Часть 1

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

Шифр: **21203491**

ID профиля: **380945**

Вариант 7

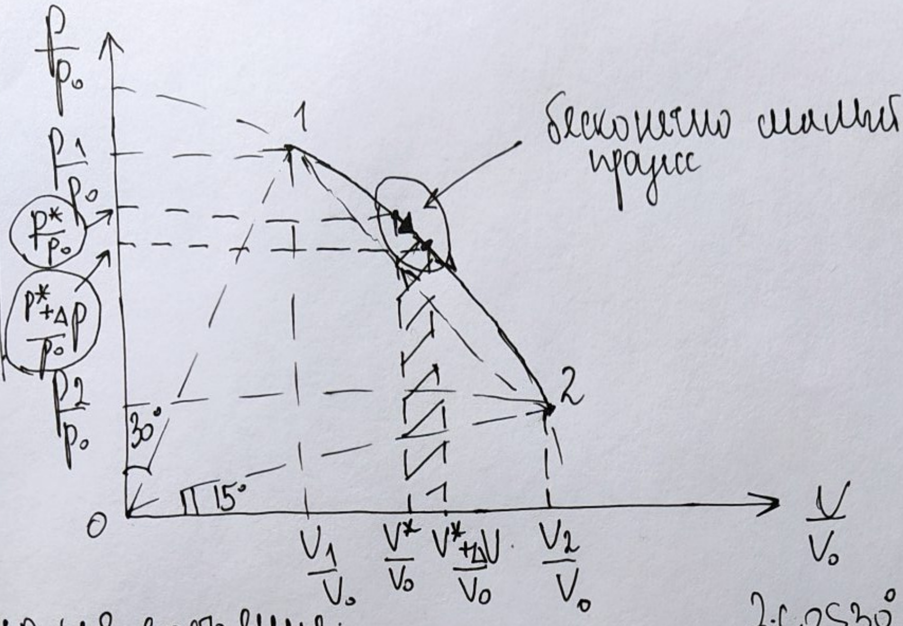
Чистовик

№2

Дано:
$i = 3$
$15°, 30°$

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

Р-е:



1) Ур-ия состояния:

$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$

$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R}$

$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} - 1 = \frac{\frac{\cancel{p_2} \cdot \cos 30°}{\sin 15°} \cdot \frac{\cancel{V_2} \cdot \sin 30°}{\cos 15°}}{\cancel{p_2 V_2}} - 1$

$\frac{2 \cdot \cos 30° \cdot \cancel{\sin 30°}}{\cancel{\sin 30°}} - 1 = \sqrt{3} - 1$

Из графика:

$\frac{V_1}{V_0} = \frac{p_1}{p_0} \cdot tg 30°$, $\frac{p_2}{p_0} = \frac{V_2}{V_0} \cdot tg 15°$; $\frac{V_2}{\cancel{V_0} \cos 15°} = \frac{V_1}{\cancel{V_0} \cdot \sin 30°}$;

$\frac{p_1}{\cancel{p_0} \cos 30°} = \frac{p_2}{\cancel{p_0} \sin 15°} \Rightarrow p_1 = \frac{p_2 \cdot \cos 30°}{\sin 15°}$ $\quad V_1 = \frac{V_2 \cdot \sin 30°}{\cos 15°}$

2) Рассмотрим бесконечно малый процесс для которого справедливо соотношение: $\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}$

Второе начало термодинамики:

$Q = A + \Delta U$

$c \cdot \nu \cdot \Delta T = p^* \cdot \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow c = \frac{p^* \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\nu \cdot \Delta T}$

③

Ответ: 1) $\sqrt{3} - 1$

21203491 (U380945 M1266792)

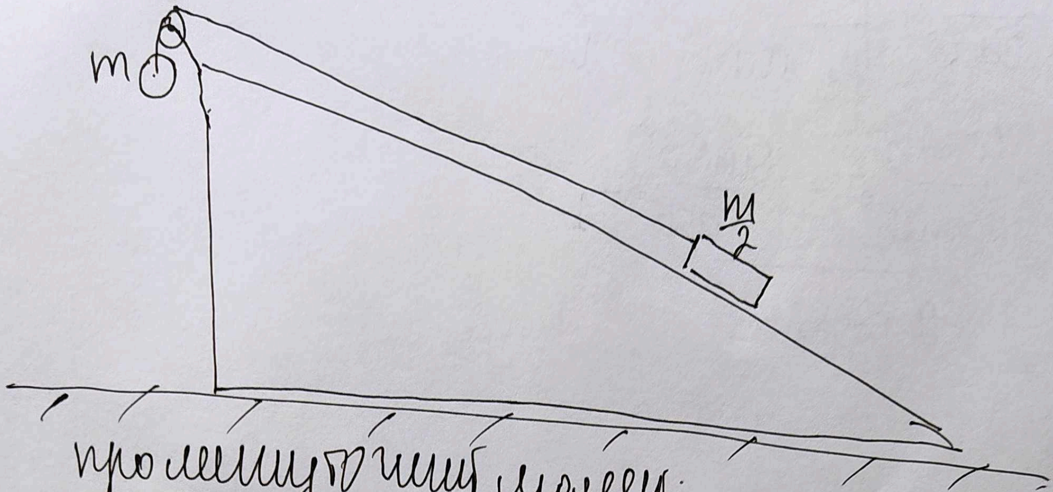
Черновик.

