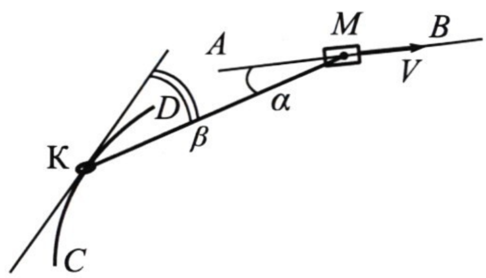
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

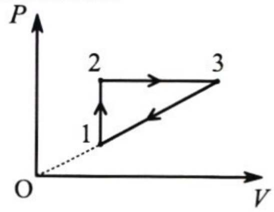
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.



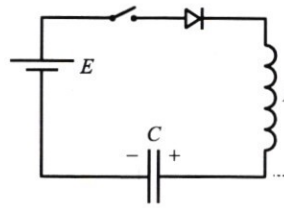
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

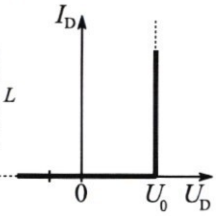
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная 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.

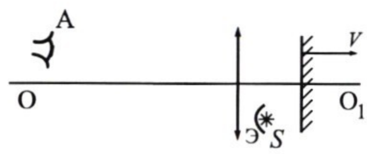
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2

Дано:

$i = 3$

1-2: $V = const$

2-3: $p = const$

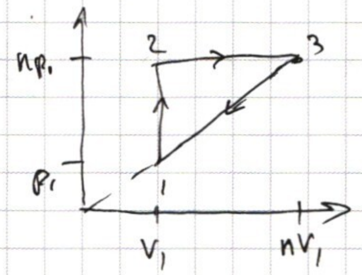
3-1: $\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1}$

Найти:

1) $C\nu_1 : C\nu_2$

2) $\frac{Q_2}{A_2}$ - ?

3) η_{max} - ?



Реш-е

т.к. $\frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ пусть в начале цикла давление газа было p_1, объём – V_1, тогда в полож-ии 3 его давление np_1, объём – nV_1

1) 1-2: $V = const$ $p\uparrow T\uparrow$

2-3: $p = const$ $V\uparrow T\uparrow$

3-1: $p\downarrow V\downarrow T\downarrow$

1-2: $V = const \Rightarrow A = 0$

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{i}{2}\Delta pV = \frac{3}{2}p_1V_1(n-1)$

2-3: $p = const \Rightarrow Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$A_{23} = p\Delta V = np_1V_1(n-1)$ $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}p\Delta V = \frac{3}{2}np_1V_1(n-1)$

$Q_{23} = \frac{5}{2}np_1V_1(n-1)$

$Q_{12} = C_{\nu_1}\cdot\nu\cdot(T_2 - T_1)$

$Q_{23} = C_{\nu_2}\cdot\nu\cdot(T_3 - T_2)$

$\frac{C\nu_1}{C\nu_2} = \frac{Q_{12}}{Q_{23}}\cdot\frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} = \frac{\frac{3}{\cancel{2}}\cancel{p_1V_1(n-1)}}{\frac{5}{\cancel{2}}n\cancel{p_1V_1(n-1)}}\cdot\frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1} = \frac{3}{5n}\frac{(T_3 - T_2)}{(T_2 - T_1)} \ominus$

1-2: по закону Менделеева-Клапейрона: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{np_1V_1}{T_2}$; $T_2 = nT_1$

2-3: по закону Менделеева Клапейрона: $\frac{np_1V_1}{T_2} = \frac{n^2p_1V_1}{T_3}$; $T_3 = nT_2 = n^2T_1$

$\ominus \frac{3\cdot\cancel{T_1}\cancel{(n^2-n)}}{5\cancel{n}\cdot\cancel{T_1}\cancel{(n-1)}} = \frac{3}{5}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} p \Delta V}{p \Delta V} = \frac{5}{2}$

3) $A_y = \frac{1}{2} \cdot p_1 (n-1) \cdot V_1 (n-1) = \frac{p_1 V_1 (n-1)^2}{2}$

$Q_{об} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (n-1) + \frac{5}{2} n p_1 V_1 (n-1)$

$\eta = \frac{A_y}{Q_{об}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} p_1 V_1 (n-1)^2}{\frac{1}{2} p_1 V_1 (n-1)(3+5n)} \cdot 100\% = \frac{n-1}{5n+3} \cdot 100\%$

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

$f'(n) = \frac{5n+3-5n+5}{(5n+3)^2} = \frac{8}{(5n+3)^2} \geq 0$ при $\forall n \Rightarrow f(n)_{max} = \lim\limits_{n \to +\infty} f(n) =$

$= \lim\limits_{n \to +\infty} \frac{n-1}{5n+3} = \frac{1}{5}$

Значит, $\eta_{max} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$

Ответ: 1) $\frac{C_{V_1}}{C_{V_2}} = \frac{3}{5}$ 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

