

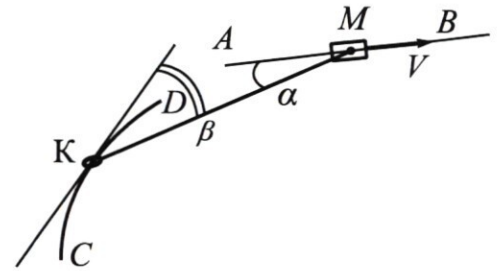
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

## Вариант 11-02

Класс 11

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

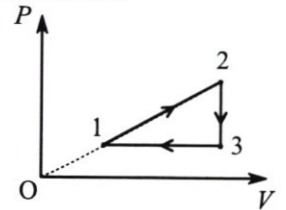
1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 40$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 1$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,7$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной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

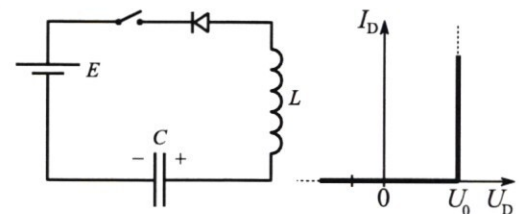
- 1) Найдите продолжительность  $T$  движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 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 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 А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_{12} + Q_{11} = \frac{2}{L} \sqrt{K} (T_1 - T_2) + \sqrt{K} (T_1 - T_3) =$$

$$Q_{12} = \frac{\sqrt{K} (T_2 - T_1)}{L}$$

$$= -3 Q_{11} + \sqrt{K} (T_1 - T_3)$$

$$\eta = 1 - \frac{-3 Q_{11} + \sqrt{K} (T_1 - T_3)}{Q_{12}} =$$

$$= 1 - \left( -3 + \frac{\sqrt{K} (T_1 - T_3)}{Q_{11}} \right) =$$

$$= 4 \phi$$

$$\sqrt{K} T_1 = p_1 v_1 = p_2 v_2 = p_3 v_3 = p_4 v_4$$

$$\sqrt{K} T_3 = p_3 v_3 = p_2 v_2$$

$$\sqrt{K} T_2 = p_2 (v_1 - v_2) = p_1 (v_1 - v_2)$$

$$Q_{12} =$$

$$\xi = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{(V_3 - V_1)(P_2 - P_3)}{Q_{12}}$$

$$= \frac{P_2 V_3 - P_3 V_1 - P_3 V_3 + P_2 V_1}{Q_{12}}$$

$$= P_2 V_3 - P_3 V_1$$

$$P_2 V_3 = P_2 V_2 \quad P_3 V_1 = P_3 V_1$$

$$P_3 V_2 = P_3 V_2 \quad P_2 V_1 = P_2 V_1$$

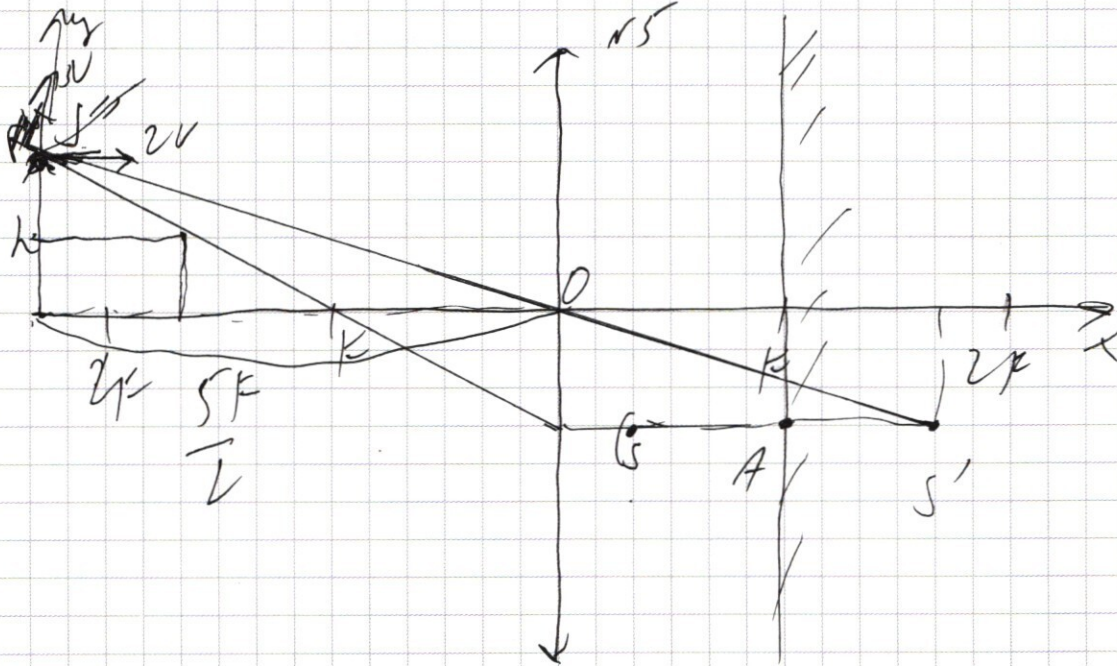
$$V_3 - V_1 = (V_2 - V_1) \quad P_2 V_1 = P_3 V_1$$

$$P_2 - P_3 = (P_2 - P_3)$$

$$Q_{12} = \frac{P_2 - P_3}{2} (V_2 - V_1) + \frac{P_2 - P_3}{2} (P_2 V_2 - P_3 V_1) = 2(P_2 V_2 - P_3 V_1)$$

$$\frac{(P_2 - P_3)(V_2 - V_1) P_2 V_2 - P_3 V_1 + P_2 V_1}{2(P_2 V_2 - P_3 V_1)}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1)  $SA = S'A = \frac{2F}{3} \Rightarrow S'$  находится на  
расстоянии  $F + \frac{4F}{3}$  от линзы  
 $\frac{5F}{3}$

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{5F}{3} - F} = \frac{\frac{5F}{3}}{\frac{2F}{3}} = \frac{5F}{2}$$

2) ~~Скорость изображения направлена  
взад~~

2) Скорость изображения в зрительной трубке равна  $2v$  и направлена горизонтально. По  $\Rightarrow$  его горизонтальная скорость относительно равна  $2v$  и направлена к центру.