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

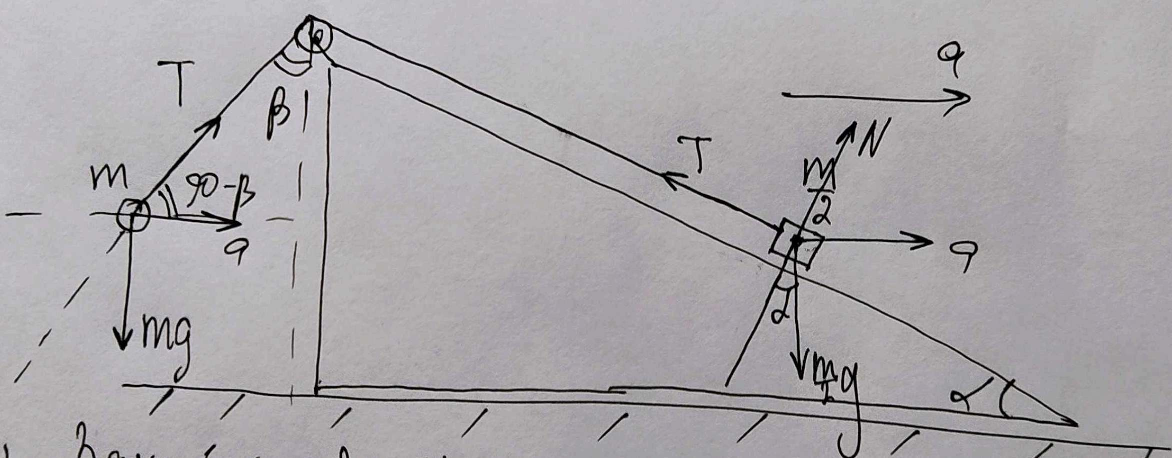
$m_{шарика} = m$

$m_{бруска} = \frac{m}{2}$

Вначале:



промежуточный момент:



1) Запишем 2 з-н Ньютона ~~для шарика и бруска~~ для шарика.

$ma = T\cdot\sin\beta$

2) Перейдем в СО „клин". Это ~~неинерц~~ инерциальная СО

⇒ на шарик и брусок в ней действуют силы инерции:

1

№2

Дано:

$i=3.$

1) $\frac{T_1-T_2}{T_2}$

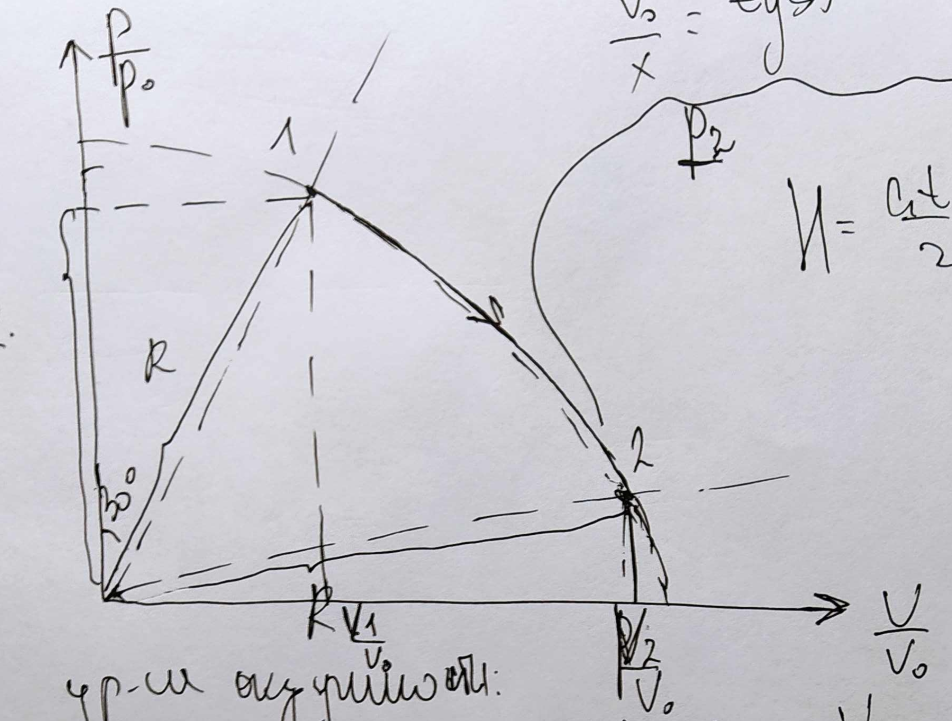
2)

3)

Р-е:

