Часть 1

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

Шифр: **21202476**

ID профиля: **369211**

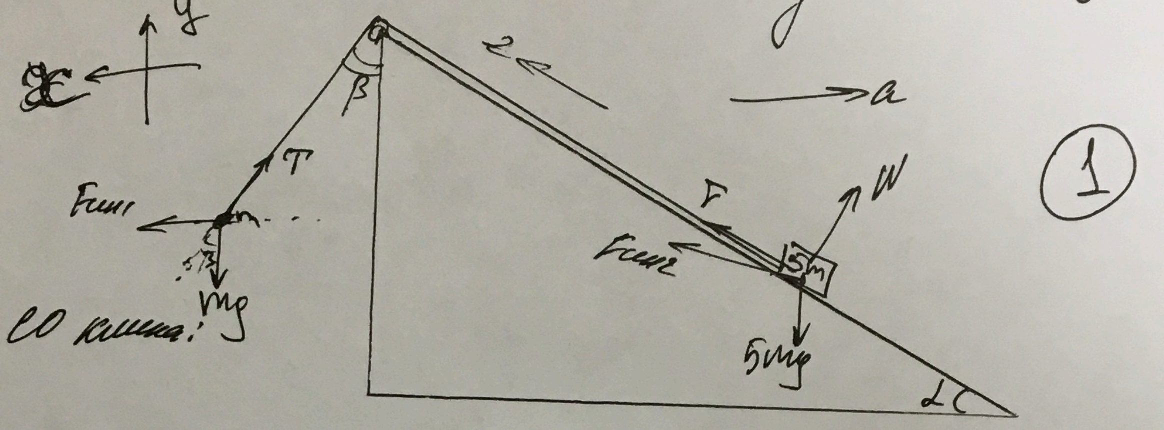
Вариант 8

Вар 11-08 Чистовик Ф-11

№1 Дано: $\cos\alpha = \frac{3}{5}$; $\cos\beta = \frac{5}{13}$; m; $5m$; H;

Найти: 1) a - ? 2) a_1 - ? 3) τ - ?

Решение: Угол $\beta = const \Rightarrow$ отн. ускорение направлено вдоль нити вниз.



В неинерц. СО клина:

1) II ЗН для „m" на оси x и y:

$Ox: m \cdot a_1 \cdot \sin\beta = F_{ин1} - T \cdot \sin\beta$, где $F_{ин1} = ma$;

$Oy: ma_1 \cdot \cos\beta = mg - T \cdot \cos\beta$ $\qquad F_{ин2} = 5ma$;

2) II ЗН для „5m" на ось z: $5ma_1 = T + F_{ин2} \cdot \cos\alpha - 5mg \cdot \sin\alpha$; $\Rightarrow$

Система 3-х ур-ний: $\begin{cases} ma_1 \cdot \sin\beta = ma - T \cdot \sin\beta; (1) \\ ma_1 \cdot \cos\beta = mg - T \cdot \cos\beta; (2) \\ 5ma_1 = T + 5ma \cdot \cos\alpha - 5mg \cdot \sin\alpha; (3) \end{cases}$

Поделим (1) на (2):

$tg\beta = \frac{ma - T \cdot \sin\beta}{mg - T \cdot \cos\beta} \Rightarrow ma - T \cdot \sin\beta = mg\,tg\beta - T \cdot tg\beta \cdot \cos\beta$;

$ma - T \cdot \sin\beta = mg \cdot tg\beta - T \cdot \frac{\sin\beta}{\cancel{\cos\beta}} \cdot \cancel{\cos\beta}$; $\Rightarrow$

$ma = mg \cdot tg\beta \; |:m \Rightarrow \boxed{a = g \cdot tg\beta} = \frac{12}{5}g$;

3) Т.к. нить нерастяжима, то отн. ускорения шарика и бруска одинаковое;

