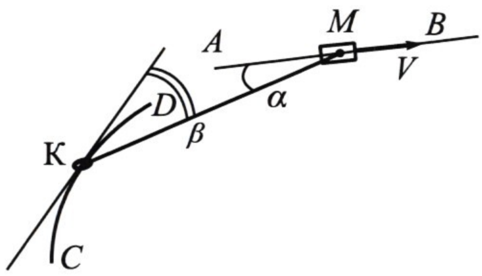
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

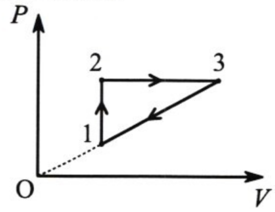
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

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.



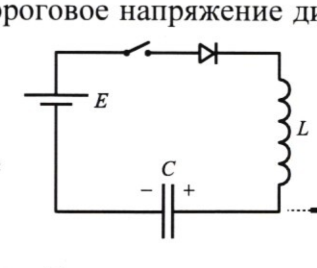
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

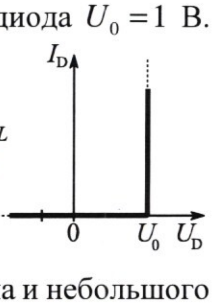
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

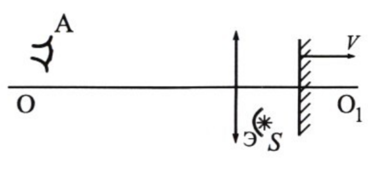
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

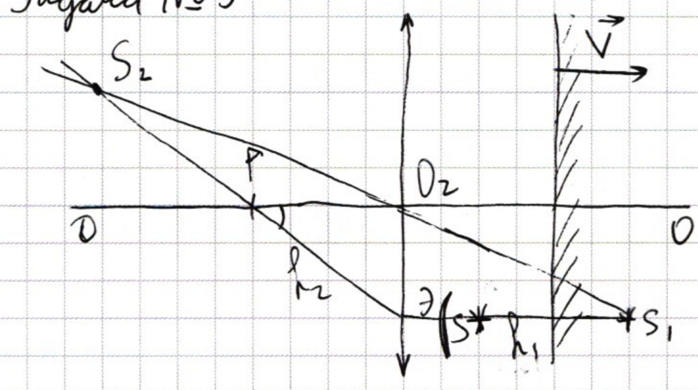
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5



O_2 - точка пересечения OO_1 и плоскости линзы

1) Свет от S попадает на линзу только после отражения в зеркале; мнимый источник для линзы S_1 находится ~~от линзы~~ на расстоянии $F-\frac{F}{2}=\frac{F}{2}$ справа от зеркала, т.е. на расстоянии $F+\frac{F}{2}=\frac{3F}{2}$ справа от линзы. Обозначим это расстояние за d_1, а расстояние от ~~S~~ линзы до ~~изображения~~ S_2 ~~за f~~ наблюдателя за f_1. Тогда по формуле для тонкой линзы:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{d_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d_1}=\frac{d_1-F}{d_1F} \Rightarrow f_1=\frac{d_1F}{d_1-F}=\frac{3F\cdot F}{2(\frac{3F}{2}-F)}=$$

$=\frac{3F^2\cdot 2}{2\cdot F}=3F \Rightarrow$ расстояние на котором наблюдатель сможет увидеть изображение S_2 мнимого источника S_1 равно $f_1=3F$

2). Строя изображение источника S_1 мы проводим прямую через S_1 и O_2, не преломляющуюся в линзе и прямую, перпендикулярную линзе из S_1, которая после преломления проходит через фокус. ~~Т.к. зерк~~ Обозначим перпендикуляр за h_1, а его преломлённую часть за h_2. При движении зеркала, строя изображение S_1 для каждого момента времени, мы проводим ~~такие~~ перпендикуляр и его продолженную часть, совпадающие соответственно с h_1 и h_2 (т.к. зеркало двигается ~~по оси~~ вдоль OO_1). А вот прямые, проходящие через мнимый источник и ~~угол~~ O_2 разные в каждый момент времени. Из ~~этого~~ того, что изображение источника всегда лежит на прямой h_2 можно сделать вывод, что это изображение движется по оси h_2 => искомый угол это $\widehat{h_2 OO_1}$. Его тангенс равен $\frac{3F}{4 \cdot F} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}\frac{3}{4}$