$\frac{V_1/V_0}{x} = tg30$

$H = \frac{a_1 t^2}{2}.$

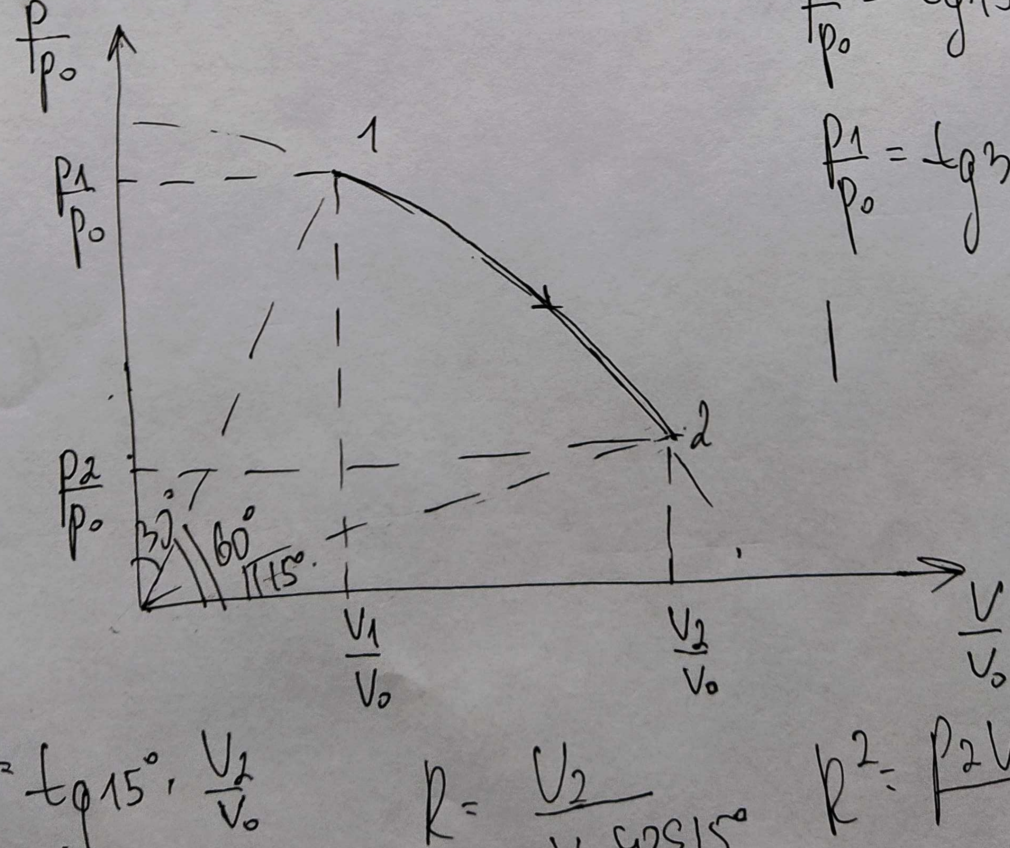


ур-и окружности:

$\cancel{\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 +}$ $\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = R^2$

$\frac{p_2}{p_0} = tg15° \cdot \frac{V_2}{V_0}$

$\frac{p_1}{p_0} = tg30$



$\frac{p_2}{p_0} = tg15° \cdot \frac{V_2}{V_0}$ $R = \frac{V_2}{V_0 \cos 15°}$ $R^2 = p_2 V_2$

$\frac{V_1}{V_0} = tg30° \cdot \frac{p_1}{p_0}$ $R = \frac{p_2}{p_0 \cdot \sin 15}$

2

tg $T \cdot \cos\beta = mg - ma_{отн} \cdot \cos\beta$

$T\cos\beta = m$ $T = \frac{mg}{\cos\beta} - ma_{отн}$

150-36

114 | 3

$\cancel{6}$ | 34

24

$H = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}}}$

65

$p_1V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$ $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{p_1V_1}{\cancel{\nu R}} - \frac{p_2V_2}{\cancel{\nu R}}}{\frac{p_2V_2}{\cancel{\nu R}}}$

$p_2V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_2V_2}{\nu R}$

$\cancel{p_1} = V_1 = \frac{p_1 \cdot tg30° \, V_0}{p_0 \cancel{V_0}}$

$p_2 = \frac{V_2 \cdot tg15° \, p_0}{V_0}$

$p_0V_1 = V_0 \cdot p_1 \cdot tg30°$ $\cancel{\frac{V_2}{V_0\cos15°}} = \cancel{p_1} \frac{V_1}{V_0 \sin30°}$

