

Олимпиада «Физтех» по физике, фс

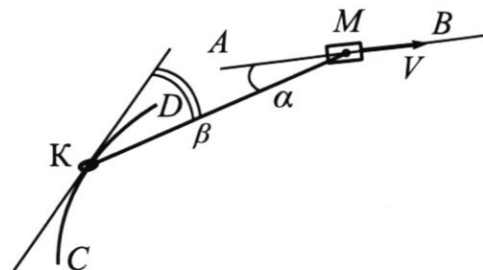
Класс 11

Вариант 11-01

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

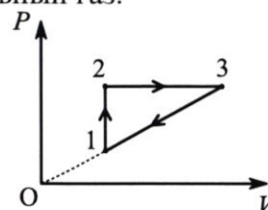
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) 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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



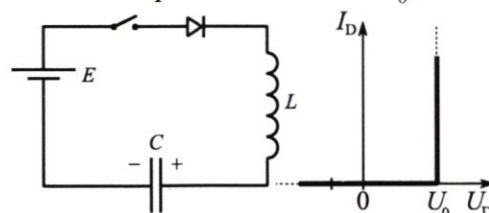
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 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.

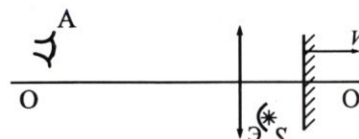
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

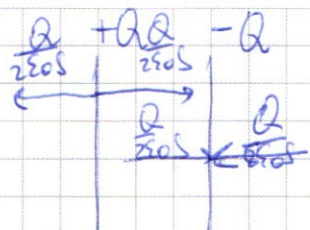


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F 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



$$1) E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad \text{— напряженность между пластинами конденсатора}$$

$$F = E \cdot q = \frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 S}$$

ЗЗН где частота массой m

$$ma = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{Qq}{\epsilon_0 S m} - \text{const} - \text{равноуск. движение}$$

$$a = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \gamma$$

$$2) \text{Ф-ны равноуск. движения: } \begin{cases} v = v_0 + at = at = \frac{Q \gamma t}{\epsilon_0 S} \\ v^2 - v_0^2 = 2aS, \quad S = d - 0,25d = 0,75d = \frac{3}{4}d \\ v_0 = 0 \end{cases}$$

Т.к тело двигалось без начальной скорости

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

$$S = \frac{3}{4}d$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{Q \gamma}{2\epsilon_0 S} t^2$$

$$\frac{3}{2}d = \frac{Q \gamma t^2}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{2 \gamma t^2}$$

$$\begin{cases} v^2 = 2aS \\ a^2 t^2 = 2aS \end{cases}$$

$$v \cdot at = \frac{Q \gamma t}{\epsilon_0 S} \rightarrow \frac{3d \cdot \epsilon_0 S}{2 \gamma t^2} \cdot \frac{\gamma t}{\epsilon_0 S} = \frac{3d}{2t}$$

3) Тело на бесконечности.

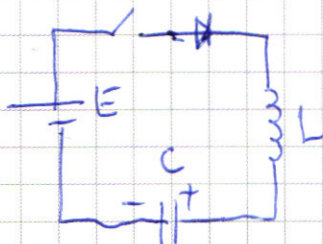
$$ЗЗН: \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Q^2}{2C} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{2 \gamma t^2}; \quad v = \frac{3d}{2t}$$

$$m \frac{Q_1^2}{C} = m \frac{Q_2^2}{C}$$

$$\frac{Q_1^2}{C} = \frac{Q_2^2}{C}$$

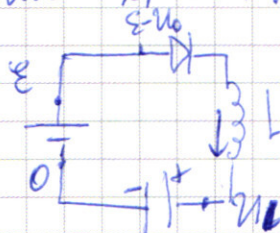
4. $E = 9 \text{ В}$
 $C = 40 \text{ мкФ}$
 $U_1 = 5 \text{ В}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$
 $L = 0,1 \text{ Гн}$



1. I после замык. - ?
2. I_{max} - ?
3. U_L - ?

1. Сразу после замыкания ключа:
 Метод потенциалов

Т.к. пороговое
 напряжение на
 диоде U_0 , ток не
 потечет, пока не возр. до U_0



напряжение
 на катушке:

$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

$$U_L = LI \dot{I}$$

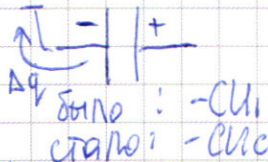
$$\dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{U}{0,1} = 10 U \text{ (А/с)}$$

$$U_L = E - U_0 - U_C = 9 - 5 - 1 = 3 \text{ В}$$

2. Максимальный ток на катушке $\Rightarrow U_L$ -напряжение на катушке = 0

$$E - U_0 = U_C$$

$$U_C = 8 \text{ В}$$



уток заряд

дизисточник

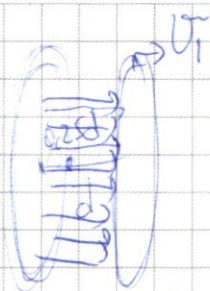
$$Q = C(U_C - U_1) = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (8 - 5) \text{ В} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

