

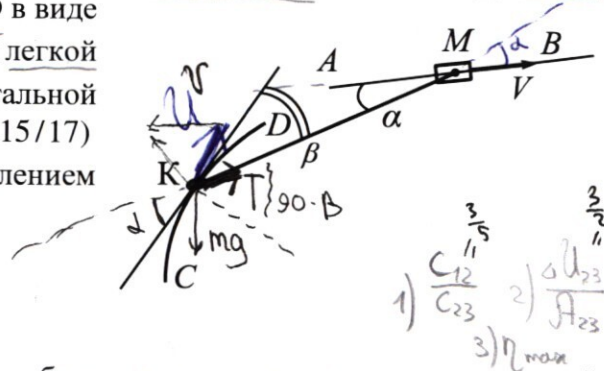
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



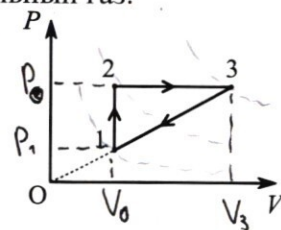
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



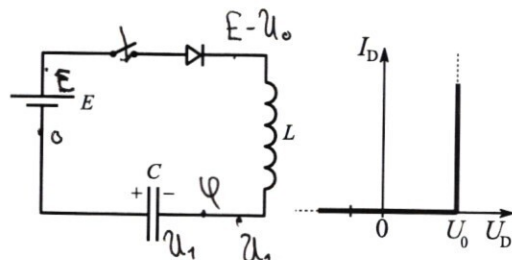
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

$$S = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

- 1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок? $\frac{1}{2}d = 0,5d$
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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 $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



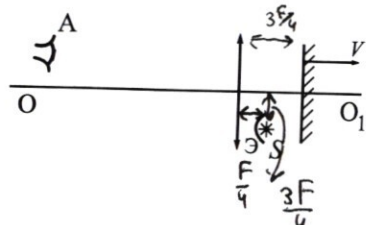
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А 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.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2

Дано:

1-2 → изохора

2-3 → изобара

3-1 → $P = \alpha V$

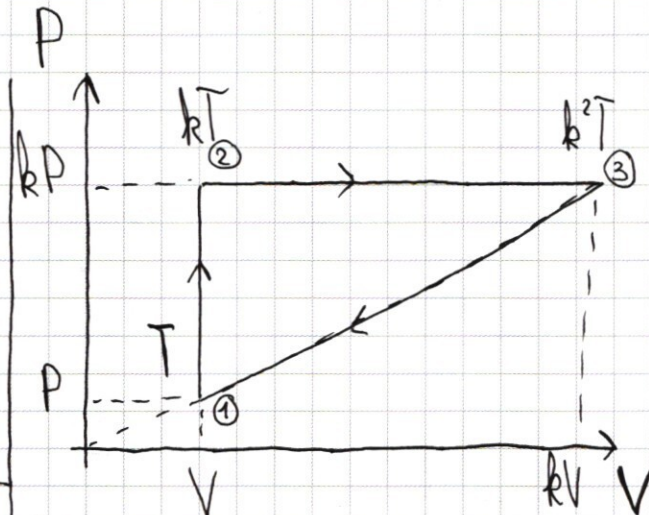
$i = 3$

Найти:

1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$

3) $\eta_{\max} = ?$



V - количество газа

R - газовая постоянная

1) пусть процесс 3-1 можно представить в виде формулы $P = \alpha V$
где α - какая-то константа (это можно так сделать, т.к. это
прямая, выходящая из начала координат)

Если в состоянии 1 даны " P " и " V ", тогда $P = \alpha V$, а в состоянии 3 дано " kV ",
то приведенной формуле в состоянии 3 давление равно " kP "

2) По теореме Менделеева-Клапейрона для состояний 1; 2; 3, найдем значение
температур

• Состояние 1: $PV = \nu RT$

• Состояние 2: $kPV = \nu RT_2 \Rightarrow T_2 = kT$

• Состояние 3: $kP \cdot kV = \nu RT_3 \Rightarrow T_3 = k^2T$

3) Т.к. $k > 1$ (т.к. объем в состоянии 3 больше чем в 1), то температура растет
в процессе 1-2 и 2-3

4) Процесс 1-2 - изохорный, $\Rightarrow$ работа в нем $A_{12} = 0$

Пусть P - давление в состоя-
нии 1

T - температура в состоянии 1

V - объем в состоянии 1

k - коэффициент увеличения
объем состояния 3 в срав-
нении с состоянием 1

$\left(\frac{V_3}{V_1}\right)$

$$1) U = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \frac{\text{cm}}{\text{c}} \cdot \frac{15}{17} = 34 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = 25 \cdot 2 = 50$$

$$U_{\text{полн}} = U^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right) = \left(\frac{\cos^2 \beta + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right) U^2$$

$$U_{\text{полн}} = U^2 + U^2 - 2U^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = U^2 \left(\frac{\cos^2 \beta + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right) - 2U^2 \cos \alpha - 2U^2$$

$$U^2 + U^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2U^2$$

$$U^2 \left(1 + \frac{25^2}{17^2} - 2 \frac{15^2}{17^2} + 2 \frac{8 \cdot 4 \cdot 15}{17 \cdot 5 \cdot 17} \right) =$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{17} = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = \frac{25}{17}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