$R = \cancel{V_2} \frac{p_1}{p_0\cos30°}$ $R = \frac{V_1}{V_0\sin30°}$

$R = \frac{p_2}{p_0\sin15°}$ $R = \frac{V_2}{V_0\cos15°}$

$V_1 = \frac{p_1 \cdot tg30° \cdot V_0}{p_0}$

$p_2 = p_0 \frac{V_2 \cdot tg15°}{V_0}$

R^2

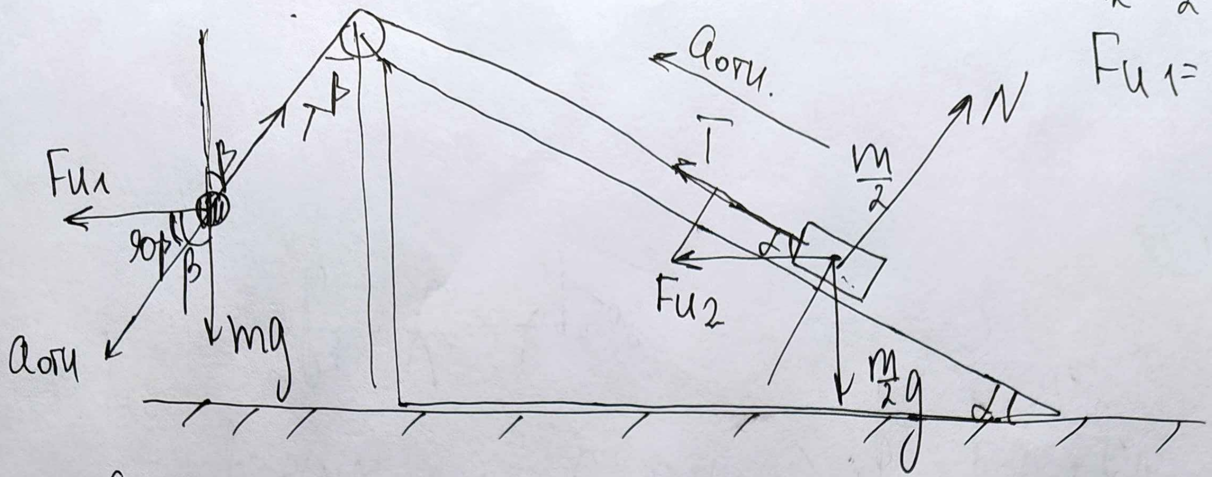
$\frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{V_0}{V_1} = tg30°$

3

21203491 (U380945 M1266792)

$F_{и2} = \frac{m}{2}a$

$F_{и1} = ma$



2ЗН: для бруска

$F_{и2}\cdot\cos\alpha$

$\frac{m}{2}a_{отн} = T\cdot\cos\alpha - \frac{m}{2}g\sin\alpha \Rightarrow ma_{отн} = 2T\cos\alpha - mg\sin\alpha$

2ЗН для шарика:

$\boxed{ma_{отн} = 2T\cdot\cos\alpha - mg\sin\alpha + \frac{m}{2}a\cos\alpha}$

$$\begin{cases} ma_{отн}\cdot\cos\beta = mg - T\cos\beta \\ ma_{отн}\cdot\sin\beta = F_{и1} - T\cdot\sin\beta \end{cases}$$

$\Rightarrow m\cancel{a_{отн} = \cos\beta} = n$

$ma_{отн}\cdot\sin\beta = ma - T\sin\beta$

$\frac{ma}{\sin\beta} - T = mg - T\cos\beta$

$\cancel{a_{отн}} = ma_{отн} = \frac{ma}{\sin\beta} - T$

$\frac{ma}{\sin\beta} - mg = T(1 - \cos\beta)$

$\frac{ma}{\sin\beta} - T = 2T\cdot\cos\alpha - mg\sin\alpha + ma\cos\alpha$ $\quad T =$

$g\cdot\frac{12}{13}\cdot\frac{3}{5} = \frac{36}{65}$

$\frac{ma}{\sin\beta} + mg\sin\alpha - ma\cos\alpha = T(2\cos\alpha - 1) =$

$ma_{отн} = \frac{mg}{\cos\beta} - T$

$ma_{отн} = \frac{ma}{\sin\beta} - T$

$\left(\frac{mg}{\cos\beta} - T\right)\cdot\sin\beta = ma - T\cdot\sin\beta$

4

$mg\,tg\beta - T\cdot\sin\beta = ma - T\sin\beta$

Чистовик.

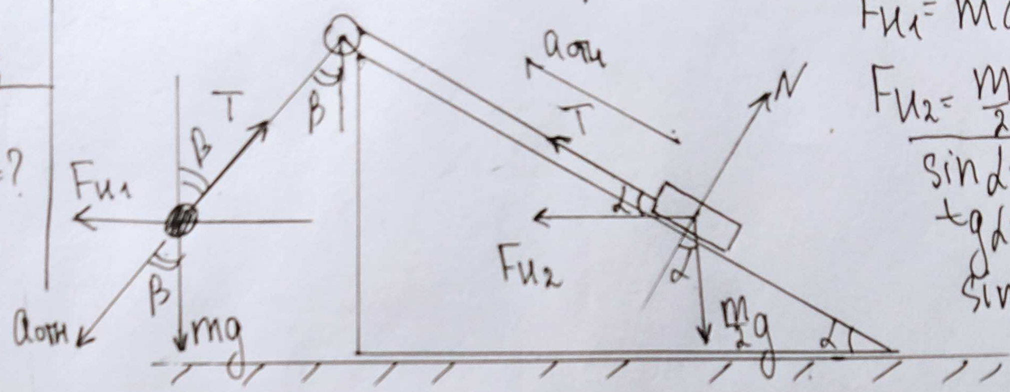
№1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{5}{13}$
$m, \frac{m}{2}$
$H;$
$\cos\beta = \frac{3}{5}$

1) $a = ?$
2) $a_{отн\,бр} = ?$
3) $t = ?$

Решение:

1) Перейдём в СО „клин". Это неинерциальная СО, поэтому на тела, находящиеся в ней действуют силы инерции.



