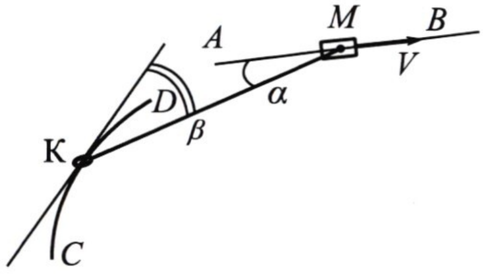
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

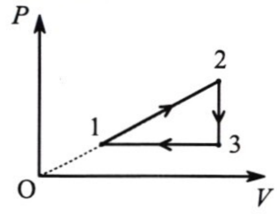
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 3/5)$ 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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



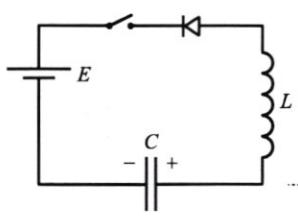
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0{,}2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

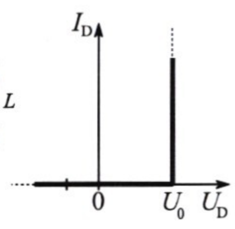
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

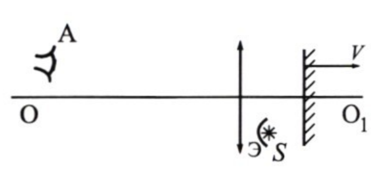
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 плоскости $F/3$ от 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.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

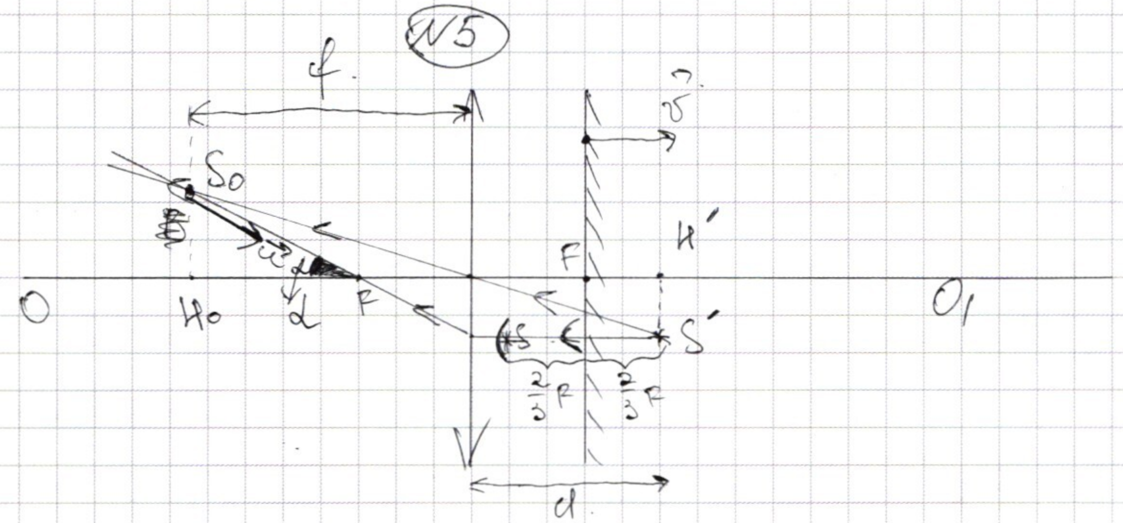
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:
$\frac{8}{15}F$
$\frac{F}{3}$, F
v

1) $f=?$
2) $\alpha=?$
3) $u=?$



1) Т.к. лучи света попадают на линзу лишь после отражения, то предметом (действ.) для линзы служит отражение источника S в зеркале (S′). Оно находится по другую сторону от зеркала на таком же расстоянии, что и S, т.е. $F-\frac{F}{3}=\frac{2}{3}F$. Тогда расстояние d от предмета S′ до линзы равно $d=F+\frac{2}{3}F=\frac{5}{3}F$. По формуле тонкой линзы $\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F}$ (т.к. $d>F$, то изображение действительное).

