Олимпиада «Физтех» по физике, ф

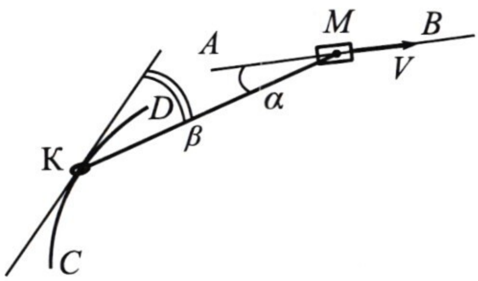
Класс 11

Вариант 11-01

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

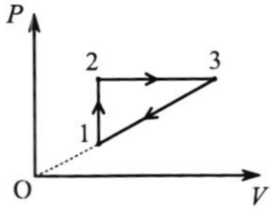
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 15/17)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 4/5)$ 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.



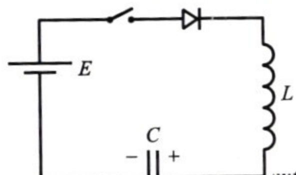
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

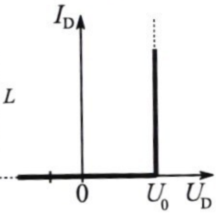
1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

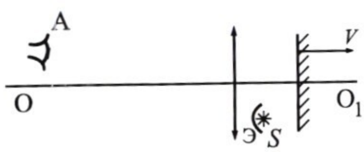
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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.



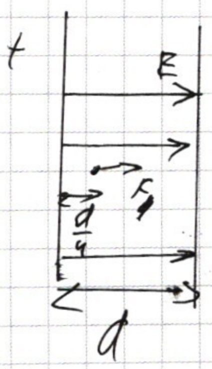
$$\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2};\quad \frac{V_1}{T_2}=\frac{V_3}{T_3};\quad \frac{p_2}{V_3}=\frac{p_1}{V_1};\quad \frac{p_1}{p_2}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{V_1}{V_3}=\frac{T_2}{T_3}$$

$$T_2^2=T_1T_3;\quad T_1=\frac{T_2^2}{T_3};$$

$$\eta=\frac{3T_2-3T_1+5T_3-5T_1}{9T_1-4T_3}=\frac{3T_2-8T_1+5T_3}{4(T_1-T_3)}=$$

№ 3.

вид сбоку:



1) Сила действующая на частицу: $F=Eq$, где E — напряжённость поля.

II закон Ньютона: $ma=F$

$ma=Eq \Rightarrow a=E\gamma$

Из кинематики: $\frac{3}{4}d=\frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2}=E\gamma T^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow E=\frac{3d}{2\gamma T^2}$ (1); также: $\frac{3}{4}d=\frac{v_1^2}{2a}=\frac{v_1^2}{2E\gamma}$

$$v_1^2=\frac{3}{2}E\gamma d=\frac{3}{2}\cdot\frac{3}{2}\frac{d^2\gamma}{\gamma T^2}=\frac{9}{4}\frac{d^2}{T^2}$$

$$v_1=\frac{3}{2}\frac{d}{T}.$$

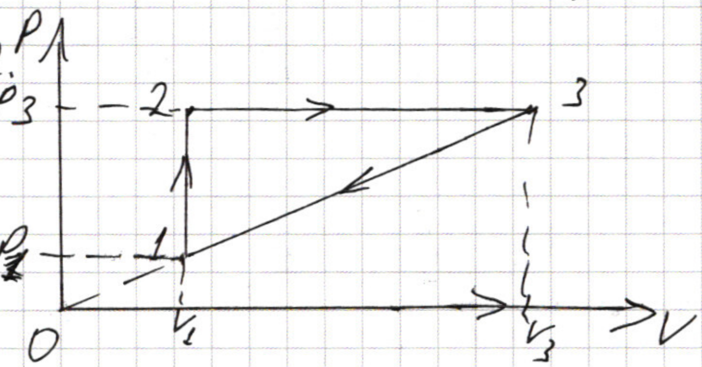
2) $E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, где $\sigma=\frac{Q}{S}$; $E=\frac{Q}{S\varepsilon_0}$ (2)

№5 (продолжение): из (*): $v_4 = \frac{f^2}{d^2} \cdot 2V$

$$v_4 = \left(\frac{3F}{\frac{3}{2}F}\right)^2 2V = 2^2 \cdot 2V = 4 \cdot 2V = 8V$$

Ответ: 1) $3F$; 2) $tg\alpha = \frac{3}{4}$; 3) $8V$

№2.