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

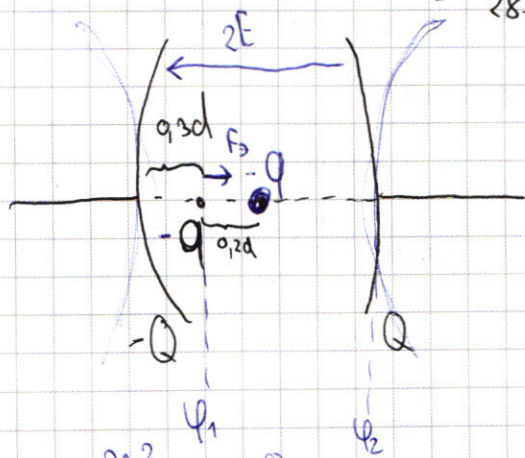
$$\textcircled{2} U^2 \left(1 + \frac{625 - 450 + 320}{289} \right) = U^2 \left(1 + \frac{625 - 130}{289} \right) = U^2 \left(\frac{289 + 485}{289} \right) =$$

$$= \frac{774}{289} U^2 = 34^2 \cdot \frac{774}{289}$$

$$4 \cdot 774$$

$$F_3 = Eq$$

$$E = \frac{Q}{S \cdot 2\epsilon_0}$$



$$\begin{array}{r} 774 \overline{) 2} \\ 387 \overline{) 3} \\ 129 \overline{) 3} \\ 43 \overline{) 43} \end{array}$$

$$\sqrt{80} \approx 9$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - q \varphi_2 = \frac{m v_2^2}{2} - q \varphi_0$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - q \varphi_2 = \frac{m v_2^2}{2} - q \varphi_0$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - q(\varphi_2 - \varphi_1) = \text{const}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - q \varphi_2 + q \varphi_1 = \text{const}$$

$$m a + 2qE = 0 \Rightarrow a = \text{const} \Rightarrow a = \frac{2qE}{m}$$

$$-q \varphi_1 = \frac{m v_1^2}{2} - q \varphi_2$$

$$Q = \frac{m}{q} \frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{2\epsilon_0 S}{q_1 d}$$

$$q_2 d = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{7}{16} \cdot \frac{10}{17} = \frac{5}{7}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(продолжение 2 задачи 2)

$$\eta = \frac{k-1}{3+5k} = \frac{\frac{1}{5}(5k+3) - \frac{3}{5} - 1}{3+5k} = \frac{1}{5} - \frac{8}{25k+15}$$

Чем меньше $\frac{8}{25k+15}$, тем больше η . Если $\frac{8}{25k+15} \downarrow$, то $k \uparrow$, при очень
большом k $\frac{8}{25k+15} \rightarrow 0 \Rightarrow$ значит $\eta_{\max} \approx \frac{1}{5}$

Ответ: 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} = 0,6$

2) $\frac{\Delta U_{23}}{U_{23}} = \frac{3}{2} = 1,5$

3) $\eta_{\max} = \frac{1}{5}$

Задача 3

Дано:

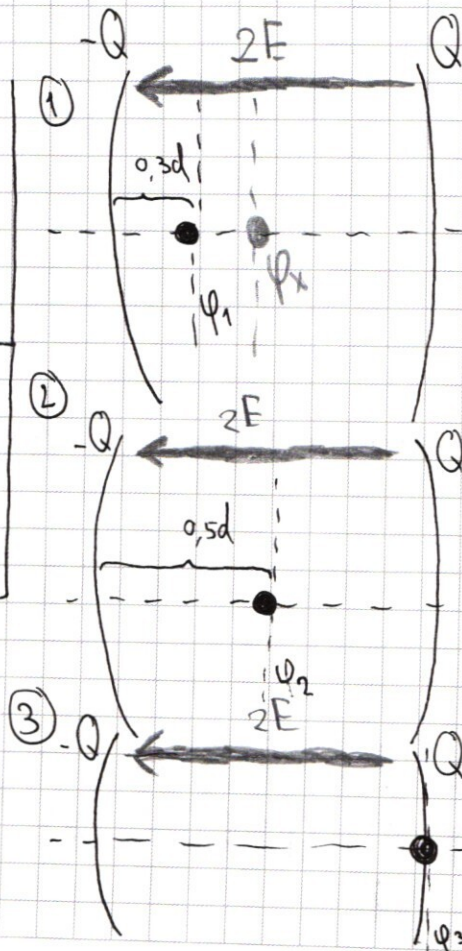
$\gamma_1; \gamma = \frac{|q|}{m}$

$0,3d; d$

1) $T = ?$

2) $Q = ?$

3) $U_2 = ?$



Пусть E - напряженность электрического поля, создаваемого одной обкладкой конденсатора, тогда $E = \frac{Q}{2d}$, где d - константа, которая зависит от параметра обкладки (величины поверхности)

