

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

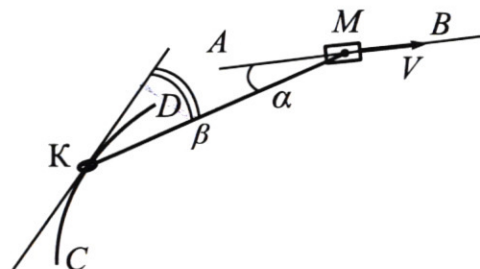
Вариант 11-04

Шифр L.49

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

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.



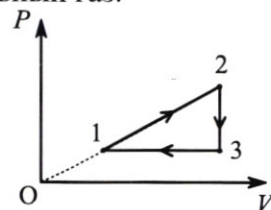
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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?

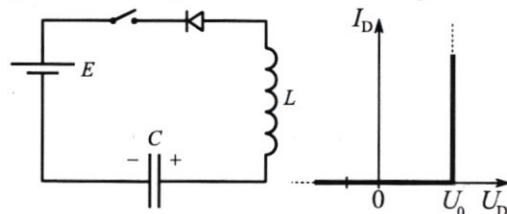
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

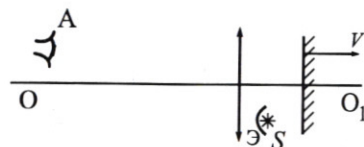


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

$N3$
Дано: $U; d$
 v_1

1) частица влетает со стороны отрицательной обкладки, так как в противном случае её ускорение было бы направлено вправо и она бы не остановилась

2) $T=?$
3) $v_0=?$

1) $\vec{a}$ направлено вправо на отрицательной частице

2) $E = \frac{U}{d}$ $\varphi = E \cdot 0,2d = \frac{U}{d} \cdot 0,2d = 0,2U$, где U — потенциал в месте остановки частицы

По закону сохранения энергии от времени влета в конденсатор до остановки:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}q\frac{U}{5}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = -\frac{4}{5}qU$$

$$\frac{q}{m} = -\frac{5v_1^2}{8U} \Rightarrow \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{5v_1^2}{8U}$$

3) Ускорение $\vec{a}$ постоянно и по второму закону Ньютона равно $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

$F = Eq$ $a = \frac{Eq}{m} = E \cdot \gamma = \frac{5v_1^2 E}{8U}$ $U = Ed \Rightarrow a = \frac{5v_1^2}{8d}$

В силу симметрии время от влета до остановки равно времени от остановки до вылета

по закону кинематики равноускоренного движения

$$\frac{1}{2}T = \frac{v_1}{a} \Rightarrow T = \frac{2v_1}{a} = \frac{2v_1 \cdot 8d}{5v_1^2} = \frac{16d}{5v_1}$$

4) по закону сохранения энергии от момента, когда тело было бесконечно далеко от конденсатора до остановки

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = q\frac{U}{5} \quad mv_0^2 = \frac{2qU}{5} \quad v_0^2 = \frac{2qU}{5m} = \frac{2U}{5} \cdot 8$$

$$v_0^2 = \frac{2U}{5} \cdot \frac{5v_1^2}{8U} = \frac{v_1^2}{4} \Rightarrow v_0 = \frac{1}{2}v_1$$

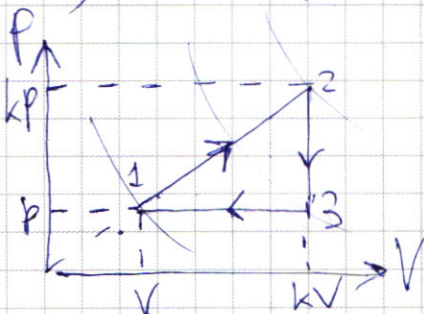
Ответ: 1) $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$ 2) $T = \frac{16d}{5v_1}$ 3) $v_0 = \frac{1}{2}v_1$