3). Скорость мнимого источника S_1 ~~равна~~ v_1 равна $2V$. Скорость изображения S_2 источника S_1 ~~равна~~ u равна $\Gamma^2 \cdot v_1$, где Γ — увеличение линзы, равное $\frac{f_1}{d_1} = \frac{3F \cdot 2}{3F} = 2 \Rightarrow u = \Gamma^2 \cdot v_1 = \Gamma^2 \cdot 2V = 8V$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\operatorname{arctg}\frac{3}{4}$ 3). $8V$

Задача №2

~~1) Во время цикла величина $\frac{pV}{T}$ остаётся постоянной~~

~~=> т.к.~~ Процесс 1−2 изохорный => $\frac{p}{T} = const$, т.к. $p\uparrow$, то и $T\uparrow$. Процесс 2−3 изобарный => $\frac{V}{T} = const$, и т.к. $V\uparrow$, то и $T\uparrow$. В процессе 3−1 $p\downarrow$ и $V\downarrow$ => т.к. $\frac{pV}{T} = const$, то и $T\downarrow$ => повышение температуры газа происходило в процессах 1−2 и 2−3 => ~~от нас~~ требуется найти C_{12} и C_{23} (теплоёмкости на участках 1−2 и 2−3 соответственно)

~~В процессе 1−2 V постоянен~~ $V_1 = V_2 \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$, где ν — кол-во в-ва газа

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23} + p\Delta V_{23} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23} + \nu R \Delta T_{23} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{23}$

$Q_{12} = \nu C_{12}\Delta T_{12}$, $Q_{23} = \nu C_{23}\Delta T_{23} \Rightarrow C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}}$, $C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{Q_{12} \cdot \Delta T_{23}}{\Delta T_{12} \cdot Q_{23}} = \frac{3 \nu R \Delta T_{12} \cdot \Delta T_{23} \cdot 2}{2 \Delta T_{12} \cdot 5 \nu R \Delta T_{23}} = \frac{3}{5}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{23}$, $A_{23} = \nu R \Delta T_{23}$ (из (1)) $\Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{5}{2}$

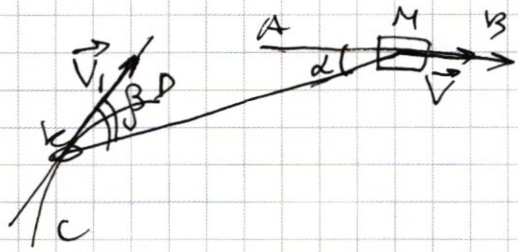
Задача № 4

1). По II закону Кирхгофа (сразу после замыкания ключа): $\mathcal{E} = U_д + U_L$ (сразу после замыкания ключа диод пропускает ток) $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_L = \mathcal{E} - U_д$ т.к. $U_L = Li'$, то $i' = \frac{\mathcal{E} - U_д}{L} = 40 \left(\frac{А}{с}\right)$

Ответ: 1) $40 \frac{А}{с}$

Задание № 1

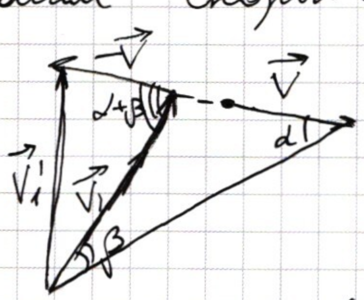


1). Пусть скорость кольца равна V_1. Проекции на ось MK V_1 и V равны $\Rightarrow V_1 \cos\beta = V\cos\alpha \Rightarrow V_1 = \frac{V\cos\alpha}{\cos\beta} = \cancel{68}\,\frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \left(\frac{см}{с}\right)$

2). По правилу сложения скоростей:

$\vec V_1 = \vec V + \vec V_1'$, где $\vec V_1'$ — скорость кольца относительно подвижной системы отсчёта, связанной с муфтой.