$\frac{1}{f}=\frac{d-F}{dF}$; $f=\frac{dF}{d-F}$. Подставляя d, получим

$$f=\frac{\frac{5}{3}F\cdot F}{\frac{5}{3}F-F}=\frac{\frac{5}{3}F^2}{\frac{2}{3}F}=\frac{5}{2}F.$$

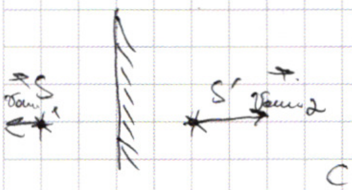
2) Проведём луч из S′ к линзе $\parallel OO_1$. Этот луч после преломления всегда будет проходить через фокус линзы. Т.к. предмет S′ движется $\perp$ линзе, то по-

лотение этого луча неизменно $\Rightarrow$ изображение S_0 всегда находится на этом луче (отрезок S_0F).

Значит, S_0 движется по отрезку S_0F с некоторой скоростью $\vec{u}$. Проведем высоты S_0K_0 и $S'K'$. Из подобия Δ-ков $\frac{S_0K_0}{S'K'} = \frac{f}{d} = \frac{\frac{5}{2}F}{\frac{5}{3}F} = \frac{3}{2}$, $S_0K_0 = \frac{3}{2}S'K'$, где $S'K'$ в свою очередь по условию равно $\frac{8}{15}F$, т.е. $S_0K_0 = \frac{3}{2}\cdot\frac{8}{15}F = \frac{4}{5}F$.

$K_0F = f - F = \frac{5}{2}F - F = \frac{3}{2}F$. Тогда $tg\,\alpha$ (угла наклона скорости к OO_1) равен $tg\,\alpha = \frac{S_0K_0}{K_0F} = \frac{\frac{4}{5}F}{\frac{3}{2}F} = \frac{8}{15}$. ($\cos\alpha = \frac{15}{17}$; $\sin\alpha = \frac{8}{17}$).

3) ~~Скорость~~ В СО неподвижного зеркала S движется



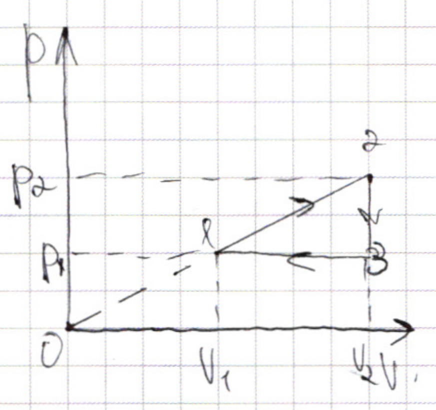
со скоростью $v_{отн.1} = v$ влево, тогда отн. зеркала изображение S' движется с такой же по модулю скоростью $v_{отн.2} = v$ вправо. Перейдем в СО линзы. Здесь скорость S' $\vec{v}' = \vec{v} + \vec{v}_{отн.2} = 2\vec{v}$, т.е. $v' = 2v$.

Продольные скорости $v_{гор.}$ и v' (где v_0 – скорость S_0) относятся как $\Gamma^2 = \frac{f^2}{d^2} = \frac{9}{4}$, тогда $v_{гор.} = \frac{9}{4}v' = \frac{9}{2}v$ – горизонтальная составляющая скорости v_0. Тогда сама скорость $u = \frac{v_{гор.}}{\cos\alpha} = \frac{\frac{9}{2}v}{\frac{15}{17}} = \frac{51}{10}v = 5{,}1v$.

Ответ: 1) $f = \frac{5}{2}F$; 2) $\alpha = arctg\frac{8}{15}$ ($\cos\alpha = \frac{15}{17}$; $\sin\alpha = \frac{8}{17}$); 3) $u = 5{,}1v$.

№2

Дано:
1 2 3
1-2: $p = \alpha V$
1) $\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}}$
2) $\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}}$
3) $\eta = ?$



1) На участке 1-2 $p\uparrow$ и $V\uparrow$ $\Rightarrow$ из ур-ния Менделеева-Клапейрона $T\uparrow$. 2-3: по з-ну Шарля $T\downarrow$ и на 3-1 по з-ну Гей-Люссака $T\downarrow$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Обозначим давление и объём на участках как показано на графике. По I з-у термодинамики

$Q_{2-3} = \underset{0\,(\text{т.к. изохора})}{A_{г.2-3}} + \Delta U_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$, где по ур-ию Менделеева-Клапейрона: $\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_1 V_2 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow \nu R(T_3 - T_2) = p_1 V_2 - p_2 V_2$.