Между обкладками конденсатора будет тогда однородное магнитное поле, ~~равное~~ $2E$ и направлено как на рисунке

~~Заряд отрицательных зарядов частиц (значит $Q = \frac{q}{m}$)~~

Пусть Q_{12} - теплота в процессе 1-2, выделяемая (продвижение 1 задано)
 Q_{23} - теплота в процессе 2-3, выделяемая
 Q_{31} - теплота в процессе 3-1, выделяемая
 A_{12} - работа в процессе 1-2 газа
 A_{23} - работа в процессе 2-3 газа
 A_{31} - работа в процессе 3-1 газа
 ΔU_{ij} - изменение внутренней энергии газа в процессе $i-j$, где $i \neq j$
 C_{ij} - молярная теплоемкость в процессе $i-j$, где $i \neq j$

$i=1;2;3$
 $j=1;2;3$

$$\left. \begin{aligned} Q_{12} = \Delta U_{12} &= \frac{3}{2} \nu R (kT - T) \\ Q_{12} &= C_{12} \nu (kT - T) \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$\left. \begin{aligned} 5) A_{23} &= kP(kV - V) = k^2 PV - kPV = \nu R(k^2 T - kT) \\ \Delta U_{23} &= \frac{3}{2} \nu R (k^2 T - kT) \\ Q_{23} &= \Delta U_{23} + A_{23} \\ Q_{23} &= C_{23} \nu (k^2 T - kT) \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$6) \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = 0,6$$

$$7) \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (k^2 T - kT)}{\nu R (k^2 T - kT)} = \frac{3}{2} = 1,5$$

8) пусть A_{Σ} - суммарная работа в цикле

Q_{Σ} - сумма теплот в процессах нагревания (или где выделяется теплота положительно)

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}$$

η - КПД цикла

$$A_{\Sigma} = +S_{pp} (\text{площадь графика } 1-2-3) = \frac{1}{2} (k-1)V \cdot (k-1)P = \frac{1}{2} \nu R T (k-1)^2$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (k-1)T + \frac{5}{2} \nu R k(k-1)T = \frac{1}{2} \nu R T (k-1)(3+5k)$$

$$\text{Значим } \eta = \frac{\frac{1}{2} \nu R T (k-1)^2}{\frac{1}{2} \nu R T (k-1)(3+5k)} = \frac{k-1}{3+5k}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

φ_1 - потенциал в положении, когда частица находится на расстоянии $0,3d$ от $-Q$ (продолжение задачи 3)

φ_2 - потенциал в положении, когда частица находится на расстоянии $0,5d$ от $-Q$

φ_3 - потенциал в положении, когда частица находится на расстоянии d от $-Q$

Рассмотрим произвольный момент, когда частица сдвинулась на x и имеет скорость v

φ_x - потенциал в положении, когда частица находится на расстоянии $0,3d+x$ от $-Q$
(запишем закон сохранения энергии от начала движения x)
 $\frac{mv^2}{2} - |q|(\varphi_x - \varphi_1) = \text{const}$, тогда возьмем производную

~~$$m \dot{x} \ddot{x} - |q| \cdot 2E \dot{x} = 0$$~~

$$m \ddot{x} - |q| \cdot 2E = 0$$

$$ma - |q| \cdot 2E = 0$$

где a - ускорение частицы

$$\Rightarrow a = \frac{2E|q|}{m} = 2E\gamma \text{ - значит ускорение постоянно}$$

Значит движение равноускоренное

Запишем закон сохранения энергии для начала и сдвига частицы на $0,7d$
(то есть для (1) и (3) рисунка)

$$-|q| \cdot \varphi_1 = \frac{mv_1^2}{2} - |q| \cdot \varphi_3 \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = 2E \cdot 0,7d |q| \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{Q}{d} \cdot 0,7d |q| \Rightarrow$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 = 2E \cdot 0,7d$$

$$\Rightarrow Q = \frac{m d v_1^2}{|q| d} \cdot \frac{5}{7} = \frac{m v_1^2}{|q|} \cdot \frac{5}{7} = \frac{2 v_1^2}{8d} \cdot \frac{5}{7}$$

$$2E = \frac{Q}{d} = \frac{m v_1^2}{|q| d} \cdot \frac{5}{7}$$

Когда частица будет на одинаковом расстоянии от зарядов? Когда она пройдет расстояние $0,2d$ (рисунок (2))

П.к. движение равноускоренное, то верно:

$$0,2d = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2d}{\frac{2E\epsilon}{7}}} = \sqrt{\frac{2}{5} \frac{d}{\frac{5U_1^2}{7d}}} = \sqrt{\frac{14}{25} \frac{d^2}{U_1^2}} = \frac{d}{5U_1} \sqrt{14}$$

(продолжение 2 задачи 3)