Из (2) и (3) выразим T: $\begin{cases} T \cdot \cos\beta = mg - ma_1 \cdot \cos\beta \\ T = 5ma_1 - 5ma \cdot \cos\alpha + 5mg \cdot \sin\alpha \end{cases} \Rightarrow$

$mg - ma_1\cos\beta = 5m(a_1 \cdot \cos\beta - a \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta + g \cdot \sin\alpha \cdot \cos\beta) \; |:m$

$g - a_1 \cdot \cos\beta = 5(a_1 \cdot \cos\beta - a \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta + g \cdot \sin\alpha \cdot \cos\beta) \Rightarrow$

Чистовик Ф-11

$\boxed{№1}$ (продолж). Подставим значения sin, cos, a:

$$g - \frac{5a_1}{13} = 5\left(\frac{5a_1}{13} - \frac{12}{5}g\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{13} + g\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{5}{13}\right) \Rightarrow$$

$$g - \frac{5a_1}{13} = \frac{25a_1}{13} - \frac{12\cdot3\cdot g}{13} + \frac{20g}{13} \Rightarrow$$

$$g + \frac{12\cdot3g}{13} - \frac{20\cdot g}{13} = \frac{25a_1}{13} + \frac{5a_1}{13} \quad |\cdot 13$$

2

$$13g + 36g - 20g = 30a_1;$$

$$29g = 30a_1 \Rightarrow \boxed{a_1 = \frac{29}{30}g}$$

4) Т.к. в СО клина движение шарика по оси y - равноускоренное, где $a_y = a_1\cdot\cos\beta \Rightarrow$

$$H = \frac{a_y\tau^2}{2}, \text{ т.к. } v_0 = 0 \Rightarrow \tau^2 = \frac{2H}{a_y} \Rightarrow$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_1\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2\cdot H}{\frac{29}{30}\cdot g\cdot\frac{5}{13}}} = \sqrt{\frac{2\cdot30\cdot13\cdot H}{29\cdot5\,g}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2\cdot6\cdot13}{29}\cdot\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{156}{29}\cdot\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $a = g\cdot\operatorname{tg}\beta = \frac{12}{5}g$;

2) $a_1 = \frac{29}{30}g$;

3) $\tau = \sqrt{\frac{156}{29}\frac{H}{g}}$;

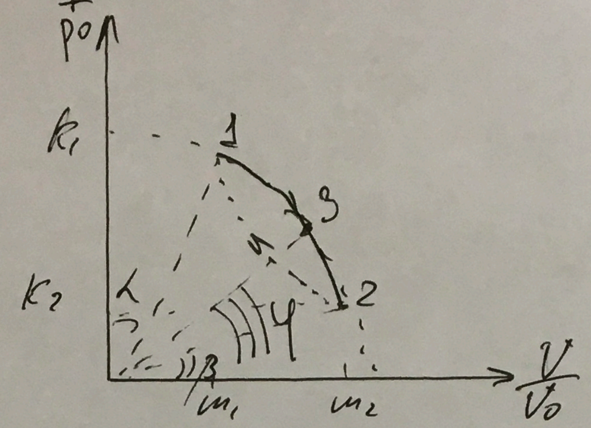
Чистовик Ф-11

№2 Дано: $C_V = \frac{5}{2}R$; $\alpha = 22{,}5^\circ$; $\beta = 15^\circ$;

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ - ? 2) φ - ? 3) η - ?

