

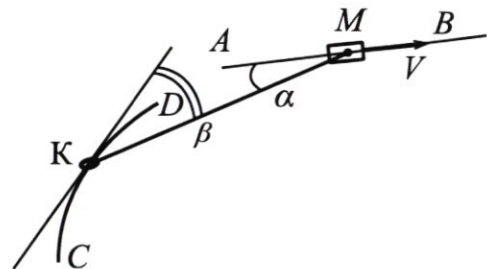
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-04

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



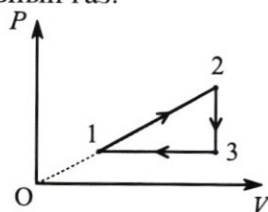
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?

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.

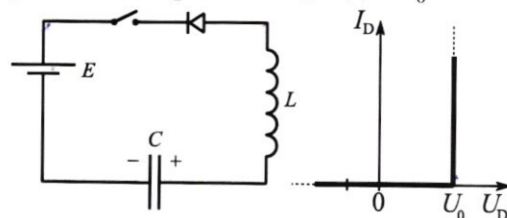
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

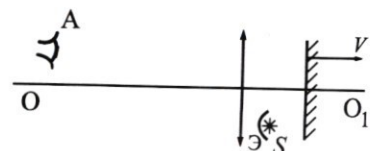


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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

Рано:

$$V_{\text{мотора}} = V = 2 \text{ м/с.}$$

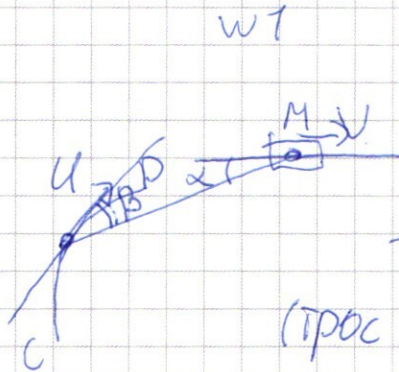
$$\cos \alpha = 4/5$$

$$\cos \beta = 8/17$$

$$R = 1,5 \text{ м.}$$

$$l = \frac{17R}{15}$$

$$V_{\text{кольца}} = U = ?$$



(В решении используются
лишь горизонтальные силы, т.к.
вертикальные в сумме равны 0 и их
на что не влияют)

$$1) V \cos \alpha = U \cos \beta \quad \text{из кинематики}$$

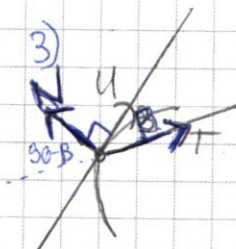
(трос нарастающим $\Rightarrow$ проекции скорости
на ось троса равны)

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 4/5}{8/17} = \frac{17}{5} \text{ (м/с)}$$

2) $U_{\text{кольца}} = U_{\text{отн}} + V_{\text{мотора}}$ (Правило сложения
скоростей. (Для наглядности, можно рисунок):



$$\begin{aligned} \Rightarrow U_{\text{отн}}^2 &= U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta) = \\ &= \left(\frac{17}{5}\right)^2 + 4 - 4 \cdot \frac{17}{5} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \\ &= \frac{17^2}{25} + 4 - \frac{4}{5} \cdot 17 \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) = \\ &= \frac{17^2}{25} + 4 - \frac{4}{5} \left(\frac{32 - 45}{5} \right) = \frac{17^2 + 100 + 52}{25} = \\ &= \frac{289 + 100}{25} = \frac{389}{25} \Rightarrow U_{\text{отн}} = \frac{19}{5} \text{ (м/с)} \end{aligned}$$



$$1) \frac{m U_{\text{отн}}^2}{l} = T - N \sin \beta \quad (\text{отн-но мотору})$$

$$2) \frac{m U^2}{R} = T \sin \beta - N$$

Тело движется по
окр. радиуса R
Закон Ньютона
на ось троса

про-ие на сп, стороне.