N2

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = ?$$

$$\eta_{\max} = ?$$



1) изменение температуры происходит на участках 2-3 и 3-1

$$Q = C \Delta T$$

$\Rightarrow$ надо найти $\frac{C_{23}}{C_{31}}$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$ по первому началу термодинамики

$$A_{23} = 0 \text{ т.к. } \Delta V = 0 \Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad C_{23} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V \quad p \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\Rightarrow Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T \quad C_{31} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{5}{2} R$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3R \cdot 2}{2 \cdot 5R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $A_{12} = S_{гр}$, где $S_{гр}$ - площадь под линией 12 по оси V . Пусть $p_1 = p$, $p_2 = kp$ тогда в силу прямой зависимости

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1} = k \quad \text{Пусть } V_1 = V, \quad V_2 = kV$$

$$S_{гр} = \frac{(p + kp)(kV - V)}{2} = \frac{pV(k+1)(k-1)}{2} = \frac{pV(k^2 - 1)}{2}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad pV = \nu RT \quad \text{по уравнению}$$

Менделеева - Клапейрона; пусть $T_1 = T$

Тогда $T_2 = k^2 T$, т.к. и p и V увеличились в k раз $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T (k^2 - 1)$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T (k^2 - 1)}{2 \cdot pV (k^2 - 1)}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 4A_{12} = 2pV(k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{A_{гр}}{Q_{+}} \quad Q_{+} = Q_{12} \quad A_{гр} = S_{гр}^* \quad S_{гр}^* - \text{площадь}$$

треугольника, стороны которого - процессы 1-2; 2-3; 3-1

$$A_{гр} = \frac{1}{2} (pk - p)(Vk - V) = \frac{1}{2} pV (k-1)^2$$

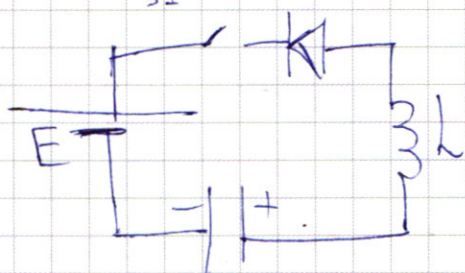
$$\eta = \frac{pV(k-1)^2}{2 \cdot 2pV(k^2 - 1)} = \frac{(k-1)(k-1)}{4(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

Для нахождения максимума можно взять производную η'

$$\eta' = \frac{1 \cdot (k+1) \cdot 4 - 4(k-1)}{16(k+1)^2} = \frac{4k+4-4k+4}{16(k+1)^2}$$

Ответ: 1) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = 0,6$ 2) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$

N_4
 $E = 6 \text{ В}$
 $C = 10 \text{ мкФ}$
 $U_1 = 8 \text{ В}$
 $L = 0,4 \text{ Гн}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$

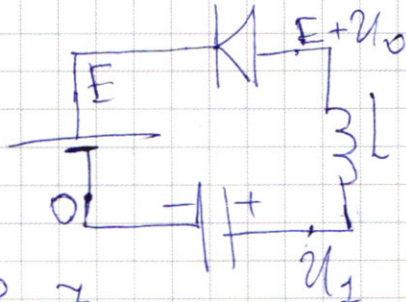


1) сразу после замыкания ток на катушке

и напряжение на конденсате не скачком не возникают

$U_D = U_0$, т.к. ток начнет расти, из ВАХа видно, что это возможно лишь когда $U_0 = U_1$

Воспользуемся методом потенциалов



$$U_L^{(0)} = U_1 - (E + U_0)$$

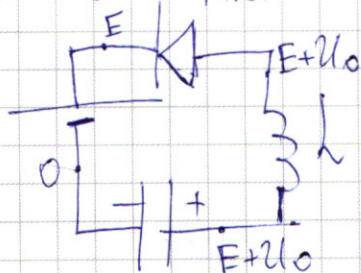
$$U_L^{(0)} = LI'$$

$$\Rightarrow I'(0) = \frac{U_L(0)}{L} = \frac{U_1 - (E + U_0)}{L}$$

$$I'(0) = \frac{8 - 7}{0,4} = \frac{1}{0,4} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ А/с}$$