$\therefore$  Изображение находится на расстоянии  $h$  от  $OO_1$

$$\frac{h}{8F} = \frac{5F}{3F}$$

$$\frac{15h}{8F} = \frac{5}{3}$$

$$h = \frac{4}{5} F$$

$$\frac{v_y}{2v} = \frac{\frac{4}{5} F}{\frac{8F}{15}} = \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{8} = \frac{3}{2}$$

$$v_y = 3v$$

$$k_{y2} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{3v}{2v} = \frac{3}{2}$$

$$3) \quad u = \sqrt{9v^2 + 4v^2} = v\sqrt{13}$$

Отвеч. 1)  $\frac{5F}{2}$ ; 2)  $k_{y2} = \frac{3}{2}$ ; 3)  $v\sqrt{13}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заметим, что когда сопротивление  $L$  ~~звонит~~ <sup>звонит</sup> в  $2F$ , то сопротивление в ~~минус~~ <sup>минус</sup> тоже в  $4F$ , его ~~вместо~~ <sup>вместо</sup> равно  $\frac{8F}{15}$ . Минус ~~из~~ <sup>из</sup>  $\frac{5F}{3}$  в  $4F$  ~~должен~~ <sup>должен</sup>

$$2V = \frac{2F \cdot \frac{8F}{15}}{\Delta t} = \frac{F}{\frac{3}{\Delta t}}$$

$$U_y = \frac{\frac{4}{3}F \cdot \frac{8F}{15}}{\Delta t} = \frac{4F}{\frac{15}{\Delta t}}$$

$$\frac{U_y}{2V} = \frac{4F \cdot 3}{15F} = \frac{4}{5}$$

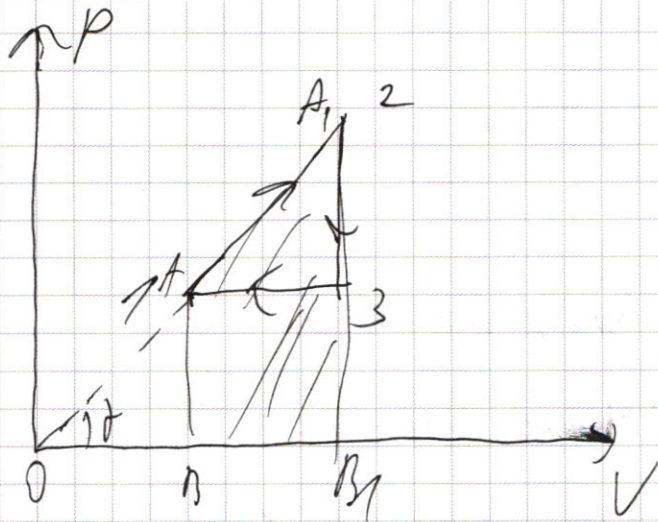
$$U_y = \frac{8}{5}V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_y}{U_x} = \frac{\frac{8}{5}V}{2V} = \frac{4}{5}$$

$$3) u = \sqrt{U_y^2 + U_x^2} = \sqrt{\frac{64}{25}V^2 + 4V^2} = \frac{2\sqrt{41}V}{5}$$

Ответ: 1)  $\frac{4}{3}$ ; 2)  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$ ; 3)  $\frac{2\sqrt{41}V}{5}$

N2



$$1) Q_{12} = A_{12}^0 + \Delta h_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$Q_{12} = c_{12} \nu \Delta T_{12}$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = c_{12} \nu \Delta T_{12}$$

$$c_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$2) Q_{31} = A_{31} + \Delta h_{31} =$$

$$= p \Delta V_{31} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31} =$$

$$= \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = c_{31} \nu \Delta T_{31}$$

$$c_{31} \nu \Delta T_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

$$c_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{c_{12}}{c_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \boxed{\frac{3}{5}}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \int p dp + \Delta u_{12} =$$

$$= \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{2} + \frac{3}{2} \nu R (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Delta A_{OVB} \sim \Delta A_1 O B_1$$

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

$$p_2 V_2 = p_1 V_1$$

$$Q_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)} = 4$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{21}}{Q_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{A_{21}}{Q_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{\frac{2}{5} Q_{21}}{Q_{12}}$$

$$P_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 \cdot V_2 = \nu R T_2$$

$$P_3 \cdot V_3 = \nu R T_3 = P_1 \cdot V_2$$

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

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_3 = T_1 \cdot T_2$$

$$A_{31} = \int_L \nu R (T_3 - T_1) = \nu R (T_3 - T_1)$$

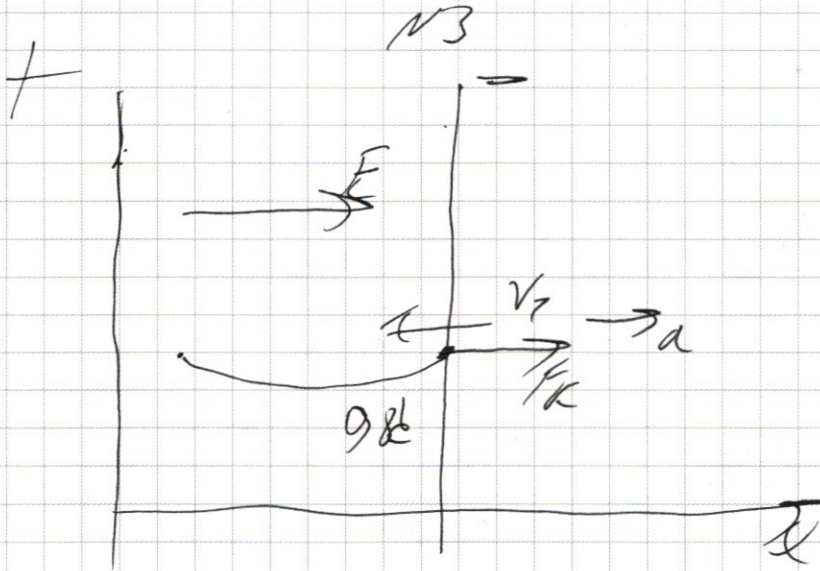
$$Q_{12} = \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\begin{aligned} \frac{A_{31}}{Q_{12}} &= \frac{\int_L \nu R (T_3 - T_1)}{\nu R (T_2 - T_1)} = \frac{\int_L \nu R (\sqrt{T_1 T_2} - T_1)}{\nu R (T_2 - T_1)} = \\ &= \frac{\int_L (\sqrt{T_1 T_2} - T_1)}{T_2 - T_1} = \frac{\int_L \sqrt{T_1} (\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})}{(T_2 - T_1)} = \\ &= \frac{\int_L \sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1}} \end{aligned}$$

$$\frac{\int_L \sqrt{T_1} (\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})}{\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1}} = \nu R (T_2 - T_1)$$

Ответ: 1) 3; 2) 4; 3) 50 %

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) F_k = qE$$

$$S = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_1 \cdot T}{2}$$

$$T = \frac{2S}{v_1} = \frac{2 \cdot 0,8 \text{ д}}{v_1} = \frac{16 \text{ д}}{v_1}$$

$$2) N = Ed$$

$$F_k = ma$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{q}{m} E$$

$$S = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$a = \frac{v_1^2}{2S} = \frac{q \cdot E}{m}$$

$$E = \frac{v_1^2}{2 \cdot 0,8 \text{ д}} \cdot \frac{m}{q} = \frac{v_1^2}{16 \text{ д} \cdot q}$$

$$U = Ed = \frac{U_1^2}{16d}$$

3) ЗСД:

$$\frac{mV_0^2}{L} = \frac{mV_1^2}{L} \neq Kq^2 L$$

$$\frac{mV_0^2}{K} = \frac{Kq^2 L}{0,2d} - \frac{Kq^2 L}{0,8d} = \frac{3Kq^2 L}{0,8d}$$

