# Часть 1

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

Шифр: **21200085**

ID профиля: **210635**

Вариант 5

№1

ЧИСТОВИК лист 1

Дано

$\cos\alpha = \frac{12}{13} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{5}{13}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

H

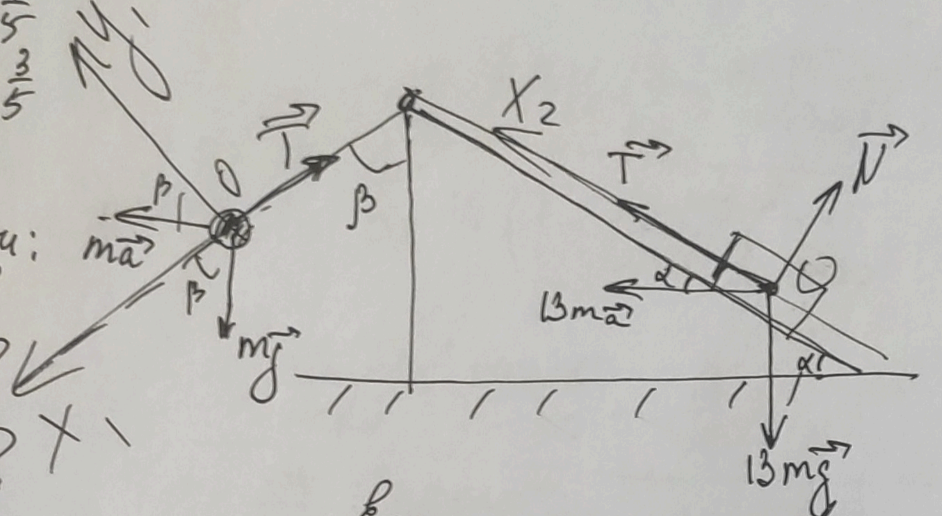
Найти:

1) $a = ?$

2) $a_{отн} = ?$

3) $t = ?$

в системе отсчета: клин




Если нить не провисает, угол β постоянный, то оба грузика движутся вдоль нити.

Тогда в проекциях на оси второй з-н Ньютона для меньшего грузика:

(1) $(OX_1)$: $mg\cdot\cos\beta + ma\cdot\sin\beta - T = m a_{отн}$

$(OY_1)$: $mg\cdot\sin\beta = ma\cos\beta \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{a = g\cdot tg\,\beta} = \cancel{\tfrac{5}{12}g}\ \tfrac{3}{4}g$$

для второго грузика:

(2) $(OX_2)$: $13ma\cdot\cos\alpha - 13mg\cdot\sin\alpha + T = 13m a_{отн}$

Сложим (1) и (2): $ma\cdot\sin\beta + mg\cdot\cos\beta + 13ma\cdot\cos\alpha - 13mg\cdot\cos\alpha = 14m a_{отн}$

подставив $a = g\cdot tg\,\beta$:

$$a_{отн} = g\cdot\frac{\sin^2\beta + \cos^2\beta + 13\cos\alpha\cdot\sin\beta - 13\cos\beta\cdot\sin\alpha}{14}$$

$$a_{отн} = g\,\frac{1 + 13\sin(\beta-\alpha)}{14\cos\beta} = 0{,}375\,g$$

Путь, пройденный грузиком: $\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_{отн}}{2}t^2$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta\cdot a_{отн}}} = \sqrt{\frac{20H}{3g}}$$