ЗСЭ:

$$\frac{CU_1^2}{2} + A_{\text{шт}} = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + q \cdot E = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E_+ = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{Q}{2\pi\sigma}$$

$\begin{array}{c} + \\ \leftarrow \quad \rightarrow \\ Q_{\text{gas}} \end{array}$

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q}{\epsilon_0 S} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} + \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$\frac{Q}{2\pi a s} \rightarrow F = E \cdot q = \frac{Qq}{\epsilon_0 s}$

из ф-1 равноуск. двин.

$$V^2 = 2as$$

$$S = \frac{2}{3} \cdot 0,75l = \frac{3}{4}pl$$

$$v^2 = 2 \cdot \frac{28}{80 \cdot 8} \cdot \frac{3}{4} d \quad a = at$$

$$\left(\frac{Q_{ST}}{905}\right)^2 = \frac{2Q_{ST} \cdot 3}{905 \cdot 40}$$

$$\frac{Q^2 \cdot 8^2 \cdot 7^2}{E_0^2 \cdot 5^2} = \frac{3072}{250}$$

$$\frac{287^2}{905} = \frac{3d}{2}$$

$$23) \quad F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{Qq}{\epsilon_0 S m} = \frac{Qx}{\epsilon_0 S}$$

$$S = \frac{a+2}{2}$$

$$Q = \frac{3 \times 10^5}{2 \times 7^2}$$

$$Q = \frac{32.805}{2.812}$$

$$Q_{\text{at}} = \frac{3600 \cdot 8}{20 \cdot 12 \cdot 0.5} \cdot T$$

U_2

307.

~~$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{Q^2}{2\epsilon} = \frac{m v_2^2}{2}$$~~

~~$$mU_1^2 + Q^2 = mU_2^2$$~~

$$Q_1^2 + \frac{Q_2^2}{ME} \neq Q_2^2$$

~~$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{v_1^2}{m} = \frac{9.2^2}{49^2} + \frac{9.5 \cdot 10^5 \cdot 2.2}{49^2 \cdot 74 \cdot m}$$~~

1. $U = 68 \text{ cm/c}$

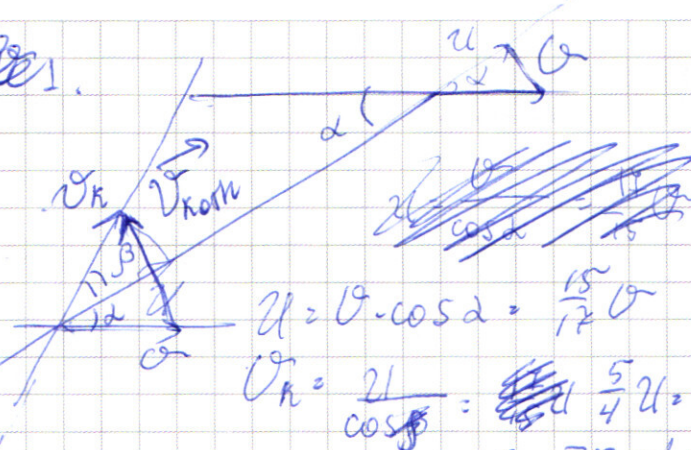
$R = 1.9 \text{ M}$

$l = 5R/3$

$\cos \alpha = 15/17$

$\cos \beta = 4/5$

~~1. $U = 68 \text{ cm/c}$~~



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

$U_k = \frac{U}{\cos \beta} = \frac{5}{4} U = \frac{75}{68} U = \frac{15}{17} 75 \text{ cm/c}$

6.2
$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 5625 \\ \hline 6225 \\ 5625 \\ \hline 10650 \\ - 10260 \\ \hline 390 \end{array}$$

2. $U_{\text{котн}} = U_{\text{тпо}} + U_{\text{псo}}$

$U_{\text{тпсo}} = U_{\text{тпсo}} - U_{\text{псo}}$

по т. косинусов $U_{\text{котн}} = U_k - U$

$U_{\text{котн}} = \sqrt{U_k^2 + U^2 - 2U_k U \cos(\beta + \alpha)}$

$\cos(\beta + \alpha) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$

$\sin \alpha = \frac{8}{17}, \sin \beta = \frac{3}{5}, \cos \alpha = \frac{15}{17}, \cos \beta = \frac{4}{5}$

