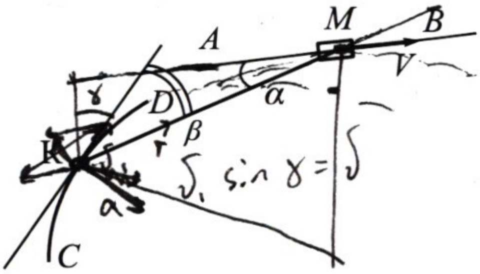
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-04

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

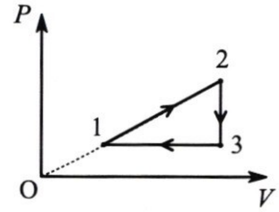
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 4/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

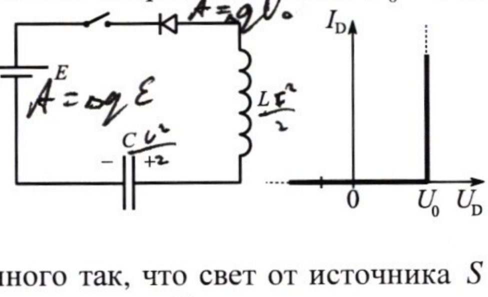
$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{5}{4}$ $\quad$ $\frac{10}{0,4} = \frac{100}{4} = 25$

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

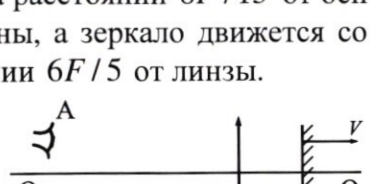
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.



5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



$b = \frac{aF}{a-F}$ $\qquad b_1 = \frac{(a+\Delta l)F}{a+\Delta l-F}$

$$b_1 - b = \frac{(aF+F\Delta l)(a-F) - aF(a+\Delta l-F)}{(a-F)(a+\Delta l-F)} =$$

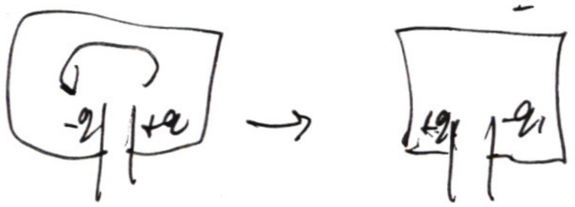
$$= \frac{\cancel{a^2F} - \cancel{aF^2} + \cancel{aF\Delta l} - F^2\Delta l - \cancel{a^2F} - \cancel{aF\Delta l} + \cancel{aF^2}}{(a-F)(a+\Delta l-F)} = \frac{-F^2\Delta l}{a(a-F)^2}$$

$\Delta a = \Delta l \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\Delta\Gamma}{\Delta l} = \frac{-F^2}{(a-F)^2} =$

$= \Gamma^2 \Delta l$

$C(U_1+U_2)$



$25 + 16 = 131$

25

381

$2v\Delta t$:

$\Delta\Gamma = 2v\Delta t \cdot \frac{F}{(a-F)\Delta l}$

$\Delta h = H\Delta\Gamma = 2v\Delta t \cdot \frac{HF}{a-F}$

$\Delta S \approx 2v\Delta t \cdot \Gamma^2 = \left(\frac{F}{a-F}\right)^2$

$\Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta S} = \frac{H}{\Gamma}$

$25 + 16 = 41$

$v_x = 0$

$\Delta\Gamma = 2v\Delta t$ $\qquad \frac{HF}{(a-F)\Delta l}$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$tg^2\alpha + 1 = \cos^2\alpha$

$\alpha \sim H$

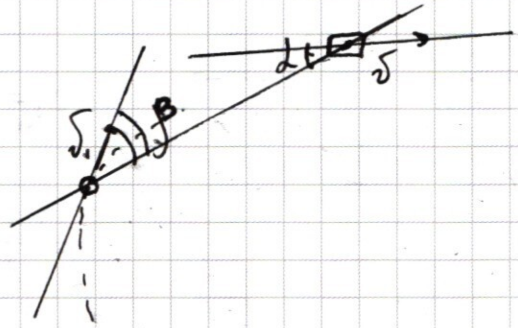
$\Delta h = H\Delta\Gamma$

$\frac{\Delta h}{\Delta l} = \frac{H\Delta\Gamma}{\Delta l}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