$F_{и1} = ma$

$F_{и2} = \frac{m}{2}a$

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$, $tg\,\alpha = \frac{12}{5}$, $\sin\beta = \frac{4}{5}$, $tg\,\beta = \frac{4}{3}$

• $a_{отн}$ – относительное ускорение шарика и бруска в СО „клина"

2) 2 ЗН: для бруска:

$\frac{m}{2}a_{отн} = \cancel{T\cdot\cos\alpha}\; T + F_{и2}\cdot\cos\alpha - \frac{m}{2}g\sin\alpha \Leftrightarrow$

$m a_{отн} = 2T + ma\cos\alpha - mg\sin\alpha \quad (*)$

2 ЗН для шарика:

$m a_{отн}\cdot\cos\beta = mg - T\cdot\cos\beta \rightarrow m a_{отн} = \frac{mg}{\cos\beta} - T$

$m a_{отн}\cdot\sin\beta = \underbrace{ma}_{F_{и1}} - T\cdot\sin\beta \rightarrow \left(\frac{mg}{\cos\beta} - T\right)\cdot\sin\beta = ma - T\sin\beta$

$mg\,tg\,\beta = ma \Rightarrow \boxed{a = g\cdot tg\,\beta} = g\cdot\frac{4}{3}$

3) $T\cos\beta = mg - m a_{отн}\cos\beta \Rightarrow$

$T = \frac{mg}{\cos\beta} - m a_{отн}$ – подставим в (*):

$m a_{отн} = \frac{2mg}{\cos\beta} - 2m a_{отн} + ma\cos\alpha - mg\sin\alpha.$

$3m a_{отн} = 2mg\frac{5}{3} + m\cdot g\frac{4}{3}\cdot\frac{5}{13} - mg\cdot\frac{12}{13}$

$3m a_{отн} = mg\frac{130}{39} + \frac{20}{39}mg - \frac{36}{39}mg = \frac{114}{39}mg \Rightarrow a_{отн} = g\cdot\frac{36}{39} = g\cdot\frac{12}{13}$

1

Чистовик

№1 (Продолжение)

4) Время, за которое шарик достигнет стенки равно:

$t = \sqrt{\dfrac{2H}{a_{отн}\cdot\cos\beta}}$ – в силу того, что вначале шарик покоился.

$$t = \sqrt{\dfrac{2H}{g\cdot\frac{12}{13}\cdot\frac{3}{5}}} = \sqrt{\dfrac{65H}{18g}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{4}{3}g$ 2) $a_{отн} = \frac{12}{13}g$ 3) $t = \sqrt{\dfrac{65H}{18g}}$

Часть 2

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

Шифр: **21203491**

ID профиля: **380945**

Вариант 7

Чистовик

№3

Дано:

$C_1 = C$

$C_2 = 4C$

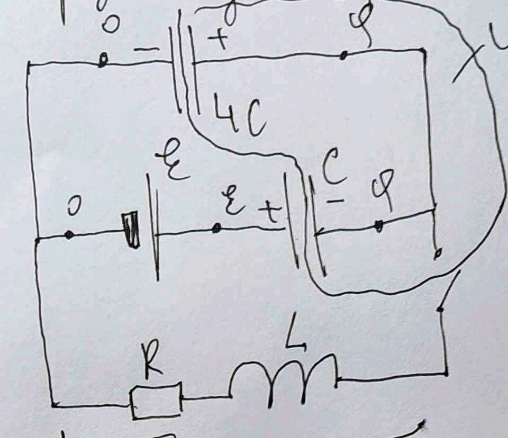
1) $I_L'(0) = ?$

2) $Q = ?$

3) $I_R = ?$

Р-е:

1) Рассмотрим цепь до замык-ия ключа ⇒ ток через конденсаторы не течёт, тогда:



изолированная область

использую метод потенциалов

• ЗСЗ для ИО:

$$4C\cdot\varphi - C(\varepsilon - \varphi) = 0$$

$$4C\varphi - C\varepsilon + C\varphi = 0$$

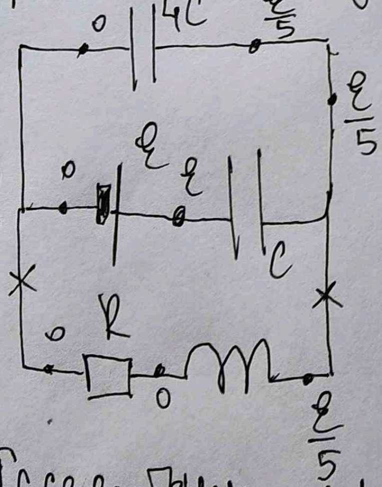
$$5C\varphi = C\varepsilon \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{\varepsilon}{5}$$

• $U_{4C} = \frac{\varepsilon}{5}$; $U_C = \frac{4\varepsilon}{5}$.

