Часть 1

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

Шифр: **21203227**

ID профиля: **353029**

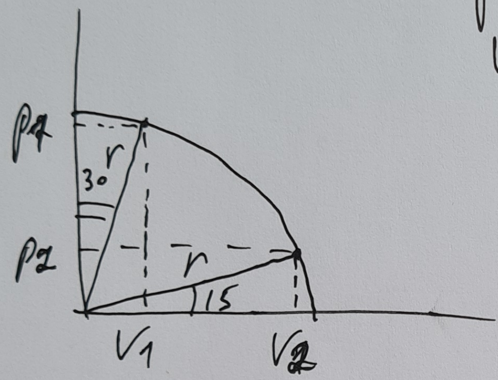
Вариант 7

Черновик: T, $a_{м\ отн}$, $a_к$, $a_{б\ отн}$.

$$\frac{4}{0,6}=\frac{40}{6}=\frac{20}{3}$$

$p_2=r\sin 15$ $\quad p_1=r\cos 30°$

$V_2=r\cos 15$ $\quad V_2=$

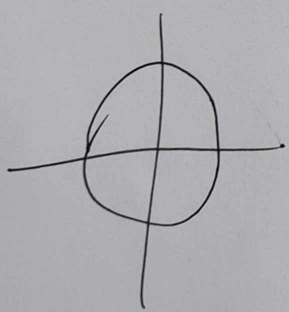


$\sin 2x=2\sin x\cos x$

$$\sin x\cos x=\frac{\sin 2x}{2}$$

$$\boxed{T_1=1,73T_2.}$$

$T_1-T_2=0,73T_2$



$x^2+y^2=r^2$

$V^2+p^2=r^2$ $\quad p=\sqrt{r^2-V^2}$

$A=pdV$

$p^2=r^2-V^2$

$r^2=V_1^2+p_1^2=V_2^2+p_2^2$

$p^2=V_1^2+p_1^2-V_2^2$

Чистовик №1. Вариант 11-07.

№1.

Дано:

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

m – шарик

$\frac{m}{2}$ – брусок

H

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

Найти:

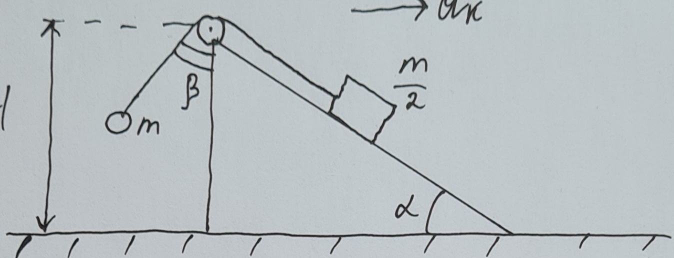
1) $a_к$ – ?

2) $a_{б\,отн}$ – ?

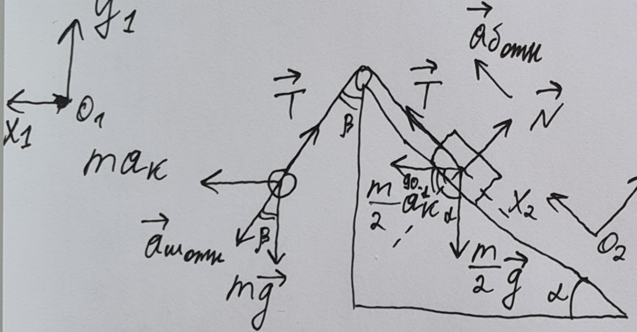
3) t – ?

Решение:

$\vec{a}_к$ – ускорение клина



1) Пересядем в неинерциальную СО клина. Тогда кроме прочих сил на шарик и брусок будут действовать силы инерции $ma_к$ и $\frac{m}{2}a_к$, направленные влево. Запишем II з. Ньютона в СО клина для шара и бруска.



Над $a_к$ в силах инерции вектор не ставлю, т.к. $\vec{a}_к$ само направлено в другую сторону.

В СО клина ~~на~~ шар и брусок также будут двигаться с ускорениями $\vec{a}_{ш\,отн}$ и $\vec{a}_{б\,отн}$ соответственно

$a_{ш\,отн} = a_{б\,отн}$, т.к. нить нерастяжима, а блок в СО клина покоится.