1) Пусть v_1 - скорость кольца в данный момент. Т.к. длина троса не меняется со временем, то



проекции скоростей муфты и кольца на трос равны друг другу, тогда:

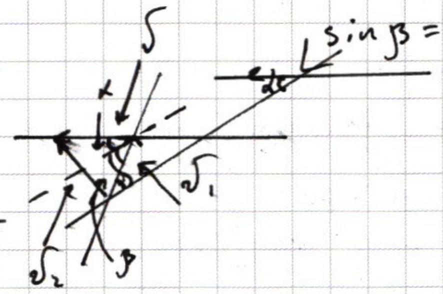
$$v_1 \cos\beta = v \cos\alpha$$

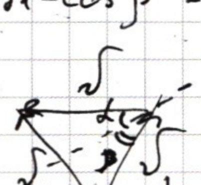
$$v_1 = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 2\,м/с \cdot \frac{4\cdot 17}{5\cdot \cancel{8}} = \frac{17}{5}\,м/с = 3{,}4\,м/с$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{3}{5}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \frac{15}{17}$$

2) Пусть v_2 - скорость кольца относительно муфты, тогда по теореме косинусов





$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + v^2 - 2vv_1\cos(\alpha+\beta)} =$$

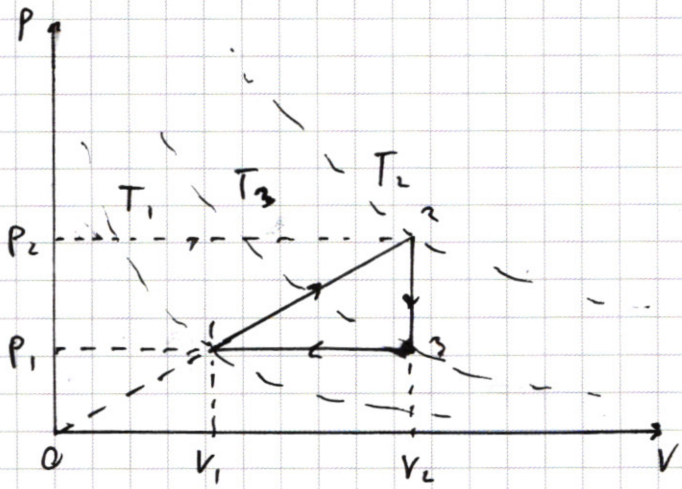
$$= \sqrt{v_1^2 + v^2 - 2vv_1\cdot(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)} = \sqrt{\left(\frac{17}{10}\right)^2 v^2 + v^2 -}$$

$$- 2\cdot\frac{\cancel{17}}{10}\cdot v^2\cdot\left(\frac{4\cdot 8}{\cancel{17}\cdot 5} - \frac{3\cdot 15}{\cancel{17}\cdot 5}\right) = \sqrt{\frac{389}{100}v^2 + \frac{52}{100}v^2} = \frac{21v}{10} =$$

$$= \frac{21\cdot 2\,м/с}{10} = \frac{42\,м/с}{10} = 4{,}2\,м/с$$

Ответ: 3,4 м/с; 4,2 м/с

Задание № 2



1) $T_2 > T_3 > T_1$ (рис.) => температура понижалась на участках 2-3 и 3-1

$A_{23} = 0 \Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$c_{\nu_{23}} = \frac{Q_{23}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{\frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{3}{2}R$ на участке 2-3

$A_{31} = P_1(V_1 - V_2) = P_1V_1 - P_2V_2 = \nu R(T_1 - T_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{31} = A + \Delta U = \nu R(T_1 - T_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2)$

$C_{\nu_{31}} = \frac{Q_{31}}{\nu(T_1 - T_2)} = \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2)}{\nu(T_1 - T_2)} = \frac{5}{2}R$ на участке 3-1

$\frac{C_{\nu_{31}}}{C_{\nu_{23}}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

2) $P_{12} = \alpha V_{12}$ по условию, где α - неизвестный коэффициент, тогда $A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{\alpha(V_1 + V_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2}(V_2^2 - V_1^2)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{3}{2}\alpha(V_2^2 - V_1^2)$

Значит $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2}\alpha(V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\alpha}{2}(V_2^2 - V_1^2)} = 3$