Ответ: а) $\frac{3}{4}g$

б) $0{,}375g$

в) $\sqrt{\frac{20H}{3g}}$

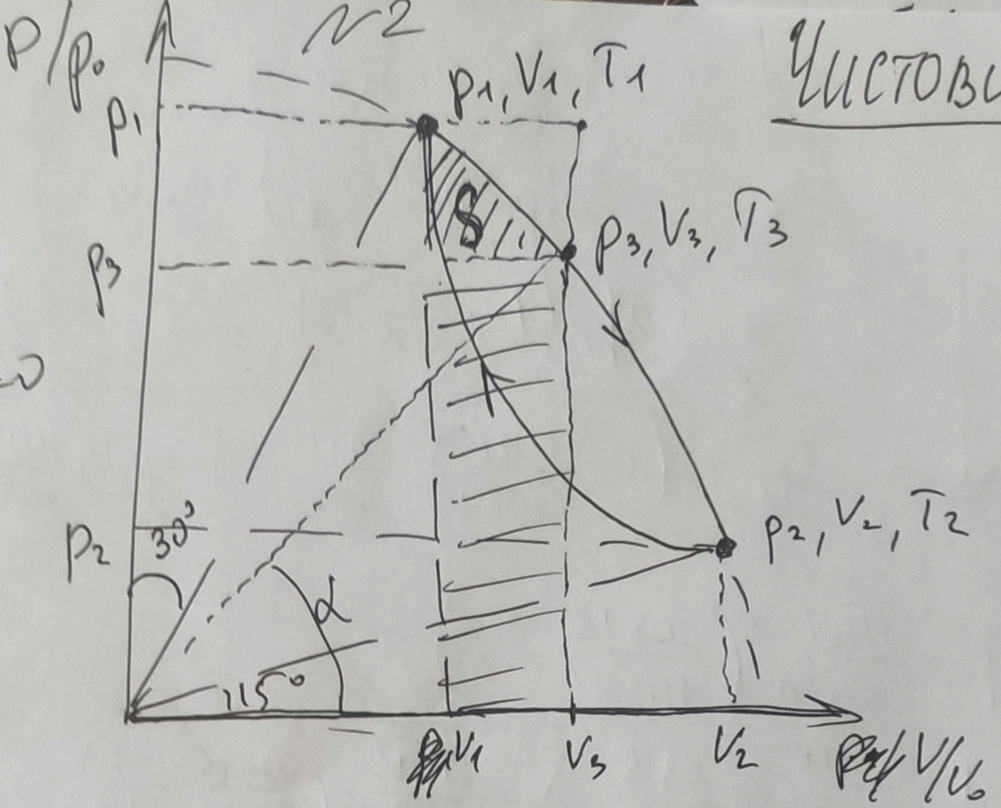
Чистовик

лист 2

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

2) $\alpha - ?$, $c = 0$

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




1) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{R\cdot\cos 30}{R\cdot\sin 15}$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{R\cdot\sin 30}{R\cdot\cos 15}$; $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 30\cos 30}{\sin 15\cdot\cos 15} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \underline{\underline{\sqrt{3}}}$$

2) Мы знаем, что отношение площади S к площади квадрата, в котором S лежит $= \frac{2}{3}$ (можем вывести): $\frac{S}{S_\square} = \frac{\int_0^1 (1-x^2)dx}{1\cdot 1} = \frac{1-\frac{1}{3}}{1} = \frac{2}{3}$

Тогда $A_{13} = S + S_{\text{прямоугольника}} = S_{\text{под графиком 13}} =$

$$= \frac{2}{3}(p_1-p_3)(V_3-V_1) + p_3(V_3-V_1) = (V_3-V_1)\left(\frac{2}{3}p_1 + \frac{1}{3}p_3\right)$$

При этом $c=0$, тогда $Q=0$, т.е. $\Delta U = A_{13}$

$$\frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) = (V_3-V_1)\left(\frac{2}{3}p_1 + \frac{1}{3}p_3\right)$$

$\frac{p_1}{p_3} = \frac{R\cdot\cos 30}{\cancel{R\cdot\cos(30}\,R\cdot\sin\alpha}$; $\frac{V_1}{V_3} = \frac{R\cdot\sin 30}{R\cdot\cos\alpha}$

$p_3 = p_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos 30}$; $V_3 = V_1\cdot\frac{\cos\alpha}{\sin 30}$