$$\frac{m u_{\text{отн}}^2}{e} = T - N \sin \beta$$

$$\frac{m u^2}{R} = T \sin \beta - N \cos \beta$$

$$\left(\frac{m u_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta \right) = T (1 - \sin^2 \beta)$$

$$T = \left(\frac{m u_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta \right) \cdot \frac{1}{1 - \sin^2 \beta} = \frac{m}{\cos^2 \beta} \left(\frac{u_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{u^2}{R} \sin \beta \right)$$

Отв. $u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{17}{5} \text{ (м/с)}$

2) $u_{\text{отн}} = \frac{21}{15} \text{ (м/с)}$

3) $T = \left(\frac{m u_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta \right) \cdot \frac{1}{1 - \sin^2 \beta} \approx 5,1 \text{ Н.}$

W2. (начало p-и на бей стороне)

$4 \eta \vec{r}_2 - 4 \eta \vec{r}_1 = \vec{r}_2 + \vec{r}_1 - 2\sqrt{r_1 r_2}$ Замечка: $\vec{r}_1 = x$
 $\vec{r}_2 = y$

$4 \eta x^2 - 4 \eta x^2 = y^2 + x^2 - 2xy$

$(1-\eta)y^2 + (1+\eta)x^2 - 2xy = 0 \rightarrow (1-4\eta)y^2 + (1+4\eta)x^2 - 2xy = 0$

$D_4 = x^2 - (1-16\eta^2)x^2 = 16\eta^2 x^2$

$y^2 (1-\eta) - (1+\eta)x^2 + 2xy = 0$

$x^2 + (1-\eta)x^2 - 0(1+\eta)x^2 = (1-\eta)^2 x^2$

$y = \frac{(1+\eta)x \pm x \sqrt{1-\eta^2}}{1-\eta} = \frac{1+\eta \pm \sqrt{1-\eta^2}}{1-\eta} x$

$y = \frac{x \pm 4\eta x}{1-4\eta} = \frac{1 \pm 4\eta}{1-4\eta} x$

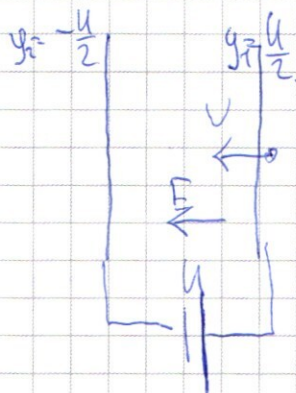
$\frac{1+4\eta}{1-4\eta} > 0$, минус
был некорректен, т.к. $y \neq x$
($\eta \neq 0$)

$\frac{1+4\eta}{1-4\eta} > 0$ при $\eta < \frac{1}{4}$

$\Rightarrow \text{Max } \eta = \frac{1}{4}$

Отв. $\text{Max } \eta = \frac{1}{4}$ 1) 3 2) 5:3 или 3:5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано:
 d, U, V_1

W3.

- I: 1) $q \cdot U_1 = \frac{mV_1^2}{2}$ (ЗСЭ) (частица влетает со стороны положительной заряд. обкладки).
- 2) $U_1 = U_0 \cdot 0,8 = 0,8U$ (поле равномерное, тк мы пренебрегаем краевыми эффектами).

$$\Rightarrow q \cdot \frac{4}{5} U = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{5 \cdot V_1^2}{8 U}$$

- II: $\gamma m a = q E$ - II Закон Ньютона (a - ускорение частицы)

$$V_1 T - \frac{a T^2}{2} = 0 - \text{уравнение движения}$$

$$T = \frac{2V_1}{a} = \frac{2V_1 m}{q E} = \frac{2V_1 d}{\gamma U} = \frac{16 V_1 d}{5 V_1^2} = \frac{16 d}{5 V_1}$$

- III: Заметим, что на правой пластине потенциал $\phi = \frac{U}{2}$.