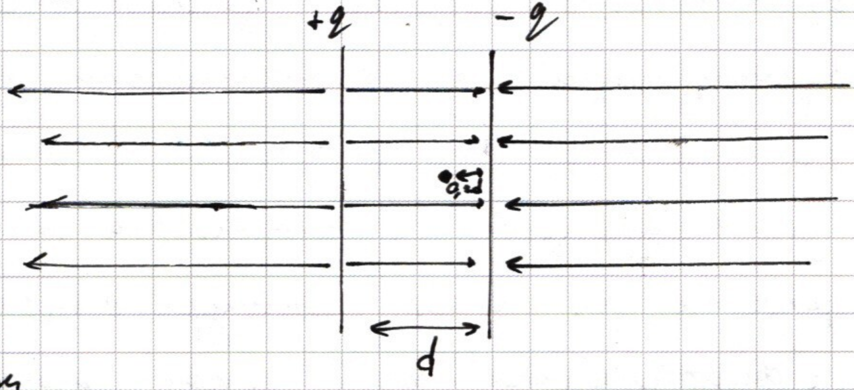
3) $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A_{12} + A_{31}}{A_{12} + \Delta U_{12}} = \left[\frac{A_{12} + A_{31}}{4A_{12}}\right] max = \frac{A_{12}}{4A_{12}} \approx \frac{1}{4}$ т.к. $A_{31} < 0$.

(η_{max} при $A_{31} \to 0$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: $\frac{C_{v_{31}}}{C_{v_{23}}} = \frac{5}{3}$, $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$, $\eta_{max} = \frac{1}{4}$

Задача №3



1) E - напряженность поля внутри конденсатора, тогда

$E = \frac{U}{d}$, тогда

работа поля внутри конденсатора равна $A = qEL$, где L - пройденный путь (т.к. частица влетает перпендикулярно пластинам); по условию $L = (d - 0,2d) = 0,8d$, тогда

$A = q\frac{U}{d}\cdot 0,8d = 0,8qU$ (поле однородно)

по условию заряд остановился, значит по ЗСЭ:

$$\frac{m v_1^2}{2} = 0,8qU \Rightarrow \gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{2\cdot 0,8U} = \frac{5v_1^2}{8U}$$

2) Заряд влетает со стороны положительной пластины, т.к. в итоге он остановился, а значит сила Кулона противонаправлена скорости. Из-за симметрии времени время влёта равно времени вылета (т.к. процесс обратимый), значит

$T = 2t$, где t - время вылета;

$$S = \frac{at^2}{2};\quad a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md} = \frac{5v_1^2 \cdot \cancel{\alpha}}{8\cancel{\alpha} \cdot d} = \frac{5v_1^2}{8d}$$

$S = 0,8d$, тогда $\quad 0,8d = \dfrac{5v_1^2 \cdot t^2}{8d \cdot 2}$

$$t^2 = \frac{8d \cdot 8d \cdot 0,1 \cdot 2}{5v_1^2} = \frac{8^2 d^2}{5^2 v_1^2} \Rightarrow t = \frac{8d}{5v_1},\ \text{а}\ T = 2t = \frac{16d}{5v_1}$$

3) Мысленно возьмём замкнутый контур, приходящий из бесконечности, проходящий через конденсатор и уходящий в бесконечность, а замыкающийся в отдалении от всего, где $\vec{E} = 0$, работа на таком контуре будет равна нулю (фундаментальный закон), тогда сумма работ вне конденсатора по модулю будет равна работе в конденсаторе (мы двигаем заряд по контуру), тогда, в силу симметрии пространства, работа при приходе из бесконечности будет равна работе при уходе в бесконечность и будет равна половине работы поля внутри конденсатора (по модулю) (речь идёт о работе поля конденсатора над „виртуальным" зарядом), тогда из ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{qEd}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$$

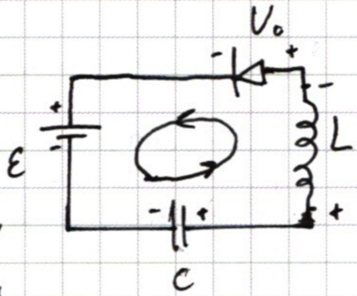
$$v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{qEd}{m}} = \sqrt{v_1^2 - \frac{5v_1^2 \alpha}{8\alpha}} = v_1\sqrt{1 - \frac{5}{8}} = \frac{v_1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} =$$

$$= \frac{v_1\sqrt{6}}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$; $T = \frac{16d}{5v_1}$; $v_0 = \frac{v_1\sqrt{6}}{4}$