3) 20%

N4

Дано:

$E = 9$ В

$C = 40 \cdot 10^{-6}$ Ф

$U_1 = 5$ В

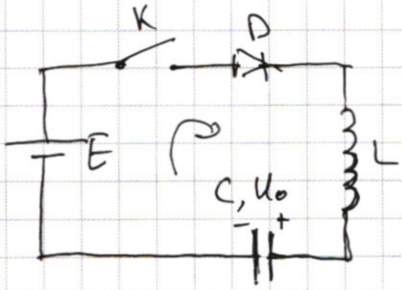
$L = 0{,}1$ Гн

$U_0 = 1$ В

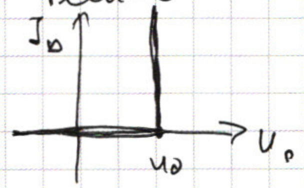
1) I'_0 - ?

2) I_m - ?

3) U_2 - ?



Реш-е



1) при замыкании ключа K, сразу после замыкания заряд конденсатора не изменится и будет также равен q, Напряж-е не изм., следовательно, по закону Кирхгофа: $U_0 - U_1 = E - LI'$

$U_0 + LI' - U_\varphi = E$

$LI' = E + U_1 - U_0$

$I' = \frac{E + U_1 - U_0}{L}$

$I' = \frac{9 + 5 - 1}{0{,}1} = \frac{13}{0{,}1} = 130$ (А/с)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Максимальный ток после замыкания ключа будет в тот момент, когда ~~заряд~~ конденсатор будет полностью разряжен, т.е. напряжение на нём будет равно 0.

По закону Джоуля-Ленца: $A_{ст} = \Delta W + Q$.

т.к. диод, катушка, источник идеальные, то $Q = 0 \Rightarrow$ $\Rightarrow A_{ст} = \Delta W$

$W_{нач} = \frac{CU_1^2}{2}$ $W_{конеч.} = \frac{LJ_m^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LJ_m^2}{2}$

$A_{ст} = E\Delta q$

заряд, прошедший через источник, равен ~~заряду~~ изменению заряда на конденсаторе

$q_1 = CU_1$ $q_2 = CU = 0$ $\Rightarrow \Delta q = CU_1$

Значит, $E \cdot CU_1 = \frac{LJ_m^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$ $| \cdot 2$

$LJ_m^2 = 2ECU_1 + CU_1^2 = CU_1(2E + U_1)$

$J_m = \sqrt{\frac{CU_1(2E+U_1)}{L}}$

$J_m = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 5(18+5)}{0{,}1}} = \sqrt{10^{-6} \cdot 400 \cdot 5 \cdot 23} = 20 \cdot 10^{-3}\underbrace{\sqrt{115}}_{\approx 10{,}7} \approx$

$\approx \frac{214}{1000} = \underline{0{,}214}$ (A)

3) При установившемся напряж-ии ЭДС самоиндукции катушки $= 0 \Rightarrow$ ~~по закону Кирхгофа~~ ~~[illegible]~~.

$E - U_2 \geq U_0$

$U_2 \leq E - U_0 = 9 - 1 = 8$ (B), значит $U_2 = \underline{8 \text{ B}}$

Ответ: 130 $\frac{A}{c}$; 0,214 A; 8 B

№5

Дано:

F

$\rho(S; OO_1) = \frac{3F}{4}$

$\rho(S; 1) = \frac{F}{2}$

$\rho(1; 3) = F$

V

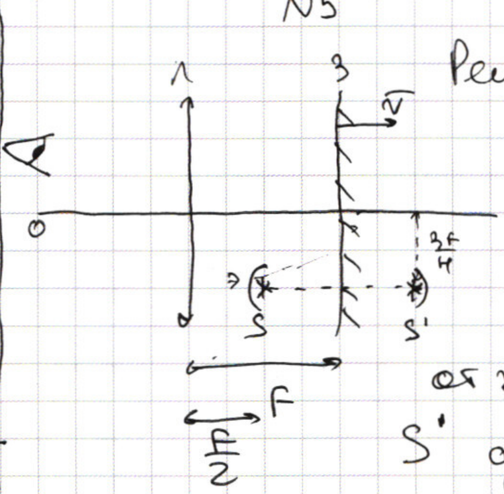
---

1) f - ?

2) α - ?

3) V - ?

Реш-е



1) т.к. свет от источника может попасть на линзу только после отражения от зеркала, то источник S' для линзы 1 является мнимым.