Тогда:

$$-q \cdot (\phi - 0) + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{q \cdot U}{2}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{q \cdot U}{m}$$

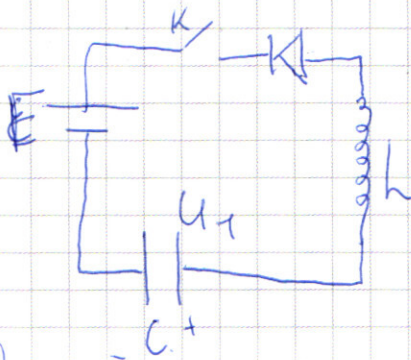
$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{q \cdot U}{m}} = \sqrt{V_1^2 + \gamma U} =$$

$$= \sqrt{V_1^2 + \frac{5 V_1^2}{8}} = \sqrt{\frac{13}{8}} V_1$$

$$3) V_0 = \sqrt{V_1^2 + \gamma U} = \sqrt{\frac{13}{8}} V_1$$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{q}{m} = \frac{5 V_1^2}{8 U}$

2) $T = \frac{2V_1 d}{\gamma U} = \frac{16 d}{5 V_1}$



Дано:

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 3 \text{ В}$$

$$E = 6 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

уч

Закон Кирхгофа (Правило Кирхгофа)

$$E - U_L + U_1 = 0 \text{ (ток через диод еще не течет)}$$

$$I' = \frac{U_1 - E}{L} = \frac{3}{0,4} = \frac{30}{4}$$

$$\frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + Q_{\text{диод}} + \frac{C U_k^2}{2} = \frac{C U_1^2}{2} + qE$$

2) $Q_{\text{диод}} = \int I U dt = qU$ (Закон Джоуля-Ленца)

3) $q = C \Delta U = C(U_1 - U_k)$ (Закон Сохр. Заряд)

4) $U_k = U_0 + E$ - ~~когда ток максимальный~~ (Правило Кирхгофа)

Напряжения на катушке равно 0, иначе он будет меняться (либо возрастать, либо убывать). Однако, в момент, когда $U_0 = U_k$

на конденсаторе - момент когда ток перестает нарастать (до этого ток нарастает).

$$\frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = q(E - U_0) + \frac{C(U_1 - U_k)(U_1 + U_k)}{2} = C(U_1 - U_k) \left((E - U_0) + \frac{U_1 + U_k}{2} \right)$$

$$= C(U_1 - U_0 - E) \left(E - U_0 + \frac{U_1 + U_0 + E}{2} \right)$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2C(U_1 - U_0 - E)(E - U_0 + \frac{U_1 + U_0 + E}{2})}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,4} (5 + 8)} =$$

$$= \sqrt{\frac{13}{16}} \cdot 10^{-2} \text{ (А)}$$

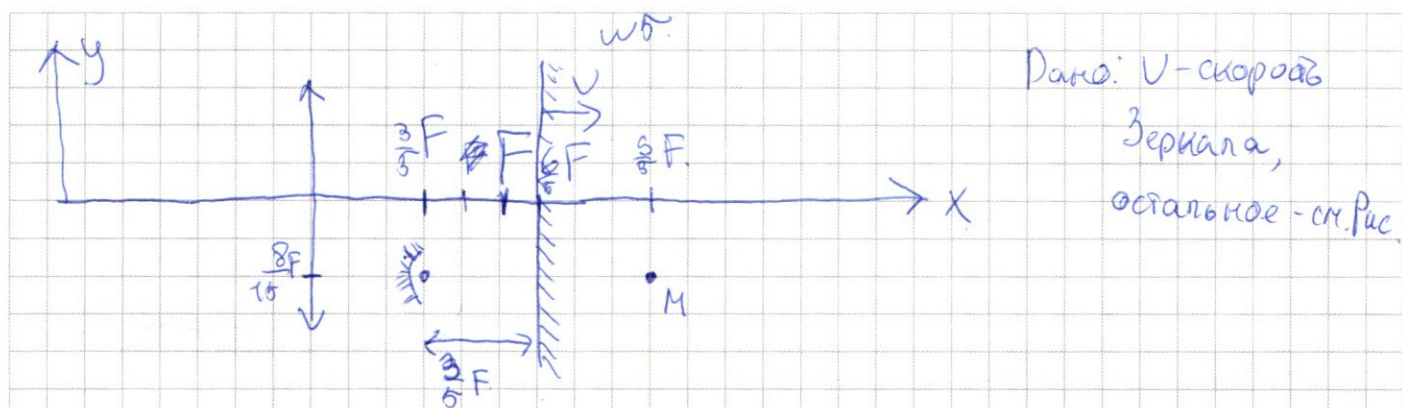
III: Как только напряжение U_1 станет меньше U_k , ток через диод течь не будет. Энергия катушки перейдет в поле $\Rightarrow$ установившееся напряжение $U_2 = U_k = 7 \text{ В}$.