2) При $I = I_{\max}$ $U_2 = 0$ т.к. $U = LI'$ и $I = I_{\max}$

$U_D = U_0$ т.к. $I \neq 0$



воспользуемся методом потенциалов

$$U_C^* = E + U_0 \Rightarrow q_c^* = (E + U_0) \cdot C$$

изначально

$$q_c = CU_1 \quad U_1 > E + U_0$$

$$\Rightarrow q_c > q_c^*$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⇒ источник совершил отрицательную работу $-E\Delta q$ $\frac{\mathcal{E}}{\Delta q} = E$ $\Delta q = q_c - q_c^*$

$$A = -E(q_c - q_c^*)$$

$A = \Delta W + Q$ $Q = 0$, т.к. нет резисторов

$$\Delta W = W_2 - W_1 \quad W_1 = \frac{LI_0^2}{2} + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{C(E+U_0)^2}{2}$$

$$-E(q_c - q_c^*) = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{C(E+U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$-2EC(U_1 - E - U_0) = LI_{\max}^2 + C(E+U_0)^2 - CU_1^2$$

$$LI_{\max}^2 = C(U_1^2 - (E+U_0)^2 - 2E(U_1 - E - U_0))$$

$$LI_{\max}^2 = 10 \cdot 10^{-6} (81 - 49 - 12 \cdot 2)$$

$$0,4 I_{\max}^2 = 10^{-5} (-8) \quad I_{\max}^2 = \frac{8}{0,4} \cdot 10^{-5} = \frac{8}{4} \frac{10^{-5}}{10^{-2}} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow I_{\max} = 10^{-2} \cdot \sqrt{2} \approx 1,4 \cdot 10^{-2} \approx 14 \text{ mA}$$

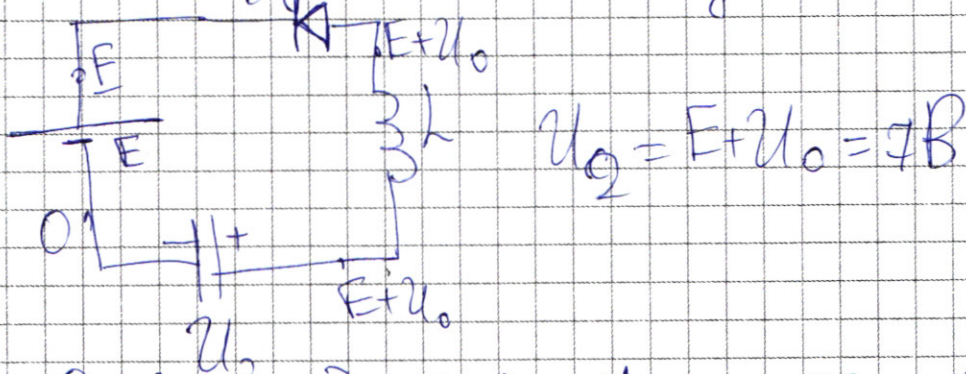
3) В установившемся состоянии

$$I_c = 0 \Rightarrow I = 0 \quad U_L = 0$$

Ка В момент, когда ток на катушке упадет до 0 и конденсатор перейдет в уст. режим $U_0 = U_0$.
После этого напряжение на диоде

не будут меняться, т.к. U_1 и U_0
не будут меняться ($U_1=0$) $U_0=U_2$

Воспользуемся методом потенциалов



Ответ: 1) $I'(0) = 5 \frac{A}{C}$ 2) $I_{max} \approx 14 mA$

3) $U_2 = 7V$ ~~1) $I'(0) = \frac{U_1 - (E + U_0)}{2}$~~

N1

$$v = 2 m/s$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,8 \text{ м}$$

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

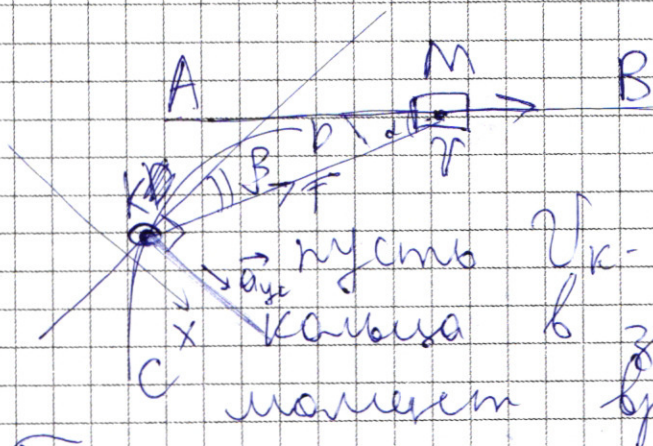
$$\cos \alpha = \frac{v}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

$$v_k = ?$$

$$v_{отн} = ?$$

$$T = ?$$



Так как кабель и муфта
связаны неразрывными
тросами, то проекции их
скоростей на трос равны

$$\Rightarrow v \cdot \cos \alpha = v_k \cdot \cos \beta$$

$$v_k = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 8} = \frac{17}{5} = 3,4 \text{ м/с}$$