$\Delta T_{2-3} = T_3 - T_2 = \frac{V_2(p_1 - p_2)}{\nu R}$. Тогда $C_{\nu 1} = \frac{Q_{2-3}}{\Delta T_{2-3}\cdot\nu} = \frac{\frac{3}{2}V_2(p_1 - p_2)}{\frac{(p_1 - p_2)V_2}{\nu R}\cdot\nu} = \frac{3}{2}R$.

Аналогично $Q_{3-1} = A_{г.3-1} + \Delta U_{3-1} = p_1(V_1 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_3)$, где $\nu R(T_1 - T_3) = p_1(V_1 - V_2)$, т.е. $Q_{3-1} = \frac{5}{2}p_1(V_1 - V_2)$,

$\Delta T_{3-1} = T_1 - T_3 = \frac{p_1(V_1 - V_2)}{\nu R}$ и $C_{\nu 2} = \frac{Q_{31}}{\Delta T_{3-1}\nu} = \frac{\frac{5}{2}p_1(V_1 - V_2)}{\frac{p_1(V_1 - V_2)}{\nu R}\cdot\nu} = \frac{5}{2}R$

Тогда $\frac{C_{\nu 1}}{C_{\nu 2}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}$.

2) $Q_{1-2} = A_{г.1-2} + \Delta U_{1-2}$. $A_{г.1-2}$ найдём как площадь под графиком: $A_{г.1-2} = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(V_2 p_2 - V_1 p_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1)$. Т.к. зависимость $p(V)$ линейная и выходит из нуля, то $p_1 = \alpha V_1$ и $p_2 = \alpha V_2 \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1$ и $A_{г.1-2} = \frac{1}{2}(V_2 p_2 - V_1 p_1)$.

$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$ и $Q_{1-2} = \frac{1}{2}(V_2 p_2 - V_1 p_1) + \frac{3}{2}(V_2 p_2 - V_1 p_1) = 2(V_2 p_2 - V_1 p_1)$.

$\frac{Q_{1-2}}{A_{г.1-2}} = \frac{2(V_2 p_2 - V_1 p_1)}{\frac{1}{2}(V_2 p_2 - V_1 p_1)} = 4$.

3) $\eta = \frac{A_г}{Q_н}$, где $Q_н = Q_{1-2}$, т.к. из предыдущих

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле) процессов ясно, что только в этом процессе газ получает теплоту. $A_г$ посчитаем как площадь фигуры, образованной графиком цикла, т.е.

$A_г = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_2 V_2 + p_1 V_1 - p_1 V_2 - p_2 V_1)$

Воспользуемся зависимостями $p_1 = \alpha V_1$ и $p_2 = \alpha V_2$, тогда

$A_г = \frac{1}{2}(\alpha V_2^2 + \alpha V_1^2 - 2\alpha V_2 V_1) = \frac{1}{2}\alpha (V_2 - V_1)^2$.

$Q = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2\alpha(V_2^2 - V_1^2) = 2\alpha(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)$.

Тогда $\eta = \dfrac{\frac{1}{2}\alpha(V_2 - V_1)^2}{2\alpha(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{1}{4}\dfrac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$.

Зафиксируем постоянную величину V_2. $f(V_1) = \dfrac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$

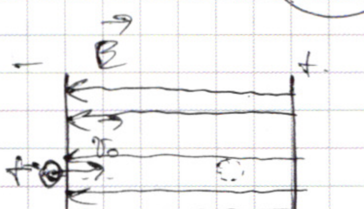
$f'(V_1) = \dfrac{(-V_2 + V_1) - (V_2 - V_1)}{(V_2 + V_1)^2} = \dfrac{-2V_2}{(V_2 + V_1)^2} < 0$, т.е. ф-ция убывает и наибольшее значение принимает при минимальном значении $V_1 = 0$ (т.к. объём не может быть отрицательным). $\Rightarrow V_1 = 0$ и $\eta_{max} = \left(\dfrac{V_2 - 0}{V_2 + 0}\right) \cdot \frac{1}{4} = 25\%$.

Ответ: 1) $\frac{C_{V1}}{C_{V2}} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 4$; 3) $\eta_{max} = 25\%$.