$U_{\text{котн}} = \sqrt{\frac{15^2 \cdot 3^2}{17^2 \cdot 2^2} U^2 - 2 \cdot \frac{15 \cdot 3}{17 \cdot 2} U \cdot U \cdot \frac{36}{85} + U^2}$

$$\sqrt{\frac{54 \cdot 3^2}{17^2 \cdot 2^2} U^2 - 2 \cdot \frac{3 \cdot 5 \cdot 2^2}{17 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 5} + U^2} = \sqrt{\frac{54 \cdot 3^2}{17^2 \cdot 2^2} + 1} U$$

$U_{\text{котн}} = \sqrt{75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{75^2 + 68^2 - \frac{2 \cdot 25 \cdot 17 \cdot 4 \cdot 6^2}{17 \cdot 5}}$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \\ - 7200 \\ \hline 3049 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3049 \\ \times 17 \\ \hline 20943 \\ 30490 \\ \hline 51833 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 436 \\ \times 76 \\ \hline 456 \\ 539 \\ \hline 53944 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. Дано:

$$v = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = 5R/3$$

$$\cos \alpha = 15/17$$

$$\cos \beta = 4/5$$

1) v_k - ?

2) $v_{\text{ком}}$ - ?

3) τ - ?

Решение:

1. Т.к. шарики движутся с постоянной скоростью, и шарики и кольцо связаны нитью, проекции скоростей на нить равны.

v' - проекция скорости на нить

$$v' = v \cdot \cos \alpha = \frac{15}{17} v$$

Кольцо движ. по окр-ти v_k направлена по касательной

$$v_k = \frac{v'}{\cos \beta} = \frac{15}{17} v \cdot \frac{5}{4} = \frac{75}{68} v$$

$$v_k = 75 \text{ см/с}$$

2. $\vec{v}_{\text{ком}} = \vec{v}_{\text{м}} + \vec{v}_{\text{по}}$

$$\vec{v}_{\text{к от шара}} = \vec{v}_k - \vec{v}$$

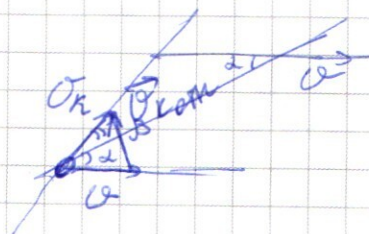
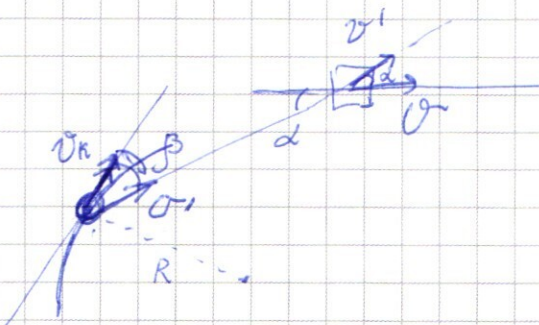
по т. косинусов

$$v_{\text{ком}}^2 = v_k^2 + v^2 - 2 \cdot v_k \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{60}{85} - \frac{24}{85} = \frac{36}{85}$$

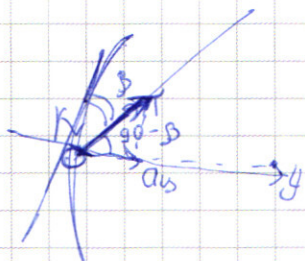
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}, \sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}, \sin \beta = \frac{3}{5}$$



$$V_{ком} = \sqrt{V_k^2 + V^2 - 2 \cdot V_k \cdot V \cdot \cos \frac{36}{85}} = \sqrt{75^2 + 68^2 - \frac{2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot 36}{85}} = \sqrt{5929} \text{ см/с}$$

3.



23H где конуса:

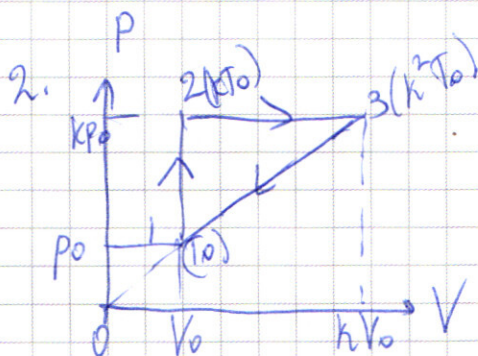
$$T \cdot \cos(90 - \beta) = m a_b$$

$$T \cdot \sin \beta = m \cdot \frac{V_k^2}{R}$$

$$V_k = 75 \text{ см/с} = 0,75 \text{ м/с}$$

$$T = \frac{m V_k^2}{\sin \beta \cdot R} = \frac{0,1 \cdot (0,75)^2}{0,6 \cdot 1,9} = \frac{0,1 \cdot 56,25}{0,6 \cdot 1,9} \approx 49,3 \text{ Н}$$