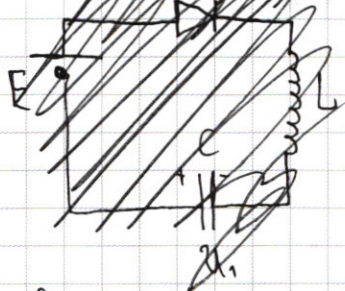
$d = \epsilon_0 S$, где S - площадь поверхности обкладок конденсатора

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$$

$$Q = \frac{89}{14} \cdot 10^{-12} S \frac{U_1^2}{8d}$$

~~Задача 4~~

~~Рассмотрим момент, когда гитон только зашел в конденсатор $\Rightarrow$ ток на катушке и напряжение на конденсаторе скачком не меняется $\Rightarrow$ в данный момент ток еще не течет~~



Снаружи от конденсатора напряженность поля равна "0" (т.к. на обкладках конденсатора одинаковы по модулю заряд, но разноименный) $\Rightarrow U_2 = U_1$

Ответ: 1) $T = \frac{d}{5U_1} \sqrt{14}$

2) $Q = \frac{89}{14} \cdot 10^{-12} \frac{S U_1^2}{8d}$

3) $U_2 = U_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

$$\frac{3F}{4}, \frac{F}{4}, \frac{3F}{4}$$

ν

1) $f = ?$

2) $d = ?$

3) $l = ?$

S - источник света

S^* - его изображение в зеркале

S^{**} - его изображение в зеркале

Его изображение (S^*) будет находится на расстоянии $2KS$, т.к. ~~зеркало~~ в зеркале

расстояние от предмета до зеркала и до зеркала от изображения равны
 $\frac{F}{4} + \frac{F}{2} + \frac{F}{2} > F \Rightarrow$ Изображение S^{**} будет находится по другую сторону от

линзы относительно S

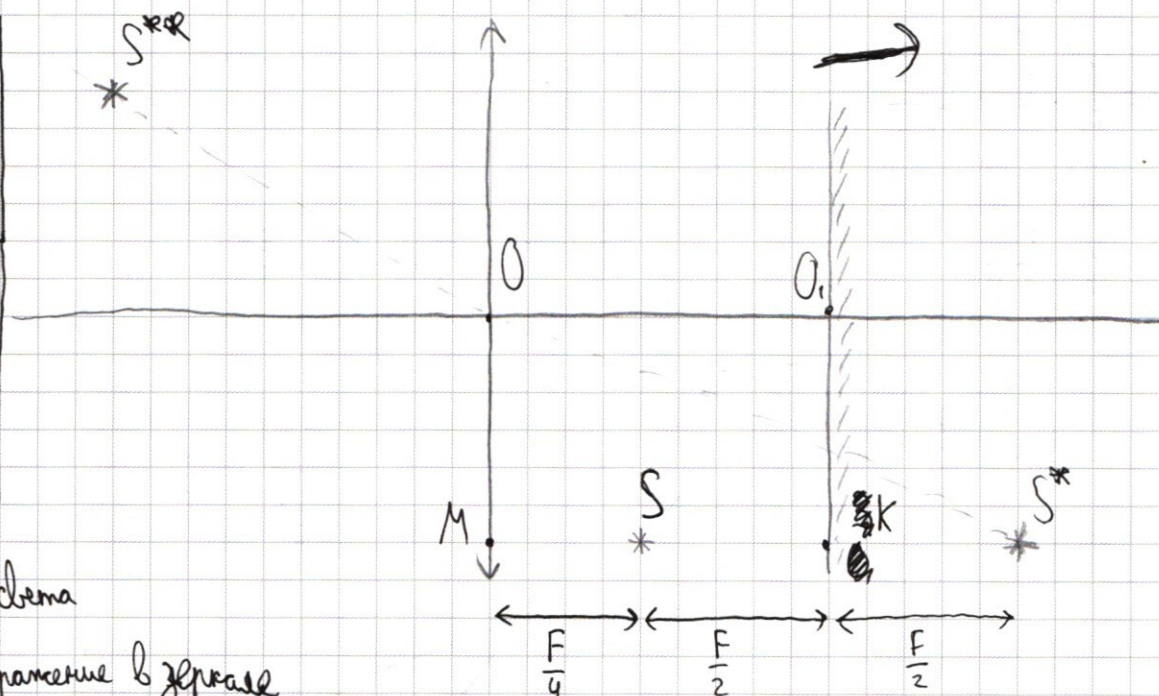
$$d = \frac{F}{4} + \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{5}{4}F$$

l - расстояние от S^{**} до линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{\frac{5}{4}F^2}{\frac{1}{4}F} = 5F$$