№3

Дано:
d, $\gamma = \frac{q}{m}$
$0{,}2d$, v_1

1) $\sigma = ?$
2) $U = ?$
3) $v_0 = ?$



1) Пусть поверхностная плотность заряда обкладки равна σ (по модулю). Частица движется от отрицательно заряженной к положительно заряженной пластине (в противном случае действующее на неё поле $\vec{E}$ обкладок разгоняло бы её, а не замедляло).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Поле, создана обкладками равно $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$.
Под действием поля частица движется с ускорением $a = \frac{Eq}{m}$ (по модулю). По формуле пути без учёта времени $0{,}8d = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_1^2 m}{2Eq}$; $E = \frac{v_1^2 m}{1{,}6qd} = \frac{v_1^2}{1{,}6\gamma d}$ (1)

Из кинематики $0{,}8d = v_1 T - \frac{aT^2}{2} = v_1 T - \frac{Eq}{m}\frac{T^2}{2} =$
$= v_1 T - \frac{v_1^2}{3{,}2d} T^2$; $v_1^2 T^2 - 3{,}2d\, v_1 T + 2{,}56 d^2 = 0$.
$(v_1 T - 1{,}6d)^2 = 0$ $T = \frac{1{,}6d}{v_1}$

2) Используя выражение (1) $E = \frac{v_1^2}{1{,}6\gamma d}$, а также связь напряжённости однородного ~~пр~~ поля с напряжением, находим $U = E \cdot d = \frac{v_1^2}{1{,}6\gamma}$

3) 

У крайней левой обкладки потенциал равен нулю, т.к. по направлению поля $\vec{E}$ потенциал убывает => скорость на бесконечном удалении такая же как у левой обкладки.

Ответ: 1) $T = \frac{1{,}6d}{v_1}$; 2) $U = \frac{v_1^2}{1{,}6\gamma}$; 3) $v_0 = v_1$.

№4

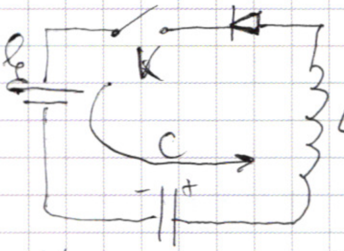
Дано:
$\mathcal{E} = 3В$
$C = 20мкФ$

1) В самый первый момент напряжение на конденсаторе не успевает измениться,

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$U_1 = 6$ В
$L = 0{,}2$ Гн
$U_0 = 1$ В

1) $\dot{J} = ?$
2) $J_{max} = ?$
3) $U_2 = ?$



По 2-му правилу Кирхгофа
$-\mathcal{E} = -U_{ф} - L\frac{dI}{dt} + U_{д}$; $U_{д} = 0$ (т.к. ток ещё не идёт).

$-L\frac{dI}{dt} = U_{ф} - \mathcal{E} = 6 - 3 = 3$ В.

~~ток будет течь в противоположном направлении~~, $\dot{J} = \frac{U_{ф} - \mathcal{E}}{L} = \frac{3}{0{,}2} = 15$ А/с.

2) При $J = J_{max}$ $\dot{J} = 0 \Rightarrow -L\dot{J} = 0$

$\mathcal{E} = -U_{д} + U_C$. $U_C = \mathcal{E} + U_{д}$ ($U_{д}$ – напряжение на диоде)

С другой стороны, если на конденсаторе был заряд q_1, то стал $q_1 - \Delta q$, тогда $\frac{q_1 - \Delta q}{C} = \mathcal{E} + U_{д}$ ($U_{д} = U_0$, т.к. в этом случае ток вообще не идёт).

$\Delta q = q_1 - (\mathcal{E} + U_0)C$. По з-ну об изменении энергии $A_{ист} = \Delta W_{эл} + \Delta W_{магн} + Q$ ($Q = 0$ т.к. резисторов нет).