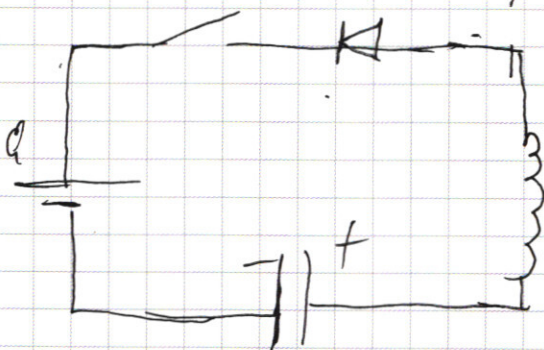
$$V_0^2 = \frac{15Kq^2 L}{2dM} = \frac{15 \cdot K \cdot 10^{-2} \cdot M^2}{2dM}$$

$$q = 8 \text{ м}$$

~~и т.д.~~

$$V_0 = \sqrt{\frac{15Kq^2 M}{2d}} = 8 \cdot \sqrt{\frac{15KM}{2}}$$

Ответ: 1)  $\frac{16d}{U_1}$ ; 2)  $\frac{U_1^2}{16d}$ ; 3)  $8 \cdot \sqrt{\frac{15KM}{2}}$



$$R = 3 \text{ В}, L = 20 \text{ мГн}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}, L = 0,2 \text{ Гн}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1) \cancel{L\dot{I} + U_0 + r = U_1}$$

$$1) L\dot{I} + U_0 + r - U_1 = 0$$

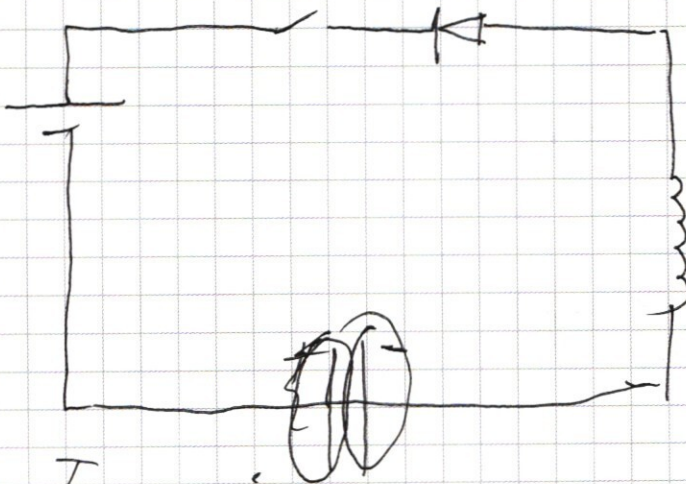
$$\dot{I} = \frac{U_1 - U_0 - r}{L} = \frac{6\text{В} - 1\text{В} - 3\text{В}}{0,2\text{Гн}} =$$

$$= 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) ~~Итак~~ когда ток  $I$   $\rightarrow 0$  и  
максимальный  $U_C = 0 \Rightarrow$   
 $(\dot{I} = 0)$

$$U_0 + r + U_C = 0$$

$$U_C = -U_0 - r = 2\text{В}$$



$$I_{\text{max}} = \dot{q} = \frac{1}{L} \cdot U_C - (-\text{с.к. } C U_C - (-C U_1)) =$$

$$= C(U_1 + U_C) = 20 \cdot 10^{-6} (6\text{В} + 2\text{В}) = 0,16 \mu\text{А}$$

$$3) A_{\text{max}} = S U_1 + S U_2$$

$$S q \cdot \mathcal{E} = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$C(U_1 + U_2) \cdot \mathcal{E} = \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$2C U_1 \mathcal{E} + 2C U_2 \mathcal{E} = C U_1^2 - C U_2^2 + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$C U_2^2 - 2C U_2 \mathcal{E} - C U_1^2 - 2C U_1 \mathcal{E} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = 0$$

$$20 \cdot 10^{-6} U_2^2 - 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot U_2 - 20 \cdot 10^{-6} \cdot 36 - 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 18 + 92 \cdot 10^{-6} \cdot 15^2 = 0$$

$$20 U_2^2 - 120 U_2 - (36 \cdot 10 + 36 \cdot 20 - 32) = 0$$

$$20 U_2^2 - 120 U_2 - 1440 = 0$$

$$5 U_2^2 - 30 U_2 - 352 = 0$$

$$D = 225 + 1440 = 1665$$

$$U_2 = 75 \pm \sqrt{1665} \text{ В}$$

$$20 U_2^2 - 120 U_2 - 1440 = 0$$

$$U_2^2 - 6 U_2 - 72 = 0$$

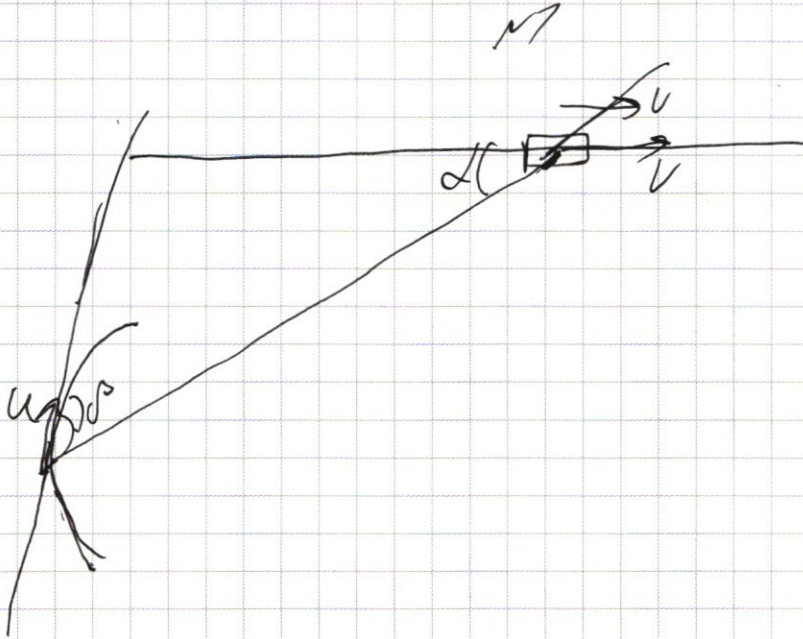
$$D = 9 + 72 = 81 = 9^2$$

$$U_2 = (3 \pm 9) \text{ В}$$

$$U_2 = 12 \text{ В}$$

Ответ: 1)  $10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$ ; 2)  $9,16 \text{ А}$ ; 3)  $12 \text{ В}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Кольцо  $u_0$  движется по  $\omega$  окружности  
радиуса  $R$ .  $u_0$  скорость  $u$ . Вд