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа: напряжение на катушках скачком не изменится; и ток через катушку будет равным нулю

исп. метод потенциалов



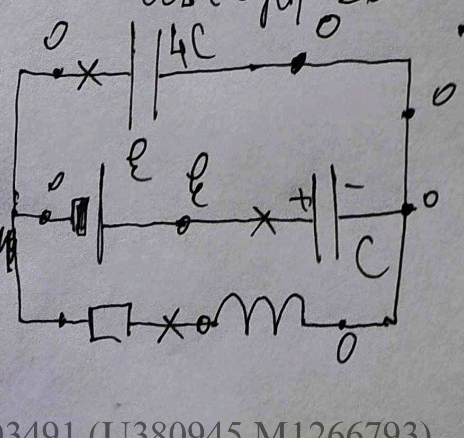
• $U_L = L I_L'(0) \Rightarrow I_L'(0) = \frac{U_L}{L} = \frac{\varepsilon}{5L}$

• $W(0) = \frac{1}{2}\cdot C\left(\frac{4\varepsilon}{5}\right)^2 + \frac{1}{2}4C\cdot\left(\frac{\varepsilon}{5}\right)^2 =$

$$= \frac{8C\varepsilon^2}{25} + \frac{2C\varepsilon^2}{25} = \cancel{2C\varepsilon^2} = \frac{10C\varepsilon^2}{25} = \frac{2C\varepsilon^2}{5}$$

3) Рассмотрим цепь в уст. режиме ⇒ ток через конденсатор не течёт и $U_L(\text{уст}) = 0$:

исп. метод потенциалов



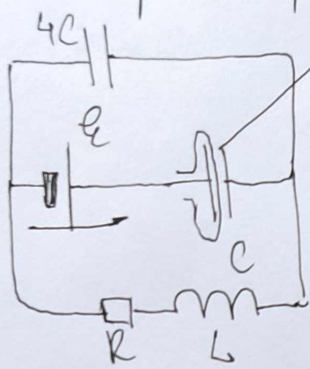
• $W(\text{уст}) = \frac{1}{2}C\varepsilon^2$

з

Черновик.

№3 (Продолжение)

4) Рассмотрим переходный процесс от $t=0$ до $t=t_{уст}$:



• заряд на данной обкладке конденсатора:

был: $+\frac{4C\mathcal{E}}{5}$

стал: $+C\mathcal{E}$ ⟹ притек $\frac{C\mathcal{E}}{5}$, значит

$A_{ист} = +\frac{C\mathcal{E}^2}{5}$

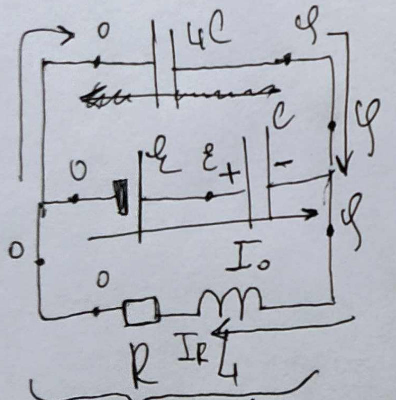
$Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{5} + \frac{2C\mathcal{E}^2}{5} - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{10}$

• по ЗСЭ от $t=0$ до $t=t_{уст}$:

$A_{ист} = W(t_{уст}) - W(0) + Q \Rightarrow \cancel{Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{5} - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + 2C\mathcal{E}^2} =$

$= \cancel{\frac{3}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{15}{10}C\mathcal{E}^2 + \frac{2C\mathcal{E}^2}{5} = \frac{17}{5}C\mathcal{E}^2}$

5) Рассмотрим цепь в момент времени, когда ток через C_1 равен I_0:



используем метод потенциалов.

• $I_0 = C \cdot U_C' = C \cdot \frac{\Delta U_C}{\Delta t}$

• $I_{4C} = I_R - I_0$

• $I_R - I_0 = 4C \cdot U_{4C}'$

• $U_L = L I_R'$

6) Если в произвольный момент ток через C равен I, то

$I = C\frac{\Delta U}{\Delta t} \mid \cdot \Delta t$

$\Delta q = C \cdot \Delta U$, просуммировав получим: $q_C = C(U_2 - U_1)$

Ответ: 1) $\frac{\mathcal{E}}{5L}$ 2) $\frac{C\mathcal{E}^2}{10}$

Чистовик

№4

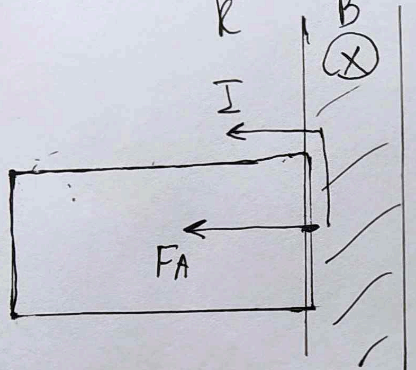
Дано:
m,
d,
$b = 3d$;
v_0, R;
B, $H = \frac{d}{5}$

1) $a = ?$
2) $v_1 = ?$
3) $v_2 = ?$

Решение:

1) При вхождении рамки в МП в её правой стороне возникнет ЭДС индукции, равная $\mathcal{E}_i = B v_0 d$ и по рамке сразу потечет ток $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$ (направление - против часовой стрелки), следовательно на рамку начнет действовать сила Ампера, равная