(3)

Решение:



1) Пусть $\frac{p_1}{p_0} = k_1$; $\frac{p_2}{p_0} = k_2$; $\frac{V_1}{V_0} = m_1$; $\frac{V_2}{V_0} = m_2$; $\Rightarrow$

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1; \\ p_2 V_2 = \nu R T_2; \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} \Rightarrow$$

$$\frac{(T_1 - T_2)}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} - 1; \Rightarrow$$

$$\frac{(T_1 - T_2)}{T_2} = \frac{k_1 \cdot p_0 \cdot m_1 \cdot V_0}{k_2 \cdot p_0 \cdot m_2 \cdot V_0} - 1 = \frac{k_1 \cdot m_1}{k_2 \cdot m_2} - 1 \text{ где}$$

$k_1 = R \cdot \cos\alpha$; $k_2 = R \cdot \sin\beta$; $m_1 = R \cdot \sin\alpha$; $m_2 = R \cdot \cos\beta \Rightarrow$

$$\frac{(T_1 - T_2)}{T_2} = \frac{\cancel{R} \cdot \cos\alpha \cdot \cancel{R} \cdot \sin\alpha}{\cancel{R} \cdot \sin\beta \cdot \cancel{R} \cdot \cos\beta} - 1 = \frac{\sin 2\alpha}{\sin 2\beta} - 1 \Rightarrow$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} - 1 = \underline{\underline{\sqrt{2} - 1}};$$

2) Пусть в точке 3 теплоёмкость равна нулю:

- $\delta Q = dU + \delta A$, где $dU = d\left(\frac{5}{2}\nu R T\right) = \frac{5}{2}\nu R\, dT$;
- $\delta A = p \cdot dV$;
- Ур-ние Менд.-Клапейрона: $pV = \nu R T \Rightarrow d(pV) = \nu R\, dT \Rightarrow$

$\nu R\, dT = p \cdot dV + dp \cdot V$; $\Rightarrow$ продолжение на след. стр.

21202476 (U369211 M1267780)

№2 (продолжение) Из графика найдём зависимость $p(V)$:

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2+\left(\frac{V}{V_0}\right)^2=R^2 \Rightarrow \frac{p^2}{p_0^2}+\frac{V^2}{V_0^2}=R^2 \quad |\cdot p_0^2\cdot V_0^2 \Rightarrow$$

$$p^2\cdot V_0^2+V^2\cdot p_0^2=p_0^2\cdot V_0^2\cdot R^2,$$ где R – безразмерная величина;

$$p^2=\frac{p_0^2V_0^2R^2-V^2p_0^2}{V_0^2} \Rightarrow p=p_0\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}} \Rightarrow$$

$$\delta A=p_0\cdot\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\cdot dV;$$

$$dU=\frac{5}{2}\left(p\cdot dV+dp\cdot V\right)=$$

$$=\frac{5}{2}\left(p_0\cdot\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\cdot dV+V\cdot dp\right),$$ где dp:

$$\frac{dp}{dV}=d\left(p_0\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\right)'=p_0\cdot d\left(\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\right)=$$

$$=p_0\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}}\cdot\frac{(-2)}{V_0^2}V \Rightarrow dp=-p_0\cdot\frac{V\,dV}{\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\cdot V_0^2} \Rightarrow$$

$$\delta Q=p_0\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\cdot dV-p_0\,\frac{V^2\cdot dV}{V_0^2\cdot\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}} \Rightarrow$$

Если $c=0 \Rightarrow \delta Q=0 \Rightarrow$

$$p_0\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}\cdot dV=p_0\,\frac{V^2\cdot dV}{V_0^2\cdot\sqrt{R^2-\frac{V^2}{V_0^2}}} \Rightarrow \;|:(p_0 dV)$$

$$R^2-\frac{V^2}{V_0^2}=\frac{V^2}{V_0^2} \Rightarrow R^2=\frac{2V^2}{V_0^2} \Rightarrow R=\frac{V\sqrt{2}}{V_0} \Rightarrow$$

$$V=V_3=\frac{R\cdot V_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \cancel{\cos\psi=\frac{V_3}{R}=\frac{R\cdot V_0}{\sqrt{2}R}=\frac{V_0}{\sqrt{2}}} \Rightarrow$$

$$\boxed{\cancel{\psi=\arccos\frac{V_0}{\sqrt{2}}}};\quad \cos\psi=\frac{\frac{V_3}{V_0}}{R}=\frac{\frac{R\cdot V_0}{\sqrt{2}\cdot V_0}}{R}=\frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \underline{\psi=45^\circ}$$

3) $КПД=\eta=1-\frac{Q_х}{Q_н}$; По условию в процессе 2-1: $Q_{2-1}\rightarrow 0 \Rightarrow$

В процессе 1-2 газ и отдаёт и получает тепло:

Т.е. точка 3 является промежуточной точкой, разделяющей подведение и отвод теплоты от газа.