~~Зеркало~~

Перейдем в систему отсчета ~~зеркала~~ зеркала

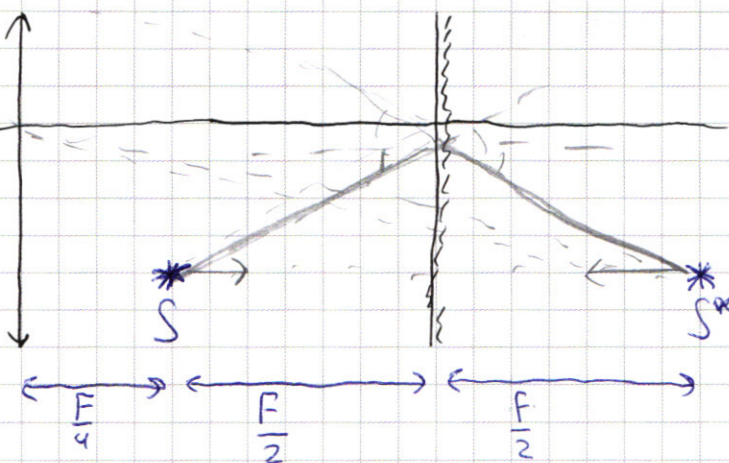


$f =$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$8,9 = \frac{89}{10}$$

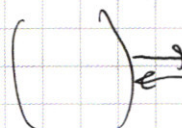
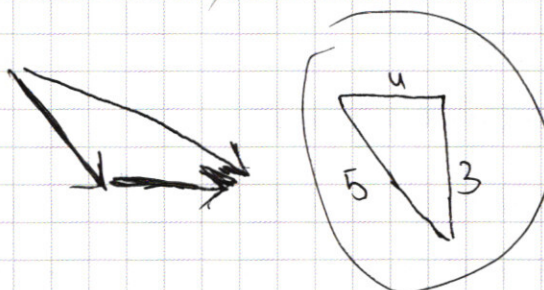


~~$$d = 2F$$~~

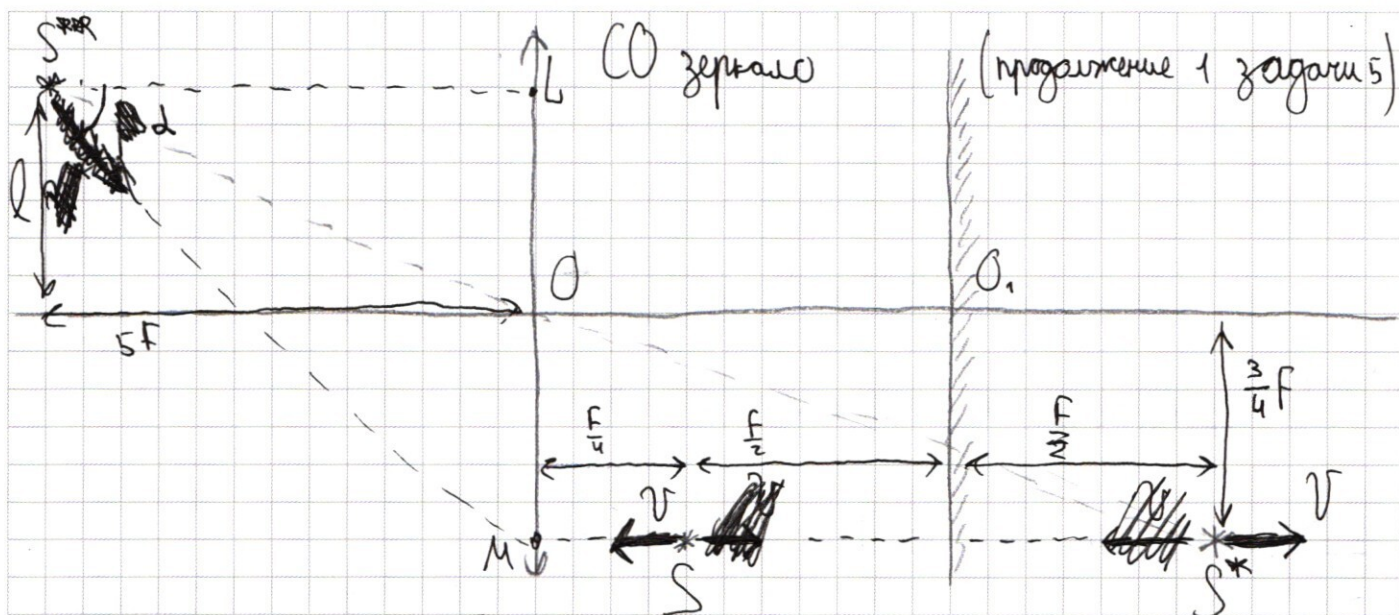
$$d + f = 5F + \frac{5}{4}F$$

$$d = 2F$$

$$\frac{5F}{\frac{5}{4}F} \cdot \frac{3}{4}F = l$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~Handwritten scribbles covering the entire page.~~

 l - расстояние S до OO_1

$$\frac{5F}{\frac{5}{4}F} = \frac{l}{\frac{3}{4}F} \Rightarrow l = 3F$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out text.~~