(подставляем ~~эти два~~ $V_3$ и $p_3$ в первое уравнение)

$$\boxed{\frac{3}{2}p_1V_1\left(1 - \frac{\sin 2\alpha}{\sin 60}\right) = p_1V_1\left(\frac{\cos\alpha}{\sin 30} - 1\right)\left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3}\frac{\sin\alpha}{\cos 30}\right)}$$

решение этого уравнения дает ~~нужн~~ искомый $\alpha$ (одна неизвестная)

#нет времени

№2

3) $$\frac{A}{A_{12}} = \frac{\frac{1}{3}(p_1-p_2)(V_2-V_1)}{\frac{2}{3}(p_1-p_2)(V_2-V_1)+p_2(V_2-V_1)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{3}p_1V_1\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)}{\frac{2}{3}p_1V_1\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)+p_1V_1\frac{\sin 15}{\cos 30}\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)} =$$

$$= \frac{\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)}{2\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)+\frac{\sin 15}{\cos 30}\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)}$$

Ответ: а) $\sqrt{3}$

б) $\frac{3}{2}-\sqrt{3}\sin 2\alpha = (2\cos\alpha-1)\left(\frac{2}{3}+\frac{\sqrt{3}\cdot 2\sin\alpha}{9}\right)$

в) $$\frac{\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)}{2\left(1-\frac{\sin 15}{\cos 30}\right)\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)+\frac{\sin 15}{\cos 30}\left(\frac{\cos 15}{\sin 30}-1\right)}$$

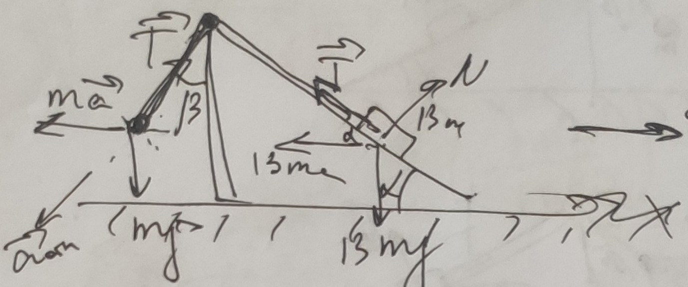
ЧИСТОВИК

лист 3

Черновик

№1 черновик

1) a
2) $a_{отн}$
3) t=?




1) $ma\cdot\sin\beta + mg\cdot\cos\beta - T = ma_{отн}$

$\cancel{T\sin\beta}\ mg\cdot\sin\beta = ma\cos\beta$

$a = g\cdot tg\beta$

2) $\cancel{13mg\cdot\sin\alpha}\ 13ma\cdot\cos\alpha - 13mg\cdot\sin\alpha + T = 13ma_{отн}$

1+2: $ma\sin\beta + mg\cos\beta + 13ma\cdot\cos\alpha - 13mg\cdot\sin\alpha = 14ma_{отн}$

$g\cdot tg\beta\cdot\sin\beta + g\cdot\cos\beta + 13g\cdot tg\beta\cdot\cos\alpha - 13g\cdot\sin\alpha = 14a_{отн}$

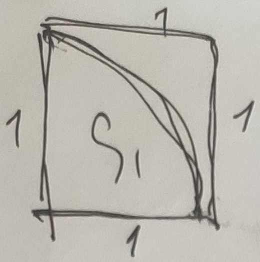
$g\cdot\frac{\sin^2\beta+\cos^2\beta}{\cos\beta} + 13\cancel{\cos\beta\sin\alpha}\cos\alpha\sin\beta - 13\sin\alpha\cos\beta$

$g\cdot\frac{1+13\cdot\sin(\beta-\alpha)}{\cos\beta}$

$a = g\frac{1+13\cdot\frac{12}{13}\cdot\frac{3}{5} - 13\cdot\frac{5}{13}\cdot\frac{4}{5}}{14\cdot 0,8} =$

$y = 1 - x^2$

Черновик



$S = 1$

$S_1 = \int_0^1 (1-x^2)\,dx = x - \frac{x^3}{3}\Big|_0^1 = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$