Ответ: 1) $\frac{T_1-T_2}{T_2}=\sqrt{2}-1$ 2) $\psi=\arccos\frac{1}{\sqrt{2}}=45^\circ$;

Часть 2

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

Шифр: **21202476**

ID профиля: **369211**

Вариант 8

Вар. 11-08 ~~[illegible]~~

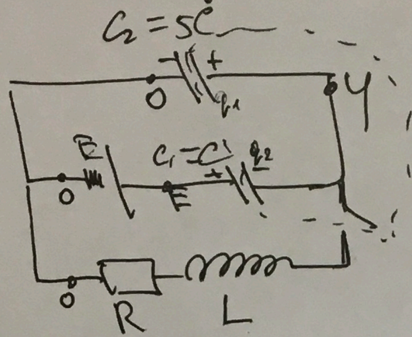
Чистовик

№3 Дано: $C_2 = 5C$; $C_1 = C$; R; L; E;

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

Решение: 1) До замыкания ключа:

Метод узловых потенциалов:



. Рассмотрим замкнутую область для нахождения φ:

$q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow$

$+5C(\varphi - 0) - C(E - \varphi) = 0 \Rightarrow |:C$

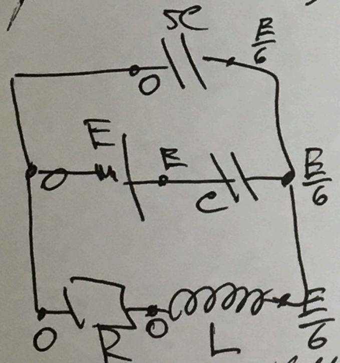
$5\varphi = E - \varphi \Rightarrow E = 6\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{E}{6}$; $\Rightarrow$

$U_{5C}(0) = \frac{E}{6}$; $U_C(0) = \frac{5E}{6}$; $\Rightarrow$

$W(0) = \frac{5CU_{5C}^2(0)}{2} + \frac{CU_C^2(0)}{2} = \frac{5C \cdot E^2}{72} + \frac{25 \cdot CE^2}{72} = \frac{30CE^2}{72}$;

2) Сразу после замыкания ключа:

. $I_L = 0$ (скачком не изменится); . U на конденсаторах будут равными $U_{5C}(0)$ и $U_C(0)$ $\Rightarrow$ Метод узловых потенциалов:



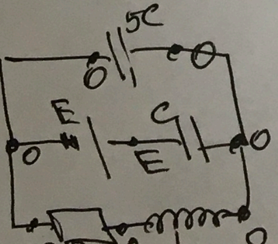
$U_L = L \cdot I_L' \Rightarrow I_L'(0) = \frac{U_L(0)}{L} \Rightarrow$

$$\boxed{I_L'(0) = \frac{E}{6L}}$$

3) После замыкания ключа в уст. режиме:

$I_L(t_{уст}) = 0$; $I_C(t_{уст}) = 0$; $I_{5C}(t_{уст}) = 0$; $U_L(t_{уст}) = 0 \Rightarrow$

Метод узловых потенциалов



$W(t_{уст}) = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow A_Б = Q + \Delta W$, где

$A_Б = E \cdot \Delta q$, где Δq - заряд протёкший через батарею.