Искомая скорость $\cancel{\vec V_1' = \vec V_1 - \vec v}$ $\vec V_1' = \vec V_1 - \vec V = \vec V_1 + (-\vec V)$



Угол $\alpha + \beta$ — внешний.

По правилу треугольника получаем вектор $\vec V_1'$. По теореме косинусов его длина равна:

$V_1 = \sqrt{V^2 + V_1^2 - 2V_1V\cos(\alpha+\beta)}$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} - \sqrt{\left(1 - \frac{15^2}{17^2}\right)\left(1 - \frac{4^2}{5^2}\right)} =$

$$= \frac{12}{17} - \sqrt{\left(1-\frac{225}{289}\right)\left(1-\frac{16}{25}\right)} = \frac{12}{17} - \sqrt{\frac{64}{289}\cdot\frac{9}{25}} = \frac{12}{17} - \frac{8\cdot 3}{17\cdot 5} =$$

$$= \frac{60-24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$V_1 = \sqrt{68^2+75^2-2\cdot 68\cdot 75\cdot \frac{36}{85}} = \cancel{\sqrt{68^2+75(75-}} \approx 77 \left(\frac{см}{с}\right)$$

Ответ: 1) $75\ \frac{см}{с}$ 2) $77\ \frac{см}{с}$

Задача № 3

1). Пусть $a_{ср}$ – среднее ускорение частицы.

$$\cancel{\text{тогда}}\ d = \frac{a_{ср}T^2}{2} \Rightarrow a_{ср} = \frac{3d}{2T^2}$$

$$V_1 = a_{ср} T = \frac{3d}{2T}$$

2). По закону сохранения энергии:

$$\frac{mV_1^2}{2} = qE\frac{3}{4}d \Rightarrow E = \frac{4mV_1^2}{3\cdot 2qd} = \cancel{\frac{\gamma V_1^2}{2d}} \cdot \frac{2\gamma V_1^2}{3d} \quad (1)$$

C – электроёмкость конденсатора, U – напряжение между обкладками

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \text{ (т.к. конденсатор в вакууме)}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{Ed} \Rightarrow E = \cancel{\frac{Cd}{Q}}\ \frac{Q}{Cd} \quad (2)$$

Из (1) и (2) получаем: $\frac{Q}{Cd} = \frac{2\gamma V_1^2}{3d}$;

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

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

Ответ: 1) $V_1 = \frac{3d}{2T}$ 2) $Q = \cancel{\gamma}\ \frac{2\gamma V_1^2\varepsilon_0 S}{3d} = \frac{3\gamma d\,\varepsilon_0 S}{2T^2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{pV}{T} = const$ $\frac{p}{T}$ $\frac{V}{T}$ $\frac{\downarrow pV\downarrow}{T\downarrow}$ $\times\frac{68}{68}$

$\frac{C_{12}}{C_{23}}$ — ?

225

$17 \times 17 = 119 + 17\ldots = 289$

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

$Q_{23} = \nu C_{23} \Delta T_{23}$

$Q_{12} = \Delta U_{12} + \cancel{A_{12}}^{0} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + \nu R\Delta T_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$

$p(V_2 - V_1) = \nu R T_2 - \nu R T_1 = \nu R \Delta T$

$Q_n =$ переделать

Почему 12 и 23? Нет $-A_{12}$ и $+A_{23}$?

1) $Q_{12} = \Delta U_{12} - A_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} - p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} - \nu R\Delta T_{12} = \frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12}$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} + p\Delta V_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$

$Q_{12} = \nu C_{12}\Delta T_{12} \Rightarrow C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu\Delta T_{12}} = \frac{1}{2}R$

$Q_{23} = \nu C_{23}\Delta T_{23} \Rightarrow C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\cancel{R}\cdot 2}{2\cdot 5\cancel{R}} = \frac{1}{5}$

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

$A_{23} = \nu R\Delta T_{23}$

3) $\eta = \frac{A_{23} - A_{12} - A_{13}}{Q_{12} + Q_{23} - Q_{13}}$ Почему?