Полки  $u_1$  и  $u_2$  движутся с одинаковой  
скоростью  $u$  и ускорением.

$$1) u \omega r = u \omega R$$

$$u = \frac{u \omega r}{\omega R} = \frac{40 \cdot 5}{8} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51$$

$$= 51 \text{ м/с}$$

2)

$$u_{эф}^2 = \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{2\omega r \cdot v \cdot u} =$$

$$= \sqrt{51^2 + 40^2} = 2 \cdot 5 \cdot 40 \cdot 51$$

$$\sqrt{1601 + 1600}$$

$$\sqrt{1600 + 51.3} \approx \sqrt{1600 + 100} = \sqrt{1700} \approx$$

$$\approx 41,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3)

$$T = m \frac{v^2}{R}$$

$$T = m a$$

$$T = m \frac{v^2}{R} = \frac{1 \cdot 3^2}{17} = \frac{9}{17}$$

$$T = m a$$

$$T = m \cdot a_y \cdot \omega^2 = m \cdot R \cdot \omega^2 =$$

$$= \frac{1 \cdot 17^2 \cdot 3^2}{17} \cdot \frac{8}{17} = 720 \text{ м}$$

Ответ: 1) 51 м; 2) 41,5 м/с, 720 м.

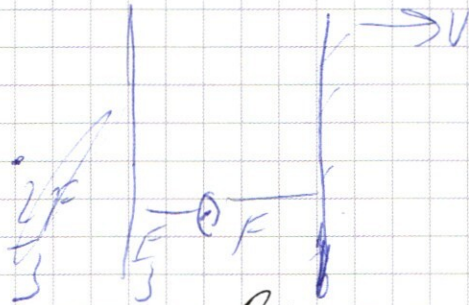


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{dQ}{dt} = 2V$$

$$U_y = \frac{4F}{15}$$

$$\frac{4}{15} F - \frac{8F}{15} = \frac{4F}{15}$$



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

$$P_{V_2} = P_{V_1}$$

$$m_{V_2} = m_{V_1} = 3$$

$$P_{V_3} = P_{V_2} = P_3 \cdot v_2 \left( \frac{v_1 v_2}{L - H} \right)^{-1}$$

$$U_y = \frac{4F}{15}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{25}$$

$$U_y = \frac{4F}{15}$$

$$\frac{P_2(v_1 v_2)}{2(P_1 + P_2)(v_1 v_2)} = \frac{P_2}{4(P_1 + P_2)}$$

$$\frac{(P_2 - P_1)(v_1 v_2)}{2} = \frac{P_2 - P_1 - 100k}{2(P_1 + P_2)}$$

$$= \frac{P_2 - P_1 - 100k}{2(P_1 + P_2)}$$

$$P_2 P_1$$

$$\frac{P_2 P_1 - 4P_1}{2} = \frac{P_2}{P_1 + P_2}$$

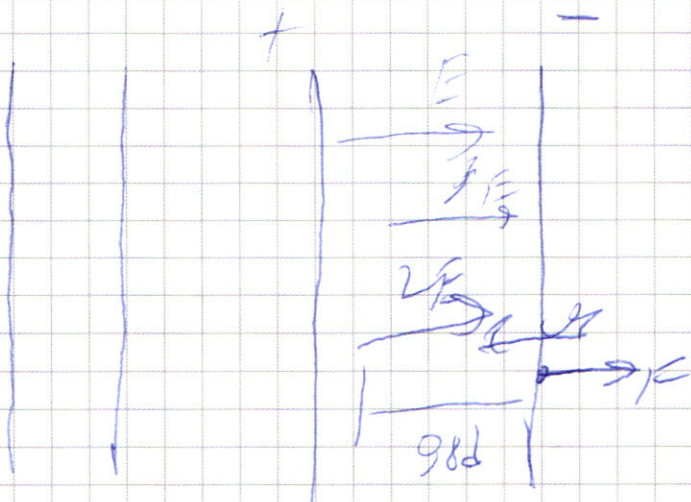
$$\frac{P_2 P_1}{P_1} = 1 + \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{64}{25} V^2 + 4V^2 = \left( \frac{v_1 v_2}{L - H} \right)^{-1}$$

$$\frac{164}{25} V^2 = (H)^{-2} = \frac{1}{(H)^2}$$

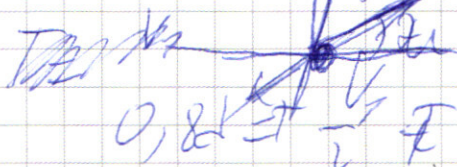
$$4.8 \frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{5} = \frac{2\sqrt{164}}{5 \cdot 164} = \frac{2}{164} \cdot \frac{164}{5} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{1}{2H} = \frac{P_2 P_1}{1 + \frac{P_2}{P_1}} = 1 + \frac{P_2}{P_1}$$