На левой обкладке конденсатора C: было: $q^* = \frac{5CE}{6}$

стало: $q^{**} = CE$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta q = CE - \frac{5CE}{6} = \frac{CE}{6} \Rightarrow \frac{CE^2}{6} = Q + W(t_{уст}) - W(0) \Rightarrow$

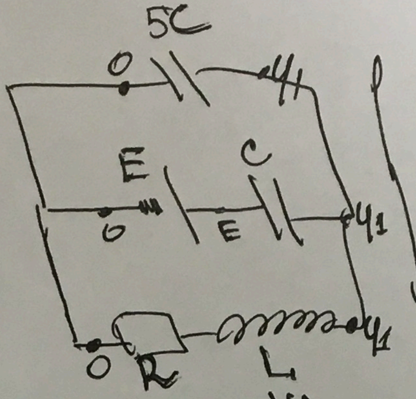
продолж. на след стр

№3 (продолж.)

$$\frac{CE^2}{6} = Q + \frac{CE^2}{2} - \frac{30CE^2}{72} \Rightarrow$$

$$\boxed{Q = \frac{CE^2}{6} + \frac{30CE^2}{72} - \frac{CE^2}{2} = \frac{(12+30-36)CE^2}{72} = \frac{6CE^2}{72} = \frac{CE^2}{12}}$$

4) $I_{5C} = I_0 \Rightarrow$



Метод узловых потенциалов

Для резистора 5C: $I_0 = 5C \cdot \frac{du_x}{dt} = 5C \cdot U_{5C}'$;

$U_{5C} = U_R + U_L$;

Ответ: 1) $I_L'(0) = \frac{E}{6L}$; 2) $Q = \frac{CE^2}{12}$;

Чистовик

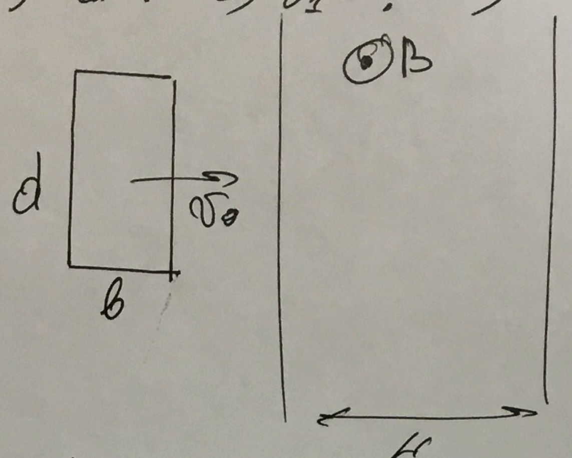
Ф-11

③

№4 Дано: m; d; $b = \frac{2d}{3}$; v_0; R; $H = 3d$;

Найти: 1) $a_{вн}$ - ? 2) v_1 - ? 3) v_2 - ?

Решение:

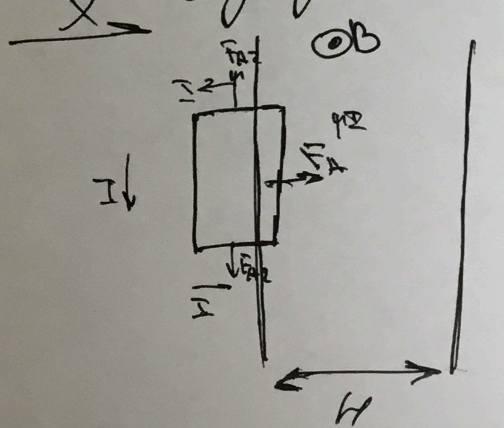


1) Сразу ~~ж~~ после вхождения рамки в поле:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t};\ \Delta\Phi = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0 \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = 0 \Rightarrow$$

внешние силы на рамку не действуют по направлению движения $\Rightarrow m a_{вн} = \sum F_i = 0 \Rightarrow \boxed{a_{вн} = 0}$;