Ответ: 1) $I' = \frac{30}{4}$

2) $I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2C(3-7)(5+8)}{L}} = \sqrt{\frac{4C \cdot 13}{L}} = 10^{-2} \sqrt{13}$

3) $U_2 = 7 \text{ В}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



г) Отразившись в зеркале, ~~маленький~~ источник даст 1 ^(м) ~~маленькое~~ изображение, которое будет на расстоянии $\frac{3}{2}F$ от линзы.

2) По формуле тонкой линзы, ^{изображение} ~~расстояние~~ будет на рас-
стоянии F : $\frac{1}{f} + \frac{1}{\frac{3}{2}f} = \frac{1}{F}$ (линза собирательная)

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{3F}$$

$$f = \frac{3}{4} F \Rightarrow \text{Участок отрез: } \frac{3}{4} F$$

Тема: Погрешности

пункт: Поперечн
 1) $V_{\text{изображ}} = \Gamma \cdot V_{\text{предмета}}$ (поперечная скорость изобра-
 жения от-но скорости предмета) (при малых смещениях (зamaloe время t, изобра-)

2) $V_{\text{изоброт}} = \Gamma \cdot V_{\text{предмета}}$ ^{линейная скорость на Γ} ^{линейная скорость предмета} ^{угловая скорость}

изображения]

3) $V_{np} = 2V_{\text{зеркала}}$. Аналогично, используя формулу для продольного увеличения $\Gamma_{np} = \Gamma_o \Gamma_z$.

9) $f_{gx} = \frac{V_y}{V_x} = \frac{1}{1}$

$$b) \Gamma = \frac{f}{y} = \frac{0,1}{4} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{0,1}, U = \sqrt{\Gamma + \Gamma^2} = 2U \sqrt{1 + \frac{1}{16}}$$

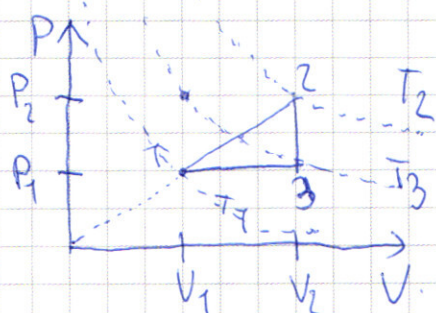
d - расстояние от изображения в зеркале до книги

$$V_0 = 2V \sqrt{\frac{15}{16}} = \frac{3}{2} V \sqrt{15}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{4}F$ (справа от центра).

2) $\tan \alpha = \frac{4}{3}$

3) $V_0 = 2V = \sqrt{r^2 + r^2} = \frac{3}{2}\sqrt{5}V$
~~или~~ $\sqrt{2}$.



1) $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$ (из уравн. прямой 1-2).

2) $\frac{C_p}{C_2} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$ (из 3С)*
 (T-ра ~~связана~~ только на этих участках, см. изотермы на стр.)