1) Рассмотрим каждый процесс:

$1 \to 2$: $p\uparrow\uparrow, V = const$

$T\uparrow\uparrow$ (т.к. $pV = \nu RT$)

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, т.к. $\Delta V = 0 \Rightarrow A_{12} = 0$;

$Q_{12} = \Delta U_{12} > 0$; $C_{12}\nu\Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2}R$ (1)

$2 \to 3$: $p = const$, $V\uparrow\uparrow$, $T\uparrow\uparrow$ (т.к. $pV\uparrow\uparrow = \nu RT\uparrow\uparrow$)

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $C_{23}\nu\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + p_3\Delta V_{23}$ (*)

Из ур-я Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow$

$\Rightarrow p\Delta V = \nu R\Delta T$ при $p = const$.

$C_{23}\nu\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + \nu R\Delta T_{23} \Rightarrow C_{23} = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$ (2)

$3 \to 1$: $p\downarrow\downarrow, V\downarrow\downarrow \Rightarrow T\downarrow\downarrow$. Значит газ увеличивает температуры в процессах $1 \to 2$ и $2 \to 3$.

Значит искомое отношение: $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\Delta U_{23} + A_{23}}{A_{23}}$; $\Delta U_{23} + A_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$A_{23} = \nu R\Delta T$ (из (*)). $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R\Delta T}{\nu R\Delta T} = \frac{5}{2}$

3) $\eta = \frac{A}{|Q_Н|}$, где A - работа за цикл,

$Q_Н$ - полученная теплота

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (продолжение) - Из (1) и (2):

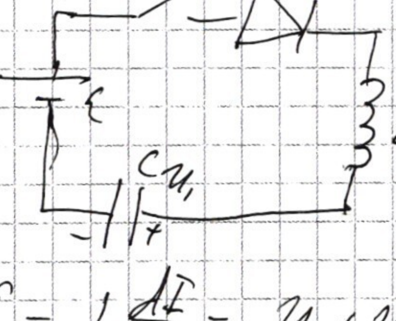
$$\frac{3d}{2\gamma T^2} = \frac{Q}{S\varepsilon_0} \Rightarrow Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}$$

3) $v_2 = v_1$, т.к. после вылета из конденсатора на частицу не будут действовать никаких сил.

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$; 2) $Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}$

3) $v_2 = v_1 = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$.

№4.



1) Запишем правило Кирхгофа для цепи в момент сразу после замыкания:

$$\mathcal{E} - L\frac{dI}{dt} = U_1 + U_0 \Rightarrow L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U_1 - U_0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_0}{L} = \frac{9-5-1}{0,1} = 30\ \frac{A}{c}$$

2) Когда ток максимален тогда, когда $\frac{dI}{dt} = 0$. Тогда: $\mathcal{E} - 0 = U_1' + U_0 \Rightarrow U_1' = \mathcal{E} - U_0$

$U_1' = 9 - 1 = 8\ B$

Найдём изменение заряда на конденсаторе Δq: $CU_1' - CU_1 = C(U_1' - U_1)$

$\Delta q = 40 \cdot 10^{-6} \cdot (8-5) = 120 \cdot 10^{-6}$ Кл

Закон сохранения энергии:

$\cancel{\mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{CU_1'^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}, \quad \frac{LI_m^2}{2} = \mathcal{E} \cdot \Delta q - \frac{CU_1'^2}{2}}$

$\cancel{I_m = \sqrt{\frac{2}{L}\left(\mathcal{E}\Delta q - \frac{CU_1'^2}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2}{0{,}1} \cdot \left(9 \cdot 120 \cdot 10^{-6} - \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 64}{2}\right)} =}$

$\cancel{= 20 \cdot 120 \cdot 10^{-6} (9}$

$\cancel{I_m = \sqrt{\frac{2}{L} \cdot \left(\mathcal{E} \cdot C(U_1' - U_1) - \frac{CU_1'^2}{2}\right)} =}$

