

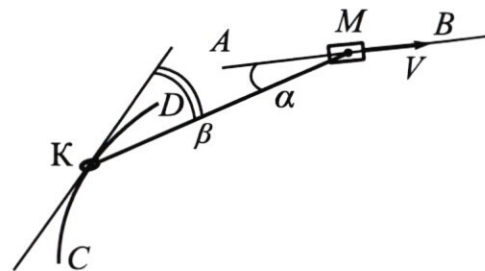
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-02

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



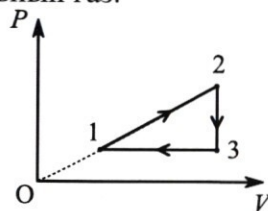
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



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

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

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

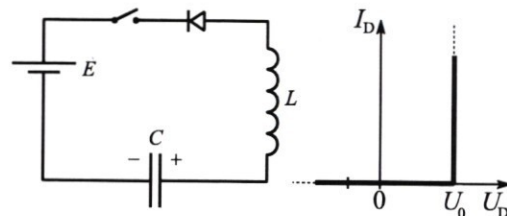
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

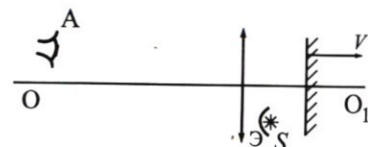


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1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

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A 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

№1.

$$v = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

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

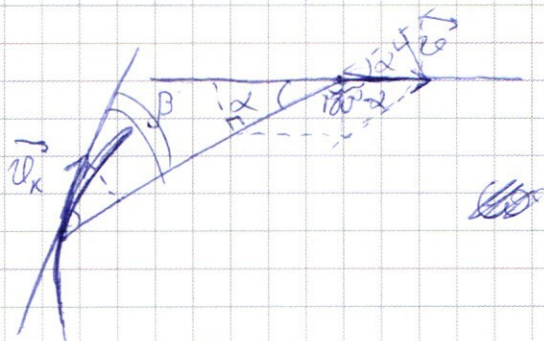
$$\alpha: \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

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

$$v_k = ?$$

$$v_{k \text{ отн}} = ?$$

$$T = ?$$



①. т.к. трое намот, то проекция скорости шара на ~~кас~~ прямую, содержащую трое, = проекция скорости кольца на эту же прямую.

• т.к. кольцо движется по дуге окр-ти, то

его скорость направлена по касательной.

$$v \cos \alpha$$

$$v_k \cos \beta = \cancel{v \cos \alpha}$$

$$v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_k = \frac{40 \cdot 5 \cdot 17}{3 \cdot 8} \approx 51,7 \text{ см/с}$$

$$= 51,7 \text{ (см/с)}$$

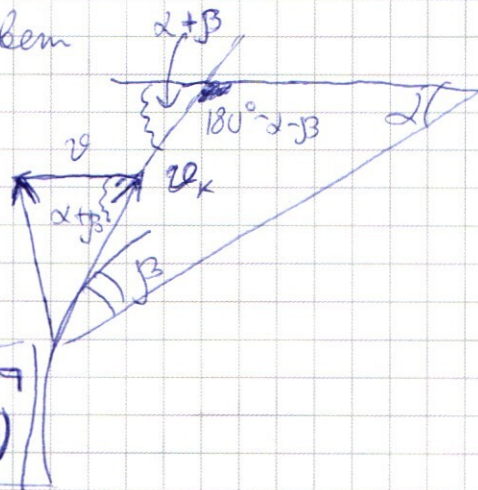
②

$$v_{\text{абс}} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{отн}}$$

(по Т. косинусов): $v_{\text{отн}}^2 = v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(\alpha + \beta)$

$$v_{\text{отн}}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2v \cdot v_k \cdot (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$



$$v_{\text{ком}} = \sqrt{1600 + \frac{1600 \cdot 25 \cdot 289^{3/2}}{8 \cdot 9 \cdot 64} - 2 \cdot 40 \cdot \frac{40 \cdot 5 \cdot 17^{3/2}}{3 \cdot 8} \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)} =$$

$$\approx \sqrt{1600 \left(1 + 12,5 + \frac{36}{85} \right)} \approx \boxed{\text{[scribbled out]}} \text{ (м/с)}$$