* $Q_p = \frac{3}{2}R\Delta T + A = \frac{5}{2}R\Delta T$

II 1) $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$

$A = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{1}{2}(P_1V_2 + P_2V_2 - P_1V_1 - P_2V_1)$
 $= \frac{1}{2}(P_1V_1 - P_2V_2)$ (так, $P_1V_2 = P_2V_1$ из 1)
 $= \frac{1}{2}R\Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2}R\Delta T}{\frac{1}{2}R\Delta T} = 3$

III

1) $\eta = \frac{A_0}{Q_H}$

2) $Q_H = Q_{12} = 2DR\Delta T$

3) $A_0 = A - P_1(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}P_1V_1 - \frac{1}{2}P_2V_2 - P_1V_2 + P_1V_1$

4) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_2}{T_3}$ (из ур. Менделеева-Клапейрона)

$T_3 = \sqrt{T_1T_2}$ - следствие из ур. 4 и ур. $P_1V_2 = P_2V_1$

$A_0 = \frac{1}{2}(DR(T_1 + T_2) - 2DR(\sqrt{T_1T_2}))$

$\eta = \frac{2DR(T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1T_2})}{4DR(T_2 - T_1)} = \frac{T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1T_2}}{4(T_2 - T_1)} = \frac{(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})^2}{4(T_2 - T_1)}$

$4\eta(T_2 - T_1) = T_2 + T_1 - 2\sqrt{T_1T_2}$ Продолжение на стр. 2.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho} \right) (V_2 - V_1) = P_2 V_2 - P_1 V_1 - P_1 V_2 + P_2 V_1 = P_2 V_2 + P_1 V_1 - 2P_1 V_2$$

$$\frac{T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1 T_2}}{T_2 - T_1}$$

$$\frac{(T_2 - T_1)^2}{T_2 - T_1} = \tau$$

$$T_2 + T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2} = T_2 - T_1$$

$$(1-\eta)T_2 + (1+\eta)T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$(1-\eta)T_2 + (1+\eta)T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$2T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$T_1 - \sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$\frac{T_1}{2} + \frac{3T_2}{2} - 2\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$T_1 + 3T_2 - 4\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$x^2 + 3T_2 - 4\sqrt{T_1 T_2} = 0$$

$$D/4 =$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_1} = \frac{P_1 V_1}{T_2}$$

$$T_3 = \frac{P_1 V_1}{P_2} \quad T_3 = \frac{V_1}{V_2} T_1 = \frac{P_1}{P_2} T_2$$

$$A_0 = (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) = P_2 V_2 + P_1 V_1 - P_1 V_2 - P_2 V_1$$

$$T_3 = -2P_1 V_2$$

$$T_3 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{P_1}{P_2} T_2$$

$$\frac{(a-b)^2}{a^2 - b^2} = \frac{(a-b)^2}{(a-b)(a+b)} = \frac{a-b}{a+b}$$

$$(\eta^2 - 2)(1-\eta)^2 - (1+\eta)^2 \leq 0$$

$$(\eta^2 - 2)\eta^2 - 2(1-\eta+\eta^2) - 1+\eta+\eta^2 \leq 0$$

$$\eta^2(\eta^2 - 2) - 3 - 3\eta^2 + \eta \leq 0$$

$$-(2\eta^2 + 2) + \eta^2(\eta^2 - 2) - \eta \leq 0$$

$$(\eta^2 - 1)(\eta^2 - 2) \leq 2\eta^2 + 2$$

$$T = \frac{T_2 P_2 V_1}{T_1 P_1 V_2}$$

$$A_0 = \Gamma_1 + \Gamma_2 -$$

$$\sin \beta \left(\frac{m u_{\text{отн}}^2}{R} - \frac{m u^2}{R} \sin \beta \right) \frac{m}{\cos^3 \beta} =$$

$$\frac{m}{\cos^3 \beta} \left(\frac{u_{\text{отн}}^2}{e} - \frac{u^2}{R} \sin \beta \right) = \frac{1}{19} \left(\frac{449 \cdot 15}{25 \cdot 17} - \frac{17^2 \cdot 15}{25 \cdot 17} \right) \cdot \frac{0,4 \cdot 17^2}{64} =$$