$\cancel{\angle U = \frac{3}{2}\left(p_1V_1 - p_1V_1 \frac{\sin 2\alpha}{\sin 60}\right)}$ $\quad \frac{3}{2}\left(1 - \frac{\sin 2\alpha}{\sin 60}\right) = \left(\frac{\cos\alpha - 0{,}5}{0{,}5}\right),$

$\left(\frac{\sqrt{3} + \sin\alpha}{3\cos 30}\right)$

$\cancel{A = V_1\left(\frac{\cos\alpha}{\sin}\right.}$

$\cancel{\frac{3}{2}\left(\frac{\sin 60 - \sin 2\alpha}{\sin 60}\right) = 2(2\cos\alpha - 1)}\underbrace{\left(\frac{\sqrt{3} + \sin\alpha}{\frac{3}{2}\sqrt{3}}\right)}_{\frac{2}{3} + \frac{2\sqrt{3}\sin\alpha}{9}}$

$\cancel{\frac{3}{2} - \frac{3\sin 2\alpha}{\sqrt{3}} = \ldots \cos\alpha \ldots 3\sqrt{3}\cos\alpha - \frac{3}{2\sqrt{3}}}$

$2\cdot 2\sqrt{3}\sin 2\alpha$

$\frac{3}{2} - \sqrt{3}\sin 2\alpha = \frac{4}{3}\cos\alpha - \frac{2}{3} + \frac{4\sqrt{3}\sin\alpha\cos\alpha}{9} - \frac{2\sqrt{3}\sin\alpha}{9}$

$\frac{13}{6} = \frac{4}{3}\cos\alpha - \frac{2\sqrt{3}}{9}\sin\alpha + \frac{11\sqrt{3}\sin 2\alpha}{9}$

$2\sqrt{3}\sin\alpha = 11\sqrt{3}\sin 2\alpha \qquad \frac{13}{6} = \frac{4}{3}$

$2\sqrt{3} = 22\sqrt{3}\cos\alpha$

$\cos\alpha = \frac{1}{11}$

$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - x = 1$

$\frac{13}{2} = 4x - \frac{2\sqrt{3}}{3}\sqrt{1-x^2} + \frac{11\sqrt{3}\,x\sqrt{1-x^2}}{3}$

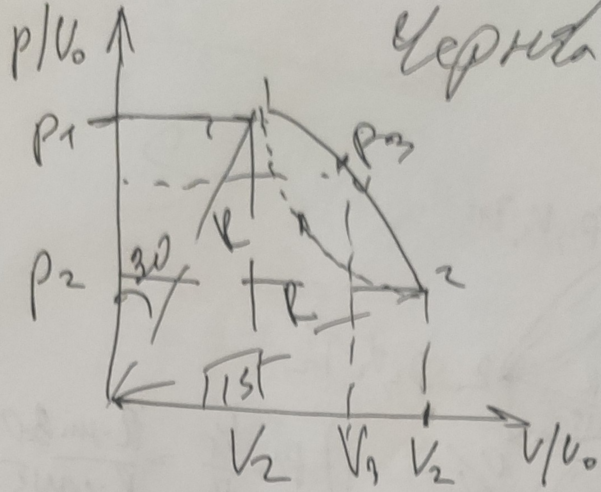
$\frac{13}{2} - 4x = \sqrt{1-x^2}\left(\frac{2\sqrt{3}}{3} - \frac{11\sqrt{3}}{3}x\right)$

$\cancel{13 - 8x}$

$\cancel{\frac{169 - 104x + 16x^2}{4} = (1 - x^2)}$

$y = 1 - x^2$

Чернова




1) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{R\cos 30}{R\cdot\sin 15}$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{R\cdot\sin 30}{R\cdot\cos 15}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \sqrt{3}$

2) $\cancel{Q=0} \Rightarrow C=0 \Rightarrow Q=0 \Rightarrow \Delta U = A'$

($A'$ – над газом)