$F_A = BId = \frac{B^2 d^2 v_0}{R}$



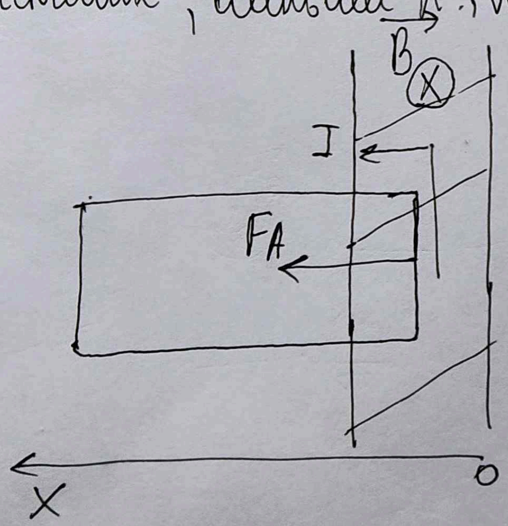
2 ЗН:

$ma = F_A$

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

$\underline{a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}}$

2) Рассмотрим момент, когда рамка вошла в МП на расстояние, меньшее H, причем скорость рамки в этот момент v



• ЭДС индукции в правой стороне:

$\mathcal{E}_i = B v d \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{Bd}{R} v$

• Сила Ампера, действ. на рамку:

$F_A = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot v$

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

• 2 ЗН

$m a_x = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot v \Leftrightarrow m \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot v \quad (*)$

Просуммируем $(*)$ за время движения правой стороны до правой границы поля:

$m(-v_1 + v_0) = \frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{d}{5} = \frac{B^2 d^3}{5R} \Rightarrow v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{5Rm}$

3

21203491 (U380945 M1266793)

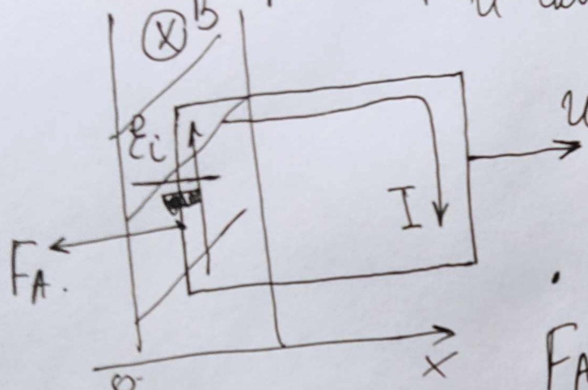
Чистовик

№4 (Продолжение)

3) Когда правая сторона рамки вышла из поля, а левая еще не вошла — ток в рамке равен нулю, следовательно сила Ампера равна нулю т.е. рамка движется равномерно со скоростью ϑ_1

4) Рассмотрим процесс выхода левой стороны рамки из МП:

u – скорость рамки в произв. момент.



• ЭДС индукции в левой стороне рамки:

$$\mathcal{E}_i = Bud \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{Bud}{R}$$

• сила Ампера равна:

$$F_A = B\cdot\frac{Bud}{R}\cdot d = \frac{B^2d^2}{R}\cdot u$$

• 2ЗН: $ma_x = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot u \Leftrightarrow \frac{m\Delta u_x}{\Delta t} = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot u \;\Big|\cdot\Delta t$

$$m\Delta u_x = -B^2d^2\cdot\Delta S \quad (**)$$

Просуммируем (**) за время движения левой стороны рамки в МП:

$$m(\vartheta_2-\vartheta_1) = -\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{d}{5} \Rightarrow \vartheta_2 = \vartheta_1 - \frac{B^2d^3}{5Rm} = \vartheta_0 - \frac{2B^2d^3}{5Rm}$$

Ответ: 1) $\frac{B^2d^2\vartheta_0}{mR}$ 2) $\vartheta_0 - \frac{B^2d^3}{5Rm}$ 3) $\vartheta_0 - \frac{2B^2d^3}{5Rm}$

Чистовик

№5

Дано:

$\frac{D_1}{D_2} = 3$

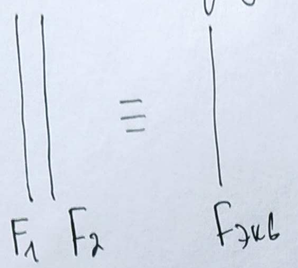
$L = 25$ см

1) $x = ?$

2) $D = ?$

Решение:

1) Система двух, плотно прилегающих линз:



$D_{экв} = \pm D_1 \pm D_2 = \pm \frac{1}{F_1} \pm \frac{1}{F_2}$

5

21203491 (U380945 M1266793)

Черновик.

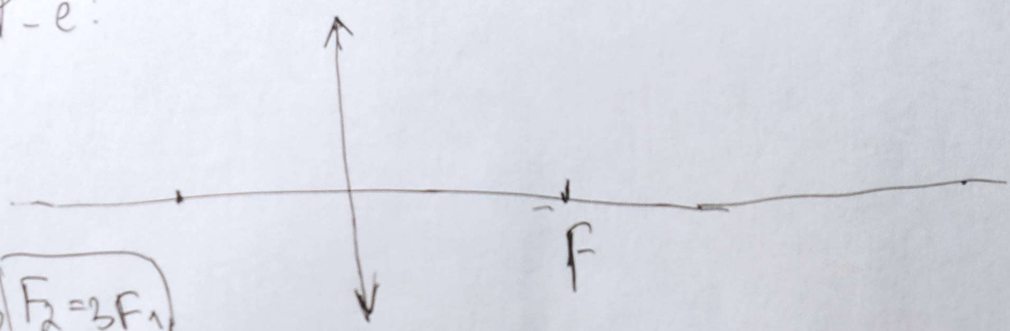
№5

$L = 25$ см.