проекция ускорения центростремительное
ускорение $a_{цс}$, умноженное на массу

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

равно проекции силы натяжения троса T на направление, перпендикулярное $\vec{v}_k$ (проекция второго закона Ньютона на ось x)

$$v_{\text{avg}} = \frac{v_k^2}{R}$$

$$\tau_x = m \frac{v_k^2}{R}$$

$$T_x = T \cdot \sin \beta$$

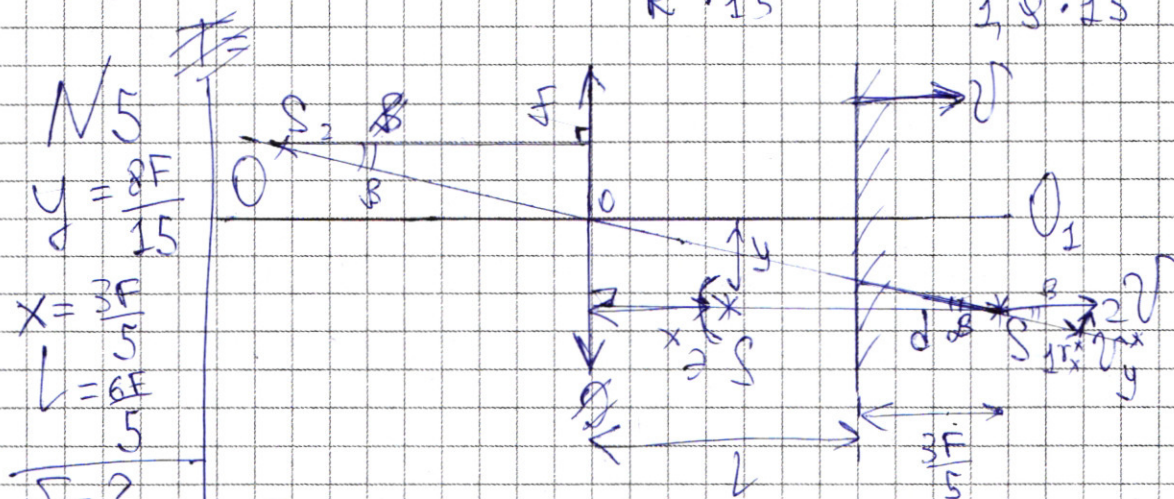
$$\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1$$

$$\frac{64}{288} + \sin^2 \beta = 1$$

$$\sin^2 \beta = \frac{225}{289} \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\frac{15}{17} T = \frac{v_x^2}{R \cdot m}$$

$$T = \frac{m v_{k, 27}^2}{R \cdot 15} = \frac{0,4 \cdot 3,4 \cdot 3,4 \cdot 27}{1,8 \cdot 15} \approx 2,76 \text{ K}$$



Рассуждение от ~~не~~ предмета

до зеркала равно $\frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$

⇒ изображение предмета в зеркале равно находится на расстоянии от зеркала ⇒ расстояние d

Om S_1 go maza rabno $l + \frac{3F}{5} = \frac{49}{5}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Γ -поперечное увеличение $\Gamma = \frac{F}{d}$
Продольные и поперечные составляющие
проекции относительно плоскости, содержа-
щей S_2 , S_1 и центр линзы