$$F = ma$$

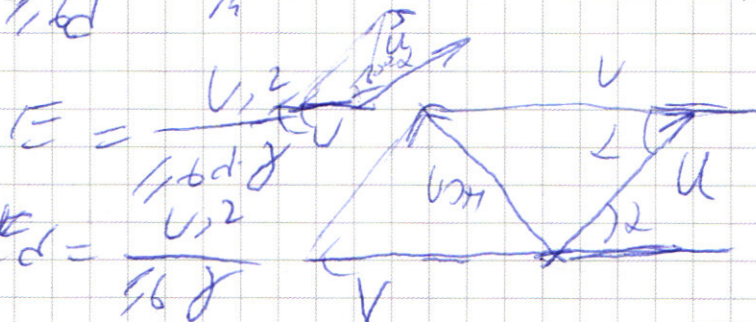
$$a = \frac{qE}{m}$$



$$T = \frac{1,6d}{v_y}$$

$$0,8d = \frac{v_y T}{2}$$

$$a = \frac{v_y^2}{1,6d} = \frac{q}{m} \cdot E$$

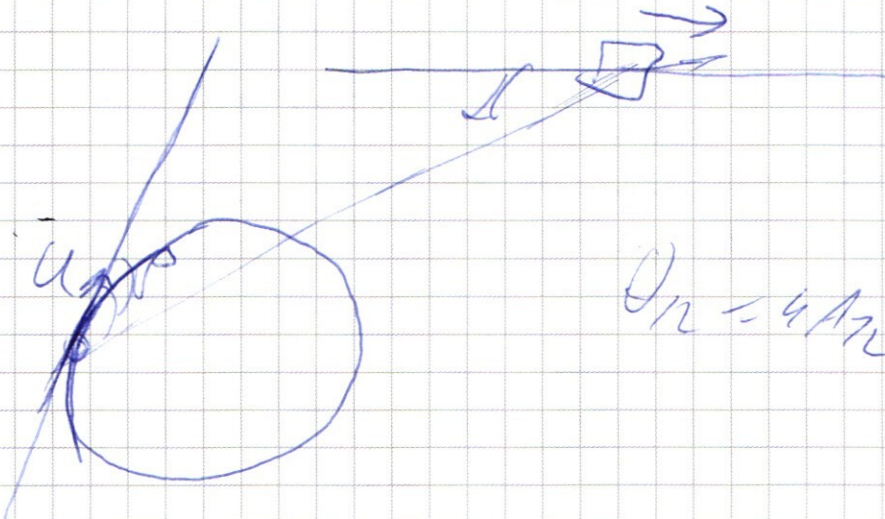


$$u = \frac{1,6d}{T} = \frac{v_y^2}{1,6d}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_{отр} = \sqrt{u^2 + v_0^2 - 2u v_0 \cos \alpha} = \sqrt{u^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 - 2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{A_{21} + Q_{21}}{Q_n} = \frac{1}{4} + \frac{A_{21}}{Q_n} = \frac{A_{21}}{4A_n}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{A_{21}}{4A_n}$$

$$A_{21} = p_1(v_2 - v_1) = p_1 v_2 - p_1 v_1$$

$$A_1 = p_1 v_1 + p_2 v_2 - p_1 v_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$p_2 = p_1 \frac{v_1}{v_2}$$

$$A_{21} = \frac{p_1(v_2 - v_1)}{2 \cdot \frac{p_1 + p_2}{2}(v_2 - v_1)} = \frac{2p_1}{2(p_1 + p_2)}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$1 + \frac{2p_2}{2p_1} = \frac{A_{21}}{A_n}$$

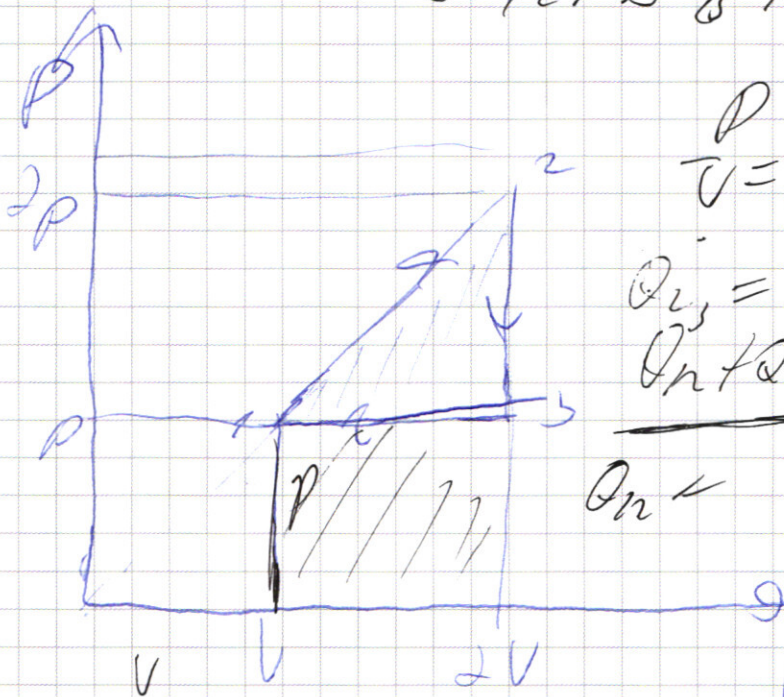
$$p_1 v_1 = 2p_2 v_2$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = p_2 v_3$$

$$p_2 v_3 - v_2 p_3 = p_1 v_2$$

$$\Delta u_{12} + \Delta u_{23} + \Delta u_{31} = 0$$



$$\frac{p}{v} = \frac{Q_{12}}{(2-1)v}$$

$$Q_{12} = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{\gamma - 1} + \frac{p_2 v_2 - p_3 v_3}{\gamma - 1}$$

$$Q_{23} = \frac{p_2 v_2 - p_3 v_3}{\gamma - 1}$$

$$Q_{31} = \frac{p_3 v_3 - p_1 v_1}{\gamma - 1}$$

$$\frac{(2-1)^2 p v}{2} = \frac{2(2+1) p v (2-1)}{4(2+1)}$$

$$\frac{2(2+1)}{4(2+1)} = \frac{2}{2+1-2+1}$$

$$\frac{(2-1)}{4(2+1)} = \frac{(2-1)(2+1) - (2+1)(2-1)}{(2+1)^2}$$

$$\frac{(2-1)}{4(2+1)} = \frac{(2-1)(2+1) - (2+1)(2-1)}{(2+1)^2}$$

$$Q_{31} = A_{31} + Q_{31}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta u_{12} = \frac{1}{\gamma} \left( \frac{-(2+1) - (2-1)}{(2+1)^2} \right) = \frac{-2}{(2+1)^2}$$

$$\frac{3}{2} p_1 v_1 - \frac{3}{2} p_3 v_3 = \frac{1}{\gamma} \left( \frac{3}{2} v R (3 \gamma - 2) + \frac{3}{2} v R \right) = \Delta u_{12} + \gamma R$$

$$\frac{3}{2} p_1 v_1 - \frac{3}{2} p_3 v_3$$

$$\frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{2}{3} \frac{Q_{23}}{Q_{12}}$$

$$A_{12} + A_{31} = Q_{12} + Q_{23}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cancel{V_3} \approx V_2 \quad Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_{12} + A_{11}$$

$$\frac{P_1}{(P_2 P_3)} = \frac{V_2}{V_3 - V_1} \quad Q_{12} = \frac{A_{12} + A_{31} - Q_{31} - Q_{23}}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{A_{12} + A_{31}}{2}$$

$$\frac{P_2 - P_3}{V_3 - V_1} = \frac{P_3}{V_1}$$

$$P_2 - P_3 = \frac{P_3}{V_1} (V_3 - V_1) = \frac{P_3}{V_1} (V_2 - V_1)$$

$$\frac{\frac{P_3}{V_1} (V_2 - V_1)^2}{2} \quad Q_{12} = \frac{2(P_2 + P_3)(V_2 - V_1)}{2c}$$

$$\frac{\frac{P_3}{V_1} (V_2 - V_1)^2}{2(P_2 + P_3)(V_2 - V_1)} =$$

$$\frac{(P_2 - P_3)(V_2 - V_1)}{2(P_2 + P_3)(V_2 - V_1)} = \frac{P_2 - P_3}{2(P_2 + P_3)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{P_2 - P_3}{2(P_2 + P_3)}$$