$\cancel{= \sqrt{\frac{2C}{L}\left(\mathcal{E} \cdot (U_1' - U_1) - \frac{U_1'^2}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0{,}1} \cdot \left(9 \cdot 3 - \frac{64}{2}\right)} =}$

$\mathcal{E} \cdot \Delta q + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_1'^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$

$2\mathcal{E}\Delta q + CU_1^2 = CU_1'^2 + LI_m^2$

$LI_m^2 = 2\mathcal{E}\Delta q + CU_1^2 - CU_1'^2; \quad I_m = \sqrt{\frac{2\mathcal{E}\Delta q + CU_1^2 - CU_1'^2}{L}}$

$I_m = \sqrt{\frac{2\mathcal{E}C(U_1' - U_1) + CU_1^2 - CU_1'^2}{L}}$

$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}\left(2\mathcal{E}(U_1' - U_1) + U_1^2 - U_1'^2\right)}$

$I_m = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0{,}1} \cdot (2 \cdot 9 \cdot 3 + 25 - 64)} =$

$= \sqrt{400 \cdot 10^{-6} \cdot 15} = \sqrt{6000 \cdot 10^{-6}} = \sqrt{6 \cdot 10^{-3}} = \sqrt{6} \cdot 10^{-3}$ А

$I_m = \sqrt{6000} \cdot 10^{-3}$ А $= \sqrt{6000}$ мА $= \sqrt{60} \cdot 10$ мА

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Опять II правило Кирхгофа: (тока не будет, ток не будет расти, т. к. положение установившееся): $\mathcal{E} - 0 = 0 + U_2 \Rightarrow U_2 = \mathcal{E}$
это будет максимальное напряжение, обкладки будут заряжены: U_2
ток не сможет идти из-за диода.

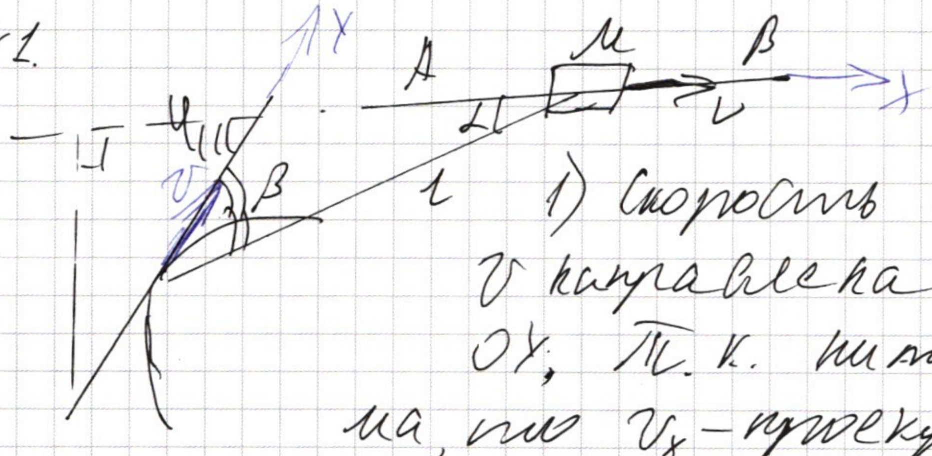
Ответ:

1) $\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_0}{L} = 30 \frac{A}{c}$;

2) $I_m = \left(\frac{C}{L}\left(2\mathcal{E}(\mathcal{E} - U_0 - U_1) + U_1^2 - (\mathcal{E} - U_0)^2\right)\right)^{\frac{1}{2}} =$
$= \sqrt{6000}$ мА

3) $U_2 = \mathcal{E} = 9$ В

№1.