Расстояние от S' до 1 $= \rho(S'; 3) + \rho(3; 1) =$
$= \rho(S; 3) + F = \rho(1; 3) - \rho(1; S) + F =$
$= F - \frac{F}{2} + F = \frac{3F}{2} \Rightarrow d = \frac{3F}{2}$

по формуле тонкой линзы:

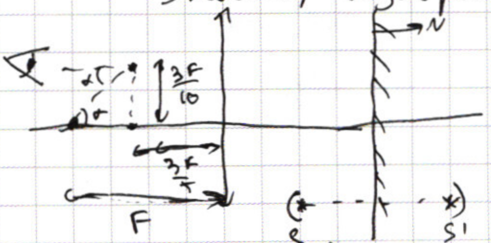
$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ($-\frac{1}{d}$, т.к. источник мнимый)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F}$

$f = \frac{3F}{5}$

2) при перемещении зеркала изображение двигается по прямой $\Rightarrow$ при ~~бо~~ большом расстоянии от зеркала до линзы, больше будет и расстояние от S' до линзы $\Rightarrow d = \infty$ тогда по формуле тонкой линзы $\underbrace{-\frac{1}{d}}_{\to 0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = F$.

Значит, изображ-е предмета будет двигаться в фокус.



Чтобы найти угол, нужно найти ~~высоту~~ начальное расст-е между г.о.о. и изобр-м предмета

$\frac{H}{h} = \Gamma = \frac{f}{d}$

$H = \frac{f \cdot h}{d} = \frac{\frac{3F}{5} \cdot \frac{3F}{4 \cdot 2}}{\frac{3F}{2}} = \frac{3F}{10}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$tg\alpha = \frac{3F}{10\left(F-\frac{3F}{5}\right)} = \frac{3F\cdot 5}{\cancel{10}_{2}\cdot 2F} = \frac{3}{4}$$

Значит, $\alpha = arctg\frac{3}{4}$, изображение предмета движ-ся под углом $arctg\frac{3}{4}$ к Г.О.О.

3) Пусть изобр-е движется со скоростью U, значит, горизонтальная составляющая этой скорости (параллельно Г.О.О.) $= U_{гор} = \cancel{\frac{U}{\cos\alpha}}\ U\cdot\cos\alpha = \frac{4}{5}U$

Если зеркало движ-ся со ск-тью $V \Rightarrow$ изображ-е в зеркале движ-ся со ск-тью $2V$

для горизонтальных составляющих скоростей:

$$\frac{U_{отн}}{V_{отн}} = Г^2 \Rightarrow \frac{U_{гор}}{2V} = Г^2 =$$

$$Г = \frac{f}{d} = \frac{\cancel{3F}\cdot 2}{5\cdot \cancel{3F}} = \frac{2}{5}$$

$$= \frac{4}{25}$$

$$\frac{4\cdot U}{5\cdot 2V} = \frac{4}{25}$$

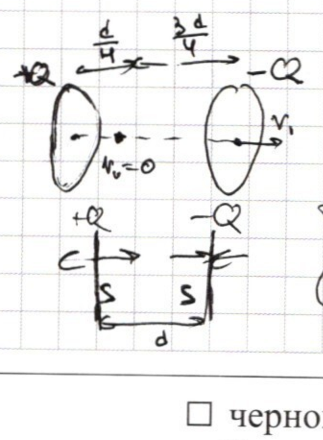
$$U = \frac{40V}{100} = \frac{2}{5}V$$

Ответ: 1) $\frac{3F}{5}$ 2) $arctg\frac{3}{4}$ 3) $\frac{2}{5}V$

№3

Дано:
S, d
$S_1 = \frac{d}{4}$
$V_0 = 0$
$\frac{q}{m} = \gamma$

V_1-? Q-? V_2-?



Реш-е:

напряжённость поля между пластинами: $E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} + \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$, где Q – заряд обкладок ($\varepsilon = 1$, т.к. конденсатор воздушный)

На частицу с зарядом q, пока она находится в конденсаторе, действует сила Кулона, равная $F_к = E \cdot q = \frac{Qq}{\varepsilon_0 S}$

По II з-у Н: $F_к = ma$

$$a = \frac{F_к}{m} = \frac{Qq}{m\varepsilon_0 S} = \frac{Q\gamma}{\varepsilon_0 S}$$

т.к. за время T частица пролетает расстояние $\frac{3d}{4}$, то

$$\frac{3d}{\cancel{4}_2} = \frac{aT^2}{\cancel{2}}$$

$$a = \frac{3d}{2T^2}$$

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

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

в начальный момент времени $V_0 = 0 \Rightarrow W_{к_1} = 0$

в момент вылета частицы, она имеет скорость $V_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow W_к = \frac{mV_1^2}{2}$

$A = \Delta W_{к_1}$ где A – работа поля по ~~п~~ перемещению частицы. ($\Delta W_к = \frac{mV_1^2}{2}$)