Ответ: 75 см/с
 $\sqrt{5929} \text{ см/с} = 77 \text{ см/с}$
 $49,3 \text{ Н}$



1. Обозначим начальные условия как P_0, V_0
 $P_0 V_0 = \nu R T_0$ (уравнение Клапейрона-Менделеева)

Пусть в процессе 1-2 давление увеличилось в k раз

$$T_2 = \frac{k P_0 V_0}{\nu R} = k T_0$$

Т.к. прямая 1-3 прямая пропорциональность $V_3 = k V_0$
 $T_3 = k^2 T_0$

2. Повышение температур происходит в процессах 1-2, 2-3
 $C_{12} = ?$
 $C_{23} = ?$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} - \text{изначальная термодинамика}$$

$$A_{12} = 0 \text{ (изохора)}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}}{\nu \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} R$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$68^2 + 5^2 + 2 \cdot 36 \cdot 75 \cdot 68$
 $\frac{2 \cdot 36 \cdot 75 \cdot 68}{85} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 17}{17 \cdot 5} = 2 \cdot 36 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 4 = 120 \cdot 36$

$2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 17 = 2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 4 = 120 \cdot 36$

$4 \cdot 6$
 $\begin{array}{r} 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$

$2 \cdot 75$
 $\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$

5625
 $\begin{array}{r} 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \\ - 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$

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

$A_{\Sigma} = S_{\Sigma} = \frac{1}{2} \cdot (k-1) \rho_0 \cdot (k-1) V_0 = \frac{1}{2} (k-1)^2 \rho_0 V_0$

$Q_{\Sigma} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (k-1) \rho_0 V_0 + \frac{5}{2} (k-1) \rho_0 V_0 = \frac{1}{2} (k-1) \rho_0 V_0 (3+5k)$

$\frac{1}{2} \rho_0 V_0 (3k-3+5k^2-5k) = \frac{1}{2} \rho_0 V_0 (5k^2-2k-3)$

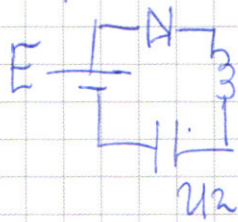
$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} = \frac{\frac{1}{2} (k-1)^2 \rho_0 V_0}{\frac{1}{2} (k-1) \rho_0 V_0 (5k+3)} = \frac{k-1}{5k+3}$

$\left(\frac{k-1}{5k+3} \right)' = \frac{(k-1)' \cdot (5k+3) - (k-1) \cdot (5k+3)'}{(5k+3)^2} = \frac{(5k+3) - 5(k-1)}{(5k+3)^2} = \frac{(5k+3-5k+5)}{(5k+3)^2} = \frac{8}{(5k+3)^2}$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{CU_1^2 + 2qE - CU_2^2}{L}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5} \cdot 5^2 + 2 \cdot 16 \cdot 10^{-5} \cdot 9 - 4 \cdot 10^{-5} \cdot 8^2}{0,1}} \approx \sqrt{132} \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$\approx 0,12 \text{ A}$

3. Уст. режим тока в цепи нет



$$\text{ЗЗЭ: } \frac{CU_1^2}{2} + A_{\text{ист}} = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$A_{\text{ист}} = q \cdot E = (CU_2 - CU_1) \cdot E$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + CU_2 E - CU_1 E = \frac{CU_2^2}{2} | \cdot C$$

$$U_2^2 - 2U_2 E + 2U_1 E + U_1^2 = 0 \quad - \text{кв. уравн}$$

$$D = 4E^2 - 4(2U_1 E + U_1^2) = (2E - 2U_1)^2$$

$$\begin{cases} U_2 = \frac{4E - 2U_1}{2} = \frac{4 \cdot 9 - 2 \cdot 5}{2} = 13 \text{ В} \\ U_2 = \frac{2U_1}{2} = \text{п.к.} \end{cases}$$

Ответ: $\dot{I} = 40 \text{ A/c}$
 $I_{\max} \approx 0,12 \text{ A}$
 $U_2 = 13 \text{ В}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Процесс 2-3 изобара

