$$

$$a = \frac{B I d}{m}$$

По закону Ома:  $I = \frac{\epsilon}{R}$

$$I = \frac{B V_0 d}{R}$$

$$a = \frac{B d}{m} \cdot \frac{B V_0 d}{R}$$



$$a = \frac{B^2 \mu_0 d^2}{mR}$$

$$a = \frac{B^2 d^2 \mu_0}{mR}$$

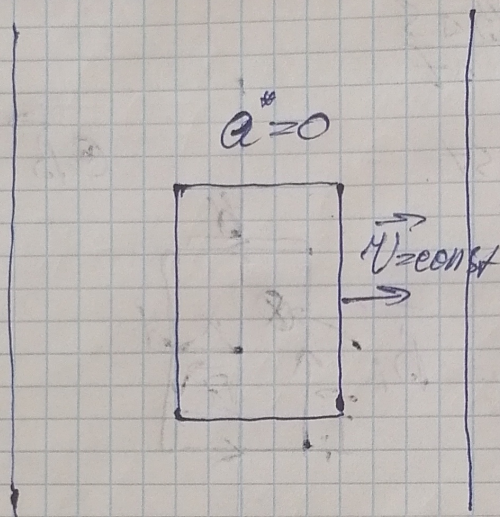
6 мисловик

2) Когда рамка займёт равновесие в поле  
у неё не будет ускорения т.к.  $\Delta \mathcal{P} = 0$

$$\Rightarrow \varphi = 0$$

$$\Rightarrow I = 0$$

$$\Rightarrow F_A = 0.$$



Когда рамка входит в поле, поле её  
сжимает:

$$\mu = \mu_0 - at$$

$$2aS = \mu_0^2 - \mu^2; \text{ где } S = b = \frac{ad}{3}$$

т.е.:

$$2 \cdot \frac{B^2 d^2 \mu_0}{mR} \cdot \frac{ad}{3} = \mu_0^2 - \mu^2$$

$$\Rightarrow \mu^2 = \mu_0^2 - \frac{4B^2 d^3 \mu_0}{3mR}$$

$$\mu = \sqrt{\mu_0 \left( \mu_0 - \frac{4d^3 B^2}{3mR} \right)}$$



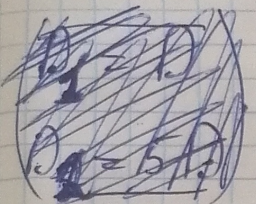
При выходе рабочей поверхности пилки из колес скорость  $V$  не генерит измещения  $\Rightarrow V_1 = V$

$$V_1 = V = \sqrt{M_0 \left( M_0 - \frac{4d^3 B^2}{3mR} \right)}$$

ответ:  $a = \frac{b^2 d^2 M_0}{mR}$

$$V_1 = \sqrt{M_0 \left( M_0 - \frac{4d^3 B^2}{3mR} \right)}$$

55)  $d_3 = 0,5 \text{ м (50 см)}$



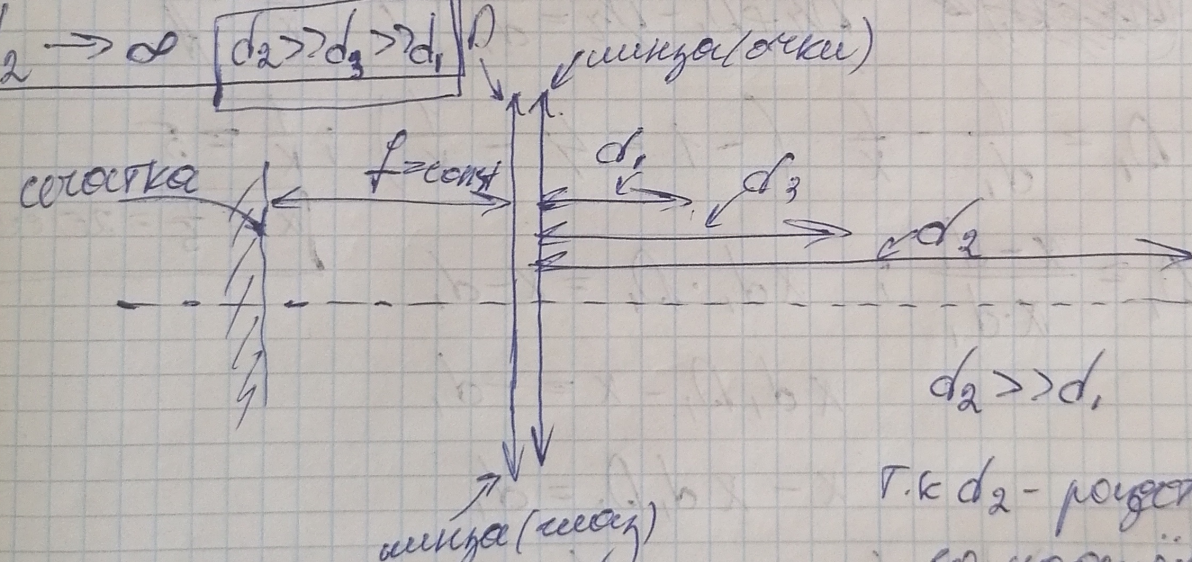
$D_1 = D$   
 $D_2 = 5D$

$$D_1 + D_2 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f}$$

$$D_1 + D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$$

⊖ (Получили отрицательные)

$d_1 = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$   
 $d_2 \rightarrow \infty$   $[d_2 \gg d_3 \gg d_1]$



$d_2 \gg d_1$   
 Т.к  $d_2$  - получается по уменьшению скорости от пилки.

$D_1$  - отрицательная сила сжатия пилки.

$$D_1 + D_2 - D_1 - D_1 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} - \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f}$$

$$D_2 - D_1 = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \approx -\frac{1}{d_1}$$

$$D_1 - D_2 = \frac{1}{d_1}; \quad D - 5D = \frac{1}{d_1}; \quad \frac{1}{d_1} = -4D;$$

~~$5D - D = \frac{1}{d_1}; \quad +4D = \frac{1}{d_1}; \quad D = \frac{1}{4d_1} = \frac{1}{4 \cdot 0,25}$~~







2)  $D_n + D_x = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{f}$  9 кучербекек

$D_n = \frac{1}{x} + \frac{1}{f}$  (  $D_x = \frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,2} = 2 - 5 =$   
 $= -3 \text{ гнтр} )$

$D_n + D_x - D_n = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{f} - \frac{1}{x} - \frac{1}{f}$

$D_x = \frac{1}{d_3} - \frac{1}{x}$ ;  $D_x = \frac{x - d_3}{x \cdot d_3}$ ;  $D_x = \frac{20 - 50}{20 \cdot 50}$

~~$D_x = \frac{1}{d_3} - \frac{1}{x}$~~   $D_x = \frac{0,2 - 0,5}{0,2 \cdot 0,5} = \frac{-0,3}{0,1} = -3 \text{ гнтр.}$

$D_x = -3 \text{ гнтр}$

Ответ: Дыгониённоо бузекке = -5 гнтр  
 $x = 20 \text{ см}$   
 $D_x = -3 \text{ гнтр}$