$$= \frac{15 \cdot 17^2}{17} \cdot \frac{0,4}{64} \cdot \frac{1}{19} \left(\frac{449 - 17^2}{25} \right) = \left(\frac{27 - 17)(27 + 17)}{25} \right) \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{0,4}{64 \cdot 19} =$$

$$= \frac{4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 15}{17 \cdot 17 \cdot 64 \cdot 32 \cdot 2} = \frac{15}{34}$$

$$\frac{15}{17} \left(\frac{27^2}{25} - \frac{17^2}{25} \right) \cdot \frac{0,4 \cdot 17^2}{64 \cdot 19} = \frac{4 \cdot 38 \cdot 0,4 \cdot 17^2}{25 \cdot 17 \cdot 64 \cdot 8}$$

$$m \frac{0,4 \cdot 17^2 \cdot 15}{64 \cdot 17 \cdot 19} \cdot \frac{27^2 - 17^2}{25} = \frac{38 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 15}{19 \cdot 25 \cdot 64 \cdot 17} =$$

$$= \frac{17 \cdot 15^3}{25 \cdot 2} = \frac{5,1}{10}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

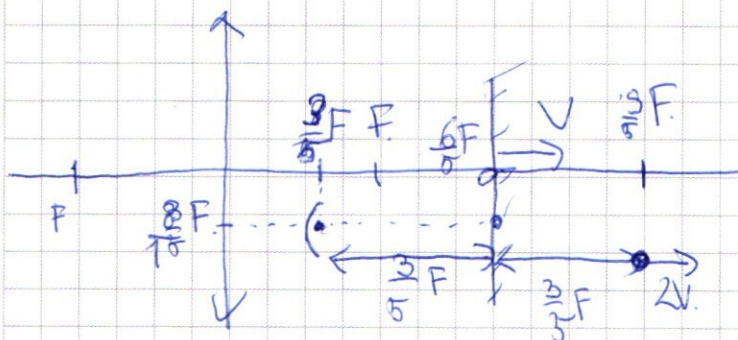
$$U_1 + U_2 = U_3$$

$$U_2 = U_3$$

и 5.

$$\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} \cdot \sqrt{\frac{1}{T_1 T_2}}$$

$$\frac{\sqrt{T_1 T_2}}{T_1 + T_2} \cdot \sqrt{1}$$



~~3F~~

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

$$\frac{1}{d} = \frac{4}{3F}$$

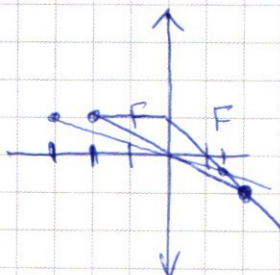
$$d = \frac{3F}{4}$$

$$\Gamma \cdot 2V = U_x$$

$$\Gamma^2 \cdot 2V = U_y$$

$$\frac{U_y}{U_x} = \Gamma$$

$$\tan \alpha = \Gamma = \frac{5}{4}$$



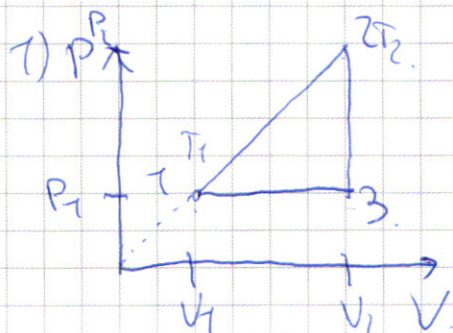
$$\sqrt{U_x^2 + U_y^2} = 2V \sqrt{\Gamma^2 + 1} = 2V \Gamma \sqrt{1 + \Gamma^2}$$