$$\lambda = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{A_3}{Q_{12}}$$

$$A = A_{12} + A_{31}$$

$$Q_{12} = Q_{12} \quad Q_{31} + Q_{21} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) \times$$

$$Q_{12} = \frac{A_{12}}{A_{31}} = \frac{5}{2} A_{31}$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} A_{31} \quad P_3 V_3 = P_1 V_2$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_3 V_3 = P_1 V_1$$

$$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_{12} + A_{31}$$

$$A_{31} = \frac{3}{4} Q_{12} + Q_{23} + \frac{5}{2} A_{31}$$

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

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

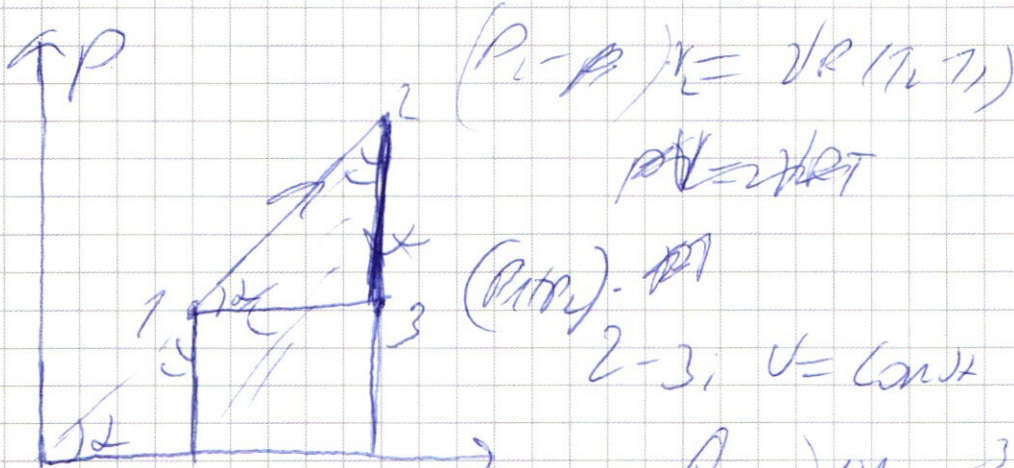
$$Q_{12} = A_{12} + \cancel{Q_{23}} + Q_{31} \quad \frac{5}{2} A_{31} \quad \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$3 A_{12} \neq$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = Q_{12} - A_{12}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{5}{2} A_{31}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



2-3,  $v = \text{const}$

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

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = Q_{12} \text{ MC ST}$$

$$= \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{2} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$= \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2}{2} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$3-1, Q = \Delta U + A = p \Delta V + p \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_{12} = Q_{12} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$

$$Q = \Delta U + A \quad A_{12} = Q_{12} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$A_{12} + A_{23} + A_{31} = Q_{12} + Q_{23} + A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$Q_{12} = A_{12} + S U_{12}$$

$$\frac{Q_{12} + S U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{S U_{12}}{A_{12}}$$

$$S U_{12} = \frac{3}{2} J R (\bar{T}_2 - \bar{T}_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{12} = \frac{P_1 P_2 (V_2 - V_1)}{2} =$$

$$= \frac{P_2 V_2}{2} + \frac{P_1 V_1}{2} - \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2}$$

$$\frac{\frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)}{\frac{P_1 P_2 (V_2 - V_1)}{2}} = \frac{3}{2} \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{(P_1 V_2 - P_2 V_1)}$$

$$Q_{12} = \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} + \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$= 2 P_2 V_2 - 2 P_1 V_1 + \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 =$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3 = P_2 V_2$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_3} \quad P_2 V_1 = P_2 V_3 = P_2 V_2$$

$$P_1 V_2 = P_3 V_3$$

$$P_2 V_1 =$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_{12} = \Delta u_{12}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{p_1 p_2}{2} (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{p_3 p_2}{2} (V_3 - V_1) =$$

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_2}{p_3} \quad \frac{p_3}{p_2} = \frac{V_2}{V_3}$$

$$p_1 V_1 = p_3 V_3 \quad \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_3}{V_1} \quad p_1 V_1 = p_3 V_3$$

$$Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) +$$

$$+ \frac{p_1 p_2}{2} (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} p_2 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{p_1 V_1}{2} + \frac{p_1 V_3}{2} - \frac{p_1 V_1}{2} =$$

$$p_2 V_3$$

$$A_{12} + A_{23} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

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

$$= Q_{12} + \Delta u_{23} + Q_{31} - \frac{2}{3} Q_{31} =$$

$$Q_{31} = \frac{2}{3} A_{31} \quad = Q_{12} + \Delta u_{23} + \frac{3}{2} A_{31}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta Q_{12} =$$

$$= \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

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

$$= \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \left( \frac{1}{2} + \frac{5}{2} \right) = 2(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{12} = \frac{P_2 V_2 + P_1 V_2 - P_1 V_1 - P_2 V_1}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{\frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)} = 4$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_{12}}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} - Q_{23} - Q_{31}}{Q_{12}} =$$

$$= 1 - \frac{Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) \quad Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \nu R (T_3)$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

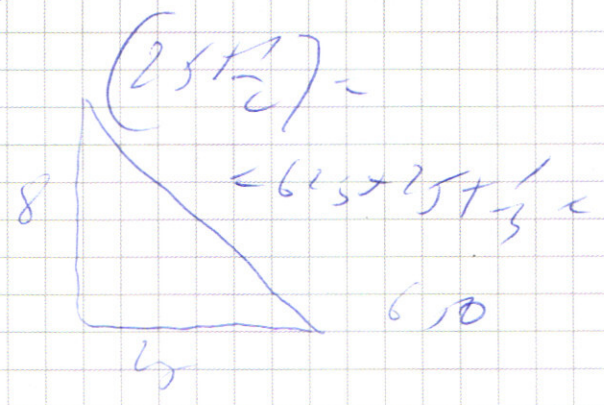
$V_{\text{ак}} = U_{\text{отк}} + U_{\text{рег}}$   
 $\tan \alpha = \frac{U_{\text{отк}}}{U_{\text{рег}}}$   
 $sl \cdot t = U$   
 $2 \cdot sl \cdot t = 2U$