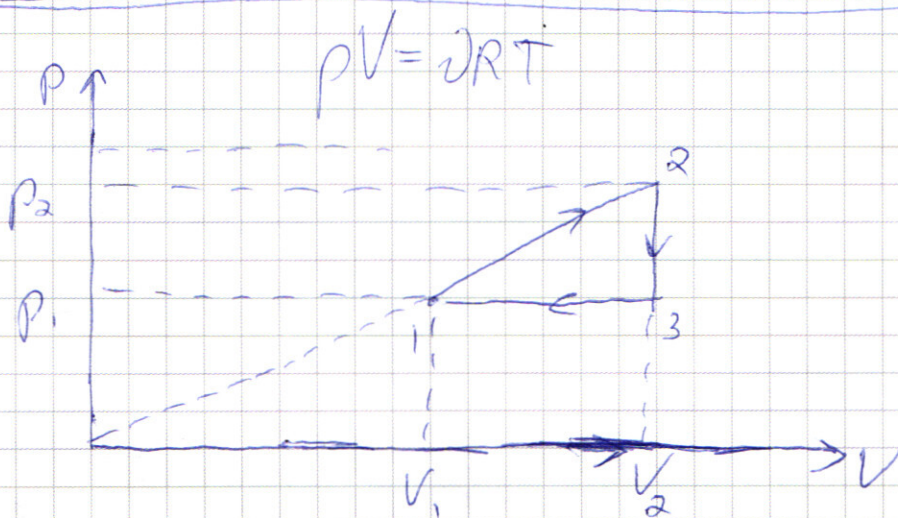
③ $T = m a_{\text{ус}} = \frac{m v_{\text{ком}}^2}{l^2}$ (в с.о., связанной с муфтой, кольцо движется со скоростью $v_{\text{ком}}$ и по дуге радиуса l)

$$T = \frac{1600 \cdot 17}{8 \cdot 9 \cdot 64} \cdot \frac{1 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 25 \cdot 289^{3/2}}{4 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 10^{12}} \approx \boxed{\text{[scribbled out]}} \approx 37 \text{ (Н)} // \text{ Ответ}$$

№2.
i=3
 $C_{v23} = ?$
 $C_{v31} = ?$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = ?$$

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



2-3: $C_{v23} = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{p \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\nu \Delta T} = \frac{3}{2} R$

3-1: $C_{v31} = \frac{Q}{\nu \Delta T} = \frac{p \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\nu \Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\nu \Delta T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{C_{v23}}{C_{v31}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = \boxed{0,6} // \text{Ответ}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{A_{12} + \frac{3}{2} p_1 R \Delta T}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2} p_1 R \Delta T}{A_{12}}$$

$$A_{12} = (V_2 - V_1) p_1 + \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1}{2} \quad \textcircled{=}$$

(получено по графику)

из графика: $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow \boxed{p_1 V_2 = p_2 V_1}$

$$\textcircled{=} \quad \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}} = \boxed{4} // \text{Ответ}$$

$$\textcircled{3} \quad \text{из п. 2: } Q_{12} = 4 A_{12}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A}{4 A_{12}} = \boxed{\frac{A}{4(A + p_1(V_2 - V_1))}}$$

т.к. $\eta_{\max}$ (предельно возможный), то для пред. сл. случая:

$$p_1(V_2 - V_1) = 0 \Rightarrow \eta = \frac{1}{4} = 25\%$$

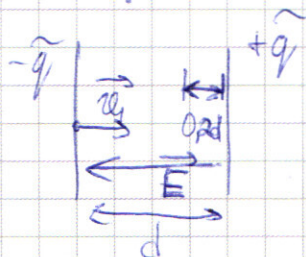
Реш $\boxed{\eta_{\max} = 25\%}$ // Ответ.