$\frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) = \frac{(V_3-V_1)(3-V_1^2+V_1V_3-V_3^2)}{3}$

$\frac{V_1}{V_3} = \frac{R\cdot\sin 30}{R\sin(30+\alpha)}$

Т.к. $\Delta U >$ и $A > 0$,

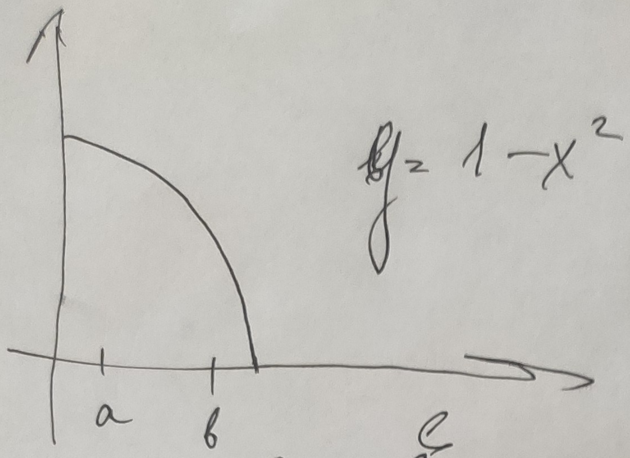
$Q=0$, тогда $\Delta U = A$

$\frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3)$

$V_3 = V_1\frac{\sin(30+\alpha)}{\sin 30}$, $\Delta U = \frac{3}{2}V_1\cancel{\frac{\sin(30+\alpha)}{\sin 30}}\left(p_1 - p_3\frac{\sin(30+\alpha)}{\sin 30}\right)$

$A =$

Черновик



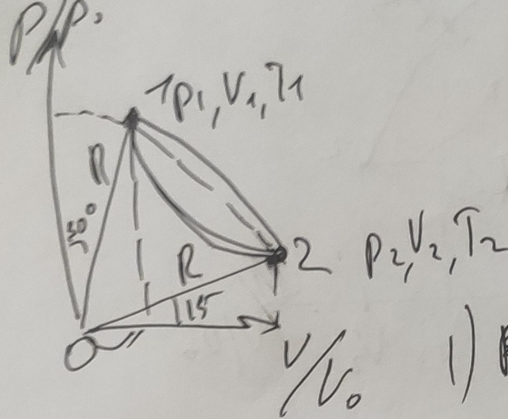

$$S = \int_a^b (1-x^2)\,dx = x - \frac{x^3}{3}\Big|_a^b =$$

$$= b - \frac{b^3}{3} - a + \frac{a^3}{3} =$$

$$= \frac{3(b-a) - (b-a)(b^2+ab+a^2)}{3} =$$

$$= \frac{(b-a)(3-b^2+ab+a^2)}{3}$$

№2




1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{R\cdot\sin 30}{R\cdot\cos 15}$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{R\cdot\cos 30}{R\cdot\sin 15}$$

$$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{R^2\cdot\sin 30\cdot\cos 30}{R^2\cdot\sin 15\cdot\cos 15} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

$$\frac{p_1V_1}{p_2V_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$$

2) $C = 0$

$Q = \Delta U_{10} + A$

$Q = 0 \Rightarrow \Delta U = A'$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T =$