$\Delta W_{эл} = \frac{CU_C^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$; $\Delta W_{магн} = \frac{LJ^2}{2} - 0 = \frac{L}{2}J_{max}^2$, $A_{ист} = \mathcal{E}\cdot\Delta q =$
$= \mathcal{E}\cdot(q_1 - (\mathcal{E} + U_0)C)$ $q_1 = U_1 C$. $U_C = \frac{q_1 - \Delta q}{C}$

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

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

$$J^2 = \frac{2C\mathcal{E}(U_1 - \mathcal{E} - U_0) + CU_1^2 - C(\mathcal{E} + U_0)^2}{L}$$

$$J = \sqrt{\frac{2C\mathcal{E}(U_1 - \mathcal{E} - U_0) + CU_1^2 - C(\mathcal{E} + U_0)^2}{L}} = \sqrt{\frac{C}{L}}\cdot\sqrt{2\mathcal{E}(U_1 - \mathcal{E} - U_0) + U_1^2 - (\mathcal{E} + U_0)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{20\cdot 10^{-6}}{0{,}2}}\cdot\sqrt{2\cdot 3(6 - 3 - 1) + 6^2 - (3+1)^2} = 4\sqrt{2}\cdot 10^{-3}\ \text{А} \approx 5{,}6\cdot 10^{-3}\ \text{А}.$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

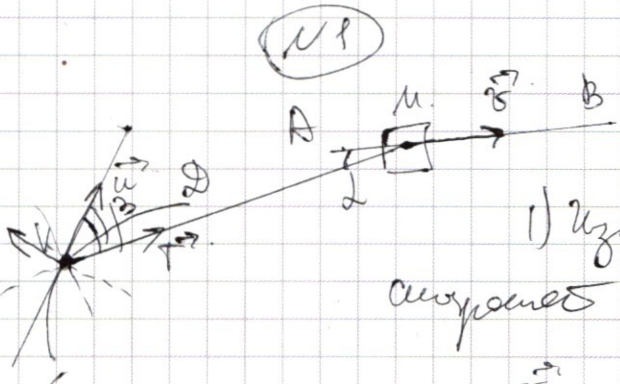
3) В установившемся режиме $\mathcal{E} = -U_d + U_c \Rightarrow U_c = \mathcal{E} + U_d = \mathcal{E} + U_0 = 3+1 = 4$ В.

Ответ: 1) $\dot{I} = 15$ А/с 2) $I_{max} = 5,6\cdot 10^{-3}$ А 3) $U_c = 4$ В.

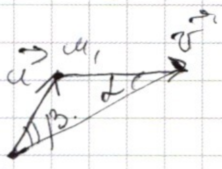
№1

Дано:
$v = 40$ см/с
$R = 1,7$ м
$\cos\alpha = 3/5$
$\cos\beta = \frac{8}{17}$
$l = \frac{17}{15}R$
$m = 1$ кг

1) $u = ?$
2) $u_{отн} = ?$
3) $T = ?$



1) Изобразим д-и скоростей

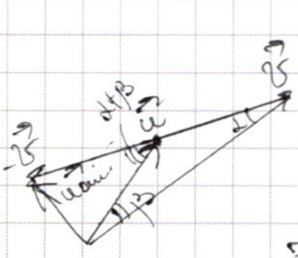


По т. синусов найдём $\frac{u}{\sin\alpha} = \frac{v}{\sin\beta}$

$u = v\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 40\cdot\frac{\frac{4}{5}}{\frac{15}{17}} = 36,27$ см/с.

2) По з-ну сложения скоростей

$\vec u = \vec u_{отн} + \vec v$ $\quad \vec u_{отн} = \vec u - \vec v$. Снова воспользуемся треугольником скоростей:



по теореме косинусов:

$$v_{отн}^2 = u^2 + v^2 - 2uv\cos(\alpha+\beta) =$$

$$= v^2 + v^2\frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} - 2v^2\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) =$$

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

$$= 40^2\cdot\left\{\frac{8809}{25\cdot 225}\right\}; \quad v_{отн} = \frac{40}{75}\sqrt{8809} \text{ см/с}$$

3) По динамическому ур-нию движения

$-N + T\sin\beta = \frac{mv^2}{R}$ (1) Относительно муфты к шайбе движется по окр-ти радиуса $l = \frac{14}{15}R$.

~~$F = \frac{mv_{отн}^2}{R}$~~ $T - N\cos(90-\beta) = \frac{mv_{отн}^2}{l}$ (2).