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + k p_0 (k V_0 - V_0) = \frac{3}{2} \nu R (k^2 - k) T_0 + k(k-1) p_0 V_0 =$$

$$\frac{3}{2} k(k-1) \nu R T_0 + k(k-1) \nu R T_0 = \frac{5}{2} \nu R T_0 \cdot k(k-1)$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu R T_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R T_0 k(k-1)}{k T_0 (k-1)} = \frac{5}{2} R$$

$$2. \frac{Q_{123}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R T_0 k(k-1)}{\nu R T_0 k(k-1)} = \frac{5}{2}$$

$$A_{23} = S_{2p} = k p_0 (k V_0 - V_0) = k^2 p_0 V_0 (k-1) = k(k-1) \nu R T_0$$

$$3. \eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} (k-1)^2 \nu R T_0}{\frac{1}{2} \nu R T_0 (k-1) (3+5k)} = \frac{k-1}{3+5k} \quad \eta' =$$

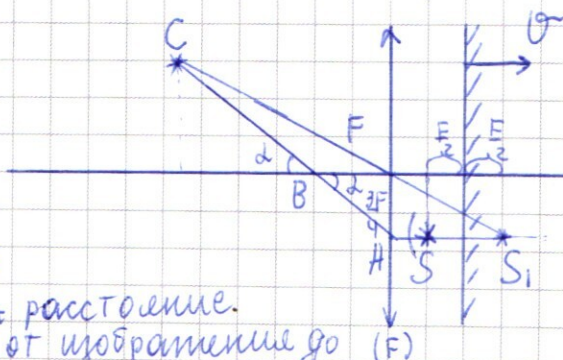
$$A_{12} = S_{2p} = \frac{1}{2} (k p_0 - p_0) \cdot (k V_0 - V_0) = \frac{1}{2} (k-1)^2 p_0 V_0 = \frac{1}{2} (k-1)^2 \nu R T_0$$

$$Q_{12} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (k T_0 - T_0) + \frac{5}{2} \nu R T_0 k(k-1) = \frac{1}{2} \nu R (3(k-1) T_0 + 5k(k-1) T_0) =$$

$$\frac{1}{2} \nu R T_0 (k-1) (3+5k)$$

Ответ: $C_{12} = \frac{3}{2} R$; $C_{23} = \frac{5}{2} R$; $\frac{Q_{123}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$; $\eta = \frac{k-1}{3+5k}$

5.



1) f ?

на каком расстоянии от изображения до линзы

2) d ?

3) u ?

1) Т.к. источник S находится на расстоянии $\frac{F}{2}$ до линзы, то и его изображение находится на таком же расстоянии до линзы $\frac{F}{2}$

↓ линза на расстоянии K от зеркала

↓ S_1 на $K + \frac{F}{2} = \frac{3F}{2}$ от линзы

S_1 - действительный предмет где собирающей линзы
 $d = \frac{3}{2}F > F \Rightarrow$ изображение действительное.

По формуле тонкой линзы

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \quad f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F \cdot F}{\frac{3}{2}F - F} = 3F$$

2) Перейдет в CO линзы: S движется со скоростью U влево,
 $\Rightarrow$ его изображение S_1 движется с этой же скоростью
 вправо.

в CO зетит $v_{\text{изобраз}} = v + v = 2v$



При перемещении S_1 вправо все его
 изображение будет перемещаться на перпендикуляр
 перпендикуляр к линзе и проекцию расстояние (AB)

Изображение будет двигаться по CB (от C к B)

$$\alpha = \arctg \frac{\frac{3}{2}F}{F} = \arctg \frac{3}{2}$$

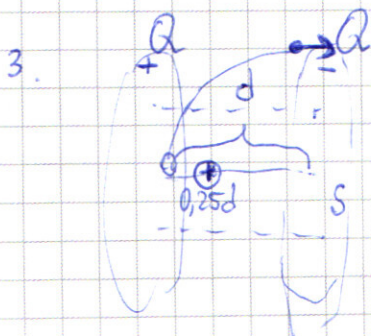
3) (U)

у S_1 есть только продольная составляющая скорость $(U) U = \Gamma \cdot 2v$

где U - скорость изоброт. в системе ; $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$

$$U = 2^2 \cdot 2v = 8v$$

Ответ: $3F$; $\arctg \frac{3}{2}$; $8v$



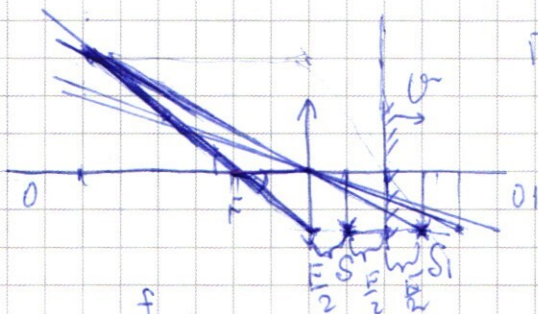
$$\frac{q}{m} = 8$$

T - время вылета

S

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



Перейдем в СД линзы

в СД линзы изображение движется со скоростью v

перейдем в СД земли $v_{\text{зем}} = v_{\text{лин}} + v_{\text{изв}}$

Вотн. земли - ~~20~~?