$$\frac{5T_2 - 3T_1 - 2\sqrt{T_1 T_2}}{4(T_2 - T_1)} = \frac{5T_2 - 3T_1 - \frac{2T_1 T_2}{T_1 + T_2}}{4(T_2 - T_1)} = \frac{5T_2^2 + 5T_1 T_2 - 3T_1^2 - 3T_1^2 - 2T_1^2}{4(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)}$$

$$2T_1 T_2 + 2T_1 T_2 - 2T_1 T_2$$

$$= \frac{5T_2^2 + 2T_1 T_2 - 3T_1^2 - 2T_1 T_2}{4(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)} = \frac{5T_2^2 - 3T_1^2}{4(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)}$$

$$= \frac{5T_2^2 - 3T_1^2}{4T_2^2 - 4T_1^2} = \frac{5T_2^2 - 3T_1^2}{4(T_2^2 - T_1^2)} = \frac{5T_2^2 - 3T_1^2}{4(T_2^2 - T_1^2)} = \frac{5T_2^2 - 3T_1^2}{4(T_2^2 - T_1^2)}$$



W2

$$1) P_2 = \frac{V_2}{V_1} P_1$$

$$A = \left(\frac{P_2 + P_1}{2} \right) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 + P_2 V_1 - P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$P_1 = P_2 \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow P_1 V_2 = P_2 V_1$$

$$Q_{12} = -\frac{5}{2} R \Delta T = -\frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) A = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$Q_{31} = -\frac{5}{2} R \Delta T_2 = -\frac{5}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_2) A = \frac{5}{2} R \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta U}{A} = 3$$

$$Q_{12} + Q_{31} = -\frac{5}{2} P_1 (V_2 - V_1) - \frac{5}{2} P_2 (V_1 - V_2) = \frac{A_0}{\Delta U + A} = \frac{A_0}{2 R \Delta T}$$

$$= (V_2 - V_1) \left(\frac{3}{2} P_2 + \frac{5}{2} P_1 \right)$$

$$\bar{T}_3 = \frac{V_1}{V_2} T_1$$

$$\bar{T}_3 = \frac{P_1}{P_2} T_2$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_1$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_1 \Rightarrow \bar{T}_3 = \frac{P_1 V_2}{P_2 V_1} T_2 = T_1$$

$$\bar{T}_3 = T_1$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{31}}{Q_{12}}$$

$$\eta = \frac{A_0}{2 R (T_2 - T_1)} = \frac{\frac{5}{2} R (T_2 - \bar{T}_3) - \frac{3}{2} R (\bar{T}_3 - T_1)}{2 R (T_2 - T_1)} = \frac{\frac{5}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} R (T_1 - \bar{T}_3)}{2 R (T_2 - T_1)}$$

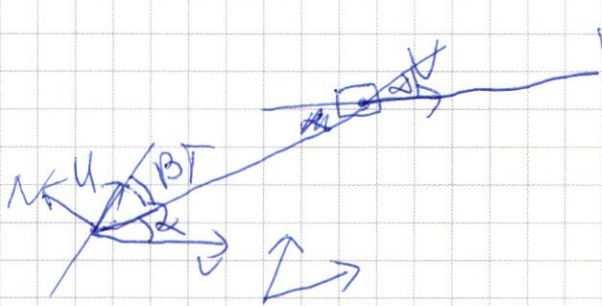
$$= \frac{5(T_2 - T_1) + 3(T_1 - \bar{T}_3)}{4(T_2 - T_1)}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{31} + Q_{12}}{Q_{12}} = \frac{\frac{5}{2} R (T_2 - \bar{T}_3) + \frac{3}{2} R (\bar{T}_3 - T_1)}{2 R (T_2 - T_1)} = 1 - \frac{\frac{5}{2} (T_2 - \bar{T}_3) + \frac{3}{2} (\bar{T}_3 - T_1)}{2(T_2 - T_1)}$$

$$= 1 - \frac{5(T_2 - \bar{T}_3) + 3(\bar{T}_3 - T_1)}{4(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{5T_2 - 3T_1 + 2\bar{T}_3}{4(T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{4(T_2 - T_1) - 5T_2 + 3T_1 + 2\bar{T}_3}{4(T_2 - T_1)} = \frac{-T_2 + 3T_1 + 2\bar{T}_3}{4(T_2 - T_1)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$17^2 = 64$$

$$\begin{aligned} \sqrt{(17-8)(17+8)} &= \\ &= 3\sqrt{25} = \\ &= 15. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 64 + 225 &= \\ &= 289 = 17^2. \end{aligned}$$