$Q_{13} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31} - A_{31}$

$A_{23} - A_{12} - A_{13} = p_2(V_3 - V_2) - V_2(p_2 - p_1) - \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_3 - V_2) =$

$= (V_3 - V_2)(p_2 - \frac{1}{2}p_1 - \frac{1}{2}p_2) - V_2(p_2 - p_1) = (V_3 - V_2)(\frac{1}{2}p_2 - \frac{1}{2}p_1) -$

$- V_2(p_2 - p_1) = \frac{1}{2}(V_3 - V_2)(p_2 - p_1) - V_2(p_2 - p_1) = (p_2 - p_1)(\frac{1}{2}V_3 - \frac{1}{2}V_2 - V_2) =$

$= \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_3 - 3V_2)$

$Q_{12} + Q_{23} - Q_{13} = \frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12} + \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23} - \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31} + A_{31} =$

$= \frac{1}{2}\nu R(T_2 - T_1 + 5T_2 - 5T_3 - 3T_3 + 3T_1) + A_{31} =$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$\frac{1}{2}\nu R(6T_2+2T_1-8T_3)+A_{31}=\nu R(3T_2+T_1-4T_3)+A_{31} \ominus$

$A_{31}=\frac{1}{2}(p_1+p_3)(V_3-V_1)=\frac{1}{2}(p_1V_3-p_1V_1+p_2V_3-p_3V_1)=$

$=\frac{1}{2}(p_1V_3-p_1V_1)=\frac{1}{2}\nu R\Delta T_{31}$

$\ominus \nu R(3T_2+T_1-4T_3+\frac{1}{2}T_3-\frac{1}{2}T_1)=\nu R(3T_2+\frac{1}{2}T_1-3\frac{1}{2}T_3)$

$A_{23}-A_{12}-A_{31}=$

$A_2=\frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_3-V_2)$

$\cancel{Q_{12}=\nu R\Delta T_{12}}$

Очевидно:

1). $Q_{12}=\nu C_{12}\Delta T_{12} \Rightarrow C_{12}=\frac{Q_{12}}{\nu\Delta T_{12}} \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{23}}=\frac{Q_{12}\cdot\Delta T_{23}}{\Delta T_{12}\cdot Q_{23}}=\frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}}\cdot\frac{\Delta T_{23}}{Q_{23}}$

$Q_{23}=\nu C_{23}\Delta T_{23} \Rightarrow C_{23}=\frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}}$

$Q_{12}=\Delta U_{12}+\overset{0 \text{ потому, что...}}{A_{12}}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}$

$Q_{23}=\Delta U_{23}+A_{23}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}+p\Delta V_{23}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}+\nu R\Delta T_{23}=\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$

$\to \frac{C_{12}}{C_{23}}=\frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}}{\Delta T_{12}}\cdot\frac{\Delta T_{23}}{\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}}=\frac{3\nu R\cdot 2}{2\cdot 5\nu R}=\frac{3}{5}$

2). $Q_{23}=\Delta U_{23}+A_{23}=\ldots=\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23} \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}}=\frac{5\nu R\Delta T_{23}}{2\nu R\Delta T_{23}}=\frac{5}{2}$

$A_{23}=\nu R\Delta T_{23}$

3) $\eta=\frac{A_{цикл}}{Q_{12}+Q_{23}-Q_{31}}$

$Q_{31}=\Delta U_{31}-A_{31}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31}-\frac{1}{2}(p_1+p_3)(V_3-V_1)\quad \frac{1}{2}\nu R\Delta T_{31}=\nu R\Delta T_{31}$

$\Rightarrow Q_{31}<0$

$A_{цикл}=S_{123}=\frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_3-V_2)$