Задача № 4



1) По условию U_0 - постоянное падение напряжения на диоде, тогда по 2 правилу Кирхгофа:

$$U_1 - L\dot{I} - U_0 - \mathcal{E} = 0 \Rightarrow L\dot{I} = U_1 - U_0 - \mathcal{E} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{L} =$$

$$= \frac{9В - 6В - 1В}{0{,}4Гн} = \frac{2В}{0{,}4Гн} = 5\,А/с$$

2) Максимальный ток будет тогда, когда напряжение на катушке $U_L = 0$ $(\dot{I} = 0)$, значит по 2 правилу Кирхгофа

$U_c - U_0 - \mathcal{E} = 0 \Rightarrow U_c = U_0 + \mathcal{E}$, где U_c - напряжение на конденсаторе, тогда по ЗСЭ:

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_c^2}{2} + U_0\Delta q + \mathcal{E}\Delta q + \frac{LI^2}{2}, \text{ где } \Delta q = C\Delta U =$$

$$= C(U_1 - U_c) = C(U_1 - U_0 - \mathcal{E}), \text{ тогда}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{C(U_1^2 - U_c^2)}{2} - C(U_1 - U_0 - \mathcal{E})(U_0 + \mathcal{E}) =$$

$$= \frac{C(U_1 + U_0 + \mathcal{E})(U_1 - U_0 - \mathcal{E}) - 2C(U_1 - U_0 - \mathcal{E})(U_0 + \mathcal{E})}{2} =$$

$$= \frac{C(U_1 - U_0 - \mathcal{E})(U_1 + U_0 + \mathcal{E} - 2U_0 - 2\mathcal{E})}{2} = \frac{C(U_1 - U_0 - \mathcal{E})^2}{2} = \frac{L I_{max}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{max} = (U_1 - U_0 - \mathcal{E})\sqrt{\frac{C}{L}} = (9\text{В} - 1\text{В} - 6\text{В})\sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}\text{Ф}}{0{,}4\text{ Гн}}} =$$

$$= 2\text{В} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\,\text{А/В} = 10^{-2}\,\text{А}$$

3) В установившемся режиме ток не течёт; ток может течь только против часовой стрелки, значит после одного колебания, они прекратятся; запишу ЗСЭ для одного колебания:

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU^{*2}}{2} + \mathcal{E}\Delta q + U_0 \Delta q$$

$\Delta q = C(U_1 + U^*)$, где U^* – конечное напряжение ($U^* = U_2$)

$$\frac{C(U_1 - U^*)\cancel{(U_1 + U^*)}}{2} = \cancel{C(U_1 + U^*)}(\mathcal{E} + U_0)$$

$$U_1 - U^* = 2\mathcal{E} + 2U_0$$

$$U^* = U_1 - 2(\mathcal{E} + U_0) = 9\text{В} - 2 \cdot (6\text{В} + 1\text{В}) = 9\text{В} - 14\text{В} = -5\text{В}$$

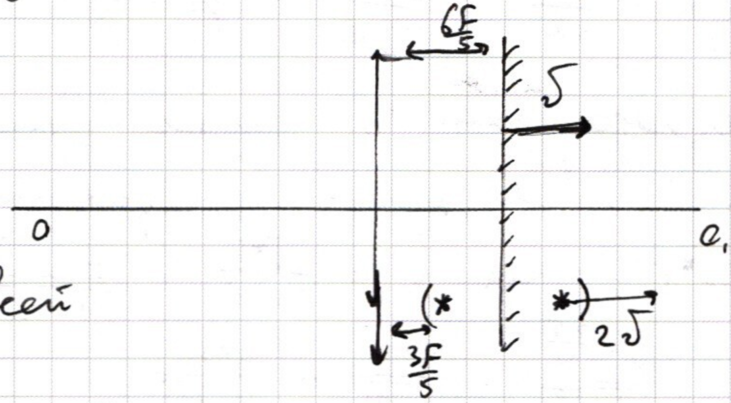
минус говорит об обратной полярности, нежели в начале, тогда $|U^*| = 5\text{В}$