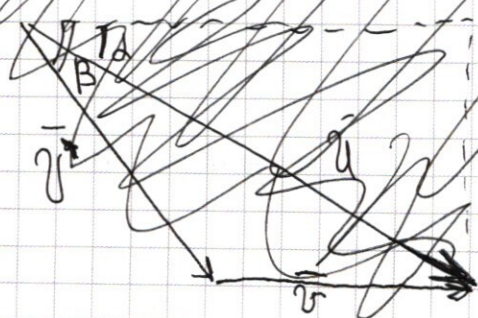
$$\angle MS^*L = 2$$

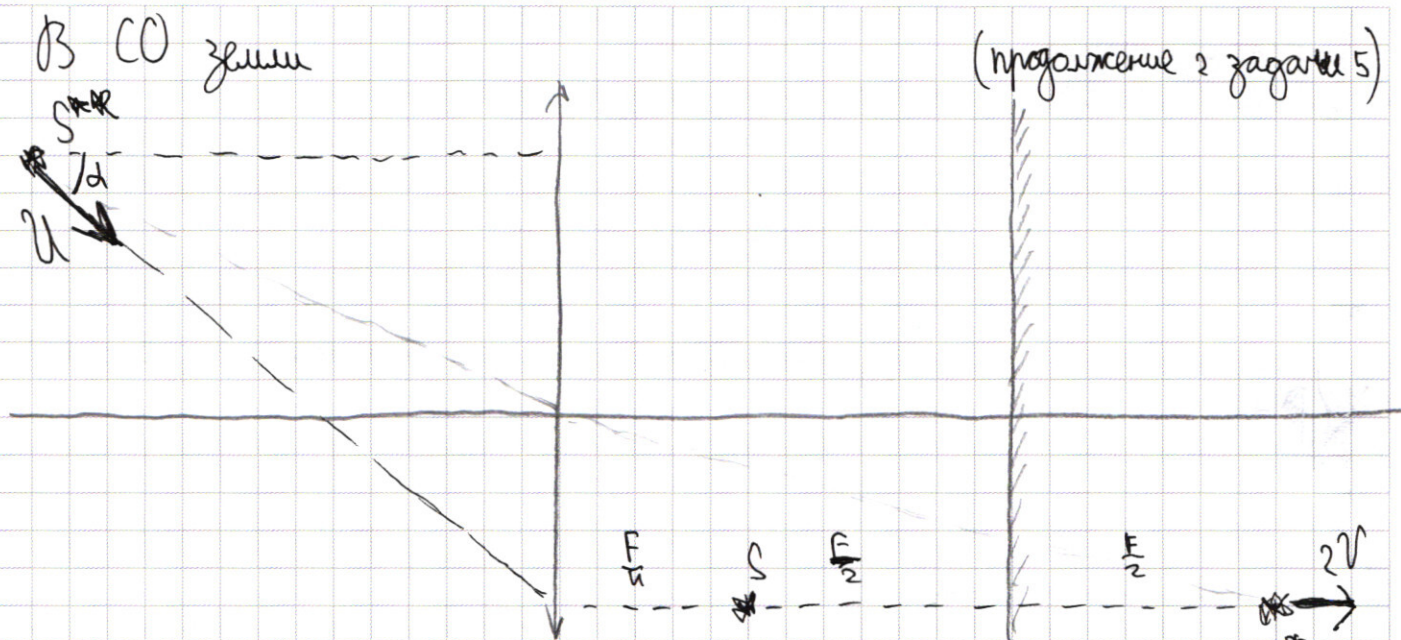
$$Z_{eq} = \frac{2 + \frac{3}{4}F}{5F} = \frac{\frac{12+3}{4}F}{5F} = \frac{3}{4}$$

~~Leistung~~ ~~unabhängig~~ ~~von~~ ~~Weg~~ ~~Spannung~~ ~~Δ~~ ~~Gravitations~~

~~$$U \cos \alpha = V \cos \beta + V$$~~

$$U \cdot \sin \alpha = \sin \beta$$





S^* в СО земли через имеет скорость $U+U=2U$

$$\frac{U \cdot \cos \alpha}{2U} = \left(\frac{f}{d} \right)^2 = 4^2 = 16 \Rightarrow U \cdot \cos \alpha = 32U$$

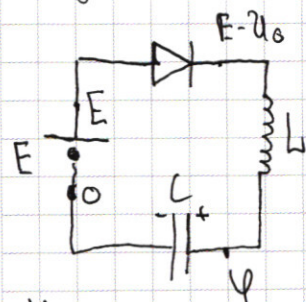
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow U = \frac{32U \cdot 5}{4} = \frac{32U}{\cos \alpha} = 8 \cdot 5U = 40U$$

- Ответ: 1) $f = 5f$
 2) $\tan \alpha = \frac{3}{4}$
 3) $U = 40U$

Задача 11

Рассмотрим цепь, когда по ней течет ток ~~в направлении тока~~ $\Rightarrow$ напряжение на диоде равно U_0



метод потенциалов

Поскольку по закону сохранения энергии ток на катушке, напряжение на конденсаторе скачком не меняется