Спроецируем II з. Ньютона в СО клина для шара на оси O_1Y_1 и O_1X_1, для бруска на O_2Y_2 и O_2X_2

O_1Y_1: $T\cos\beta - mg = -ma_{ш\,отн}\cos\beta$

O_1X_1: $ma_к - T\sin\beta = ma_{ш\,отн}\sin\beta$

$T\cos\beta = mg - ma_{ш\,отн}\cos\beta$

$ma_к - ma_{ш\,отн}\sin\beta = T\sin\beta$

Чистовик №2. Вариант 11-07.

$O_2Y_2: N - \frac{m}{2} g\cos\alpha - \frac{m}{2} a_к \sin\alpha = 0$

$O_2X_2: T + \frac{m}{2} a_к \cos\alpha - \frac{m}{2} g\sin\alpha = \frac{m}{2} a_{отн}$

$T = \frac{m}{2} a_{отн} + \frac{m}{2} g\sin\alpha - \frac{m}{2} a_к\cos\alpha$

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

Подставим численные значения $\cos\alpha, \sin\alpha, \cos\beta, \sin\beta$ во все ур-ия

$$\begin{cases} T = \frac{m}{2} a_{отн} + \frac{m}{2} g \cdot \frac{12}{13} - \frac{m}{2} a_к \cdot \frac{5}{13} & (1) \\ T \cdot \frac{3}{5} = mg - m a_{шотн} \cdot \frac{3}{5} & (2) \\ T \cdot \frac{4}{5} = m a_к - m a_{шотн} \cdot \frac{4}{5} & (3) \end{cases}$$

Поделим (2) на (3): $\frac{\frac{3}{5}T}{\frac{4}{5}T} = \frac{mg - 0{,}6 m a_{шотн}}{m a_к - m a_{шотн}}$

$\frac{3}{4} = \frac{mg - 0{,}6 m a_{шотн}}{m a_к - m a_{шотн}}$

$4mg - 2{,}4 m a_{шотн} = 3ma_к - 3 m a_{шотн}$

$0{,}6 a_{шотн} = 3a_к - 4g$ (4); $a_{шотн} = 5a_к - \frac{20}{3} g$

Поделим (2) на (1) и подставим в (1) вместо $a_{отн}$ выражение для $a_{шотн}$ (4), т.к. они равны.

$$\frac{3}{5} = \frac{mg - m\cdot\frac{3}{5}\cdot(5a_к - \frac{20}{3}g)}{\frac{m}{2}(5a_к - \frac{20}{3}g) + \frac{6}{13}mg - \frac{5}{26}ma_к}$$

$3\left(2{,}5 ma_к - \frac{10}{3}mg + \frac{6}{13}mg - \frac{5}{26}ma_к\right) = 5(mg - 3ma_к + 4mg)$

$7{,}5ma_к - 10mg + \frac{18}{13}mg - \frac{15}{26}ma_к = 5mg - 15ma_к + 20mg$

$7{,}5a_к - \frac{15}{26}a_к + 15a_к = 10g - \frac{18}{13}g + 25g \quad | \cdot 26$

$195a_к - 15a_к + 390a_к = 260g - 36g + 650g$

$570a_к = 874g \qquad \boxed{a_к = 1{,}53g}$

21203227 (U353029 M1265989)

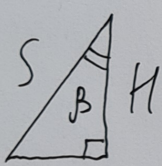
Чистовик №3. Вариант 11-07

2) $a_{б отн} = a_{ш отн} = 5a_к - \frac{20}{3} g = 5 \cdot \frac{874}{570} g - \frac{20}{3} g =$

$\approx 7{,}67g - 6{,}67g = g$

$\boxed{a_{б отн} = g}$

3) Рассмотрим перемещение шарика до достижения стола в СО клина. Там он двигается с постоянным по модулю и направлению ускорением $a_{ш отн} = a_{б отн} = g$. Перемещение до достиж. стола в СО клина равно $S = \frac{5}{3} H$



$\cos\beta = \frac{H}{S}$; $S = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{5}{3} H$

$S = \frac{a_{ш отн} t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2S}{a_{ш отн}}}$

$\boxed{t = \sqrt{\frac{10H}{3g}}}$

Формула именно такая, т.к. движ. без нач. скорости.

Ответ: 1) $a_к = 1{,}53g$
2) $a_{б отн} = g$
3) $t = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Чистовик № 4 В-11-07.