1) Скорость кольца будет v направлена вдоль оси OY, т. к. нить нерастяжима, то v_x — проекция v на ось X, должна быть равна V, иначе нить порвётся т. е. $v_x = V$

$\varphi = \alpha + \beta$ (как внешний), значит $v_x = v\cos\varphi$

$v\cos\varphi = V$; $v\cos(\alpha+\beta) = V$; $v = \frac{V}{\cos(\alpha+\beta)}$

$$v = \frac{68\,\frac{см}{с}}{\cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta} = \frac{68\,\frac{см}{с}}{\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17}}$$

$$v = \frac{68\cdot 17\cdot 5}{60-24} = \frac{68\cdot 17\cdot 5}{36}\ \frac{см}{с}$$

Ответ: 1) $v = \frac{V}{\cos(\alpha+\beta)} =$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\eta = \frac{A}{Q_x} = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$; $Q_н = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_2$

$\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)$; $|Q_3| = |Q_x| = \Delta U_{31} + A_{31}$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3)$; $A_{31} = -\frac{1}{2}(P_1 + P_3)(V_3 - V_1)$

$A_{31} = -\frac{1}{2}(\cancel{P_1 V_3} + P_3 V_3 - P_1 V_1 - \cancel{P_3 V_1}) = -\frac{1}{2}(P_3 V_3 - P_1 V_1)$

$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_3}{V_3} \Rightarrow P_1 V_3 = P_3 V_1$; $A_{31} = -\frac{1}{2}\nu R(T_3 - T_1)$

$A_{31} = \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_3)$; $Q_3 = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_3)$

$Q_3 = 2\nu R(T_1 - T_3)$

$\eta = \frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{2\nu R(T_1 - T_3)} = \frac{3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2}{4T_1 - 4T_3} =$

$= \frac{3T_2 - 8T_1 + 5T_3}{4(T_1 - T_3)}$; $A = \cancel{A_1} + A_2 + A_3$; $P_3(V_3 - V_2) +$
$+ \frac{1}{2}(P_3 V_3 - P_1 V_1)$

$A = \nu R(T_3 - T_2) - \frac{1}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{1}{2}\nu R(T_3 - T_2)$

$Q_3 = 2\nu R(T_3 - T_2)$; $\eta = \frac{\frac{1}{2}\nu R\Delta T}{2\nu R\Delta T} = \frac{1}{4}$

$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н} = 1 - \frac{2\nu R(T_1 - T_3)}{}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

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

$$= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{60-24}{17 \cdot 5} =$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ +17 \\ \hline 289 \\ -225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\cancel{\cos\alpha}\ \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

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

68.

$$Q_x = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{1}{2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}; \quad A = p_3 \Delta V - \frac{1}{2}(p_3+p_1)(V_3-V_1)$$

$$= \cancel{\nu R \Delta T}\ p_3(V_3-V_1) - \frac{1}{2}(p_3V_3 - \cancel{p_3V_1 + p_1V_3 - p_1V_1}) =$$

$$\cancel{\frac{3}{2}R} = p_3(V_3-V_1) - \frac{1}{2}(p_3V_3 - p_1V_1)$$

$$= \frac{p_3V_3}{2} - p_3V_1 - \frac{1}{2}p_1V_1 = \cancel{\frac{\nu R\Delta(T_3-T_1)}{2} - \nu R(T_2-T_1)} -$$

$$\cancel{\nu R} = \nu R\left(\frac{T_3}{2} - T_2 - \frac{T_1}{2}\right) = \frac{\nu R}{2}(T_3 - 2T_2 - T_1)$$

$$Q_H = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3-T_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{\nu R}{2}(T_3-2T_2-T_1)}{\frac{1}{2}\nu R(3T_2-3T_1+5T_3-5T_1)} = \frac{T_3-2T_2-T_1}{3T_2-3T_1-5T_1+5T_3}$$

$$= \frac{T_3-2T_2-T_1}{3T_2-8T_1+5T_3}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{2\nu R(T_3-T_1)}{\cancel{\frac{8}{2}\nu R T}}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

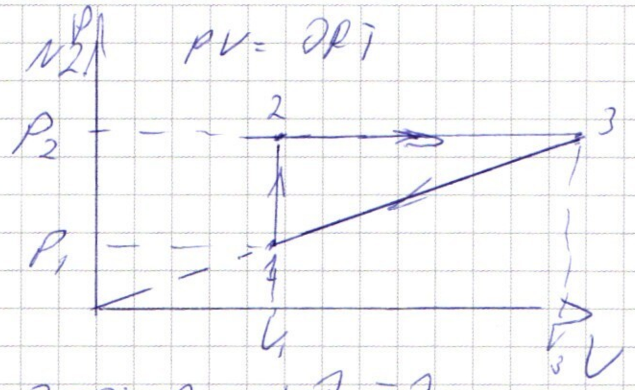
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. $pV = \nu RT$