$A = E \cdot q \cdot l = E \cdot q \cdot \frac{3d}{4}$ (l – расстояние, пройденное частицой)

$$E \cdot q \cdot \frac{3d}{\cancel{4}_2} = \frac{mV_1^2}{\cancel{2}}$$

$$\frac{Q}{\varepsilon_0 S} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{3d}{2} = V_1^2$$

$$V_1^2 = \frac{3d\cancel{\varepsilon_0 S}}{2\cancel{\gamma}T^2 \cdot \cancel{\varepsilon_0 S}} \cdot \cancel{\gamma} \cdot \frac{3d}{2} = \frac{9d^2}{4T^2}$$

$$V_1 = \frac{3d}{2T}$$

3) $\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{mV_2^2}{2}$, где φ_1 – потенциал положительной обкладки в начальном полож-ии; φ_2 – потенциал отрицательной обкладки

$$\frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 \frac{d}{4}} - \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 \frac{3d}{4}} = \frac{mV_2^2}{2}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\frac{mV_2^2}{2} = \frac{Qq}{d\pi\varepsilon_0} - \frac{Qq}{3d\pi\varepsilon_0} = \frac{2Qq}{3d\pi\varepsilon_0} = \frac{\cancel{2}\cdot \cancel{3d\varepsilon_0} S q}{\cancel{2}\gamma T^2\cdot \cancel{3d}\pi \cancel{\varepsilon_0}} = \frac{Sq}{\gamma T^2\pi}$$

$$V_2^2 = \frac{2}{\cancel{m}}\cdot\frac{S\cdot \cancel{q}}{\gamma T^2\pi} = \frac{2S}{T^2\pi}$$

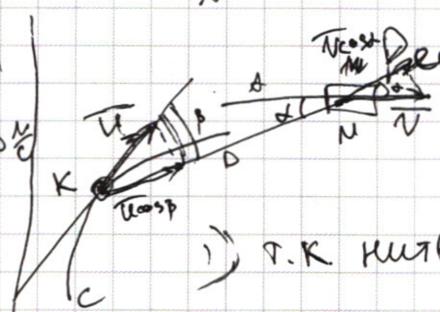
$$V_2 = \frac{1}{T}\sqrt{\frac{2S}{\pi}}$$

Ответ: 1) $\frac{3d}{2T}$ 2) $\frac{3d\varepsilon_0 S}{2\gamma T^2}$ 3) $\frac{1}{T}\sqrt{\frac{2S}{\pi}}$

N1

Дано:	СИ
$V = 68$ см/с	$=0{,}68$ м/с
$m = 0{,}1$ кг	
$R = 1{,}9$ м	
$l = \frac{5R}{3}$	
$\cos\alpha = \frac{15}{17}$	
$\cos\beta = \frac{4}{5}$	
U – ?	
U_v – ?	
T – ?	

Реш-е

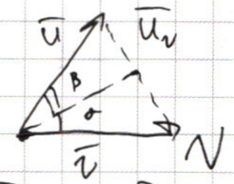


1) т.к. нить нерастяжима, то проекции ск-тей ~~на на~~ концов нити на нить равны $\Rightarrow U\cdot\cos\beta = V\cdot\cos\alpha$

$$U = \frac{V\cdot\cos\alpha}{\cos\beta}$$

$$U = \frac{0{,}68\cdot 15\cdot 5}{17\cdot 4} = \frac{4\cdot 15\cdot 5}{100\cdot 4} = \frac{3}{25} = 0{,}12 \text{ (м/с)}$$

2)



$$\bar U_v = \bar U - \bar V$$

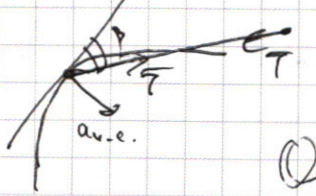
$$|\bar U_v| = U^2 + V^2 - 2UV\cos(\alpha+\beta)$$ (по теореме косинусов

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

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

$$|U_v| = 0{,}0144 + 0{,}5984 - 2\cdot 0{,}12\cdot 0{,}68\left(\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5}\right) =$$
$$= 0{,}6128 - \frac{2\cdot 12\cdot 68\cdot 36}{100\cdot 100\cdot 5\cdot 17} = 0{,}6128 - \frac{691{,}2}{10^4} = 0{,}6128 - 0{,}06912 =$$
$$= \underline{0{,}054368} \text{ (м/с)}$$

3)