Начальный момент (сразу после замыкания ключа) ток по катушке не течет конденсатор заряжен до CU_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда по закону сохранения энергии

$$\frac{CU_1^2}{2} = A_{ист} + \frac{C\varphi^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$$

$\alpha\varphi < E$

$A_{ист}$ - работа совершаемая источником

$$A_{ист} = E \cdot C^2(U_1 + \varphi)^2$$

Значит $\frac{CU_1^2}{2} = EC^2(U_1 + \varphi)^2 + \frac{C\varphi^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$

Когда ток будет максимальным? Когда $\frac{CU_1^2}{2} - EC^2(U_1 + \varphi)^2 - \frac{C\varphi^2}{2}$ будет максимален

$$CU_1^2 - C\varphi^2 - 2EC^2(U_1 + \varphi)^2 = LI^2$$

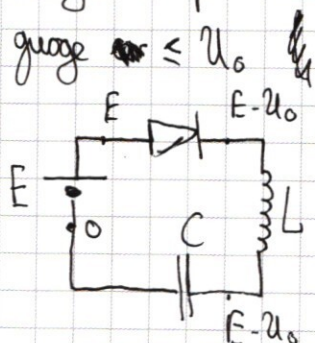
$$C(U_1 + \varphi)(U_1 - \varphi - 2EC(U_1 + \varphi)) = LI^2$$

$$C(U_1 + \varphi)(U_1(1 - 2EC) - \varphi(1 + 2EC)) = LI^2$$

Возникли трудности от левой стороны

$$C(U_1(1 - 2EC) - \varphi(1 + 2EC)) = U_1 - U_1 2EC -$$

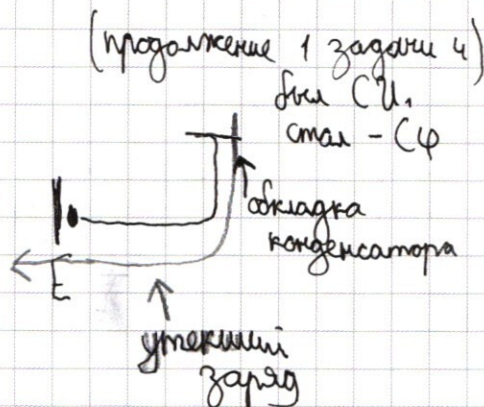
В установившемся состоянии ^{при замкнутом ключе} напряжение на катушке равно "0", ток ⁴ через конденсатор не течет. Когда ток перестанет течь? Когда напряжение на диоде $\leq U_0$



метод потенциалов

$$\text{Значит } U_2 = E - U_0 = 5\text{В}$$

$$\text{Ответ: 3) } U_2 = E - U_0 = 5\text{В}$$



Задача 1 (продолжение)

по II закону Ньютона

$$T \cdot \sin \beta = m \frac{u^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} = \frac{m v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \beta \cdot R \cdot \cos^2 \beta} = \frac{75000}{53} \cdot \frac{0,3 \cdot 0,95^2}{0,53} = \frac{7,5}{0,53} =$$

Ответ: 1) $u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ $= \frac{75}{530} \approx 0,6 \text{ Н}$

2) $u_{\text{отн}} \approx 54 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) $T = 0,6 \text{ Н} = \frac{m v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \beta \cdot R \cdot \cos^2 \beta} = \frac{m u^2}{R \cdot \sin \beta}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

Дано:

$$V = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

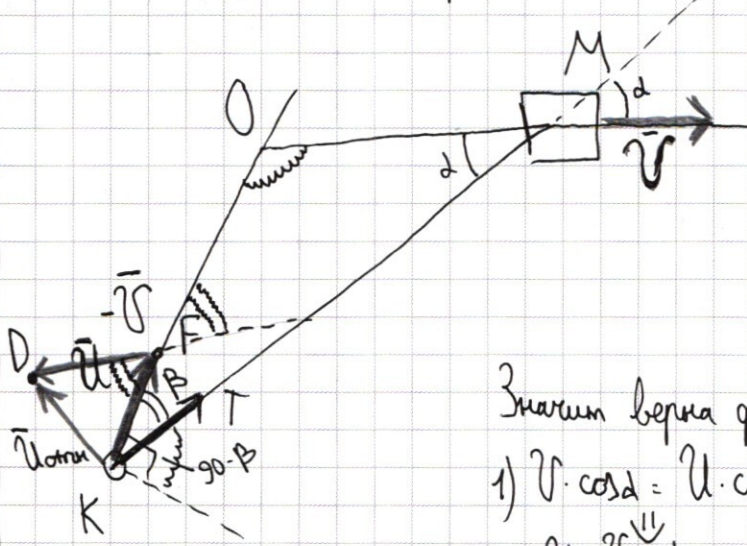
$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

1) $U = ?$

2) $U_{\text{отн}} = ?$

3) $T = ?$

П.к. нить нерастяжима, то проекции скорости муфты и кольца на ось направленную по нити должны быть равны, т.к. иначе при различных скоростях нить порвется.