Из (1) $N = T\sin\beta - \frac{mv^2}{R}$ → (2):

$T - T\sin\beta\cdot\sin\beta + \frac{mv^2}{R}\cdot\sin\beta = \frac{15mv_{отн}^2}{14R}$

$T\cos^2\beta = \frac{m}{R}\left(\frac{15v_{отн}^2}{14} - v^2\sin\beta\right)$

$T = \frac{m}{R\cos^2\beta}\cdot\frac{15}{14}$.

Ответ: 1) $u = 36{,}27$ см/с 2) $v_{отн.} = \frac{40}{75}\sqrt{8809}$ $\frac{см}{с}$.

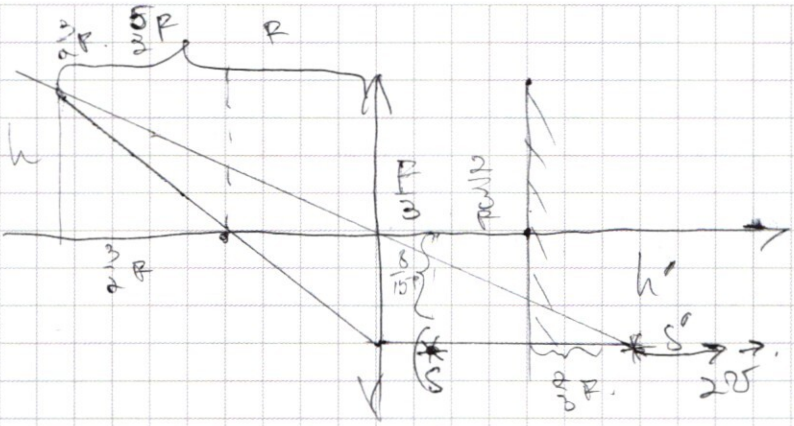
3)

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{3}{2}F + F = \frac{5}{2}F = 2d$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ $F = \frac{2}{5}d$

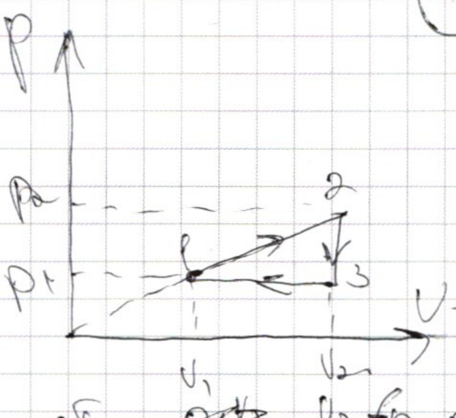
$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}$

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{5}{2}F^2}{\frac{3}{2}F} = \frac{5}{3}F$

$\frac{h}{h'} = \frac{3}{2}$ $h = \frac{3}{2}\cdot\frac{8}{15} = \frac{4}{5}F$ $tg = \frac{8}{15}$

$\sqrt{64+225} = \sqrt{289} = 17$ $\frac{3}{2}\cdot\frac{17}{15} = \frac{51}{10} = 5{,}1$

№2



$p_1 = kV_1$ $kV_1^2 = \nu RT_1$ $kV_2^2 = \nu RT_2$

$p_2V_2 = \nu RT_2$ $p_1V_2 = \nu RT_3$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}V_2(p_1-p_2)$

$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2}V_2(p_1-p_2)$

$\Delta Q_{3-1} = p_1(V_1-V_2)$

$\Delta T_{12} = \frac{V_2(p_1-p_2)}{\nu R}$

$C_{\nu 1} = \frac{\frac{3}{2}V_2(p_1-p_2)}{\frac{V_2(p_1-p_2)}{\nu R}\cdot\nu} = \frac{3}{2}R$

$\Delta T_{2} = p_1V_2 = \nu RT_3$, $p_1V_1 = \nu RT_2$ $\Delta T_2 = \frac{p_1V_1 - p_1V_2}{\nu R} = \frac{p_1(V_1-V_2)}{\nu R}$