$\frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{p}$      $\frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$   
 $\frac{1}{F} = \frac{F+d}{Fd}$      $\frac{1}{F} = \frac{d-F}{F-d}$   
 $t = \frac{Fd}{F+d} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{F + \frac{5F}{3}} = \frac{\frac{5F^2}{3}}{\frac{8F}{3}} = \frac{5F}{8}$   
 $t = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{8F}{3}}{\frac{2F}{3}} = \frac{5F}{2}$

$$(25 + 9)^2 = 625 + 45$$

$$\frac{28}{8} = 3.5$$

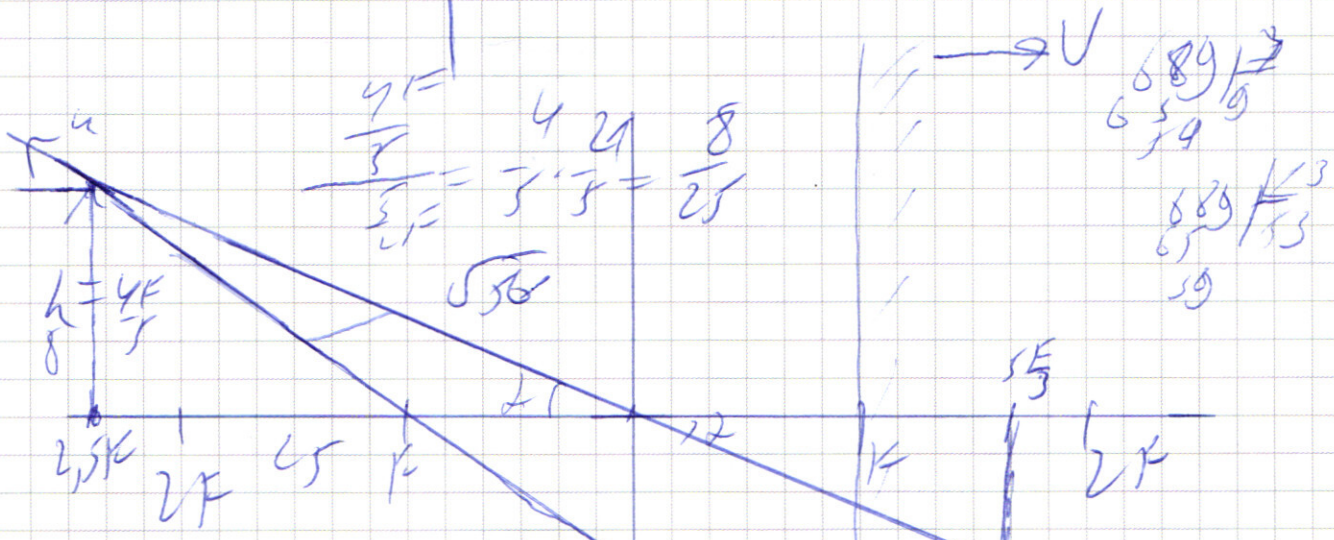
$$250 + 200$$



$$\sqrt{625 + 84} = \sqrt{689}$$

$$625 \times 10 + \dots = \frac{8F}{5} \quad 689F$$

$$\frac{4F}{8} = \frac{4 \times 21}{8} = \frac{8}{25}$$



$$\sqrt{625 - 64} = \sqrt{561}$$

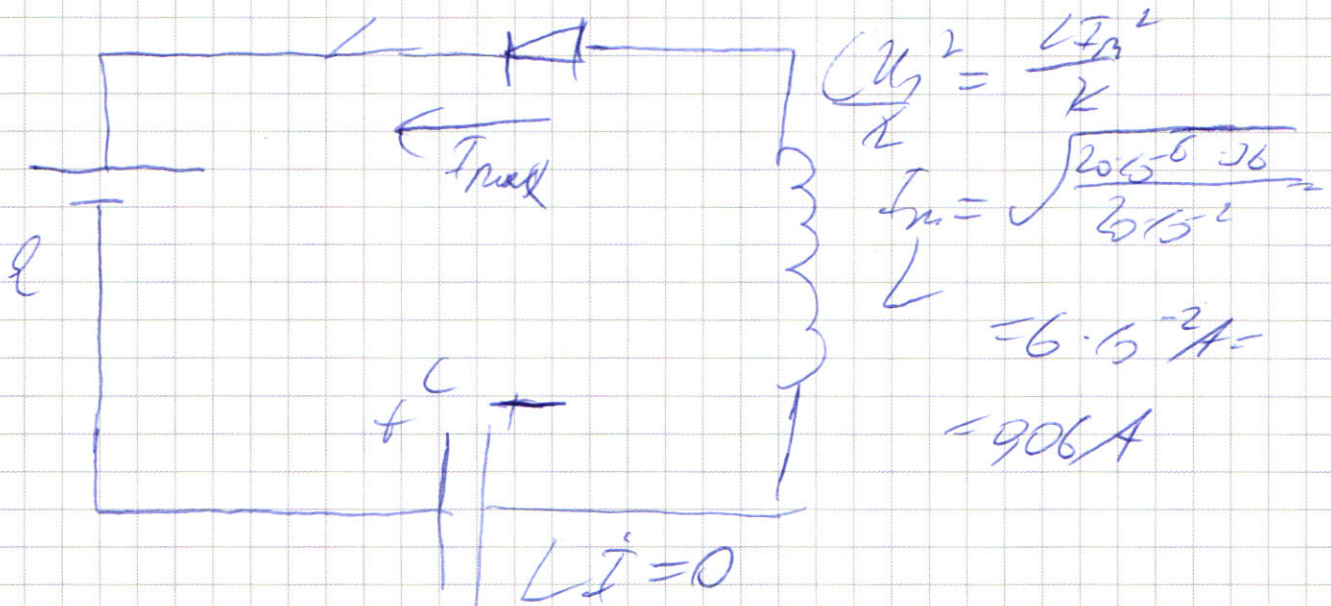
$$\frac{8}{5F} = \frac{L}{8F} = \frac{8}{2} = \frac{15.2}{8F}$$

$$h = \frac{4}{5}F$$

$$2V = h \omega t$$

$$h = \frac{2V}{\omega t} = \frac{2V}{\frac{25}{\sqrt{689}}} = \frac{2\sqrt{689}V}{25}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$U_2 \approx 0$$

$$U_0 - E - U_C = 0 \quad C(U_1^2 - U_C^2) = U_E^2$$

$$U_C = \frac{U_0 - E}{2} = 2 \text{ В}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U_C^2)}{L}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} (36 - 4)}{0,2}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

$$L \dot{I} = 0$$

$$L \dot{q} = 0$$

$$L (U_1 + U_C)' = 0 \Rightarrow (U_1 + U_C)' = 0 = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}$$

$$I_{\text{до}} A_{\text{уст}} = \Delta W_{\text{с}} + \Delta W_{\text{л}}$$

$$\frac{W_{\text{л}}}{\tau} = \frac{L I_{\text{л}}^2}{\tau}$$

$$I_{\text{л}} = \sqrt{\frac{C \cdot W_{\text{с}}}{L}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 36}{20 \cdot 10^{-6}}}$$