Ответ: $\dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{L} = 5\,\text{А/с}$; $I_{max} = (U_1 - U_0 - \mathcal{E})\sqrt{\frac{C}{L}} = 10^{-2}\,\text{А}$;

$|U^*| = |U_1 - 2(\mathcal{E} + U_0)| = 5\text{В} = U_2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 5



1) Изображение источника в зеркале будет предметом для изображения всей системы, тогда

$a_1 = \frac{6F}{5} + \left(\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5}\right) = \frac{9F}{5}$, где a_1 – расстояние от изображения в зеркале до линзы, тогда по формуле тонкой линзы

$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, где b – искомое расстояние от плоской линзы до изображения всей системы, тогда

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a_1} = \frac{a_1 - F}{a_1 F} \Rightarrow b = \frac{a_1 F}{a_1 - F} = \frac{\frac{9}{5}F \cdot F}{\frac{9}{5}F - F} = \frac{\frac{9}{8}F}{\frac{4}{8}} = \frac{9F}{4}$$

2) $\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F} = \frac{5}{4}$, где Γ – увеличение;

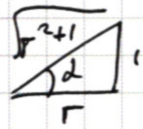
~~Пусть предмет сместился на Δl, рассмотрим изменение увеличения $\frac{\Delta\Gamma}{\Delta l}$, $\Delta\Gamma = \frac{\Delta b}{\Delta a}$~~

~~$\Delta b = \frac{(a+\Delta l)F}{a+\Delta l - F} - \frac{aF}{a-F} \approx \frac{aF + F\Delta l - aF}{a-F} = \frac{F\Delta l}{a-F}$~~

~~$\frac{\Delta\Gamma}{\Delta l} = \frac{\Delta b}{\Delta l \cdot \Delta l} = \frac{F}{(a-F)\Delta l}$,~~

Пусть предмет переместился на Δl (Δl – мало), тогда $\Delta h = \Gamma \Delta l$, где Δh – изменение высоты изображения; изменение положение по оси, параллельной OO_1 $\Delta x = \Gamma^2 \Delta l$ (известная формула, надеюсь не требует доказательства), тогда

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{\Gamma \Delta l}{\Gamma^2 \Delta l} = \frac{1}{\Gamma} = \frac{4}{5}$$



3) Изображение в зеркале движения со скоростью 2υ в ЛСО, тогда υ_x изображения равно $2\upsilon \cdot \Gamma^2$, тогда

$$\upsilon_1 = \frac{2\upsilon\Gamma^2}{\cos\alpha} = \frac{2\upsilon\Gamma^2}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}} = \cancel{\frac{2\upsilon\cdot\frac{5}{4}\cdot\frac{5}{4}}{1+\frac{16}{25}}}$$

$$= \frac{2\upsilon\cdot\frac{25}{16}}{\sqrt{1+\frac{16}{25}}} = \frac{50\upsilon}{16\cdot\sqrt{\frac{41}{25}}} = \frac{250\upsilon}{16\sqrt{41}} \qquad \upsilon_1 = \upsilon\sqrt{\Gamma^2+\Gamma}$$

~~2) Пусть изображение в зеркале сместилась на Δb, тогда~~ $\cancel{\Delta\Gamma = \frac{\Delta b}{\Delta a} = \frac{(a+\Delta l)F}{\Delta l(a+\Delta l-F)} - \frac{aF}{\Delta l(a-F)} = \frac{a^2F - aF^2 + aF\Delta l - F^2\Delta l}{}}$

$$\cancel{\frac{\Delta\Gamma}{\Delta l} = \frac{F}{a-F} = \Gamma}$$

$$\cancel{\Delta h = H\Delta\Gamma = \frac{H\Delta l F}{\Delta l(a-F)} = \frac{HF}{(a-F)}}$$

$$\cancel{\frac{\Delta h}{\Delta x} =}$$

Ответ: $b = \frac{9F}{4}$; $\cancel{\operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{5}}$; $\upsilon_1 = \frac{250\upsilon}{16\sqrt{41}}$; $\operatorname{tg}\alpha = \frac{4}{5}$