Ф-на тонкой линзы

S - действ. предмет где $\downarrow$

$d > F$ - изобрет. действ.

$$d = \frac{3F}{2}$$

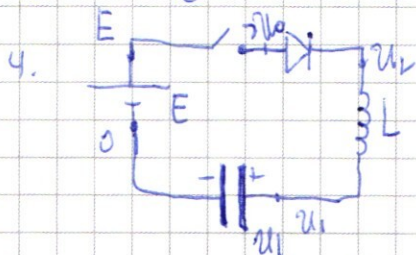
$\Gamma = \frac{f}{d}$
линза собирающая

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

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

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{\frac{3F}{2} \cdot F}{\frac{3F}{2} - F} = \frac{\frac{3F^2}{2}}{\frac{F}{2}} = 3F \quad \text{①}$$

2. $\Gamma = \frac{f}{d} = 3 \quad h' = \Gamma \cdot h = \frac{3}{4}F \cdot 3 = \frac{9}{4}F$



Метод потенциалов $U = E - U_L$

1. $\frac{dI}{dt}$ сразу после замыкания q в

2. $I_{\text{макс}}?$

3. U_L уст.

$$U_L = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_L}{L}$$

2. Макс. ток $\Rightarrow$ на катушке напряжение нет

$$I_c = q'_c = (C U'_c) = C \cdot U'_c$$

$I_{\text{макс}} \Rightarrow U'_c - \text{макс.}$

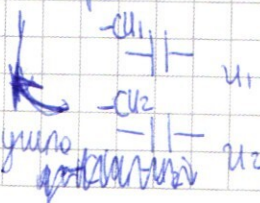
тока нет, дириг. катушки нет

$I_{\text{макс.}}$ ЗСЭ: $\frac{C U_1^2}{2} + A_{\text{ист}} =$

$$\frac{C U_2^2}{2} + C(U_2 - U_1) \cdot E = \frac{C U_2^2}{2}$$

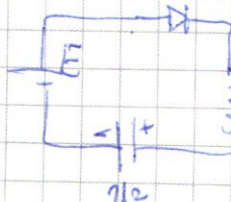
$$C U_1^2 + 2 C U_1 E - 2 C U_1 E = C U_2^2$$

уст. режим, тока нет $u \rightarrow u_1$



$$q = C(U_1 + U_2) \text{ ушло}$$

$q/3$ источник



$$C U_2^2 - 2 C U_2 E + 2 C U_1 E + C U_1^2 = 0$$

$$U_2^2 - 2U_2\varepsilon + 2U_1\varepsilon + U_1^2 = 0$$

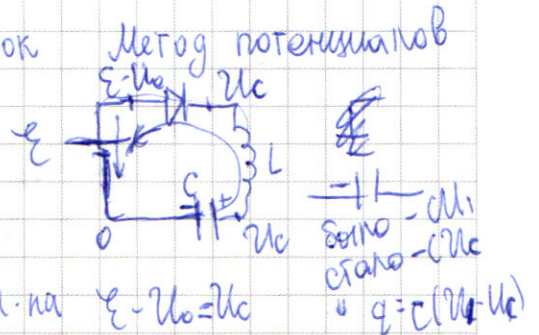
$$D = 4\varepsilon^2 - 4(2U_1\varepsilon + U_1^2) = 4\varepsilon^2 - 8U_1\varepsilon + 4U_1^2 = (2\varepsilon - 2U_1)^2$$

$$U_2 = \frac{2\varepsilon \pm |2\varepsilon - 2U_1|}{2}$$

$$U_2 = \frac{4\varepsilon - 2U_1}{2} = \frac{4 \cdot 9 - 2 \cdot 5}{2} = 13 \text{ В ?}$$

$$U_2 = \frac{U_1}{2} - U_1 \Rightarrow q = 0$$

2. Макс. ток
 $U_L = 0$



ЗСЭ:

$$\varepsilon = 9; L = 0.1; C = 40 \cdot 10^{-6}; U_1 = 5 \text{ В } U_0 = 1$$

$$I = \frac{CU_1^2 - 2\varepsilon C(U_1 - U_0) - CU_0^2}{L}$$

$$I = \frac{CU_1^2 - 2\varepsilon C(U_1 - U_0 + U_0) - C(U_1 - U_0)^2}{L}$$

U_C - напряж. на
конд. в момент
макс. I

$$\varepsilon - U_0 = U_C$$

$$U_C =$$

$$A_{\text{ист}} = -q \cdot \varepsilon$$

$$\frac{CU_1}{2} - \frac{1}{2}C(U_1 - U_0) = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{1}{2}LI^2$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - 2\varepsilon CU_1 + 2\varepsilon CU_0 = \frac{CU_C^2}{2} + \frac{1}{2}LI^2$$