Q_1: $1 \to 2$: $p\uparrow$, V – const, $T\uparrow$

Q_2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}^{=0} > 0$

$Q_{12} = \Delta U_{12}$; ~~Q_{12}~~

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

$C_{12} = \frac{3}{2}R$

$2 \to 3$: p – const, $V\uparrow$, $T\uparrow$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$; $C_{23}\nu\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + p_2(V_3 - V_1) > 0$

$C_{23}\nu\Delta T_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + \nu R\Delta T_{23}$; $C_{23} = \frac{3}{2}R + R$

1) $C_{23} = \frac{5}{2}R$; $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{2}R : \frac{3}{2}R = \frac{5R}{2}\cdot\frac{2}{3R} = \frac{5}{3}$ $\left(\frac{3}{5}\right)$

Ответ: $\frac{5}{3}$; 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}}$; $Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + \nu R\Delta T_{23}$

$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$; $A_{23} = \nu R\Delta T_{23}$; $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R\Delta T}{\nu R\Delta T} = \frac{5}{2}$

$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{A}{Q} =$

$p = \alpha V$

$\frac{p}{V} = \text{const}$

$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_3}$; $p_1V_3 = p_2V_1$

$Q_{н} = Q_{12} + Q_{23} =$

$A = p_2(V_3 - V_1) - \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_3 - V_1)$

$(p_1 + p_2)(V_3 - V_1) = \underline{p_1V_3} + p_2V_3 - p_1V_1 - \underline{p_2V_1} = p_2V_3 - p_1V_1 =$
$= \nu R(T_3 - T_1)$

$A = \nu R(T_2 - T_3) - \nu R(T_3 - T_1) = \nu RT_2 - \nu RT_3 - \nu RT_3 + \nu RT_1 =$
$=$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

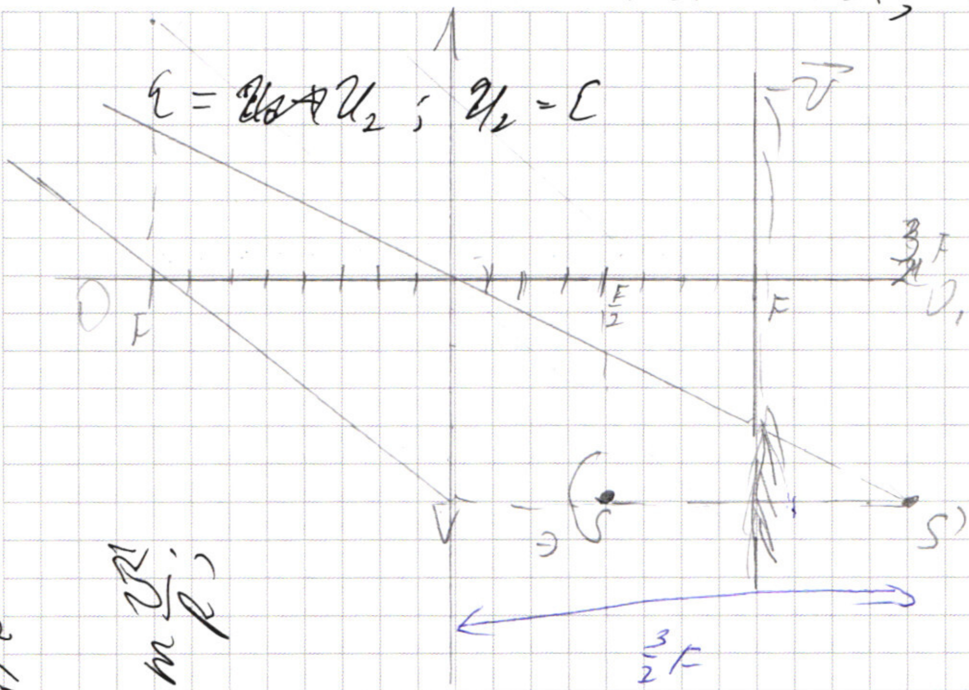
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$54+25-64; \quad 79-64=15$