N3.

d
v,
0,2d
 $\frac{q}{m} = 8$
T=?
U=?
v₀=?



1 случай: пусть правая пластинка заряжена положительно.



$\tilde{q}$ - заряд на конденсаторе

$$F_{\text{ст}} = m a v$$

3СЭ: $\frac{mv_1^2}{2} = Eq(d - 0,2d) \Rightarrow E = \frac{mv_1^2}{1,6qd}$
 $EqT = mv_1 \Rightarrow T = \frac{mv_1}{Eq}$

$$T = \frac{mv_1 \cdot 1,6qd}{mv_1^2 \cdot 8q} = \boxed{\frac{1,6d}{v_1}} // \text{Ответ.}$$

~~Итого~~

(2) $U = Ed = \frac{mv_1^2}{1,6q \cdot 8q} = \boxed{\frac{v_1^2}{1,68}} // \text{Ответ}$

(3) пусть φ_0 - потенциал в точке, где частица имела скорость $v_0 = 0$, а потенциал левой пластинки = φ_1 (скорость v_1)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2 случая невозможны, т.к.,
вместе со скоростью v_1 , она
будет только разогнаться,
а остановится только вне
конденсатора ($x \gg 0,2d$),
~~это~~ $\forall$ условию.

т.к. поле снаружи
конденсатора нет
(если не учитывать кра-
евые эффекты), то

$\frac{mv_0^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_0) = \frac{mv_1^2}{2}$
 ~~$\varphi_1 - \varphi_0 = Ed = \frac{U}{d}$~~
 $\varphi = 2Ed$
 $\frac{mv_0^2}{2} + 4Eqd = \frac{mv_1^2}{2}$
 $v_0^2 = v_1^2 - \frac{4Eqd}{m} = v_1^2 - \frac{4 \cdot m v_1^2 \cdot qd}{1,6q \cdot d \cdot m}$
 $v_0 = v_1 \sqrt{\frac{3}{2}}$
 $v_0 \approx 40 \cdot \frac{1,74}{1,41} \approx 46 \text{ см/с}$

$\sqrt{4}$. $v_0 = v_1$ // Ответ.
($A=0 \Rightarrow \Delta K=0$)
полю

$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$
 $C = 20 \text{ нФ}$
 $U_1 = 6 \text{ В}$
 $L = 0,2 \text{ Гн}$
 $U_0 = 1 \text{ В}$

$\frac{dI}{dt} = ?$
 $I_{\max} = ?$
 $U_2 = ?$

① $L \frac{dI}{dt} = U_1 - \mathcal{E}$
 $\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L}$
 $\frac{dI}{dt} = \frac{3}{0,2} = 15 \text{ (А/с)}$
(диод ещё не открылся)

②, ③ $\frac{C U_1^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$
 $I_{\max} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow U_L = 0$
 $U_1 - \mathcal{E} - U_0 - U_2 + U_0 + \mathcal{E} = 0$
 $U_2 = U_0 + \mathcal{E}$ // Ответ

$$3C3: \frac{cu_1^2}{2} = \frac{cu_0^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2} + f(u_1c - u_2c) \quad \boxed{I_{max} = \dots} // \text{Омб.}$$

N5.

$$\begin{aligned} &F \\ &\frac{8F}{15} \\ &\frac{F}{3} \\ &v \\ &F \cdot d = ? \\ &\alpha = ? \\ &\frac{8F}{15} \\ &u = ? \end{aligned}$$

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

• "перемещая" источник за зеркало, мы делаем предмет изображения минимальным

$$\textcircled{1} \quad -\frac{1}{\frac{5}{3}F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad | \cdot 5fF$$