2) $A_{12} = A_{21} =$

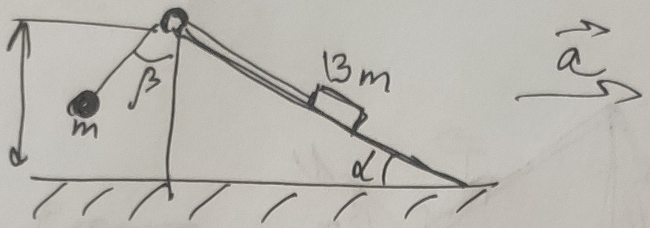
$\cancel{A_{12}}$

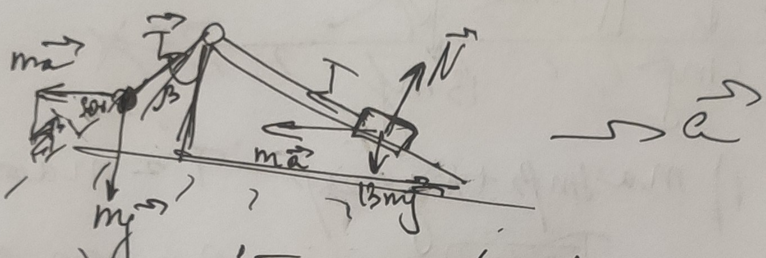
$A =$

Черновик

$\frac{12}{13} = \frac{5}{13}$

$\frac{4}{5} \Rightarrow \sin\beta = \frac{3}{5}$



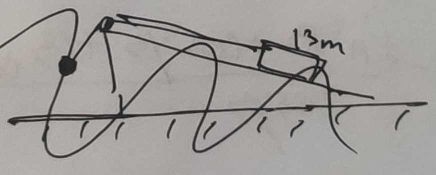

1) $\begin{cases} T = ma\cos(90-\beta) + mg\cos\beta - ma_{\text{осн}} \\ ma = T\cdot\sin\beta \Rightarrow T = \frac{ma}{\sin\beta} \end{cases}$

$\frac{ma}{\sin\beta} = ma\cdot\sin\beta + mg\cos\beta$

$a = a\cdot\sin^2\beta + g\cos\beta$

$a = \frac{g\cos\beta}{1-\sin^2\beta} = \frac{g}{\cos\beta}$

2)




21200085 (U210635 M1264133)

# Часть 2

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

Шифр: **21200085**

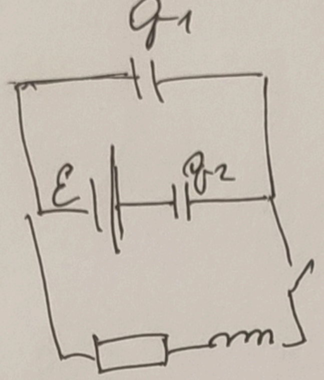
ID профиля: **210635**

Вариант 5

Чистовик лист 1

№3

Дано:
$C_1 = C$
$C_2 = 2C$
$L, R, \mathcal{E}$
Найти
1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} = ?$
2) $Q = ?$
3) $I_L = ?$, $I_1 = I_0$



1) 1) До ~~вы~~ замыкания ключа:
~~$q_1 = 2C\mathcal{E}$~~ $q_1 = q_2 = \mathcal{E} C_{общ} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$
~~$q_2 = C\mathcal{E}$~~

2) После замыкания:
~~$U_1 = 2\mathcal{E}$; $U_2 = \mathcal{E}$~~
$U_1 = \frac{\mathcal{E}}{3}$; $U_2 = \frac{2\mathcal{E}}{3}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ в соединении (ус три ветви параллельны)
в катушеч ветви $U = \frac{1}{3}\mathcal{E}$
тогда $\frac{1}{3}\mathcal{E} = LI'$
$\frac{\Delta I}{\Delta t} = I' = \frac{\mathcal{E}L}{3}$

2) $Q = \frac{q_1^2}{4C} + \frac{q_1^2}{2C} = \frac{4C^2\mathcal{E}^2}{9 \cdot 4C} + \frac{4C^2 \cdot \mathcal{E}^2}{9 \cdot 2C} = \frac{3C\mathcal{E}^2}{9} =$
$= \frac{1}{3}C\mathcal{E}^2$

3) $I_0 \cdot \Delta t = q_0 = CU_0 \Rightarrow U_0 = \frac{q_0}{C}$
$U_0 = I_L R \Rightarrow I_L = \frac{U}{R} = \frac{q_0}{CR} = \frac{I_0'}{CR}$

Ответ: 1) $\frac{\mathcal{E}L}{3}$
2) $\frac{C\mathcal{E}^2}{3}$
3) $\frac{I_0'}{CR}$