$Q_{12}+Q_{23}-Q_{31}=\frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}+\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}-\nu R\Delta T_{31}=$

$=\frac{1}{2}\nu R(3\Delta T_{12}+5\Delta T_{23}-2\Delta T_{31})=\frac{1}{2}\nu R(3T_2-3T_1+5T_3-5T_2-$

$-2T_1+2T_3)=\frac{1}{2}\nu R(-2T_2-5T_1+7T_3)$

$120\cdot 36$; $36\cdot 120=720$; 4320; $68\cdot 68=544+408=4624$; $2\cdot 68\cdot 75\cdot 36$; $75\cdot 75=525+375=5625$; $4624+5625=10249$; 15; 10.249; 4320; 5.929; $77\cdot 77=539+539=5929$; 5625; $=4400$; $=6400$; $=2500$; 10000

☑ 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

$$A_{цикл} = \frac{1}{2}\Delta p_2 \Delta V_{23} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\nu R\Delta T_{12}}{V_2}\cdot\frac{\nu R\Delta T_{23}}{p_2} = \frac{1}{2}\nu^2R^2\Delta T_{12}\cdot\Delta T_{23}\cdot$$

$$\cdot\frac{1}{V_2 p_2\ \nu R T_2} = \frac{\Delta T_{12}\cdot\Delta T_{23}\cdot\nu R}{2T_2}$$

$$T_3 - T_1 = \frac{p_3V_3}{\nu R} - \frac{p_1V_1}{\nu R}$$

$$\eta = \frac{\Delta T_{12}\cdot\Delta T_{23}}{T_2(3\Delta T_{12}+5\Delta T_{23}-2\Delta T_{31})}$$

$$\Delta T_{12} = \frac{\Delta p_2 V_2}{\nu R} \qquad \Delta T_{23} = \frac{p_2\Delta V_{23}}{\nu R} \qquad \Delta T_{31} = \frac{p_3V_3 - p_1V_1}{\nu R}$$

$$\frac{3V_2\Delta p_{12}}{\nu R} + \frac{5p_2\cdot\Delta V_{23}}{\nu R} - \frac{2(p_3V_3-p_1V_1)}{\nu R} =$$

$$= \frac{3V_2p_2 - 3V_2p_1 + 5p_2V_3 - 5p_2V_2 - p_3V_3 + p_1V_1}{\nu R} =$$

$$= \frac{p_1V_1 - 2p_2V_2 - p_3V_3 - 3\overset{V_1p_1}{V_2p_1} + 5\overset{-p_3V_3}{p_2V_3}}{\nu R} =$$

$$p_3V_1 = p_1V_3 = p_1V.$$

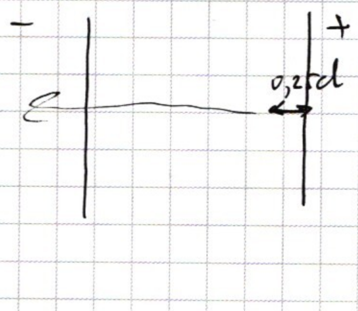
$$= \frac{-2p_1V_1 - 2p_2V_2 + 4p_3V_3}{\nu R} = \frac{2}{\nu R}(2p_3V_3 - p_1V_1 - p_2V_2) =$$

$$= 2(2T_3 - T_1 - T_2) = \frac{2}{\nu R}(2p_3V_3 - p_1V_2 - p_3V_1) =$$

$$= \frac{2}{\nu R}\cancel{(2p_2V_3 - V_2(p_1+p_2))(2p_3V_3 - p_1}\ (2p_2V_3 - p_1V_2 - p_1V_3) =$$

$$= \frac{2}{\nu R}(2p_2V_3 - p_1(V_2+V_3))$$

$$E = \frac{F}{q}$$



$$\cancel{E = F}\quad \varphi = Ed$$

$$\vec{v}_к = \vec{v}_м + \vec{v}_{cm} \qquad \vec{v}_к - \vec{v}_м$$

$$V_0\cos\alpha = V_1\cos\beta \Rightarrow V_1 = \frac{V_0\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{68\cdot 15\cdot 5}{17\cdot 4}$$