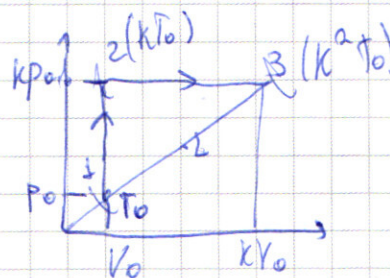
$$I = \frac{CU_1^2}{L}$$

$$I = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 25 - 2 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot (5 - 9 + 1)}{0.1}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta U}$$

$$q = ?$$

провари: $\frac{Q}{10}$



Процесс 1-2.

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \frac{(k-1) \nu R T_0}{(k+1) T_0} = \frac{3}{2} \nu R$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \frac{k(k-1) \nu R T_0}{\nu (k^2 T_0 - k T_0)} = \frac{5}{2} \nu R$$

в процессе 3-1 тепло
отводится

$$A_{12} = 0 \text{ (изохора)} \Delta V = 0$$

$$Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R (k T_0 - T_0) = \frac{3}{2} (k-1) \nu R T_0 = \frac{3}{2} (k-1) p_0 V_0 \frac{12}{100}$$

$$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_0 - k T_0) + \frac{1}{2} k p_0 (k V_0 - V_0) =$$

$$\frac{3}{2} k(k-1) \nu R T_0 + k(k-1) p_0 V_0 = \frac{3}{2} k(k-1) \nu R T_0 + k(k-1) p_0 V_0 =$$

$$\sqrt{\frac{173.24 - 55.32 \cdot 13}{3 \cdot 5^4 \cdot 17}} = \sqrt{\frac{17 \cdot 24}{3 \cdot 5^4 \cdot 17} - \frac{13}{5 \cdot 17}}$$

$$\begin{array}{r} 100 + \\ 388 \\ - 256 \\ \hline 132 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ 64 \\ \times 4 \\ \hline 256 \end{array} \quad \begin{array}{r} 128 \\ 16 \\ \hline 288 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\sum 2R T_0 (k-1)k}{2R T_0 (k-1)k} = \frac{5}{2}$$

$$3. \quad \rho = \frac{A_0}{Q_H} = \frac{\rho_0 V_0}{k V_0}$$

$$A_0 = S_{2p} = \frac{1}{2} \cdot (k-1) \rho_0 \cdot (k-1) V_0 = \frac{1}{2} (k-1)^2 \rho_0 V_0$$

$$Q_H = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} k (k-1) \rho_0 V_0 + \frac{5}{2} k (k-1) \rho_0 V_0 =$$

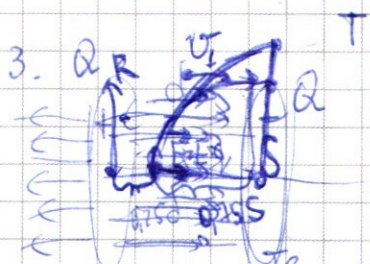
$$\left(\frac{k-1}{8k}\right)^2 = \frac{(k-1)^2 \cdot 8k - (k-1)^2 (k-1)}{64k^2} \approx \eta = \frac{A_0}{Q_H} = \frac{4k(k-1)\rho_0 V_0}{8k(k-1)\rho_0 V_0} = \frac{(k-1)^2 \rho_0 V_0}{8k(k-1)\rho_0 V_0} = \frac{k-1}{8k} = \frac{1}{8} - \frac{1}{8k}$$

$$\left(\frac{1}{8} - \frac{1}{8k}\right)^2 = \left(-\frac{1}{8k}\right)^2 = -\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{k}$$

$$3 + 5k - 5k + 1$$

$$\frac{4}{(3+5k)^2} = \frac{4}{(3+5k)^2}$$

положить. затем част.



$$E_{\text{ин}} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$F = E \cdot q = \frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 S}$$

$$F = ma$$

$$d \ll \delta \quad U = E \cdot d$$

$$Q = C \cdot U$$

$$S_{\text{элект}} = \frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 S} = \text{const}$$

$$d = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = aT = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot T$$