№ 2

Дано:

$i = 3$

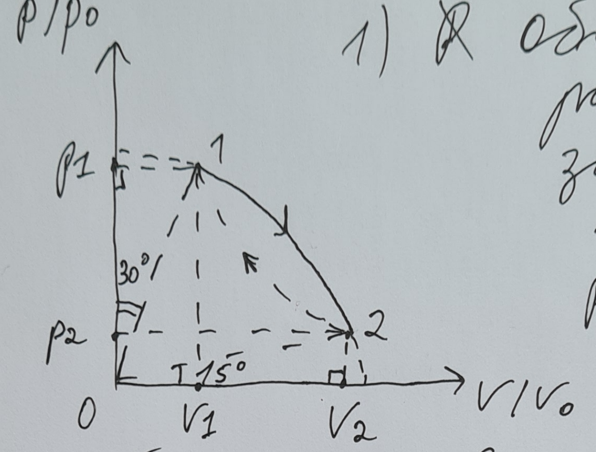
$Q_{21} = 0$

Найти:

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ — ?

2) α — ? $C = 0$

3) η — ?



Решение:

1) ~~R~~ обозначим радиус окружности за r и выразим через него p1, p2, V1, V2, чтобы узнать их соотношение.

Это будет не совсем корректно с точки зрения размерностей, но главное узнать отношения объемов и давлений. Там величины в любом случае получатся безразмерные и корректные. Мы будем использовать это в отношении температур, и там тоже все получится верно, корректно с точки зрения размерностей.

$p_2 = r\sin 15°$

$V_2 = r\cos 15°$

$p_1 = r\cos 30°$

$V_1 = r\sin 30°$

$p_1V_1 = \nu RT_1$; $T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$

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

$\nu = const$ в цикле

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{p_1V_1 - p_2V_2}{\nu R}}{\frac{p_2V_2}{\nu R}} = \frac{r\cos 30° \cdot r\sin 30° - r^2\sin 15°\cos 15°}{r^2\sin 15°\cos 15°} \rightarrow$$

$$= \frac{\cancel{r^2}(0{,}5\sin 60° - 0{,}5\sin 30°)}{\cancel{r^2}\cdot 0{,}5\sin 30°} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3} - 1}{1} =$$

$$= \sqrt{3} - 1 \approx 0{,}73$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = 0{,}73.$$

21203227 (U353029 M1265989)

Чистовик №5 В-11-07

2) Заметим, что на участке цикла 2-1 теплообмен пренебрижимо мал по условию. Значит этот участок представляет собой адиабатическое сжатие. $A'_{21} = -\Delta U_{21} = -(U_1 - U_2) = U_2 - U_1$

$U = \frac{i}{2}\nu RT$; газ одноатомный $\Rightarrow i = 3$.

$U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1$; $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2$

$T_1 - T_2 = 0{,}73T_2$; $T_1 = 1{,}73T_2$

Попробуем найти на участке 1-2 точку с $C=0$. Для этого выразим малое ~~при~~ кол-во теплоты через элементарную работу и малое ΔU по первому началу термодинамики: $dQ = dU + pdV$

Используем ур-ие окружности, чтобы найти $p(V)$. $p^2 + V^2 = r^2$; $p^2 = r^2 - V^2$; $p = \sqrt{r^2 - V^2}$ ($p>0$ всегда)

$dU = \frac{3}{2}\nu RdT = \frac{3}{2}d(pV)$

$pV = \sqrt{r^2-V^2}\,V$; $(pV)'_V = (\sqrt{r^2-V^2})'V + \sqrt{r^2-V^2}\,V' =$

$= \frac{1}{2\sqrt{r^2-V^2}} \cdot (-2V) \cdot V + \sqrt{r^2-V^2} = \sqrt{r^2-V^2} - \frac{V^2}{\sqrt{r^2-V^2}}$

$(pV)'_V = \frac{d(pV)}{dV}$; $d(pV) = \left(\sqrt{r^2-V^2} - \frac{V^2}{\sqrt{r^2-V^2}}\right)dV$

$dQ = \frac{3}{2}\left(\sqrt{r^2-V^2} - \frac{V^2}{\sqrt{r^2-V^2}}\right)dV + \sqrt{r^2-V^2}\,dV$

3) $\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н} = \frac{A'}{Q_н} = 1 - \frac{Q_х}{Q_н}$

$Q_х > 0$ - модульное значение

Решим нер-во $dQ > 0$, чтобы найти промежутки для V, где ~~теплоемкость~~ тепло еще подводим

Чистовик №6.   В-11-07.

$$\frac{3}{2}\left(\sqrt{r^2-v^2}-\frac{v^2}{\sqrt{r^2-v^2}}\right)dV+\sqrt{r^2-v^2}\,dV>0$$