2) v_1 - скорость, когда правая сторона начнёт выходить из поля и когда вся рамка только зайдёт в поле (из пункта 1 $a_{вн} = 0$) $\Rightarrow$



$$|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot d\cdot v_0\cdot\Delta t}{\Delta t} = B\cdot v_0\cdot d;\ \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B\cdot v_0\cdot d}{R};$$

По правому винту ток будет против часовой стрелки $\Rightarrow$ Запишем 2ЗН в проекции на ось x

$$m\cdot a = F_A,\ \text{где } F_A = B\cdot I\cdot d \Rightarrow$$

$$ma = B\cdot d\cdot\frac{B\cdot v_0\cdot d}{R} \Rightarrow a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR} \Rightarrow$$

Из кинематики: $b = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow \frac{2d}{3} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow$

$$v_1^2 - v_0^2 = \frac{4}{3}d\cdot\frac{B^2 d^2 v_0}{mR} \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR} \Rightarrow$$

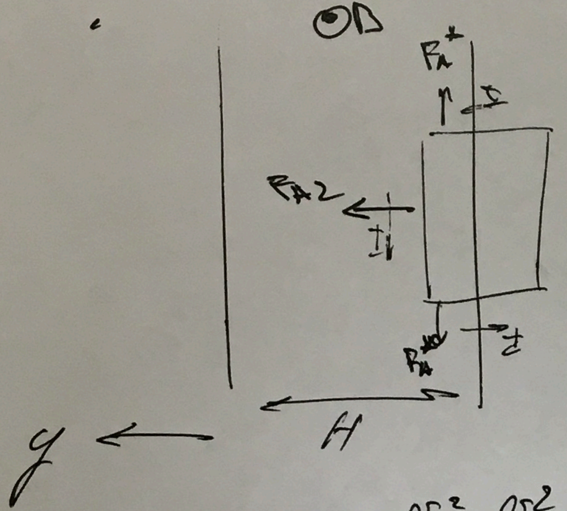
$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR}};$$ продолжение на след стр.

№4 продолж.

3) $|\mathcal{E}_i^*| = \frac{\Delta\Phi^*}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot d\cdot v_1\cdot\Delta t}{\Delta t} = B\cdot v_1\cdot d \Rightarrow$

$I_2 = \frac{B v_1\cdot d}{R}$;

По правилу правого винта: при выходе ток также будет против часовой стрелки ⇒



$F_{A2} = B\cdot I_2\cdot d$; ⇒

По II закону Ньютона:

$ma_2 = B\cdot I_2\cdot d \Rightarrow$

$ma_2 = B\cdot d\cdot\frac{B v_1 d}{R} = \frac{B^2 d^2 v_1}{R}$; ⇒

$a_2 = \frac{B^2 d^2 v_1}{mR} \Rightarrow$

$b = \frac{v_2^2 - v_1^2}{-2|a_2|} \Rightarrow -\frac{4d}{3}\cdot a_2 = v_2^2 - v_1^2 \Rightarrow$

$v_2^2 = v_1^2 - \frac{4d}{3}\cdot\frac{B^2 d^2 v_1}{mR} =$

$= v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR} - \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_1}{mR} \Rightarrow$

$v_2 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}\left(v_0 - \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR}}\right)}$;

Ответ: 1) $a_{вн} = 0$;

2) $v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR}}$;

3) $v_2 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3}{mR}\left(v_0 - \sqrt{v_0^2 + \frac{4}{3}\frac{B^2 d^3 v_0}{mR}}\right)}$;

Чистовик

5

№5 Дано: $S = 25$ см; $\frac{D_1}{D_2} = 5$;

Найти: 1) x - ? D_2 - ? 2) D^* - ?

Решение: 1) Пусть D - оптическая сила глаза =>

• $D' = D + D_1$; • $D'' = D + D_2$;

2) Т.к. человек очень близорукий, то он может прочитать текст ~~лишь~~ без очков вплотную к глазу =>

$\boxed{x = 0}$

21202476 (U369211 M1267781)