$\mathcal{E} = U_1 + U_2; \quad U_2 = C$

$F = 8$ кл

$8 \cdot \frac{3}{4} = 6$



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

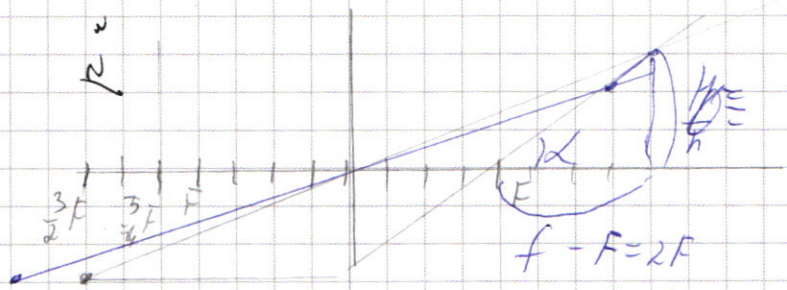
$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F}$

$\frac{1}{f} = \frac{3-2}{3F} = \frac{1}{3F}$

$f = 3F$ (1)

$2V$



$f - F = 2F$

$F = m\frac{v^2}{R}$;

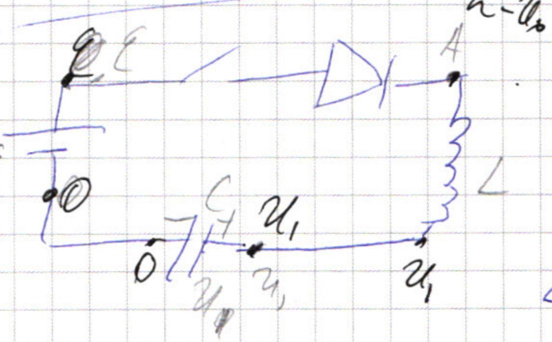
$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$ t

$Q_x = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) + \frac{1}{2}\nu R(T_1 - T_3) = 2\nu R(T_1 - T_3)$;

$\frac{Q_x}{Q_1} = \frac{4}{5}$

Пусть $d^* = d + \Delta d$; $\frac{1}{f^*} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d^*}$; $\frac{(d+\Delta d) - F}{F(d+\Delta d)}$

$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \Gamma \Rightarrow H = h \cdot \frac{f}{d} = \frac{3}{4}F \cdot \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = \frac{3}{4}F \cdot 2 = \frac{3}{2}F$



$\mathcal{E} - L\frac{dI}{dt} = -U_1 + U_0$

$\mathcal{E} - L\frac{dI}{dt} = -5 - 9$

$L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} + U_1$; $\frac{dI}{dt} = \frac{9+5}{0{,}1} = \frac{14}{0{,}1}$

$U_L = 14$; $\quad U_A - U_1 = U_L$; $\quad U_A = 14 + 5 = 19$.

$L dU_2 = \mathcal{E} - U_0 - U_1$

$0 - 1 -$

$\mathcal{E} - U_A =$; $\quad L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} + U_1 - U_0 = 13$

$\mathcal{E} - 0 = U_1 + U_0$; $\quad \mathcal{E} - U_0 = U_1$; $\quad U_1' = 8$

$U = \frac{q}{C}$; ; $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = A$;

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

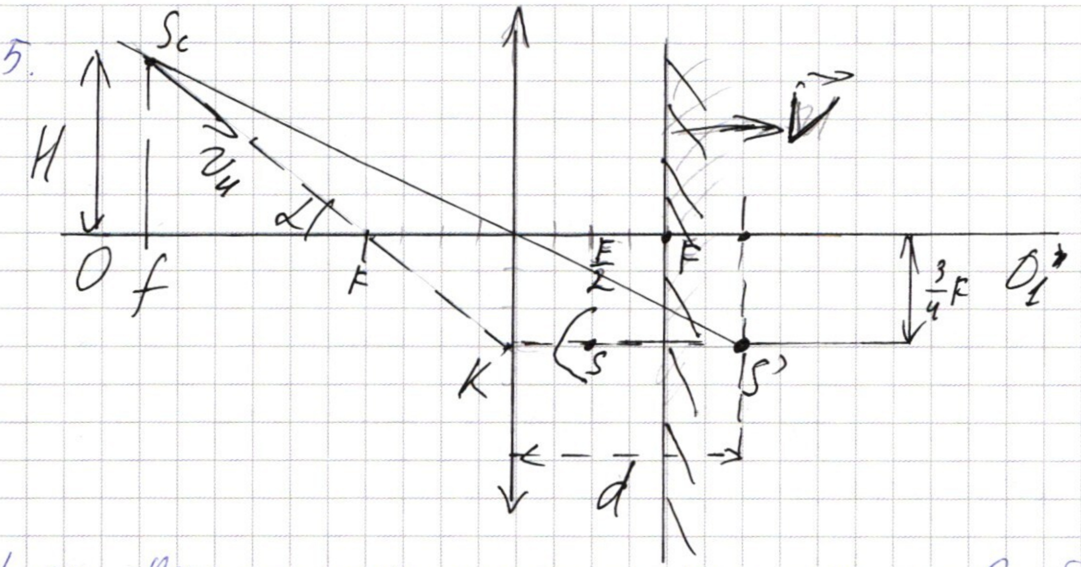
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