$C_{p2} = \frac{p_1(V_1-V_2)}{\frac{p_1(V_1-V_2)}{\nu R}\cdot\nu} = R$

$Q_{1-2} = A_{12} + \Delta U = A_{12} + \frac{3}{2}$

$\frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_2-V_1) =$

$= \frac{1}{2}(p_2V_2 + p_1V_1 - p_1V_2 - p_2V_1)$. $Q_{21} = 2(V_2$ $(V_2+V_1)-(V_2-V_1) = 2V$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$\frac{A_{2}}{Q_{3-1}} = \eta = \frac{V_2p_2 + p_1V_1 - p_1V_2 - p_2V_1}{V_2p_2 - V_1p_1} = \qquad p =$$

$$= \eta = \frac{\alpha V_2^2 + \alpha V_1^2 - \alpha V_1V_2 - \alpha V_2V_1}{\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2} = \frac{(V_2-V_1)^2}{(V_2-V_1)(V_2+V_1)} = \frac{V_2-V_1}{V_2+V_1}$$

$V_2 + V_1 - 2V_1 \qquad Q_{x.2} \; Q_{3-1} + Q_{3-2.2}$

$$= \frac{5}{2}(p_1(V_1-V_2) + \frac{3}{2}V_2(p_1-p_2) = \frac{5}{2}\alpha V_1^2 - \frac{5}{2}\alpha V_1V_2 +$$

$$+ \frac{3}{2}\alpha V_1V_2 - \frac{3}{2}\alpha V_2^2 = \frac{5}{2}\alpha V_1^2 - \alpha V_1V_2 - \frac{3}{2}\alpha V_2^2.$$

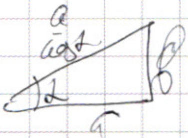
$$\eta \frac{V_1-V_2}{V_2+V_1} = 1 - \frac{\left|\frac{5}{2}V_1^2 - V_1V_2 - \frac{3}{2}V_2^2\right|}{2(V_2^2-V_1^2)} =$$

$$= \frac{2V_2^2 - 2V_1^2 - \frac{3}{2}V_2^2 - V_1V_2 + \frac{5}{2}V_1^2}{2(V_2^2-V_1)^2} = \frac{1}{2}V_2^2 + \frac{1}{2}V_1^2$$

$V_2 = const \qquad -(V_2+V_1) - (V_2-V_1) \qquad \frac{2V_1}{(V_2+V_1)^2}$

$$\eta \frac{V_2-V_1}{V_2+V_1} = 1 - \frac{2V_1}{V_2+V_1} \qquad \cancel{2(V_2+V_1)} \qquad 2(V_1+V_2) - 2V_1 = \frac{2V_2}{(V_2+V_1)^2}$$

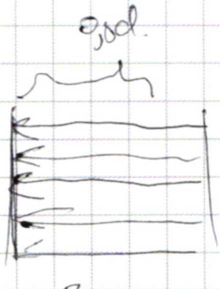
$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



$$\frac{\frac{5}{2}a \cdot b}{\frac{a}{\cos\alpha}} = 2^{5}$$

$$\frac{1}{2}\alpha(V_2-V_1)^2 = \frac{3}{2}(V_2p_2 - V_1p_1) - p_1(V_2-V_1) =$$

$$= \frac{1}{2}\alpha V_2^2 - \frac{3}{2}\alpha V_1^2 - \alpha V_1V_2 + \alpha V_1^2 = = \frac{1}{2}\alpha V_2^2 + \frac{1}{2}\alpha$$



№ 3

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = E. \qquad F = E \cdot q = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot q.$$

$$F \cdot 0{,}8d = \frac{mv_1^2}{2} \qquad E \cdot \frac{q}{m} 0{,}8d = \frac{v_1^2}{2}.$$

$$\frac{Eq}{m} = a. \qquad 0{,}8d = v_1T - \frac{Eq}{m}\frac{T^2}{2} =$$

$$0{,}8d = v_1T - \frac{v_1^2}{2 \cdot 0{,}8d} \cdot \frac{T^2}{2}. \qquad 0{,}8d = \frac{v_1^2}{2\frac{Eq}{m}} = \frac{v_1^2 m}{2Eq}.$$

$$E = \frac{1{,}6d\,q}{v_1^2 m}. \qquad E \quad \frac{T^2}{2} \cdot \frac{v_1^2}{1{,}6d} = \frac{v_1^2}{3{,}2d}T^2.$$

☑ 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

$3{,}2 \times 0{,}8 = 2{,}56$

$D_1 = 1{,}6^2 - 2{,}56 =$

$1{,}6 \times 1{,}6 = 2{,}56$

$v_1 t -$

$\frac{mv_0^2}{2} = \Delta q \cdot q = E \cdot 0{,}8 d q = \frac{v_1^2}{1{,}68 d} \cdot 0{,}8 d q = \frac{v_1^2 q}{2 \cdot}$