Поделим на $dV>0$ в процессе 1-2.

$$\frac{3}{2}\sqrt{r^2-v^2}-\frac{3v^2}{2\sqrt{r^2-v^2}}+\sqrt{r^2-v^2}>0$$

$$2{,}5\sqrt{r^2-v^2}>1{,}5\frac{v^2}{\sqrt{r^2-v^2}} \quad | \text{ в кв.}$$

$$6{,}25(r^2-v^2)>2{,}25\frac{v^4}{r^2-v^2} \quad | \cdot(r^2-v^2)\neq 0$$

21203227 (U353029 M1265989)

Часть 2

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

Шифр: **21203227**

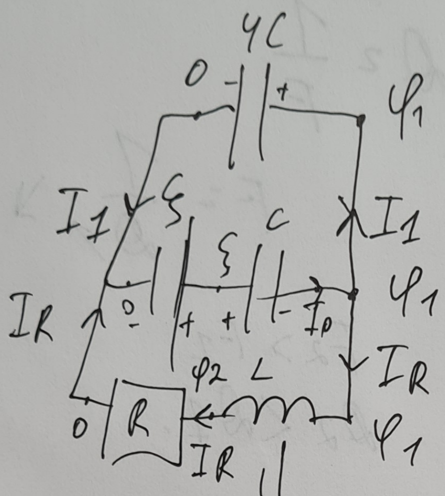
ID профиля: **353029**

Вариант 7

$w_C = \frac{CU^2}{2}$ мерновет.

$\left(\frac{4\xi}{5}\right)^2 = \frac{16\xi^2}{25}$

$w_L = \frac{LI^2}{2}$

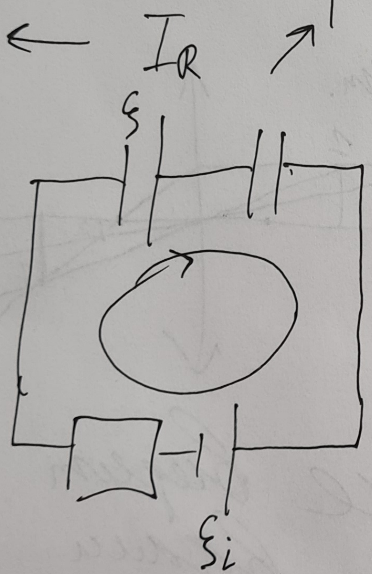


$I_0 = I_1 + I_R$

$\xi = (\xi - \varphi_1) + (\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_2 - 0)$

$\varphi_2 - 0 = \varphi_2 = I_R R$

$\varphi_1 - \varphi_2 = U_L = LI'$



$\xi - |\xi_i| = (\xi - \varphi_1) + I_R R$

$\xi_i = -LI'$

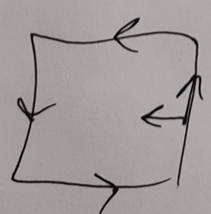
$\xi + LI' = \xi - \varphi_1 + I_R R$

$-LI' = \varphi_1$

$\cancel{|\xi_i|}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_1 - I_R R.$

$I', \varphi_1, \varphi_2, I_R$

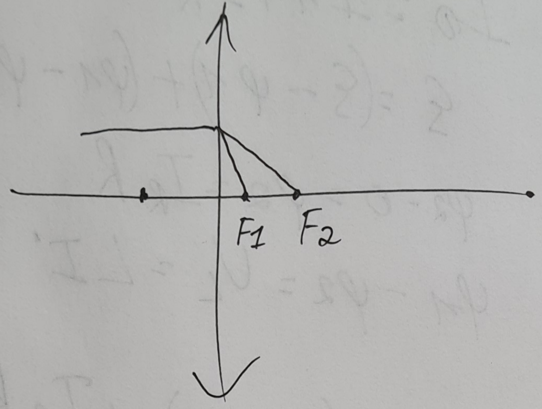


$B v_0 d$ $\Phi = BS\cos\alpha$

$\Delta\Phi = B\Delta S = B d v_0 \Delta t$

$|\mathcal{E}_i| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B d v_0$

$D = \frac{1}{F}$

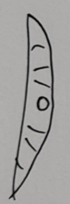


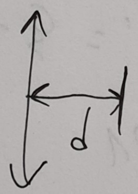
$F = \frac{1}{D \nearrow} \searrow$

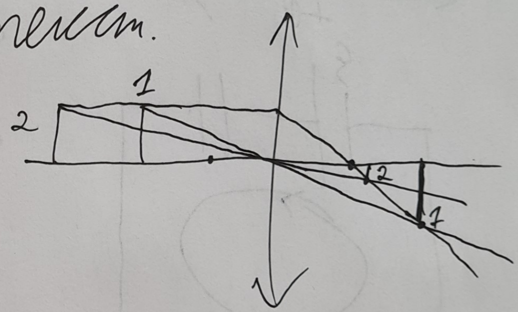
$F_2 > F_1$

$D_2 < D_1$.