W1.

$$1) V \cos \alpha = U \cos \beta$$

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

$$2) \vec{U} = \vec{V} + \vec{V}_{отн.}$$

$$\vec{V}_{отн.} = \vec{V} - \vec{U}$$

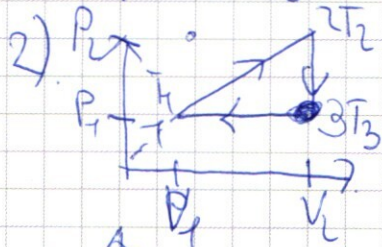
$$V_{отн.} = \sqrt{V^2 + U^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)}$$

$$3) \frac{m U^2}{R} = T \sin \beta$$

$$\frac{m V_{отн.}^2}{e} = T$$

W2.

$$1) \frac{C_p}{C_p} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$



$$\frac{3}{2} R \Delta T = \Delta U$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{(P_2 + P_1)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_2 V_2 + P_1 V_1}{2} - \frac{P_1 V_2 + P_2 V_1}{2} \\ &= \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1 + P_1 V_2 - P_2 V_1}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2} + \frac{P_1 V_2 - P_2 V_1}{2} \end{aligned}$$

$$= \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_2 V_1)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_2}{T_3}$$

$$T_3 = \frac{P_1}{P_2} T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_2$$

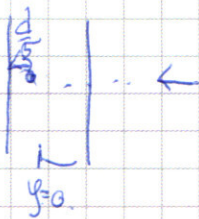
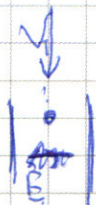
$$1) P = k \cdot V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{(P_2 + P_1)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1 + P_1 V_2 - P_2 V_1) \\ &= \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_2 V_1) \end{aligned}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 T_1}{P_2 T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2}{P_1} T_1$$



у3.

$$1) q \cdot U_1 = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$2) U_1 = E \cdot \frac{d}{5} = \frac{4}{5} U$$

$$\frac{q}{m} = \frac{5UV_1^2}{8}$$

$$ma = qE$$

$$V_1 t - \frac{at^2}{2} = 0$$

$$t(V_1 - \frac{a}{2}t)$$

$$t = \frac{V_1}{\frac{a}{2}} = \frac{V_1}{2(\frac{q}{m}E)} = \frac{mV_1 d}{2qU}$$

$$\frac{mV^2}{2} = q(y_1 - y_2)$$

$$y_2 = 0$$

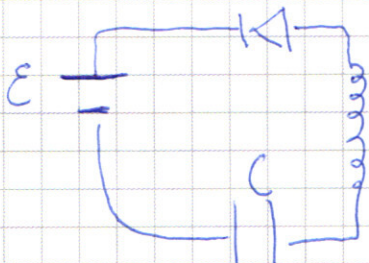
$$y_1 = \frac{S}{2\epsilon_0} \frac{d}{U}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{qU}{2}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{qU}{m}}$$

у4.

$$\begin{aligned} \Delta \Phi I' &= U_0 - \mathcal{E} \\ I' &= \frac{U_0 - \mathcal{E}}{r} \end{aligned}$$



$$U_1 = U_2 = U_3$$

$$U_2 = U_3$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI^2}{2} + Q = \frac{CU_0^2}{2} - Fq$$

$$3) q = CU_1 - CU_2$$

$$U_2 = \mathcal{E} + U_0$$

$$Q = q \cdot U_0 = (\mathcal{E} + U_0) U_0$$