~~$\mathcal{D} = 3$~~

$\frac{D_1}{D_2} = 3.$

Р-е:

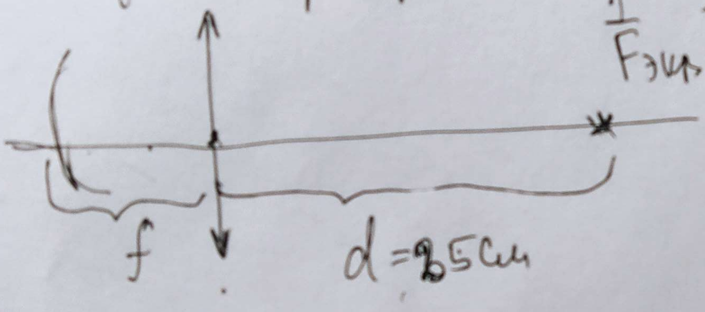


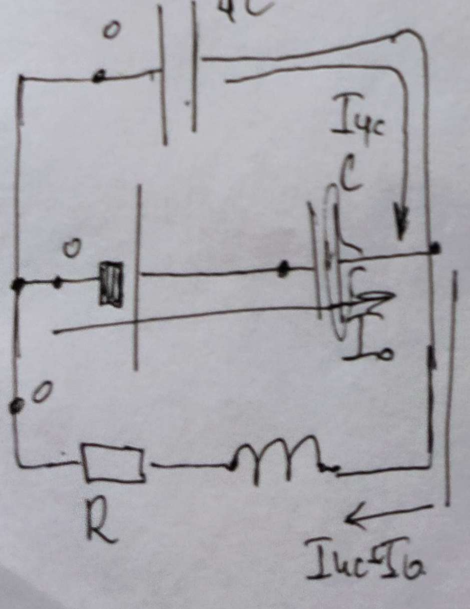
$\Rightarrow \boxed{F_2 = 3F_1}$

1) т.к. $\frac{D_1}{D_2} = 3$, где $D_1 = \frac{1}{F_1}$, а $D_2 = \frac{1}{F_2}$, то

• Пусть F - фокусное расстояние глаза

$\frac{1}{F_{экв}} = \frac{1}{F_1} +$

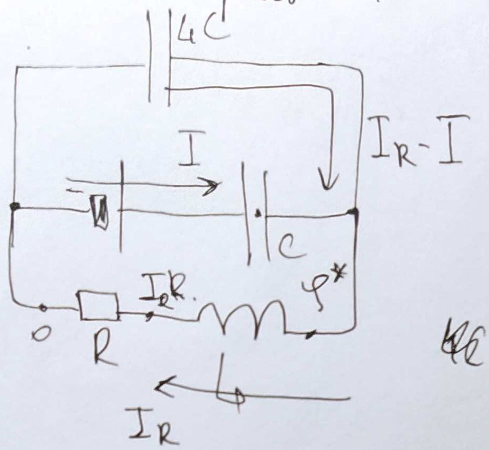




$I_{4C} = 4C \cdot U_{4C}'$

②

Черновик (2)



$\cancel{I_R = L \frac{\Delta I_L}{\Delta t}} \Big| \cdot \Delta t$ $U_L = L \cdot I' =$

$\cancel{\Delta q_R = L \cdot \Delta J_L}$

$\boxed{q_R = L \cdot I_R}$

$I_{4C} = 4C \cdot \frac{U_{4C}}{\Delta t}$

$q_{4C} =$

$4C(\varphi^* - \frac{\mathcal{E}}{5}) = q_{4C}$

$\underbrace{I_{4C} \cdot \Delta t}_{\Delta q_{4C}} = 4C \cdot U_{4C}$

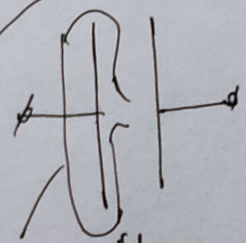
$U'_C \cdot C = I_C$

$\Delta U_C \cdot C = \Delta q_C$

$\cancel{(\mathcal{E} - \varphi^*) \cdot C} =$

$(\mathcal{E} - \varphi^* - \frac{4\mathcal{E}}{5}) \cdot C = \Delta q_C.$

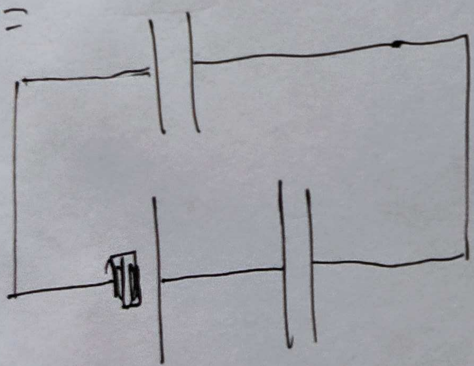
$(\frac{\mathcal{E}}{5} - \varphi^*) \cdot C = q_C.$



было $+ \frac{4}{5}C\mathcal{E}$

стал $+ \frac{4}{5} C(\mathcal{E} - \varphi^*)$

(1) =



(2)

21203491 (U380945 M1266793)