$E \cdot d \cdot q + \frac{mv_1^2}{2}$ $\quad \frac{v_1^2}{1{,}68} + v_1^2$

$-\mathcal{E} = -U_c - \frac{L di}{dt}$ $\quad 3B = -\frac{L di'}{dt}$ $\quad \frac{di'}{dt} = \frac{3}{0{,}2} = 15 \frac{A}{c}$

$\frac{L di}{dt} = 0$ $\quad \dot{q} = (C\dot{u})$ $\quad \frac{\dot{q}}{C} = \dot{u}$

$\mathcal{E} = -U_y + U_c \quad U_c = \mathcal{E} + U_y = 4B$

$\frac{Li^2}{2} + \frac{CU^2}{2} + \mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{CU_{00}^2}{2}$

$q_0 - \Delta q = C(\mathcal{E} + U_y)$

$U = \frac{q_0 - \Delta q}{C}$ $\quad U_c = \mathcal{E} + U_y$ $\quad q_0 = C(\mathcal{E} + U_y) + \Delta q$

$q_1 - q_1 + \mathcal{E} + U_0$

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

$36 - 16 = 20$

$20 + 12 = 32$

$C\mathcal{E}U_1 - C\mathcal{E}^2 - C\mathcal{E}U_0 + \frac{C}{2}U_1^2 - \frac{C}{2}\mathcal{E}^2$

$1{,}4 \times 4 = 5{,}6$

$20 \cdot 10^{-6}$

$6 \cdot 2 + 36 - 16 = \sqrt{32} = \sqrt{8 \cdot 4}$

$\sqrt{\frac{8 \cdot 4 \cdot 1{,}51 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10}} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{2} = 5{,}6 \cdot 10^{-3} = 0{,}0056\ A.$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

№1

32

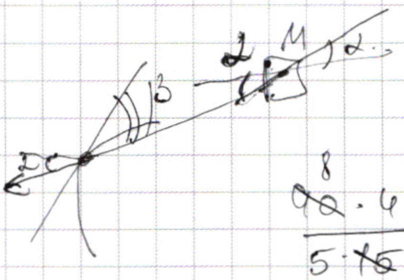
$\frac{a}{\frac{4}{5}} = \frac{v}{\frac{15}{17}}$

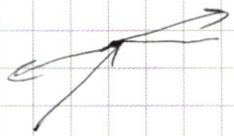
$a = v \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{15} =$

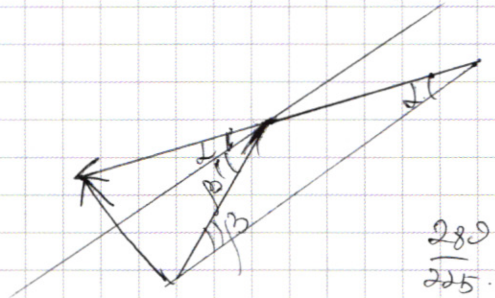
$\frac{32 \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 15} = \frac{544}{15}$

$544 : 15 = 36{,}26$

$\vec{u} = \vec{u}_{\text{отн}} + \vec{v}$







$\frac{289}{225}$

$64 \cdot 3 =$ 192

$1 + \frac{\frac{16}{25}}{\frac{15^2}{17^2}}$

$1 + \frac{16}{25} \cdot \frac{17^2}{15^2} - 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{17}{5} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} + 2 \cdot \frac{16}{25} =$

$25 \quad 225 = 5 \cdot 45$

$225 = 5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3$

$= 1 + \frac{16 \cdot 289}{25 \cdot 225} - \frac{192}{125} + \frac{32}{25}$

$25 \cdot 225 + 16 \cdot 289 - 192 \cdot 45 + 32 \cdot 225$

$= 57 \cdot 225 + 16 \cdot 289 - 192 \cdot 45$

$225 \times 57 = 12825$

$289 \times 16 = 4624$

$192 \times 45 = 8640$

$12825 - 8640 = 4185$

$4185 + 4624 = 8809$

$32 \times 17 = 544$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле) Страница №__ (Нумеровать только чистовики)