D_1 – линз.







близорукий – не видит вдали

без очков ⊗

25 см

с очками ✓

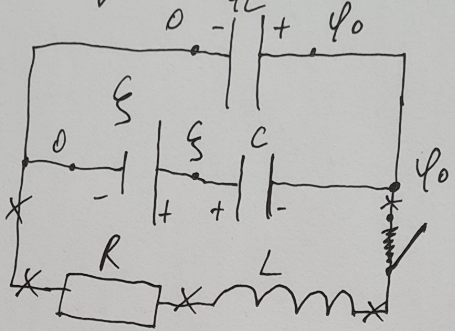
черновик

Чистовик №1. В - 11-07

№3.

Дано:	Решение:
$C_1 = C$	
$C_2 = 4C$	
ξ, R, L, I_0	
Найти:	
1) $I_1' - ?$	
2) $Q - ?$	
3) $I_R - ?$	

1) Рассчитаем установившийся режим в цепи до замыкания ключа. Напряжение на конденсаторах постоянно, тока через них нет.



Воспользуемся методом потенциалов. Ключ разомкнут, тока через резистор и катушку нет.

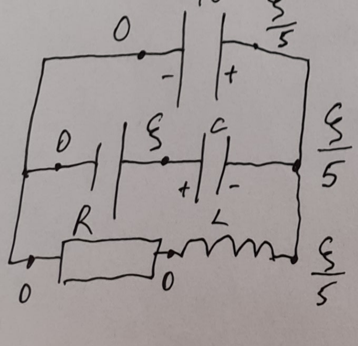
Запишем закон сохранения заряда для правых пластин конденсаторов с учетом того, что предварительно они были не заряжены.

$$0 = -C(\xi - \varphi_0) + 4C\varphi_0 = -C\xi + C\varphi_0 + 4C\varphi_0$$

$$C\xi = 5C\varphi_0 \quad ; \quad \varphi_0 = \frac{\xi}{5}$$

Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторах не успело измениться, в то же время сила тока через катушку осталась равной нулю, значит падения напряжения на резисторе сразу после замыкания ключа не будет.

Отсюда найдем напряжение на катушке и скорость роста тока в ней из соотношения $U_L = LI'$



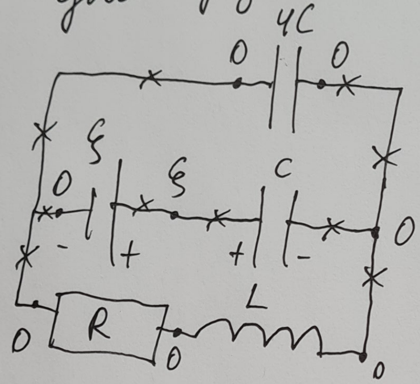
$$U_L = \frac{\xi}{5} = LI_1'$$

$$\boxed{I_1' = \frac{\xi}{5L}}$$

21203227 (U353029 M1265990)

Чистовик № 2   В-11-07

Рассчитаем установившийся режим в цепи после замыкания ключа. Тока через конденсаторы нет, следовательно через резистор и катушку тока тоже нет по закону сохранения заряда для узла. Раз ток через катушку не течет, значит он постоянен, значит и напряжения на катушке нет.



Посчитаем заряд на левой пластине нижнего конденсатора сразу после замыкания ключа и в установившемся режиме.