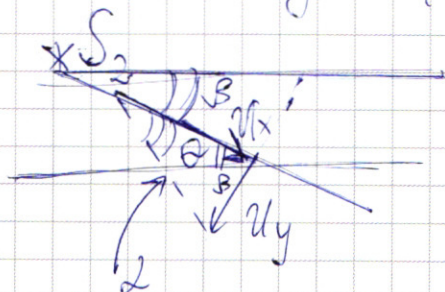
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{8F \cdot 5}{15 \cdot 9F} = \frac{8}{27} \quad \operatorname{tg}^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos \beta = \frac{27}{\sqrt{793}}$$

$$\sin \beta = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \beta = \frac{27}{\sqrt{793}} \cdot \frac{8}{27} = \frac{8}{\sqrt{793}}$$

$$\begin{aligned} v_x^* &= 2v \quad v_y^* = 2v \cdot \sin \beta = \frac{16}{\sqrt{793}} v \quad v_x^* = 2v \cdot \cos \beta = \\ &= 2v \cdot \frac{27}{\sqrt{793}} = \frac{54}{\sqrt{793}} v \quad \Gamma = \frac{F}{d} = \frac{9F \cdot 5}{4 \cdot 9F} = \frac{5}{4} \end{aligned}$$

$$U_x = \Gamma^2 \cdot v_x^* = \frac{54}{\sqrt{793}} v \cdot \frac{25}{16} = \frac{27 \cdot 25}{8 \sqrt{793}} v = \frac{675}{8 \sqrt{793}} v$$

$$U_y = \Gamma \cdot v_y^* = \frac{5}{4} \cdot \frac{16}{\sqrt{793}} v = \frac{20}{\sqrt{793}} v$$



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{U_y}{U_x} = \frac{20v \cdot 8\sqrt{793}}{\sqrt{793} \cdot 675 \sqrt{793}} v = \frac{20 \cdot 8}{675} = \\ &= \frac{8 \cdot 4}{135} = \frac{32}{135} \end{aligned}$$

$$\alpha = 180 - \theta - \beta = 180 - \arctg \frac{32}{135} - \arctg \frac{8}{27}$$

$$\begin{aligned} U^2 &= U_x^2 + U_y^2 = \frac{450}{793} v^2 + \frac{675^2}{64 \cdot 793} v^2 = \frac{v^2}{793} \left(\frac{450 + 675^2}{64} \right) = \\ &= \frac{v^2}{793} \cdot \frac{481225}{64} \Rightarrow U = \frac{v}{8} \sqrt{\frac{481225}{793}} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $f = \frac{9F}{5}$ 2) $\alpha = 180 - \arctg \frac{32}{135} - \arctg \frac{8}{27}$

3) $U = \frac{V}{8} \sqrt{\frac{481225}{493}}$

N1(3)

относительную скорость можно найти по закону сложения скоростей

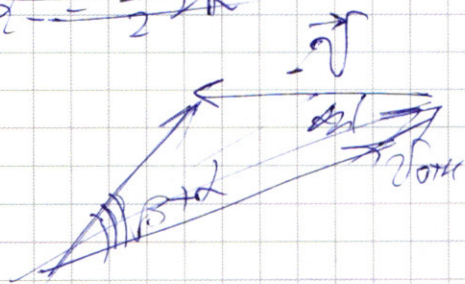
$$\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер} \quad \vec{v}_{пер} = V \quad \vec{v}_{отн} = \vec{v}_k$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_k - \vec{v}_{пер}$$

N3(3)

~~$$Q = Q_{31} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_3 + C_{31} \Delta T_{31} + C_{23} \Delta T_{23}$$~~

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu R$$~~

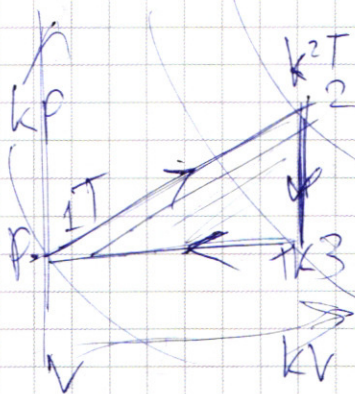


$$\begin{array}{r} 3575 \\ \times 675 \\ \hline 3375 \\ + 7250 \\ + 33750 \\ \hline 241125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{67} \\ \times \cancel{67} \\ \hline 4030 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4050 \\ + 499625 \\ \hline 25600 \\ \hline 481225 \end{array}$$