П.к. кольцо движется по окружности, то его скорость (U) направлена по касательной к окружности

Значит верна формула:

$$1) V \cdot \cos \alpha = U \cdot \cos \beta$$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) По формуле сложения скоростей верно:

$$\vec{U} = \vec{V} + \vec{U}_{\text{отн}} \Rightarrow \vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{V}$$

Тогда изобразим треугольник скоростей на картинке

~~Значит верна формула:~~

$$\angle MOK = 180^\circ - \alpha - \beta$$

$$\angle KFD = 180^\circ - \angle FOM = \alpha + \beta \text{ (т.к. } OM \parallel DF)$$

Тогда по теореме косинусов верно:

$$U_{\text{отн}}^2 = V^2 + U^2 - 2U \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta) \Rightarrow U_{\text{отн}}^2 = V^2 + V^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2V^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

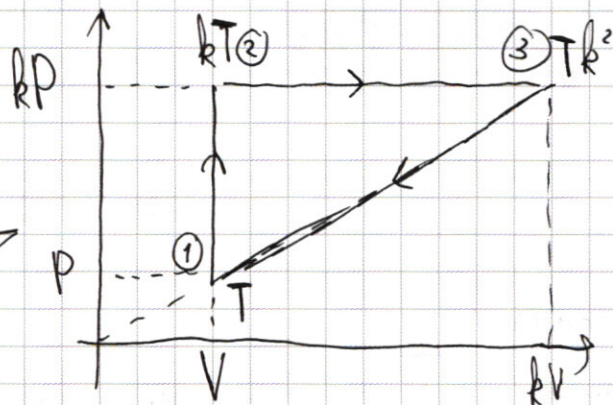
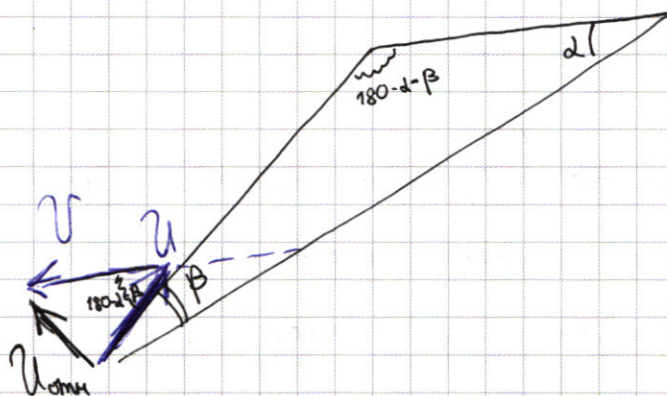
$$\text{Значит } U_{\text{отн}}^2 = V^2 \cdot \frac{774}{289} = 4 \cdot 774 \frac{\text{см}^2}{\text{с}^2} \Rightarrow U_{\text{отн}} = 6 \sqrt{86} \approx 54 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$
2) $U_{\text{отн}} \approx 54 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$V \cdot \cos \alpha = U \cdot \cos \beta$$

$$V_{adc} = V_{omn} + V_{acc}$$

$$V_{omn} = V_{adc} - V_{acc}$$



$$kP = kV$$

$$P = kV$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} VR(T_3 - T_2) = \frac{3}{2} VRT(k(k-1))$$

$$A_{23} = kP \cdot \Delta V = kP(k-1)V = \cancel{P(k-1)V} = VRTk(k-1)$$

$$\frac{\frac{3}{2}}{1} = \frac{3}{2}$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{\frac{1}{2} VRT(k-1)^2}{\frac{1}{2} VRT(k-1)(3+5k)} = \frac{k-1}{3+5k}$$

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} \cdot (k-1)V \cdot (k-1)P = \frac{1}{2} VRT(k-1)^2$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} VR(k-1)T + \frac{5}{2} VRk(k-1)T = \frac{VRT(k-1)}{2} (3+5k)$$

$$\frac{k-1}{3+5k} = \frac{\frac{1}{5}(5k+3) - \frac{3}{5} - 1}{3+5k}$$

$$\eta' = \left(\frac{k-1}{3+5k} \right)' = \frac{1 \cdot (3+5k) - 5 \cdot (k-1)}{(3+5k)^2} = 0$$

$$3+5k - 5k + 5$$

$$\frac{k-1}{3+5k} = \frac{\frac{1}{5}(5k+3) - \frac{3}{5} - 1}{3+5k} =$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{8}{25k+15}$$

$$1 \text{ см} = 100 \mu$$

мень меньше

$$\frac{8}{25k+15}$$

мень больше к 10

$$\frac{0,3 \cdot 2500}{0,53} = \frac{250 \cdot 3}{0,53} = \frac{7500}{53}$$

$\frac{8}{25k+15} \downarrow$, когда $k \uparrow$ и будет стремиться к нулю

$$50 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 50 \cdot 0,01 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{2}{70} = \frac{1}{5}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,4d}{a}} = \sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$\frac{2}{5} \frac{d}{2E\beta} = \frac{2}{5} \cdot \frac{d}{\frac{5V^2}{7\delta d}} = \frac{14}{25}$$