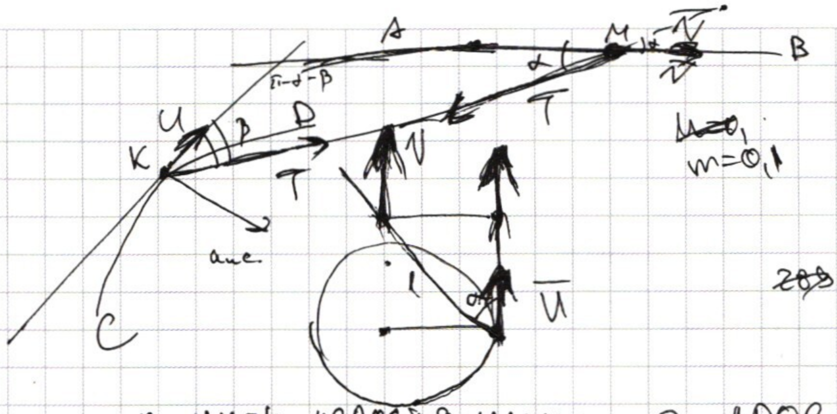


по II з-у Н: $T\cdot\sin\beta = m a_{ц.с.} = m\frac{U^2}{R}$

$$T = \frac{mU^2}{R\sin\beta} = \frac{0{,}1\cdot 0{,}0144\cdot 5}{1{,}9\cdot 3} \approx 14{,}7\cdot 10^{-4} \text{ (Н)}$$

Ответ: 1) 0,12 м/с 2) 0,054368 м/с 3) $14{,}7\cdot 10^{-4}$ Н

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$m=0{,}1$

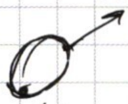
$l=\frac{5R}{3}$ $R=1{,}9$

$V=0{,}68$

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

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

т.к. нить нерастяжима, то проекции ск-тей концов



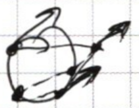
$0{,}68 \times 0{,}68 = 544$ … $5{,}5984$

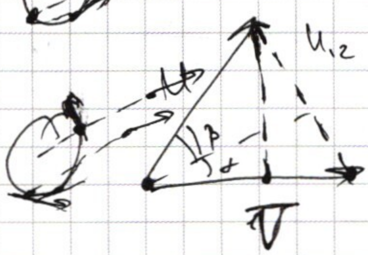
$0{,}5984 + 0{,}0144 = 0{,}6128$

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

$U=\frac{V\cos\alpha}{\cos\beta}=\frac{0{,}68\cdot\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}}=\frac{4\cdot17\cdot15\cdot5}{100\cdot17\cdot4}=\frac{3}{25}=0{,}12$

$\cos(\alpha+\beta)$ $5{,}5984$





$\bar{U}_{12}=\bar{U}-\bar{V}$

$|\bar{U}_{12}|=U^2+V^2-2UV\cdot\cos(\alpha+\beta)=$

$5{,}5984 + 0{,}0144 = 5{,}6128$

$=V^2+U^2-2UV(\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta)=0{,}0144+5{,}5984-$

$-2\cdot0{,}12\cdot0{,}68\left(\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5}-\frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5}\right)=5{,}6128-\frac{2\cdot12\cdot68\cdot36}{100\cdot100\cdot17\cdot5}=$

$60-24=36$

$=\frac{24\cdot4\cdot36}{5}=\frac{96\cdot36}{5}=$

$36:5=7{,}2$

$96\times7{,}2$: 192, 672, $691{,}2$

$5{,}6128-\frac{691{,}2}{10^4}=5{,}6128-\frac{6912}{10^5}=$

$5{,}61280-0{,}06912=5{,}54368$

$=5{,}6128-0{,}06912=5{,}54368$

$0{,}68\times0{,}68=544$

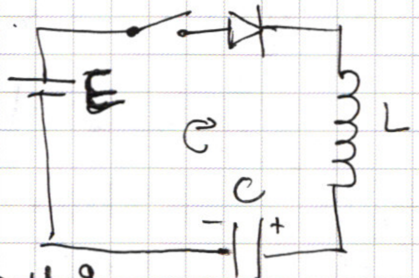
$a=\frac{Ev}{2}=\frac{544}{2}$ $0{,}5984$

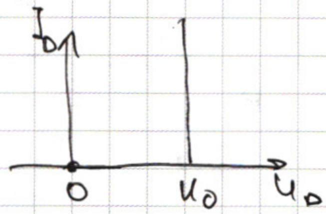
$T\cdot\sin\alpha=m\frac{V^2}{R}$

$T=\frac{mV^2}{R\cdot\sin\alpha}=\frac{0{,}1\cdot0{,}144}{1{,}9}$

$5{,}61280-0{,}06912=5{,}54368$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$E;\ C;\ U_1;\ U_0$