$q_1 = C \cdot \frac{4\xi}{5}$ $q_2 = C \cdot \xi$

$\Delta q = q_2 - q_1 = C\xi - \frac{4C\xi}{5} = \frac{C\xi}{5}$

Заряд на конденсаторе увеличился на $\frac{C\xi}{5}$, значит через источник слева направо прошел полож. заряд $\frac{C\xi}{5}$. $A_{ист} = \frac{C\xi}{5} \cdot \xi = \frac{C\xi^2}{5}$

Посчитаем изменение энергии верхнего конденсатора: $\Delta W_в = W_{в2} - W_{в1} = 0 - \frac{4C \cdot \xi^2}{25 \cdot 2}$

Теперь для нижнего: $\Delta W_н = W_{н2} - W_{н1} = \frac{C\xi^2}{2} - \frac{C \cdot 16\xi^2}{2 \cdot 25}$

Т. к. сила тока сразу после замыкания ключа и в уст. режиме через катушку равна 0, то ее энергия не изменилась.

Теперь согласно закону преобразования энергии в электрической цепи:

$A_{ист} = \Delta W + Q = \Delta W_в + \Delta W_н + Q$

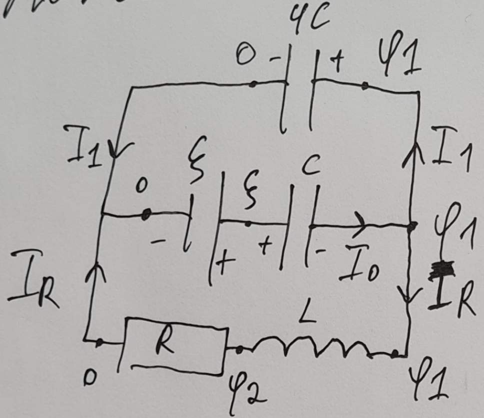
21203227 (U353029 M1265990)

Чистовик №3 B-11-07

$$Q = A_{ист} - \Delta W_{в} - \Delta W_{н} = \frac{C\xi^2}{5} + \frac{4C\xi^2}{50} - \frac{C\xi^2}{2} + \frac{16C\xi^2}{50} =$$

$$= \frac{10C\xi^2 + 4C\xi^2 - 25C\xi^2 + 16C\xi^2}{50} = \frac{C\xi^2}{10}$$

3) Рассчитаем цепь для 3-го случая методом потенциалов



$$I_0 = I_1 + I_R$$

$$\varphi_2 - 0 = I_R R$$

$$I_R = \frac{\varphi_2}{R}$$

$$\xi = (\xi - \varphi_1) + (\varphi_1 - \varphi_2) + \varphi_2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U_L = LI'$$

Скорость роста тока в катушке равна скорости роста тока в ней сразу после замыкания ключа. $I' = I_1' = \frac{\xi}{5L}$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\xi}{5}$$

Ответ: 1) $I_1' = \frac{\xi}{5L}$

2) $Q = \frac{C\xi^2}{10}$

21203227 (U353029 M1265990)

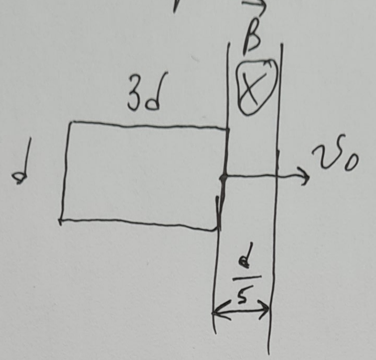
Чистовик №4. В-11-07.

№4.

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

Найти:
1) a_0 - ?
2) v_1 - ?
3) v_2 - ?

Решение:



Как только правая сторона рамки войдет в поле, магнитный поток через контур рамки начнет меняться, в рамке появится индукционный ток, на правую сторону (пока только на нее, т.к. остальные стороны еще не вошли в поле магнит.) начнет действовать сила Ампера. Сразу после вхождения правой стороны в поле, скорость рамки еще не успеет измениться, за счет изменения магнитного потока в контуре появится $\varepsilon_i = B v_0 d$

Индукционный ток равен $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$

$$F_A = I_i B d = \frac{B v_0 d B d}{R} = \frac{B^2 d^2 v_0}{R} = m a_0$$

$$a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$$

Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

21203227 (U353029 M1265990)

Чистовик №5.

В - 11 - 07

№5.

Дано:

$d_0 = 25$ см

$\frac{D1}{D2} = 3$

Найти:

1) x - ?

D_2 - ?

Решение:

Формула тонкой собирающей линзы

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Очки для чтения текста:

$$D1 = \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f_0}$$

Для удаленных предметов:

$$D2 = \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$$

Предмет удаленный => $d_2 \to \infty$ => $\frac{1}{d_2} \to 0$

$$D2 = \frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_2} \qquad f_2 = F_2 = \frac{1}{D_2}$$

21203227 (U353029 M1265990)