$$A = \frac{(p + p_k)(V_k - V)}{2} = \frac{pV(k^2 - 1)}{2}$$



$$\eta_{\max} = ?$$

$$A = \frac{(p_k - p)(V_k - V)}{2} = \frac{pV(k-1)^2}{2}$$

$$Q_+ = A_+ \Delta U = \frac{3}{2} \nu RT (k^2 - 1) + A$$

$$Q_+ = 2pV(k^2 - 1)$$

$$\eta = \frac{pV(k-1)^2}{2pV(k^2-1)} = \frac{(k-1)^2}{2(k^2-1)}$$

$$\frac{(k-1)(k-1)}{2(k-1)(k+1)} = \frac{k-1}{2(k+1)}$$

$$\frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$Q_- = -\frac{3}{2} 2RT(k-1)k - \frac{5}{2} 2RT(k-1) = \frac{2RT(k-1)(3k+1)}{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{2RT (k-1) (3k+1)}{2 \cancel{(k-1)} \cdot 2RT (k^2-1)} = \frac{3k+1}{3k+1}$$

~~k-1~~

$$\eta_1 = \frac{4k+2 + 4k(k-1)}{16(k+1)^2} = \frac{8k}{16(k+1)^2} = 0 \quad (k=0)$$

$k=0$

$$(4k+4)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{5 \cdot \sqrt{1}^2}{21} \quad \alpha = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \frac{5E\sqrt{1}^2}{21} = \frac{5E\sqrt{1}^2}{E \cdot d} = \frac{5\sqrt{1}^2}{d}$$

$$t_1 = t_2 = \frac{1}{2}T = \frac{2\sqrt{1}}{a} \Rightarrow T = \frac{2\sqrt{1}}{a} = \frac{2\sqrt{1} \cdot d}{5\sqrt{1}^2} = \frac{8d}{5\sqrt{1}}$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \underbrace{+ + + + +}_{+} u$$

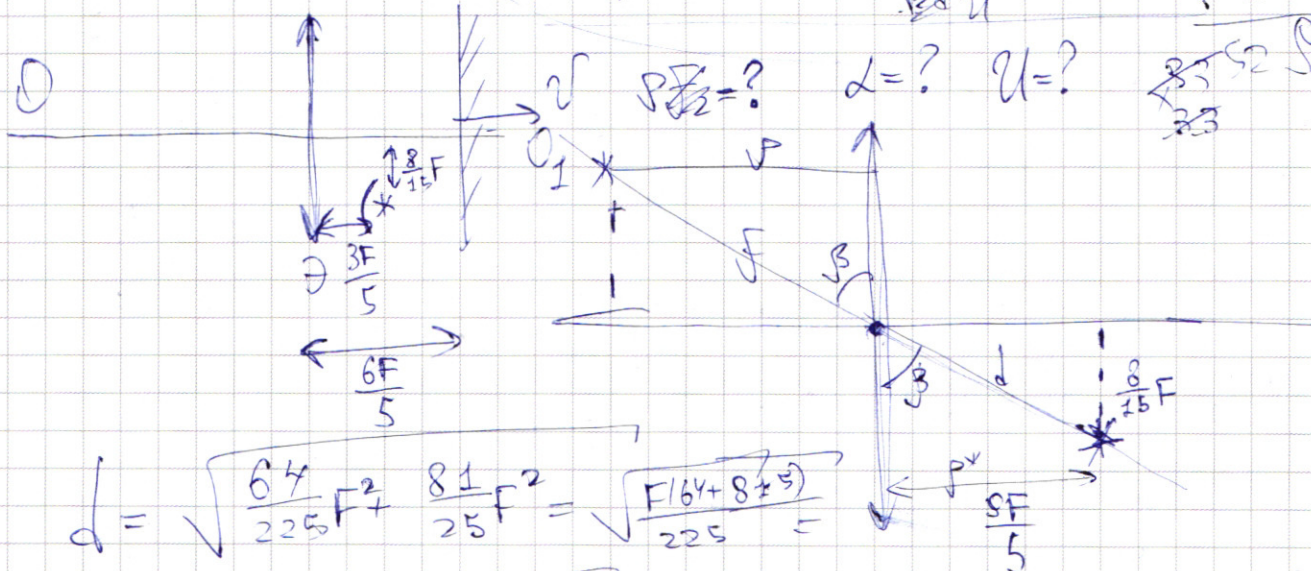
$$\frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} q U = - \frac{1}{2} |q| \cdot \frac{U}{5}$$