$a = \frac{2d}{\tau^2}$

1) $I' - ?$

2) $I_{max} - ?$

3) $U_2 - ?$

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

$280 : 1{,}9 = 147$; -19; 90; -76; 140; -133; 7

$10^2 = 100$, $11^2 = 121$, $10{,}5 \times 10{,}5 = 525$, 103, $110{,}25$

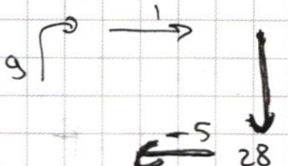
$$U_0 + LI' - U_1 = E$$

$$LI' = E + U_1 - U_0 = 9 + 5 - 1 = 13$$

$$I' = \frac{E + U_1 - U_0}{L}$$

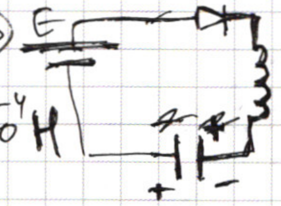
$I' = 130$ А/с, -130

$LI' = 0 \Rightarrow E = U_1 +$



$$\frac{0{,}1 \cdot 0{,}0144 \cdot 5}{1{,}9 \cdot 3} = \frac{144 \cdot 5}{10^4 \cdot 1{,}9 \cdot 3 \cdot 2} \approx 14{,}7 \cdot 10^{-4}\ \text{Н}$$

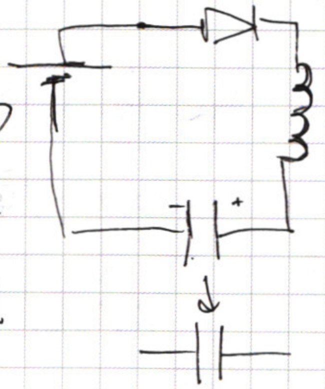
3)



$E = U_0 + U_2$

$U_2 = E - U_0 = 8$ В

2)



$E = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

$W_{нач} = \frac{CU_1^2}{2}$

$10{,}7 \times 10{,}7 = 749$, 107, $114{,}49$

$10{,}8 \times 10{,}8 = 864$, 108, $116{,}64$

$$\Delta q = CU_1$$

$$A_{ис} = \mathcal{E}\Delta q = \mathcal{E}CU_1$$

$$W_{кат} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \mathcal{E}CU_1 + \frac{LI^2}{2}$$

~~$CU_1^2 = 2ECU_1 + LI^2$~~

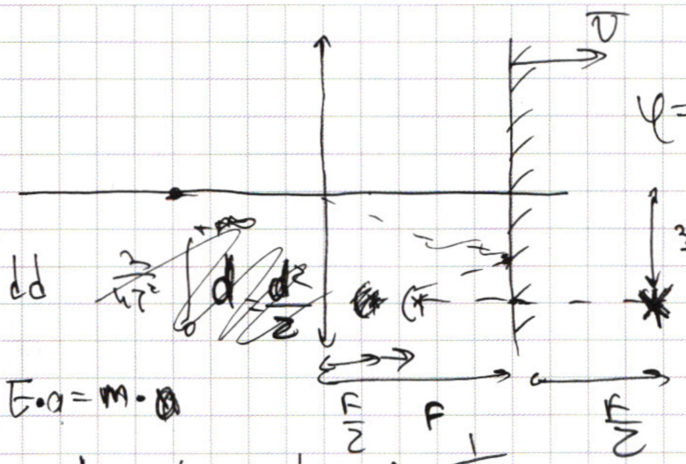
~~$C(U_1^2 - 2EU_1) = LI^2$~~

$$A = \Delta W = W_к - W_н = \frac{LI^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

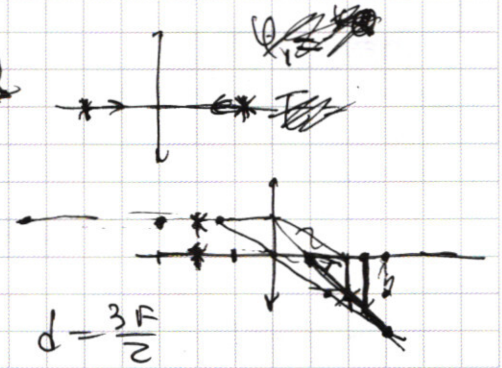
$$\frac{LI^2}{2} = \mathcal{E}CU_1 + \frac{CU_1^2}{2} \qquad LI^2 = 2ECU_1 + CU_1^2 \qquad I^2 = \frac{CU_1(2E + U_1)}{L}$$

$$LI^2 = CU_1(2E + U_1) \qquad I = \sqrt{\frac{CU_1(2E + U_1)}{L}}$$

5)



$\varphi = \frac{kQ}{r}$



$\int_0^{+\infty} \frac{3\cancel{X}}{4\pi r^2}\, dd$

$E \cdot q = m \cdot a$

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

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

$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

$-\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2\gamma r^2 \cdot 4\pi\varepsilon_0}$

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

$h = \frac{3}{5}F$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F}$ $= \frac{3dS}{8\pi\gamma r^2}$

$f = \frac{3}{5}F$ $\frac{4dS}{8\pi\gamma r^2}\left(\frac{4^3}{d} - \frac{4}{3d}\right) = \frac{8}{3d} \cdot \frac{d\,4dS}{8\pi\gamma r^2}$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3 \cdot 2}{5 \cdot 3} = \frac{H}{h} = \frac{H \cdot 4}{3F}$