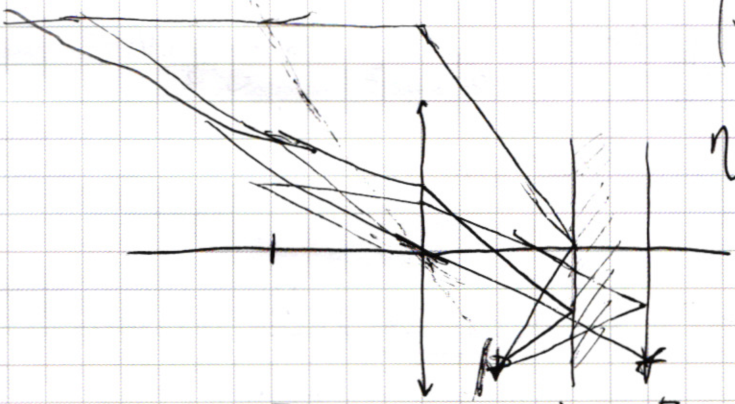
$$ma = F_{k1} + F_{k2} = \frac{qQ}{d-l} + \frac{qQ}{l} = \frac{qQl + qQd - qQl}{l(d-l)} =$$

$$= \frac{qQd}{l(d-l)}$$

$$W = qEd = Fd \qquad E = \frac{F}{q} \qquad \mathcal{E} - U_C - U_L$$

$$a = \frac{qQd}{l(d-l)m} = \frac{\gamma Qd}{l(d-l)} \qquad S \qquad t$$

$$a = \frac{\gamma Q \cdot d}{l} \cdot \frac{d \, 1}{d-l} \qquad a' = \dots \qquad (V_3 - V_2) = \cdot \quad (p_2 - p_1)^2$$



$\eta =$

$$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \nu R_0 T_{31} + \frac{3}{2}\nu R_0 T_{31} - A_{23} = \frac{5}{2}\nu R_0 T_{31} - A_{23}$$

$$A_2 = \frac{1}{2}\nu R(T_3 + T_1$$

$$S_1 \text{ на расст. } \frac{F}{2} + 2\left(F - \frac{F}{2}\right) = \frac{F}{2} + F = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{d-F}{Fd} = \cancel{\frac{\frac{F}{2}}{\frac{F}{2}\cdot\frac{3F}{2}}} \; 2 \quad \frac{Fd}{d-F} =$$

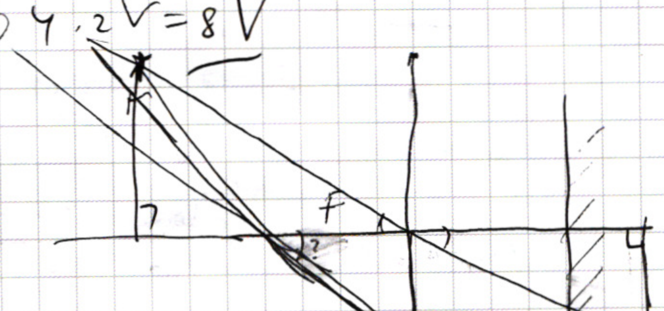
$$= \frac{3F \cdot F \cdot 2}{2 \, (F} = 3F$$

$$\cancel{\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d+F} = \frac{\frac{3F^2}{2}}{\frac{5F}{2}} = \frac{3F}{5}}$$

$$V_{S_1} = 2V \qquad u_u = \Gamma^2 V_{S_1} \ominus \qquad \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F \cdot 2}{3F} = 2$$

$$\ominus \; 4 \cdot 2V = 8V$$

$$\frac{f}{d} = \frac{H}{h} \qquad \frac{\nu R_0 T_{32}}{\Delta p_{32}}$$



$$p_2(V_3 - V_2) - \nu R_0 T_{31}$$

$$p_2 \Delta V_{32}$$

☑ 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

$Li' = U_L$

$\mathcal{E} = U_L + U_1 \Rightarrow U_L = \mathcal{E} - U_1 \Rightarrow i' = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L} = \frac{9-5}{0{,}1} = 40 \left(\frac{A}{c}\right)$