$$= 0,06 \text{ A}$$

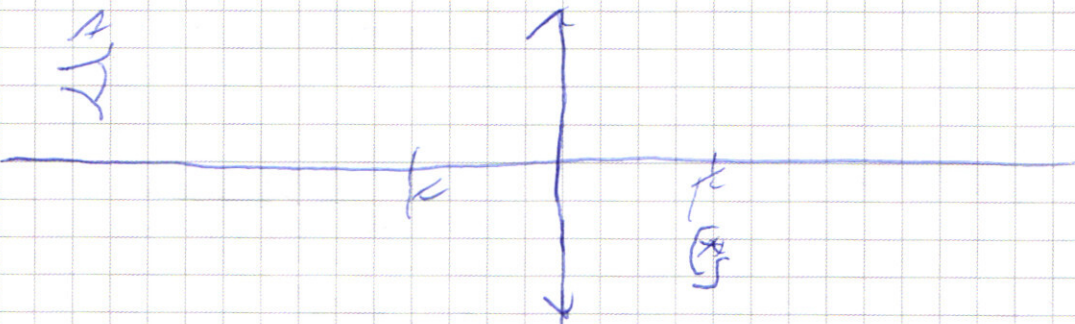
~~$$I_{\text{max}} = j = \frac{C W_{\text{с}}}{C A_{\text{л}}}$$~~

$$I_{\text{max}} = j =$$

$$\frac{C W_{\text{с}}}{\tau} = \frac{L I_{\text{л}}^2}{\tau} + \frac{C U_{\text{с}}^2}{\tau}$$

$$I_{\text{л}} = j = C U_{\text{с}} = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 6 =$$

$$= 120 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 120 \text{ мкА}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Q<sub>23</sub> = Q<sub>31</sub>~~

$$Q_{12} \neq Q_{23} + Q_{31} = A_{12} + A_{31}$$

$$Q_{23} + Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A_{31} =$$

$$Q_{23} = A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) \quad A_{31} =$$

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

$$\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = Q_{12} - A_{12}$$

$$-\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = A_{12} - Q_{12}$$

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

$$Q_{12} + A_{12} - Q_{12} + A_{31} = A_{12} + A_{31}$$

$$A = \frac{(P_2 - P_3)(V_3 - V_1) + (P_2 - P_3)(V_2 - V_1)}{2} =$$

$$\Delta U_{12} + Q_{23} + \frac{3}{2} A_{31} = \Delta U_{12} + A_{31}$$

$$\frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + P_1 (V_2 - V_1) =$$

$$= (P_2 - P_1) V_1 \quad Q_{23} + Q_{31} = -\Delta U_{12} + A_{31}$$

$$Q_{23} = -\Delta U_{12} + \frac{3}{2} A_{31} + Q_{31}$$

$$Q_{12} - \Delta u_{12} - \frac{3}{2} A_{31} = A_{12} + Q_{31}$$

$$Q_{12} - \Delta u_{12} - A_{12} = \frac{1}{2} A_{31}$$

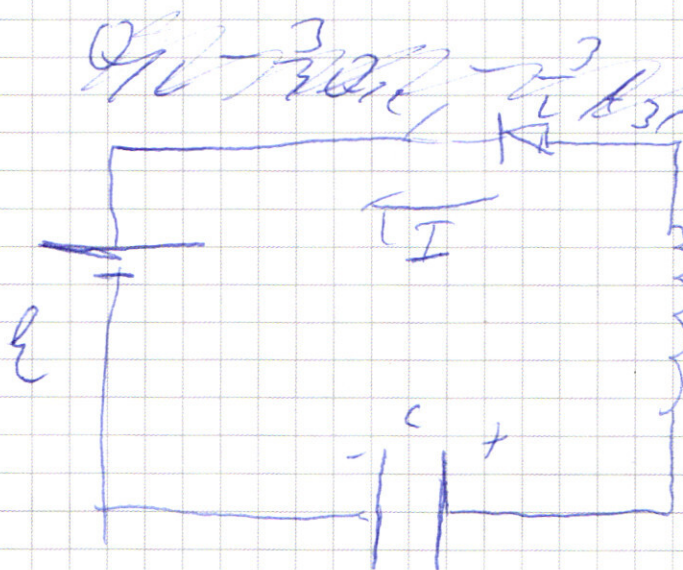
$$Q_{12} = A_{12} + \Delta u_{12}$$

$$\frac{3}{2} Q_{12} = \Delta u_{12}$$

$$\frac{3}{2} Q_{12} + Q_{31} + \Delta u_{31} = 0$$

$$\frac{3}{2} Q_{12} + Q_{31} + \frac{1}{2} A_{31} = 0$$

$$Q_{31} = -\frac{3}{2} Q_{12} = \frac{3}{2} A_{12}$$



$$1) LI + \Delta u + Q = \Delta u, \text{ so}$$

$$LI = \Delta u - \Delta u$$

$$I = \frac{\Delta u - \Delta u}{L}$$

$$= \frac{60 - 20 - 0}{0.2} = \frac{40}{0.2} = 200 \text{ A}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_{22} + Q_{21} = \frac{3}{2} \nu R f$$

$$\cancel{Q} \quad T_3^2 = T_1 \cdot T_2$$

$$\frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2} - \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{21} = A_{22} + A_{23}$$

~~Следует~~

$$\nu R (T_2 - T_1) = \nu R \sqrt{T_2} (\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})$$

$$\frac{3}{2} \nu R \sqrt{T_2} (\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})$$

$$A_{21} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

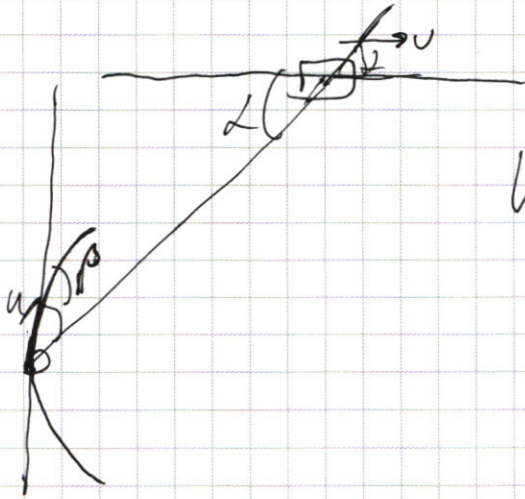
$$7440 - 30 - 2 = 7408$$

$$\begin{array}{r} 7408 \overline{) 72} \\ 72 \quad \overline{) 1352} \end{array}$$

$$85 \cdot 3520 =$$

$$= 1500 + 230 \cdot 40$$

$$\begin{array}{r} 7985 \overline{) 15} \\ 15 \quad \overline{) 297} \\ 48 \\ 758 \end{array}$$



$$\sqrt{600} = 460 \text{ A}$$

$$u = \sqrt{\frac{600}{650}} = 40 = \frac{3}{8} = \frac{3}{17}$$

$$= \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{8 \cdot 8}$$

~~4600 /~~

$$2500 + 100 \quad 4600 + 160$$

150