~~Задача №1~~

3

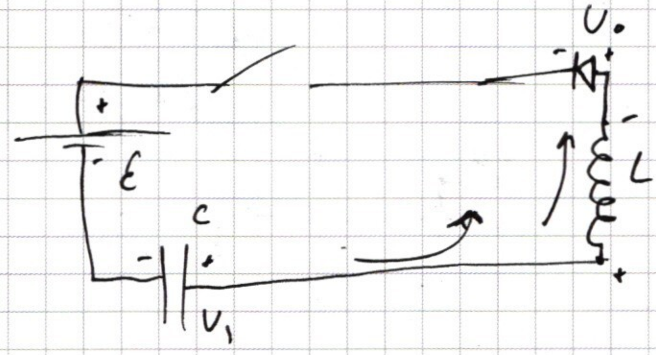
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

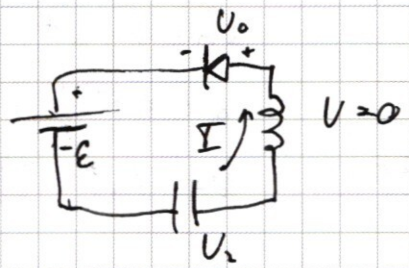
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4)



1) $U_1 - U_0 - \mathcal{E} = L\dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{L}$



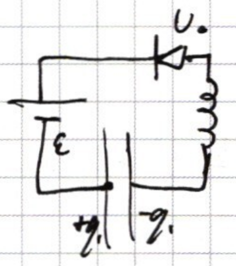
$U = 0$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} + U_0\Delta q + \mathcal{E}\Delta q$$

$$\Delta q = C(U_1 - U_2)$$

$U_2 = U_0 + \mathcal{E}$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{C(U_1 - U_2)(U_1 + U_2)}{2} - U_2\big(C(U_1 - U_2)\big) = \frac{C(U_1 + U_2 - 2U_2)(U_1 - U_2)}{2} = \frac{C(U_1 - U_2)^2}{2}$$

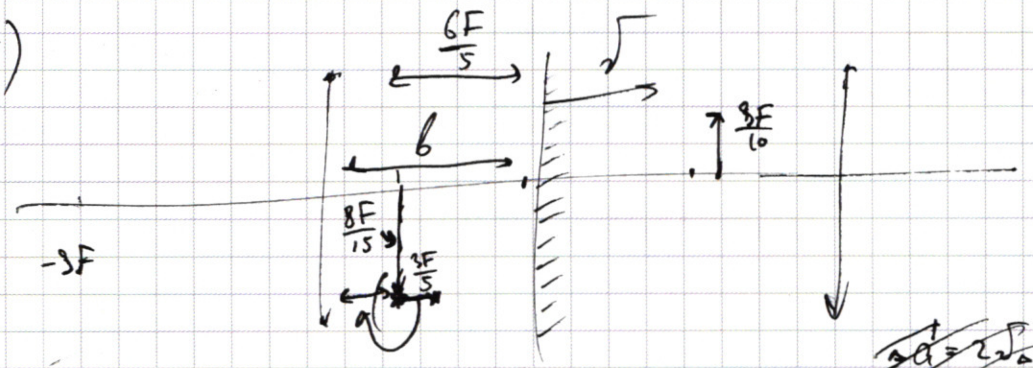


2) $I = (U_1 - U_2)\sqrt{\frac{C}{L}}$

3) $\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + \mathcal{E}\Delta q + U_0\Delta q$ $\quad \Delta q = C(U_c + U_2)$

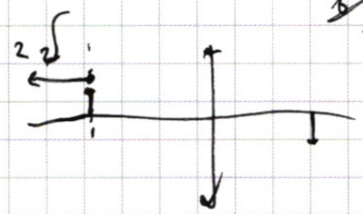
$$CU_2^2 = CU_1^2 - 2C(U_1 + U_2)(\mathcal{E} + U_0) = CU_1^2 - 2CU_1(\mathcal{E} + U_0) -$$
$$- 2CU_2(\mathcal{E} + U_0)$$

5)



$\frac{\Delta a}{t} = 2 v_{\Delta} t$

$b = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{a}} = \frac{aF}{a-F}$



$\frac{5}{3F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{5}{3F} = \frac{-2}{3F}$

$|b| = \left| -\frac{3F}{2} \right| = \frac{3F}{2}$

$a_2 = \frac{2 \cdot 6F}{5} - \frac{3F}{2} = \frac{4 \cdot 6F}{10} - \frac{15F}{10} = \frac{9F}{10}$