$\frac{В}{Гн}$

$\mathcal{E} = U_D + Li_m' + U_C$

$\frac{\mathcal{E} - U_D - U_C}{L} = i_m$

$Кл \cdot \frac{Н}{Кл} \cdot м$

$\mathcal{E} - U_0 - Li = U_2$

$\mathcal{E} = U_L + U_C \Rightarrow Li' + U_C \Rightarrow i' = \frac{\mathcal{E} - U_C}{L}$

$U_D = \mathcal{E} - U_L - U_C$

$0{,}25d,\ T,\ \frac{q}{m}$

$\int_{0{,}25d}^{d} = \cdot rad \left| \frac{1}{l(d-l)} \right.$

$qE(d - 0{,}25d) = \frac{mv^2}{2} \rightarrow \frac{2qE \cdot 0{,}75d}{m} = v^2 \rightarrow$

$v = \sqrt{2\gamma E \cdot 0{,}75d} = \sqrt{\frac{3}{2}\gamma Ed}$ $\quad E = \frac{F}{q}$

$\frac{d}{l(d-l)}$ $\quad \frac{ld - l^2}{d} = l - \frac{l^2}{}$

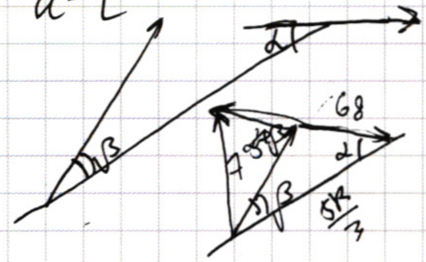
$\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$

$\frac{d}{0{,}25d \cdot 0{,}75d}$ $\quad \frac{16}{3d}$

$0{,}75d = \frac{at^2}{2}$

$\frac{qQ}{d} + \frac{qQ}{l-d}$ $\quad qQ\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{l-d}\right)$ $\quad \frac{\cancel{l-d}+d}{l-d} = \frac{l}{l-d}$

$$= \frac{d-l+d}{d-l} = \frac{2d-l}{d-l} = 1 + \frac{d}{d-l}$$



$F_1 = k\frac{qQ}{r^2}$ $\quad F_2 = k\frac{qQ}{(d-r)^2}$

$F_1 + F_2 = k\,qQ\left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(d-r)^2}\right)$

$f' = -2\cdot\frac{1}{r} + 2\cdot\frac{1}{d-r} = 2\left(\frac{1}{d-r} - \frac{1}{r}\right) = 2\left(\frac{r-d+r}{r(d-r)}\right) = 2\left(\frac{2r-d}{r(d-r)}\right)$

$\frac{1}{3} - \frac{1}{3}$ $\quad \frac{1}{4} - \frac{1}{2}$

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

$a_5 \sin\beta$

$T_2 - T_1 + T_3 - T_2$

$= T_3 - T_1 = \Delta T_3$

$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ $\quad Q_{12} + Q_{23} =$ $\quad \frac{3}{2}\nu R(\Delta T_{12} + \Delta T_{23}) + A_{23} =$

$= \frac{3}{2}\nu R\Delta T_3$

$C = \frac{q}{U}$ $\quad U = Ed \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{q}{Cd} = \frac{q\,d}{\varepsilon\varepsilon_0 S d}$

$= \frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$ $\quad v^2 = \frac{3}{2}\gamma E d \Rightarrow E = \frac{2v^2}{3\gamma d}$

v_n $\quad 0{,}75d = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a_{yn} = \frac{3d}{2t^2}$

$v_1 = at = \frac{3d}{2t}$ $\quad Q_{31} = \Delta U_{31} - A_{31} =$

$= \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{31} - \frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_3 - V_1)$