$\frac{2}{5} = \frac{4H}{3F}$

$\frac{3}{10}$

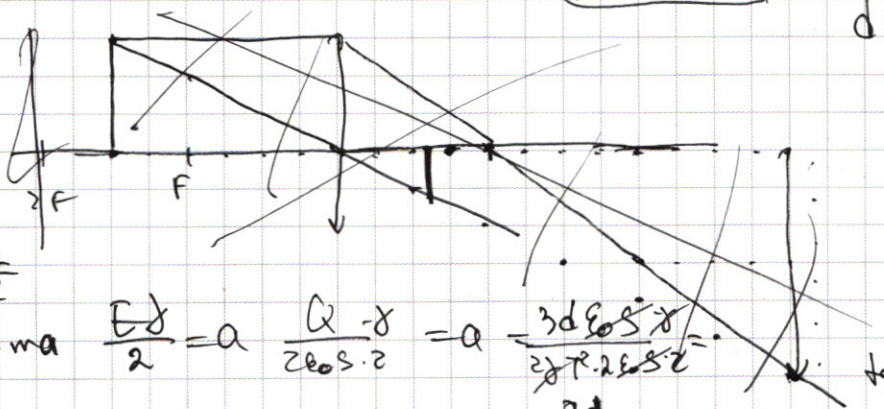
$\frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{Q}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}$

$H = \frac{3}{10}F$

$d = \infty \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$

$\Rightarrow f = F$

$\Gamma = \frac{f}{\infty} = 0$



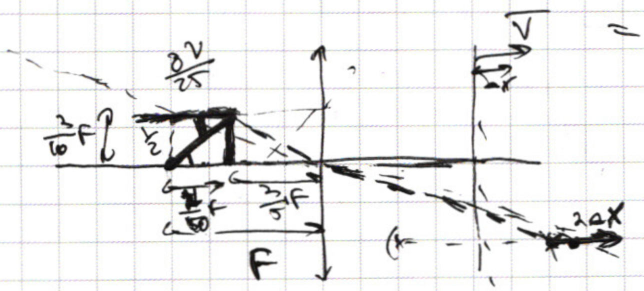
$E = \frac{E_0}{2}$

$\frac{E}{2} \cdot q = ma$ $\frac{E\gamma}{2} = a$ $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S \cdot 2}\gamma = a$ $\frac{3d\varepsilon_0 S\gamma}{2\gamma r^2 \cdot 2\varepsilon_0 S \cdot 2} =$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\frac{3}{10}}{\frac{2}{5}} = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 10} = \frac{3}{4}$

$= \frac{3d}{4\pi r^2}$

$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{3}{4}$



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

$\frac{8V}{25 \cdot \sin\alpha} = \frac{8V \cdot 5}{25 \cdot 3} = \frac{8}{15}V$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{2}{3F} = \frac{5}{3F}$

$f = \frac{3F}{5}$

$\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$

$\Gamma = \frac{3/5}{3/2} = \frac{2}{5} = \frac{H}{\frac{3}{4}F}$

$H = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}F$

$V_{изобр} = 2V$

$\frac{U_{отн}}{V_{отн}} = \Gamma \Rightarrow \frac{U}{V} = \frac{4}{25} = \frac{U}{2V}$ $\Gamma = \frac{2}{5}$

$\boxed{U_{гор} = \frac{8V}{25}}$

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

3) $A_{ц} = \frac{1}{2}\cdot(np_1 - p_1)(nV_1 - V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1 (n-1)^2$ $\qquad \varphi = \frac{kq}{r}$

$Q_{об} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (n-1) + \frac{5}{2} n p_1 V_1 (n-1)$ $\qquad \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{4kq}{3d} + \frac{4kq}{d}$

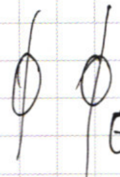
$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{2} p_1 V_1 (n-1)^2}{p_1 V_1 \left(\frac{3}{2}(n-1) + \frac{5}{2} n (n-1)\right)} = \frac{n-1}{3+5n} = \frac{n-1}{5n+3}$ $\qquad \frac{16kq}{3d}$

$n \geq 1$

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

$f'(n) = \frac{5n+3-5n+5}{(5n+3)^2} = \frac{8}{(5n+3)^2} > 0$ при $\forall n \Rightarrow$

$\Rightarrow \eta_{max} = \lim_{n\to\infty} \frac{n-1}{5n+3} = \frac{1}{5} = 20\%$