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

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

см. стр. N7

$$3F + 5F = 5F$$

$$2f = 5F$$

$$\boxed{f = 2,5F}$$

// Омбем

~~// Омбем~~

②

$$\Gamma_1 = \frac{f}{d} = \frac{2,5F}{-\frac{5}{3}F} = -1,5 \quad (\text{из-за минимости предмета})$$

$$\Gamma_1 = 1,5$$

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

$$\begin{aligned} \text{поперечное} \quad \Gamma_2 &= \frac{\Gamma_1^2 \cdot \frac{8F}{15}}{\Gamma_1 \cdot \frac{5F}{3}} = \frac{\Gamma_1 \cdot 8}{15 \cdot 5} = \frac{3 \cdot 8}{2 \cdot 25} = 0,48 \\ \text{продольное} \end{aligned}$$

$$\alpha = \arctg(0,48)$$

// Омбем

③

$$\cos \alpha = \frac{u_1}{u}, \quad u = \frac{5F}{3 \cos \alpha} = \frac{5F}{\cos(\arctg(0,48)) \cdot 3} // \text{Омбем}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5. $h = \frac{8F}{15}$; ~~из~~

(2)

$$f = \frac{x F}{x - F}$$

$$H = h F = h \cdot \frac{F}{x - F}$$

источник

~~источник~~ движется со скоростью $2v$ ~~в ту же сторону, что и зеркало~~

(в ту же сторону, что и зеркало)

$$u_y = f' = \frac{\dot{x} F (x - F) - x F \dot{x}}{(x - F)^2} = \frac{\dot{x} F^2}{(x - F)^2}$$

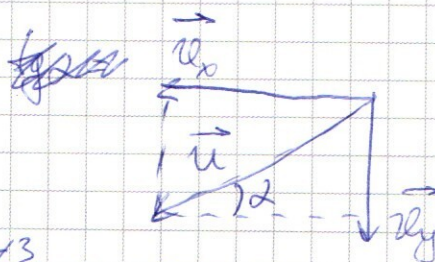
$$u_x = H' = \frac{-h F \dot{x}}{(x - F)^2}$$

x - расстояние до линзы (от линзы до предмета)

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

$$u_y = \frac{-2v \cdot F^2}{\left(\frac{5}{3}F - F\right)^2} = \frac{-2v \cdot F^2}{\frac{4}{9}F^2} = -4.5v$$

$$u_x = \frac{\frac{8F}{15} \cdot F \cdot 2v}{\left(\frac{5}{3}F - F\right)^2} = \frac{\frac{16}{15} F^2 v}{\frac{4}{9}F^2} = -\frac{36}{15}v$$



$$\tan \alpha = \frac{u_y}{u_x} = \frac{4.5v}{\frac{36}{15}v} = \frac{15}{8}$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{15}{8}\right) // \text{Омбем}$$

$$\textcircled{3} u = \sqrt{u_y^2 + u_x^2}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{u_x^2}{u^2}$$

③

$$\sin \alpha = \frac{u_y}{u}, \quad u = \frac{u_y}{\sin \alpha}$$

(по т. Пифагора)

$$\cos \alpha = \frac{u_x}{u}$$

$$u = \sqrt{u_y^2 + u_x^2} = \sqrt{\frac{0^2}{10 \cdot 10} + \frac{12^2}{5 \cdot 5}} =$$

$$= \sqrt{\frac{36 \cdot 81}{4} + \frac{144}{25}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 81 + 4 \cdot 144}{100}} = \sqrt{26} // \text{Омбем}$$

$$= \sqrt{26} \cdot \frac{51}{10} = \boxed{5,12} // \text{Омбем}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = C_0 \Delta T \quad C_0 \Delta T$$

$$A_2 = p_1(V_2 - V_1) + \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_1 V_2 - p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1}{2}$$

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}, \quad p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$\frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$

$$\frac{C_{023}}{C_{03}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = 0,6$$

$$1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1) 2}{(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \textcircled{4} \text{ Answer (d)}$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{23}} = \frac{A_2}{Q_2 + Q_{23}} = \frac{A_2}{A_2 + \frac{3}{2} \nu R \Delta T} = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2 \cdot \left(\frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{2} + \frac{3}{2} \right)}$$



$$= p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1$$

$$pV = \nu RT \quad U = Ed$$

$$F = ma \quad q(p_1 + 0,8 Ed) = \frac{m v_1^2}{2}$$

N3.