$$m v_1^2 = \frac{4}{5} q U \quad \frac{q}{m} = \frac{5 v_1^2}{4 U}$$

$$-\frac{1}{2}qU + \frac{1}{2}m\vec{v}_1^2 = \frac{1}{2}m\vec{v}_0^2 \quad -qU + m\vec{v}_1^2 = m\vec{v}_0^2$$

$$v_0^2 = -\frac{q}{m}U + v_1^2 = -\frac{5\sqrt{1}^2 \cdot 2.4}{2} + v_1^2$$

$$v_0^2 = \frac{2gH}{m} + v_1^2 = -2 \frac{v_1^2}{\sqrt{2}g} + v_2^2 =$$



$$d = \sqrt{\frac{64}{225}F^2 + \frac{81}{25}F^2} = \sqrt{\frac{F(64+81)}{225}}$$

$$= \sqrt{\frac{F(164 + 405)}{225}} =$$

$$\sqrt{F.489}$$

$$\frac{P^*}{P} = \frac{P}{P}$$

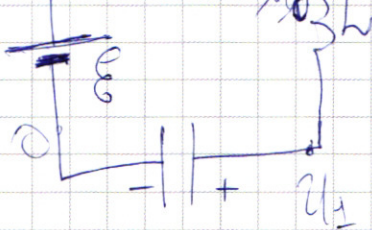
$$\begin{array}{r} 81 \times 5 = 405 \\ + 64 \\ \hline 469 \end{array}$$

$$F = \frac{F_d}{d - F}$$

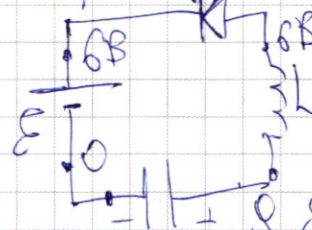
$$\frac{f}{d} = \frac{F}{d \cdot \pi}$$

$$P = \frac{SF}{5} \cdot \frac{F}{2-F}$$

$E = 6\text{В}$ $C = 10\text{мкФ}$ $U_1 = 9\text{В}$ $L = 0,4\text{Гн}$ $U_0 = 18\text{В}$

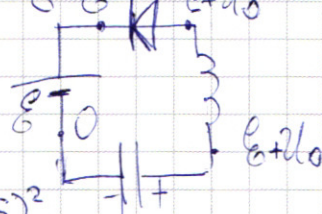


1) сразу после замыкания



$I = 0 = U_p = 0$
 $U = LI' \quad I' = \frac{U}{L} = \frac{9}{0,4} = \frac{30}{4} = 7,5\text{А}$

$I = I_{\max} \quad U_2 = 0$



$U_p = U_0$

$W_C = \frac{C(E + U_0)^2}{2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot (15)^2}{2} = 5,225 \cdot 10^{-6}\text{мкФ}$

изначально $W_C = \frac{CU_1^2}{2} \quad W_L = 0$

$A = E \cdot C(E + U_0 - U_1) = EC(E + U_0 - U_1)$

$\frac{C(E + U_0)^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = EC(E + U_0 - U_1) + \frac{CU_1^2}{2}$

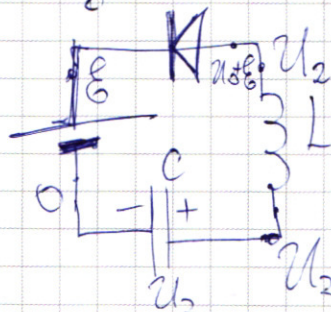
$EC(E + U_0)^2 + LI_{\max}^2 = 2EC(E + U_0 - U_1) + CU_1^2$

$10 \cdot 10^{-6} \cdot 225 \cdot 48 + 0,4 I_{\max}^2 = -4 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 6 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot 81$