$\frac{10}{9F} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} - \frac{10}{9F} = \frac{-1}{9F} \Rightarrow b_2 = -9F$

$L = b_2 - \frac{12F}{5} = 9F - \frac{12F}{5} =$

$L = 9F$

$\Delta h = \Gamma v_{\Delta} t$

$\Delta L = \Gamma^2 v_{\Delta} t$

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{1}{\Gamma} = \frac{4}{5}$

$\frac{5}{9F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{b} = \frac{4}{9F} \Rightarrow b = \frac{9F}{4}$

$\Gamma = \frac{b}{a} = \frac{9F}{4} \cdot \frac{5}{9F} = \frac{5}{4}$

$p = \alpha V$

$A = \cancel{p \Delta V} =$

$= \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot V_2 - V_1 =$

$= \frac{\alpha}{2} \left(V_2^2 - V_1^2 \right)$

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

$5 \cdot 3 = 15$

$\frac{2}{5} = 0{,}4$

$= \frac{3}{2} \left(p_2 V_2 - p_1 V_1 \right) =$

$= \frac{3\alpha}{2} \left(V_2^2 - V_1^2 \right)$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_1 \sin\gamma = v$ $\qquad \gamma + \beta = 90° - \alpha$ $\qquad \cos(\alpha+\alpha) = 2\cos^2\alpha - 1 =$

$1\checkmark\ 2\checkmark\ \cancel{3}$ $\qquad \gamma = 90° - (\alpha+\beta)$ $\qquad = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha$

$$v_1 = \frac{v}{\sin(90° - (\alpha+\beta))} = \frac{v}{\cos(\alpha+\beta)} = \frac{v}{\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

$17 \cdot 17 = 289$; $289 - 64 = 225$; $15 \cdot 15 = 225$

$$v_1 = \frac{v}{\frac{4}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17}} = \frac{v}{\frac{32}{85} - \frac{45}{85}} = \frac{85v}{-13}$$

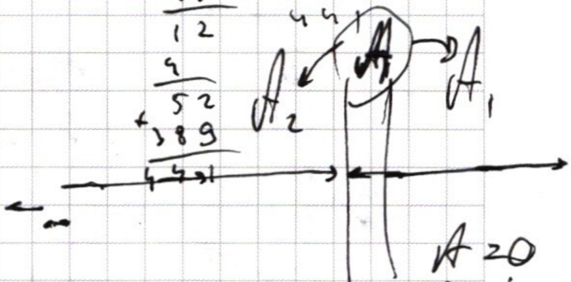
$17 \cdot 5 = 85$

-13

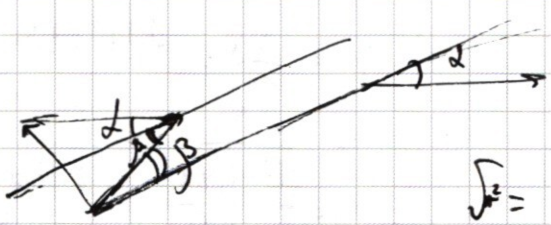
$v_1 \cos\beta = v \cos\alpha$

$$\left[v_1 = v\,\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = v \cdot \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8_2} = \frac{17v}{10} \right]$$

$21 \cdot 21 = 441$; $4 \cdot 13 = 52$; $52 + 389 = 441$



2)



$$v^2 = v_1^2 + v^2 - 2v_1 v\cos(\alpha+\beta) =$$

$A = 0$

$$= v^2\left(\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} + 1\right) - 2v\,\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\,v \cdot (\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) =$$

$$= \sqrt{\frac{289}{100}v^2 + v^2 - 2\cdot\frac{17}{10}v^2\cdot\left(-\frac{13}{85}\right)} = \sqrt{\frac{389}{100}v^2 +}$$

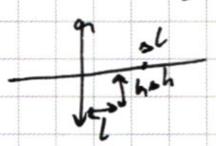
$$+ v^2 \cdot \frac{2\cdot 17\cdot 13}{10 \cdot 5 \cdot 17} = \sqrt{\frac{389}{100}v^2 + \frac{52}{100}v^2} = \sqrt{\frac{441}{100}v^2} = \frac{21v}{10}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$T = v_2 \cos(\cancel{\beta} - d\alpha) = v \cos(\alpha + d\alpha)$$