$$\frac{m v_1^2}{2} + q \phi_1 = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$C_{31} = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{p \Delta V}{\Delta T}$$

$$F \Delta t = m \Delta v \quad p_1 = \dots$$

d
v₁
0,2 d

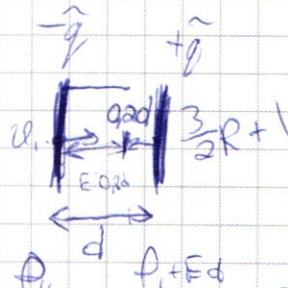
$$\frac{q}{m} = \gamma$$

T = ?

U = ?

v₀ = ?

$$p_2 = 0$$



$$E = \frac{\hat{q}}{5 \epsilon_0}$$

$$EqT = m \omega$$

$$T = \frac{Eq}{m \omega} \quad T = \frac{m v_1}{Eq} = \frac{m v_1}{q \cdot \frac{m v_1^2}{2}} = \frac{2}{v_1}$$

$$U = Ed = \frac{m v_1^2}{2} = E \cdot 0,8 d q \quad E = \frac{m v_1^2}{1,6 d q}$$

$$E = \frac{m v_1^2}{1,6 d q}$$

$$T = \frac{m v_1^2}{m v_1^2 q} = \frac{1,6 d}{v_1}$$

N4.

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

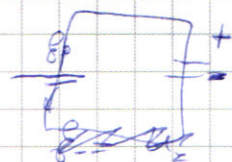
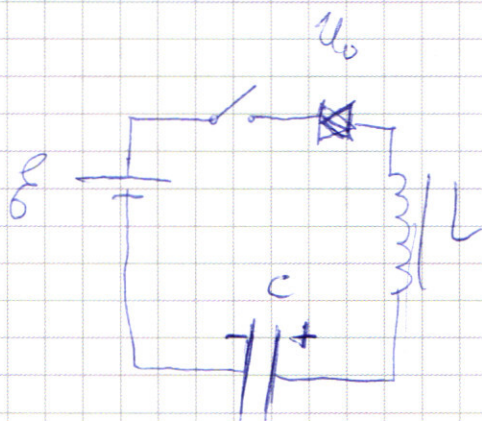
$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$\frac{dI}{dt} = ?$$



$$\mathcal{E} - U_c = 0$$

$$\mathcal{E} - U_1 + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{L dI}{dt} = 1 - 71 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 1 - 71 = -70$$

$$I_{\max} \Leftrightarrow U_c = 0$$

~~W. S.~~

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{6 - 3}{0,2} = 15 \text{ (A/c)}$$

~~W. S.~~

~~W. S.~~

$$4201 + 1728 = 5929$$

$$1600 + 2801 = 4401$$

$$1 \quad 53 \quad 53 \quad 15$$

$$17 \cdot 17 \cdot 10^3$$

$$+ 108$$

$$+ 816$$

$$1080 + 441 = 1521$$

$$21 \times 21 = 441$$

$$1080 + 441 = 1521$$

$$1521 = 39^2$$

N1.

$$\sqrt{1600 + 441 + 2 \cdot 40 \cdot 21 \cdot \frac{36}{854}} =$$

$$\approx \sqrt{2041 + 420} \approx \sqrt{2461}$$

$$\begin{array}{r} 155 \\ 55 \\ \hline 210 \\ 215 \\ \hline 3025 \end{array}$$

$$\omega^2 = \omega \cdot 40 = 1600$$

$$159 \times 53 = 8427$$

$$265 \times 2809 = 744435$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$$v = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ см}$$

$$l = 17R/15$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

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

$$v_k = ?$$

$$v_{k \text{ мин}} = ?$$

$$T = ?$$

$$\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v} + \vec{v}_{\text{мин}}$$