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

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

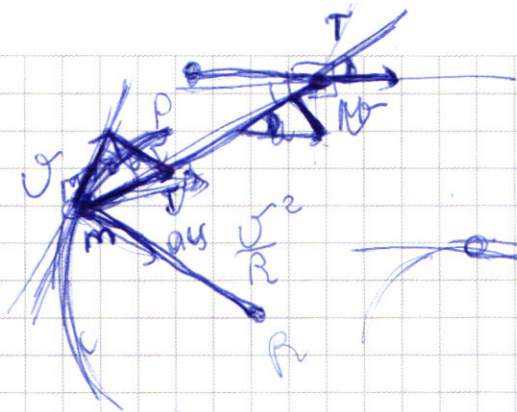
$$F = ma \Rightarrow a = \frac{Qq}{\epsilon_0 S \cdot m} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \gamma$$

$$2 \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \gamma = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \gamma^2$$

$$\frac{5929}{4320} = \frac{10249}{4320}$$

$$\frac{625}{4320} = \frac{120}{4320}$$

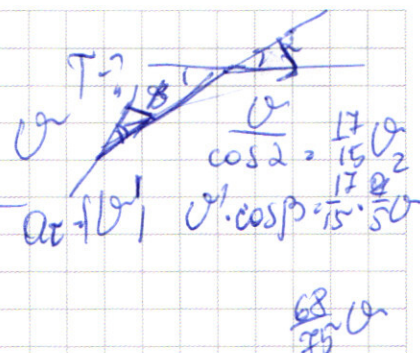
1.



$$l = 5R/3$$

R

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$



$$\cos \alpha = \frac{17}{15} \cdot \frac{v}{2}$$

$$v \cdot \cos \alpha = 15 \cdot 50$$

$$\frac{68}{75} v$$

T.

в проекции на нить скорости
шарика и кольца равны

v' - тангенс
скорости на нить
 v_k - скорость
кольца

$$v' = \frac{v}{\cos \alpha} = \frac{17}{15} v \quad v_k = v' \cdot \cos \beta = \frac{17}{15} v \cdot \frac{4}{5} = \frac{68}{75} v$$

$$\vec{v}_{kno} = \vec{v}_{nco} + \vec{v}_{tko}$$

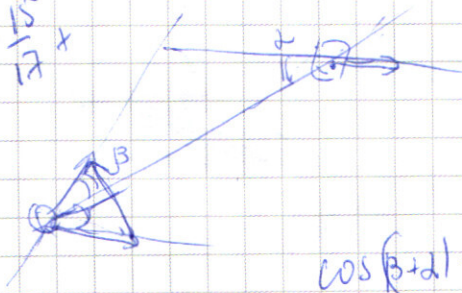
$$\vec{v}_{tko} = \vec{v}_{tko} - \vec{v}_{nco}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17} \quad \sin \alpha = \frac{8}{17}$$

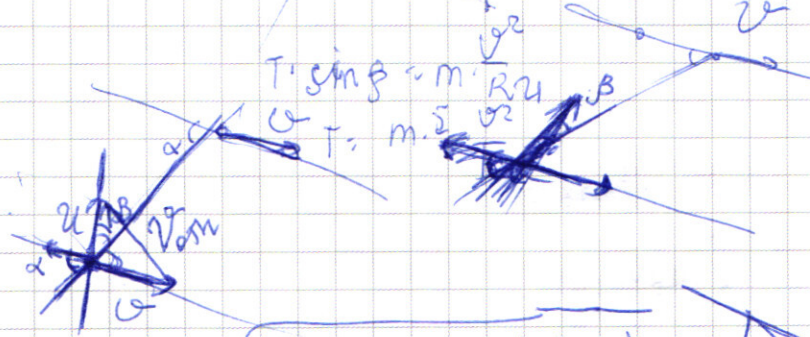
$$\sin \alpha =$$

$$\sin \beta \cos \alpha + \sin \alpha \cos \beta =$$

$$\frac{8 \cdot 15}{17 \cdot 17} +$$



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



$$v_{om} = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(\beta + \alpha)}$$

по т. косинусов

$$v_{om} = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(\beta + \alpha)}$$

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

$$17 \cdot 5 = 85 \quad \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85} = \frac{6^2}{17 \cdot 5}$$

$$v_{om} = \sqrt{\left(\frac{68}{75}\right)^2 v^2 + v^2 - 2v^2 \cdot \frac{36}{85}} = \sqrt{v^2 \left(\frac{17^2 \cdot 24}{3^2 \cdot 5^4} + 1 - \frac{2 \cdot 3^2 \cdot 2 \cdot 5^3}{17 \cdot 5}\right)}$$

$$v \sqrt{\frac{17^3 \cdot 24 + 3^2 \cdot 5^4 \cdot 17 - 2 \cdot 3^4 \cdot 5^3}{3^2 \cdot 5^4 \cdot 17}} = v \sqrt{\frac{5^3 \cdot 3^2 \cdot (5 \cdot 17 - 2 \cdot 3^2)}{3^2 \cdot 5^4 \cdot 17}} = 5^3 \cdot 3^2 \cdot (85 - 72) = 5^3 \cdot 3^2 \cdot 13$$