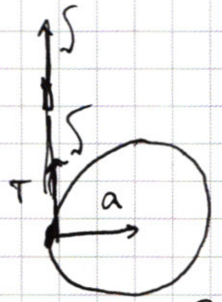
$$v_2\left(\cos\beta\left(1 - \frac{d\alpha^2}{2}\right) + d\alpha \sin\beta\right) = v\left(\cos\alpha\left(1 - \frac{d\alpha^2}{2}\right) - \right.$$

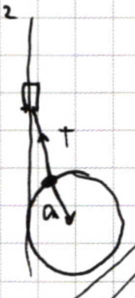


$-\ \Delta h = \Gamma h$

$\Delta l =$

$$\frac{3}{8} = \frac{3}{4 \cdot 2}$$

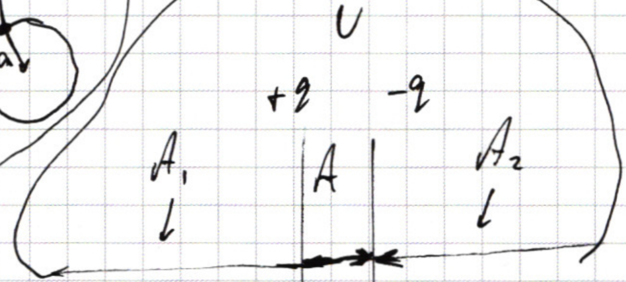




$T = 0$

$$\frac{v^2}{R} \neq 0$$

$$\cancel{T = a \sin\beta = \frac{v_1^2}{R}}$$

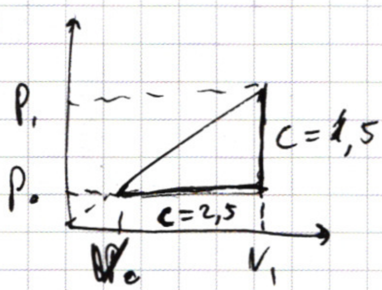


$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{qU}{2} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{qU}{m}} = v_1 \sqrt{\frac{3}{8}} = \frac{v_1}{2}\sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$A_1 + A_2 = A$$

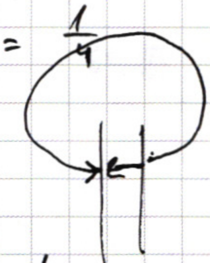
2)



1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$

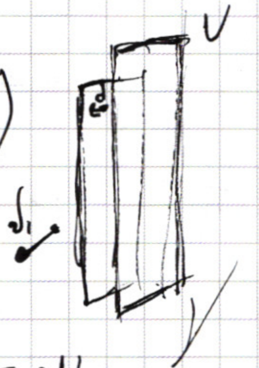
2) 3

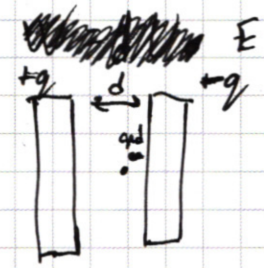
3) $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A_{12} - A_{31}}{4 A_{12}}\ max = \frac{1}{4}$



$$Q_+ = A_{12} + \Delta U_{12} = 4 A_{12}$$

3)





$$E = \frac{U}{d} \qquad \frac{m v^2}{2} = qE \cdot 0{,}8d$$

1) $\gamma = \frac{q}{m} = \cancel{\ldots} = \frac{v_1^2}{2E \cdot 0{,}8d} = \frac{5 v_1^2}{8Ed} =$

$A = qU$

$$F = qE = \frac{qU}{d} \Rightarrow a = \frac{E}{m} = \frac{qU}{md} = \frac{5 v_1^2}{8U}$$

$$S = \frac{at^2}{2} = v_1 t - \frac{at^2}{2}$$

$$t = \frac{2S}{a} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}8d \cdot md}{qU}} = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}8 \cdot 8U}{U \cdot 5 v_1^2}} = \cancel{\left[v_0 = 3v_1\right]}$$

$$= \frac{d}{v_1} \cdot \sqrt{\frac{8^2 \cdot 0{,}1 \cdot 2}{5}} = \frac{8d}{v_1}\sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{8d}{5 v_1}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)