1) Лучи, выходящие из источника S будут казаться исходящими из точки S' (после попадания на зеркало). Т.е. S' - мнимое изображение источника S, даваемое зеркалом, и расположенное симметрично источнику S. Расстояние d - от линзы до S'. $d = \frac{F}{2} + 2\cdot\left(F - \frac{F}{2}\right) = \frac{F}{2} + F = \frac{3}{2}F$

Чтобы найти расстояние f, где наблюдатель сможет увидеть изображение, воспользуемся формулой тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f = 3F$$

На рисунке показано искомое изображение S_c, прямые $S'K$ и KS_c изображены пунктиром, т.к. в действительности луч встретит экран. Но изображение системы S_c останется на том же месте, ~~хотя также~~

2) ~~Если мы сместим~~ Если при движении зеркало т. S_c будет сдвигаться, но оставаться лежать на прямой KF, т.к т. S' будет двигаться только параллельно оси OO_1, а значит прямая $S'K$ изменяться не будет.

Значит S_c будет двигаться по KF и и искомый угол $\alpha = \angle OFS_c$.

Пусть в исследуемый момент расстояние от OO_1 до S_c равно H.

Тогда: $\frac{H}{\frac{3}{4}F} = \Gamma$, где Γ - увеличение. Также

$\Gamma = \frac{f}{d}$, т.е. $\frac{f}{d} = \frac{4H}{3F} \Rightarrow H = \frac{3Ff}{4d} = \frac{3F \cdot 3F \cdot 2}{4 \cdot 3F} =$

$= \frac{3}{2}F$. $fF = f - F = 3F - F = 2F$

Тогда $tg\alpha = \frac{H}{fF} = \frac{\frac{3}{2}F}{2F} = \frac{3}{4}$

3) Запишем ФТЛ: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$. Продифференцируем его по времени: $-\frac{\dot{f}}{f^2} - \frac{\dot{d}}{d^2} = 0$

$\left|\frac{\dot{f}}{\dot{d}}\right| = \left|\frac{f^2}{d^2}\right| \Rightarrow (*) \frac{v_u}{v_{S'}} = \frac{f^2}{d^2}$, где v_u - скорость изображения, а $v_{S'}$ - скорость т. S'

$v_{S'} = 2V$, т. к. при смещении зеркала на x $\Delta SS' = 2x$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$+q$

$W(0) = 0$

$W(T) = \frac{mv_1^2}{2}$

$\Delta W = W(T) - W(0)$

$qU = \frac{mv_1^2}{2}$; $v_1^2 = \frac{q}{m} 2U = 2\gamma U$

$C = \frac{\varepsilon_0 d}{S} \left(\frac{\varepsilon_0 S}{d} \right)$; $F = Eq$; $A = F\frac{3d}{4}$

$A = \frac{3}{4} dF = \frac{3}{4} Eqd = \frac{3}{4} Uq$; $ma = Eq$; $a = E\gamma$

$\frac{3}{4} d = \frac{aT^2}{2} = \frac{E\gamma T^2}{2} \Rightarrow E = \frac{3}{2} \frac{d}{\gamma T^2}$