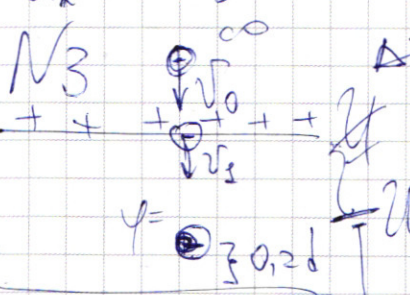
$0,4 I_{\max}^2 = 10 \cdot 10^{-6} (81 - 24 - 48) = 10^{-5} \cdot 8$

$I_{\max}^2 = \frac{8 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 10^{-1}} = 2 \cdot 10^{-4} = 1,4 \Rightarrow I_{\max} = 1,4 \cdot 10^{-2}\text{А}$

$U_C = U_{\text{гор}} \Rightarrow I = 0 \quad U_D = 0$



$U_1 = 0 \quad U_2 = U_0 + E$



$\Delta\psi = E$
 $W_1 = \frac{mU_0^2}{2} + \frac{1}{2}U_0q$
 $W_2 = \frac{1}{2}q(U + E \cdot 0,8d)$

$S = d^2 \quad C = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot d^2}{d}$

$E = \frac{C \cdot U}{S \epsilon_0}$

$U = \frac{U_0}{5}$

$\frac{mU_0^2}{2} + \frac{1}{2}q \cdot \frac{U_0}{5}$

$E \cdot d = U \quad \frac{1}{2} = \frac{1}{2}q \cdot \frac{U_0}{5}$

$E \cdot 0,8 \cdot \frac{U_0}{5} d = \frac{U_0}{5} U$
 $mU_0^2 = \frac{qU_0}{5}$

$\frac{q}{m} = \frac{U_0^2}{U_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{C_{23}}{C_{31}} = ?$ $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = ?$
 $\eta_{\max} = ?$

$1) A_{23} = 0$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = Q \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = C \nu \Delta T$
 $C = \frac{3}{2} R$ $A_{31} = -p \Delta V$ $\Delta U_{31} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T$
 $C = -\frac{3}{2} R$ $- \nu R \Delta T$ $Q_{31} = -\frac{5}{2} \nu R \Delta T = C \nu \Delta T$ $C = -\frac{5}{2} R$

$\frac{-3 \cdot 2}{2(1-5)} = \frac{3}{5} = 0,6$
 $A_{12} = \frac{(p+kp)(kV-V)}{2} = \frac{pV(k^2-1)}{2}$ $\Delta U_{12} = \nu R k^2 T - \nu R T = \nu R T(k^2-1)$
 $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{2 p V(k^2-1)(k^2-1)}{p V(k^2-1)} = 2$ $A = \frac{(kp-p)(kV-V)}{2} = \frac{pV(k-1)^2}{2}$

$Q_{+} = Q_{12} = \frac{3}{2} pV(k^2-1)$ $\eta = \frac{A}{Q_{+}} = \frac{pV(k-1)^2 \cdot 2}{2 \cdot 3pV(k^2-1)} = \frac{(k-1)^2}{3(k+1)}$
 $\eta' = \frac{3(k+1) - 3(k-1)}{8(k+1)^2} = \frac{3k+3-3k+3}{8(k+1)^2} = \frac{6}{8(k+1)^2} = \frac{3}{4(k+1)^2}$
 $\frac{2}{3(k+1)^2} = 0$ $\eta' = \frac{3(k+1) - 3(k-1)}{8(k+1)^2}$

$A = \frac{pV(k-1)^2}{2}$ $Q_{12} = \frac{3}{2} pV(k^2-1)$ $\eta = \frac{pV(k-1)^2}{3pV(k^2-1)} = \frac{k-1}{3(k+1)}$

$Q_{-} = -\frac{3}{2} \nu R T(k-1)(k^2-k) - \frac{5}{2} \nu R T(k-1) = -\frac{\nu R T}{2} (k-1)(3k-5)$
 $\frac{Q_{-}}{Q_{+}} = \frac{(k-1)(3k-5)}{3(k^2-1)} = \frac{3k-5}{3(k+1)} = \frac{3k(3k+1) - 3k(3k-5)}{8(k+1)^2}$