$\frac{Q}{\varepsilon\varepsilon_0 S} = \frac{2v^2}{3\gamma d} \Rightarrow Q = \frac{2v^2\varepsilon\varepsilon_0 S}{3\gamma d}$ $\quad p_1V_3 + p_1V_1 + p_3V_3 + p_3V_1 =$

$= p_3V_3 - p_1V_1 = \nu R\Delta T_{31}$

$A = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_3 - V_2) = \frac{1}{2}(p_2V_3 - p_2V_2 - p_1V_3 + p_1V_2) =$

$= \frac{1}{2}(p_3V_3 - p_3V_1 - p_1V_3 + \cancel{p_3V_1} + p_1V_1) = \frac{1}{2}(\cancel{\Delta pV})_3$

$= \frac{1}{2}(p_3V_3 + p_1V_1 - 2p_1V_3)$

$\boxtimes$ черновик $\quad \square$ чистовик $\quad$ Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) $\quad$ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$qEd = \frac{mv^2}{2}$$

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \qquad C = \frac{q}{U} = \frac{q}{Ed} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow \frac{Q}{E} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d^2}$$

$$E = \frac{Qd^2}{\varepsilon_0 S} \qquad F = \frac{qQd^2}{\varepsilon_0 S} \Rightarrow Q = \frac{F\varepsilon_0 S}{qd^2} =$$

$$F = \frac{qQ}{r^2}$$

$$= \frac{d^2-2dr+r^2-r^2}{r(d-r)^2} = \frac{d(d-2r)}{r(d-r)^2}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{kQq}{m}\left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{(d-r)^2}\right)$$

$$\int_{0,25d}^{d}$$

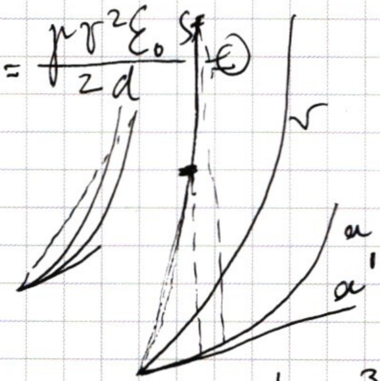
$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

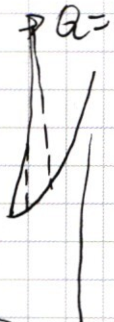
$$\frac{Q}{U} = \frac{Q}{Ed} = \frac{\varepsilon_0 S}{Ed}$$

$$E = \frac{mv^2}{2qd} \Rightarrow Q = \frac{mv^2\varepsilon_0 S}{2qd} = \frac{\gamma v^2 \varepsilon_0 S}{2d}$$

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

$$r = 0{,}25d + vt$$





$$0{,}75d = \frac{at^2}{2}$$

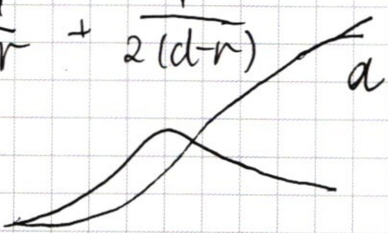
$$\frac{3}{2}d = at^2 \Rightarrow a = \frac{3}{2T^2} \qquad v = at = \frac{3d}{2T}$$

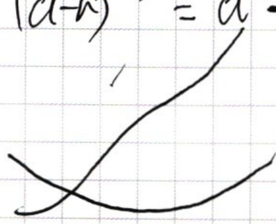
$$\frac{9\gamma\varepsilon_0 S}{4T^2 \cdot 2d} = \frac{9\gamma\varepsilon_0 S}{8dT^2}$$

$$(d-r)^{-2} = \frac{1}{d^2-2dr+r^2}$$

$$v = \frac{kQq}{m}\left(-\frac{1}{2r} + \frac{1}{2(d-r)}\right)$$

$$a = v' = S''$$





$\mathcal{E} = U_б + U_c + U_L$

$U_c + U_L = \mathcal{E} - U_б$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)