~~Решение~~

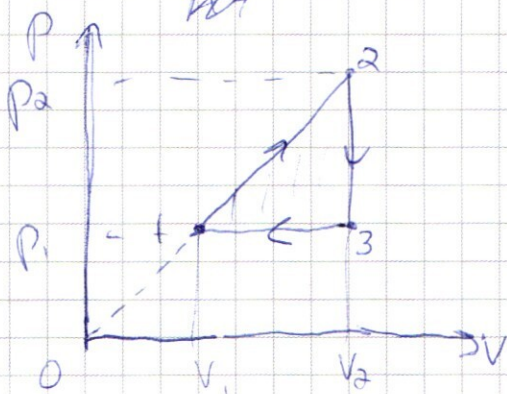
$$v_{k \text{ мин}} = \sqrt{v^2 + v_k^2 - 2vv_k \cos(180^\circ - 2\beta)}$$

№2.

$$p = kV$$

$$i = 3$$

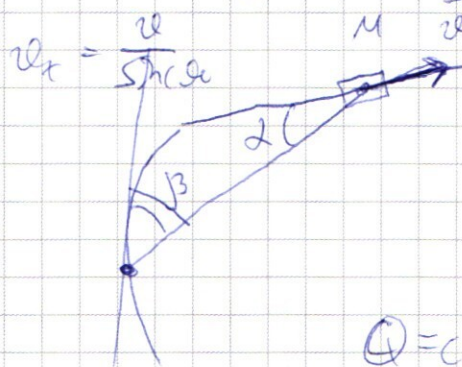
$$\frac{C_1}{C_2} = ?$$



$$1-2: \frac{Q}{A} = \frac{A + \frac{3}{2} 2RT}{A} = 1 + \frac{3}{2} \frac{2RT}{A} \quad 2-3: \Delta V = 0$$

$$\sin(2\alpha + \beta) = \frac{v}{v_x}$$

$$v_x = \frac{v}{\sin \alpha}$$



$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = C_0 \Delta T$$

$$6 \cdot 280 - 84 = 225 = 15^2$$

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

$$\frac{p \Delta V + C_0 \Delta T}{\Delta T} = \frac{p \Delta V + C_0 \Delta T}{\Delta T}$$

$$v_k \cos \beta = \frac{v}{\cos \alpha}$$

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

$$m \omega R$$

$$C = C_0 \quad v = \frac{3}{2} R$$

$$v_k \cos \beta = \frac{v}{\cos \alpha}$$

$$v_k = \frac{v}{\cos \beta \cos \alpha}$$

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

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2}$$

$$pV = 2RT$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{C_0 \Delta T}{\Delta T}$$

$$Q = 3 C_0 \Delta T$$

$$25 = 5^2$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_2} = \frac{A}{A_2 + \frac{3}{2} R \Delta T} = A_2 \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2 \left(\frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2} + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right)}$$

$$= \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1 + 3 p_2 V_2 - 3 p_1 V_1}$$

$\frac{51}{25} \cdot \frac{51}{5} \cdot \frac{1}{17} = \frac{51}{85}$
 $\frac{51}{25} \cdot \frac{51}{5} \cdot \frac{2}{17} = \frac{51}{42.5}$

$$p_2 V_1 = p_1 V_2$$

$$\frac{Q_2}{A_2} = 4$$

$$Q_2 = 4 A_2$$

$$\eta = \frac{(p_2 - p_1)(V_2 - V_1)}{2 \cdot 4 \cdot (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \frac{p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1}{8 (p_2 V_2 - p_1 V_1)}$$

$$\frac{51}{25} \cdot \frac{51}{5} = \frac{2601}{125}$$

$$2601 A_2 = p_1 (V_2 - V_1) + A \quad 2025 + 576 = 2601$$

$$\eta = \frac{A}{4 p_1 (V_2 - V_1) + A}$$

$$\eta = \frac{A}{4 A_2} = 25\%$$