Чистовик — лист 2

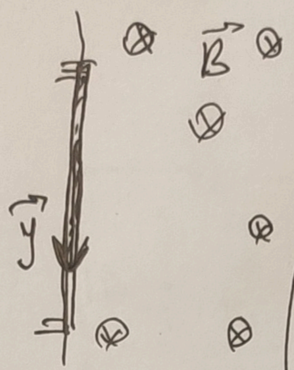
№ 4

Дано
$H = d/3$,
$b = 2d$
$m, d, v_0, l, B$

Найти:
1) $a = ?$
2) $V_1 = ?$
3) $V_2 = ?$

Решение

1.)



Так как $\Delta\Phi > 0$, то магнитное поле рамки препятствует магнитному полю (внешнему). Тогда по правилу "буравчика" ток в правой части рамки вверх.

Тогда $F_A$ на неё по правилу левой руки вправо. $F_A = BIl = \frac{BUl}{R}$

$\varepsilon_i = U = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bv_0 l \Rightarrow F_A = \frac{B^2 l^2 v_0}{R}$

Второй з-н Ньютона

$F = ma$

$$a = \frac{B^2 l^2 v_0}{Rm}$$

2) Так как $F_a$ вправо, то рамка ускоряется, $H = \frac{V_1^2 - v_0^2}{2a}$,

$$V_1 = \sqrt{2aH + v_0^2}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2B^2 l^2 v_0 d}{3Rm} + v_0^2}$$

3) Пока поле целиком в рамке, $a = 0$ (силы ампера компенсируют друг друга)

Тогда в момент выхода аналогично 1-му пункту, только $\Delta\Phi < 0$, $\Rightarrow$ ток в левой части вверх $\Rightarrow$ сила влево

$$a_2 = \frac{B^2 l^2 V_1}{Rm}$$

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 - \frac{2B^2 l^2 V_1 d}{3Rm}}, \; V_1 \text{ нашли до этого}$$

21200085 (U210635 M12641343)

Ответ: 1) $\frac{B^2 l^2 v_0}{Rm}$ 2) $\sqrt{\frac{2B^2 l^2 v_0 d}{5Rm} + v_0^2}$ 3) $\sqrt{V_1^2 - \frac{2B^2 l^2 V_1 d}{3Rm}}$

Чистовик лист 3

№5

Дано
$f_1 = 0,25$ м
$D_1 = 0,5 D_2$
$f_3 = 50$ см
Найти
$f - ?$
$D_2 - ?$
$D_3 - ?$

для линзы 1: $\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f} = D_1$ $\Rightarrow$ $f_1$ - до предмета
для глаза: $\frac{1}{f} + \frac{1}{k} = D_0$ — $f$ - до изображения,
для второй: $\frac{1}{f_2} - \frac{1}{f} = 2D_1$ — $D_1$ - сила первой линзы
$k$ - расстояние до сетчатки глаза
~~для глаз~~ — $D_0$ - сила ~~хрусталика~~ глаза

Так как человек близорукий, то

$D_1 < 0$, $D_2 < 0$

Вычтем из 1-го 2-е уравнение

$\frac{1}{f_1} - \frac{1}{k} = D_1 - D_0$

так как $f_2$ большое число, $f_2 >> f$, то

$2D_1 = -\frac{1}{f}$, подставим в 1

$\frac{1}{f_1} + 2D_1 = D_1$

$D_1 = -\frac{1}{f_1} = -4$ дптр

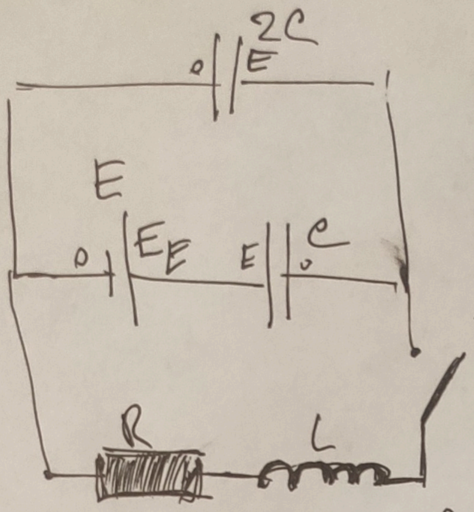
$D_2 = -8$ дптр $\Rightarrow f = \frac{1}{8}$ м