$\frac{3}{4} d = \frac{v^2}{2E\gamma} \Rightarrow \frac{3}{2} dE\gamma = v^2$; $v_1^2 = \frac{3}{2} d\gamma \, \frac{3}{2} \frac{d}{\gamma T^2}$

$v_1^2 = \frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2}$; $\boxed{v_1 = \frac{3}{2} \frac{d}{T}}$; $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

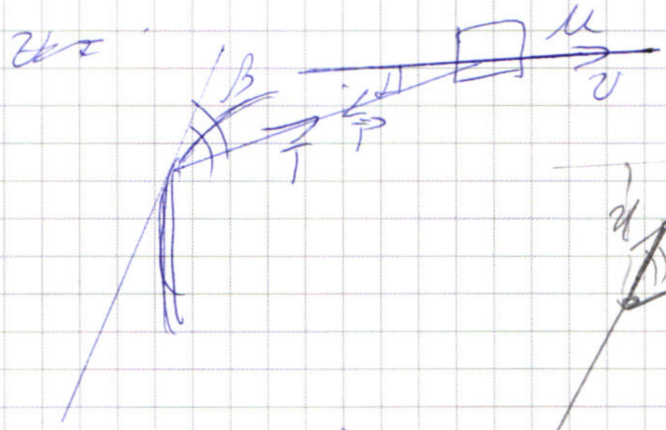
$Q = E\varepsilon_0 S$; $Q = \frac{3}{2} \frac{d}{\gamma T^2} \varepsilon_0 S$

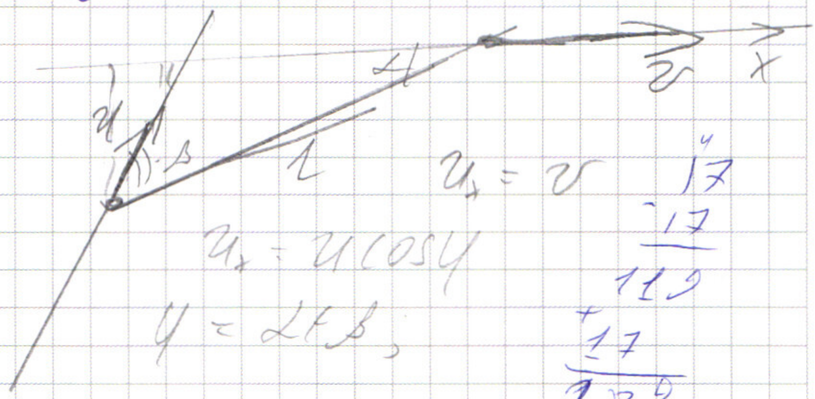
$v_2 = v_1$

$ES = \frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow \varepsilon_0 = \frac{q}{ES}$; $[\varepsilon_0] = \frac{Кл}{[E]\, м^2}$

$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} = \frac{Кл\,[E]\, м^2}{Кл\, м^2}$

$v_1^2 = 2\gamma \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{2} \frac{d^2}{\gamma T^2} = \frac{9}{4} \frac{d^2}{\cancel{\gamma} T^2}$





$u_x = v$

$u_x = u\cos\varphi$

$\varphi = \angle + \beta,$

$17 \cdot 17 = 119 + 17 = 289$

$v = u\cos(\alpha+\beta)$

$$u = \frac{v}{\cos(\alpha+\beta)} = \frac{68 \text{ см/с}}{\cos\alpha\cdot\cos\beta - \sin\alpha\cdot\sin\beta} =$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$u = \frac{68 \text{ см/с}}{\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17}} = \frac{68}{\frac{3\cdot4}{17\cdot5} - \frac{3\cdot8}{5\cdot17}} = \frac{68}{\frac{12-24}{17\cdot5}}$$

$$|u| = \left|\frac{68\cdot17\cdot5}{12}\right| = \left|\frac{34\cdot17\cdot5}{6}\right| = \left|\frac{17\cdot17\cdot5}{3}\right|$$

$\cancel{\Delta q \cdot \varepsilon = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} +}$

$q_1 = + C_4 U_1$

$q_2 = -C U_2$

$\Delta q = CU_2 - CU_1' = C($

$\Delta q = C(U_1 + U_2) = \mathcal{E}$

$\varepsilon \cdot \Delta q = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2},$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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