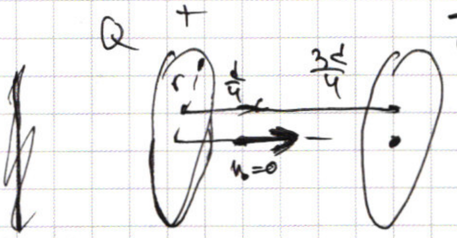


$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

N3) $\quad Q \quad + \quad -Q \qquad d, S \qquad \frac{q}{m} = \gamma$

$S = \pi r^2$

$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$



T

$V_1 - ?$

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ $\qquad C = \frac{Q}{U}$

$Q = CU = E d C$

$U = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} d$

$F_1 = E q$

$F_2 = E_2 q \qquad F_1 + F_2 = q(E_1 + E_2)$

$E\cdot q = \frac{U}{d}\cdot q = \frac{Q d}{\varepsilon_0 S d}\cdot q = \frac{Qq}{2\varepsilon_0 S} = ma$ $\qquad E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$

$a = \frac{Qq}{2\varepsilon_0 S m} = \frac{Q\gamma}{2\varepsilon_0 S}$

$ES, \quad \Phi = ES$

$\frac{aT^2}{2} = \frac{3d}{4}$

$\frac{Q\gamma}{\varepsilon_0 S} = a = \frac{3d}{2T^2}$ $\qquad Q = \frac{3d\varepsilon_0 S}{2\gamma T^2}$

$\frac{3d}{2} = \frac{V^2}{2a}$

$A = W_k \qquad A = E q d = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}\cdot q \frac{3d}{4} = \quad V^2 = \frac{3d}{2}\cdot a$

$= \frac{3d\varepsilon_0 S\cdot q\cdot 3d}{2\gamma T^2 \varepsilon_0 S\cdot 4} = \frac{9d^2 q}{2\cdot 4\gamma T^2} = \frac{mV^2}{2}$ $\qquad a = \frac{Q\gamma}{\varepsilon_0 S} = \frac{3d\varepsilon_0 S\gamma}{2\gamma T^2 \varepsilon_0 S} = \frac{3d}{2T^2}$

$V_1^2 = \frac{9d^2 q}{\gamma T^2 m} = \frac{9d^2}{2T^2} \qquad V_1 = \frac{3d}{T}\sqrt{\frac{1}{2}}$

$\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}\cdot q\cdot\frac{3d}{4} = \frac{mV_1^2}{2}$ $\qquad V^2 = \frac{3d}{2}\cdot\frac{3d}{2T^2}$

$\frac{9\gamma d\varepsilon_0 S}{\gamma T^2 \varepsilon_0 S}\cdot\frac{q}{m}\cdot\frac{3d}{4\cdot 2} = V_1^2 = \frac{9d^2}{2T^2} \qquad V_1 = \frac{3d}{2T} \qquad V = \frac{3d}{2T}$

☐ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

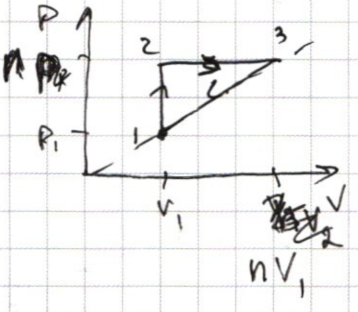
Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$i = 3$

$1\text{-}2 \to V = const \quad p\uparrow \; T\uparrow$

$2\text{-}3: \; p = const \quad V\uparrow \; T\uparrow$

$3\text{-}1: \; p\downarrow \; V\downarrow \; T\downarrow$

$1\text{-}2: \quad V = const \Rightarrow A = 0$

$Q = \Delta U = \frac{3}{2}\Delta p V = \frac{3}{2}V_1(np_1 - p_1) = \frac{3}{2}p_1V_1(n-1)$

$2\text{-}3: \quad A = p\Delta V$

$\Delta U = \frac{3}{2}p\Delta V \quad Q = A + \Delta U = \frac{5}{2}p\Delta V = \frac{5}{2}np_1(nV_1 - V_1) =$

$= \frac{5}{2}np_1V_1(n-1)$

$Q_{12} = C_1\nu \cdot \nu \cdot (T_2 - T_1)$

$Q_{23} = C_2\nu \cdot \nu \cdot (T_3 - T_2)$

$\frac{C_1\nu}{C_2\nu} = \frac{Q_{12}}{Q_{23}}\frac{(T_3-T_2)}{(T_2-T_1)} = \frac{\frac{3}{2}p_1V_1(n-1)}{\frac{5}{2}p_1V_1n(n-1)}\frac{(T_3-T_2)}{(T_2-T_1)} = \frac{3(T_3-T_2)}{5n(T_2-T_1)} =$

$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{np_1V_1}{T_2} \qquad \frac{np_1V_1}{T_2} = \frac{np_1nV_1}{T_3}$

$T_2 = nT_1 \qquad T_3 = nT_2 = n^2T_1$

$= \frac{3T_1(n^2-n)}{5nT_1(n-1)} = \frac{3n(n-1)}{5(n-1)n} = \frac{3}{5}$

?) $Q_{23} = \frac{5}{2}p\Delta V \qquad \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}p\Delta V}{p\Delta V} = \frac{5}{2}$

$A_{23} = p\Delta V$