$D_3 = \frac{1}{f_3} - \frac{1}{f} = 6$ дптр

Ответ: 1) 0,125 м ; 8 дптр
2) 6 дптр

21200085 (U210635 M1264134)

№3 Черновик

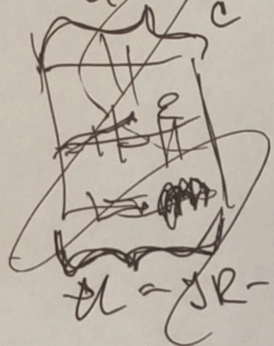



$\cancel{\mathcal{E}_i = LY'}$

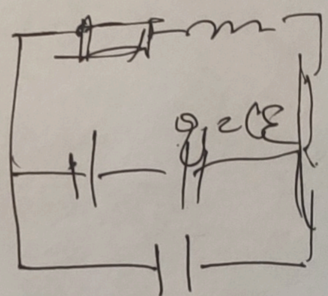
$\cancel{Y' = \frac{\mathcal{E}_i}{Y} = \frac{\mathcal{E} - YR}{L}}$

$\cancel{YR - \mathcal{E}_i = \mathcal{E} -}$

$U = \frac{2C\mathcal{E}}{C}$



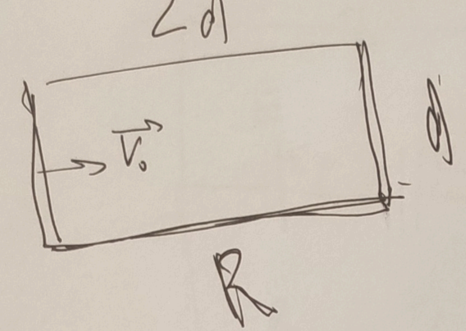
$U = YR - \mathcal{E}_i$




$q_2 = 2C\mathcal{E}$

$U = 2\mathcal{E} - YR - B\mathcal{E}_i$

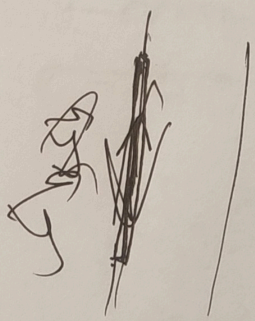
Цфнови





Дано:

m, d, $V_0$, R, B



$$\varepsilon_i = B \cdot V_0 l$$

$$I = \frac{\varepsilon_i}{R};$$

$$F = BIl = \frac{B^2 l^2 V_0}{R}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{B^2 l^2 V_0}{R}$$

$$H = -\frac{V_0^2 + V^2}{2a}$$

$$H = \frac{at^2}{2}$$

$V = V_0 + at \Rightarrow t = \frac{V_0 - V}{a}$

$$H = \frac{(V_0 - V)^2 a}{2a^2} + V_0 \frac{(V_0 - V)}{a}$$

$$= V_0^2 + V^2 + V_0^2 = V$$

$$V_0^2 + 2aH + V_0^2 = V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2R^2 R^2 V_0 H}{R} + V_0^2}$$

Черновик

$D_0 \gg 0$

$D_1 = \frac{1}{0,25} = 4$ дптр

$D_2 = \cancel{D_0} \cdot 2 = 2D_1$

$D_0 \gg 0$

$$\begin{cases} D_1 + D_0 = \frac{1}{0,25} \\ 2D_1 + D_0 = 0 \end{cases}$$

$2D_1$

$$\frac{1}{C_{общ}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C}$$

$$\frac{3C}{2}$$