

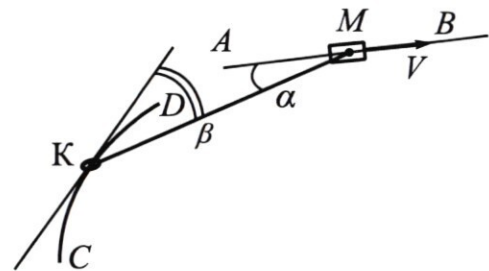
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

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 α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



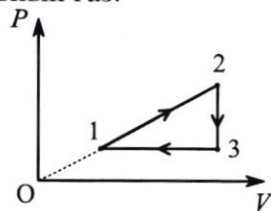
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.



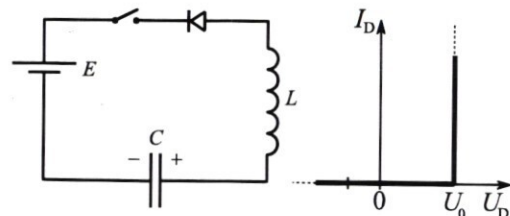
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между 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.

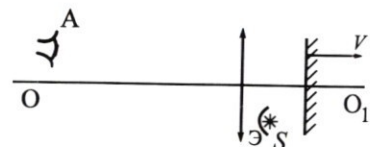


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

13

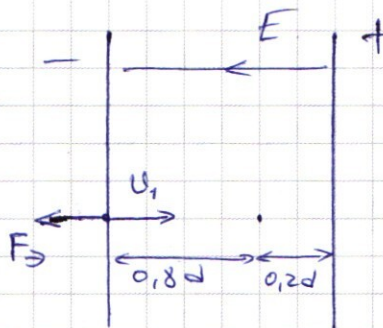
$$d; 0,2d$$

$$v_1; \frac{q}{m} = 8$$

1) T - ?

2) U - ?

3) v_0 - ?



1) Т.к. частица остановилась внутри конденсатора $\Rightarrow$ на нее действовала сила, направленная против её движения (сила со стороны эл. поля F_z) $\Rightarrow$ эл. поле E сонаправлено с $F_z \Rightarrow$ по условию. частица слева на рис.

$$0 = v_1 - aT$$

$$d - 0,2d = v_1 T - \frac{aT^2}{2}$$

$$1,6d = 2v_1 T - 0,1T^2$$

$$1,6d = v_1 T$$

$$aT = v_1 \Rightarrow a = \frac{v_1}{T}$$

$$0,8d = v_1 T - \frac{v_1 T^2}{2T}$$

$$T = \frac{1,6d}{v_1} \quad \{T\} = \frac{\mu c}{\kappa} = c$$

2) ЗСЭ от мом. когда частица влетает в конденсатор до её остановки.

$$0 - \frac{mv_1^2}{2} = -A \Rightarrow$$

$$A \Rightarrow = (d - 0,2d) F_z$$

$$F_z = E \cdot q$$

$$A \Rightarrow = 0,8d \cdot E \cdot q$$

$$U = dE$$

$$A \Rightarrow = 0,8Uq$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = 0,84 q ; \quad v_1^2 = 1,6 \text{ и } \frac{q}{m}$$

$$v_1^2 = 1,6 \text{ и } \Delta \Rightarrow$$

$$\boxed{U = \frac{v_1^2}{1,6 \Delta}}$$

3) ЗСЭ где мэм. когда частица находится на бесконечно большом расстоянии и мэм. влетает в конденсатор:

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -A$$

$$A = q (\varphi_A - \varphi_B)$$

φ_A - потенциал на бесконечности $\Rightarrow \varphi_A = 0$

φ_B - потенциал в точке "влёта" в конденсатор

$$\varphi_B = \frac{U}{2}$$

$$A = -q \frac{U}{2} = - \frac{q v_1^2}{2 \cdot 1,6 \Delta}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{q v_1^2}{2 \cdot 1,6 \Delta}$$

$$v_0^2 - v_1^2 = \frac{q}{m} \frac{v_1^2}{1,6 \Delta}$$

$$1,6 v_0^2 - 1,6 v_1^2 = v_1^2$$

$$1,6 v_0^2 = 2,6 v_1^2$$

$$0,8 v_0^2 = 1,3 v_1^2$$

$$v_0^2 = \frac{13}{8} v_1^2 \Rightarrow$$

$$\boxed{v_0 = v_1 \sqrt{\frac{13}{8}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

$$v = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

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

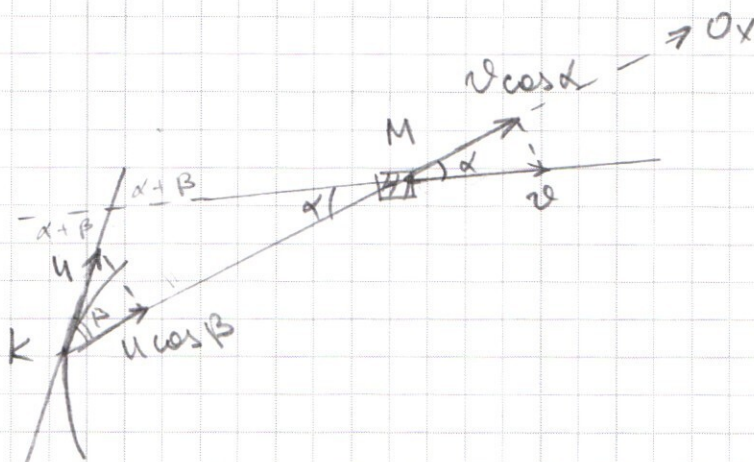
$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

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

1) u - ?

2) u' - ?

3) T - ?



1) $v \cos \alpha$ - проекция скорости муфты на ось Ox , проходящую через ~~ее~~ трос

u - скорость колеса (направлена по касательной к CD)

Тогда $u \cos \beta$ - проекция скорости u

на ось Ox

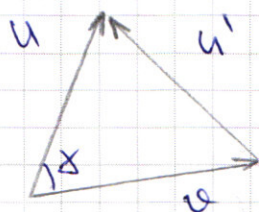
Т.к. трос нерастяжим $v \cos \alpha = u \cos \beta$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} \quad [u] = \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$u = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{8 \cdot 8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) u' - скорость колеса относительно муфты в данный момент.

$$\vec{u}' = \vec{u} - \vec{v}$$



δ - given memory $\bar{u}$ и $\bar{v}$
 $\delta = \alpha + \beta$

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

$$(u')^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\begin{aligned} \cos(\alpha + \beta) &= \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta = \\ &= \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{60 - 24}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17} \end{aligned}$$

$$u' = \sqrt{\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + v^2 - \frac{2 \cdot v^2 \cdot \cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta}}$$

$$u' = v \sqrt{\frac{9 \cdot 289}{25 \cdot 64} + 1 - \frac{2 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 36}{5 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 17}}$$

$$u' = 40 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 289 + 25 \cdot 64 - \frac{3 \cdot 9}{25}}{25 \cdot 64}} = 40 \sqrt{\frac{9 \cdot 289 + 25 \cdot 64 - 9 \cdot 192}{25 \cdot 64}}$$

$$+ 25 \cdot 64 - 3 \cdot 9 \cdot 64 = \frac{40}{5 \cdot 8} \sqrt{9 \cdot 289 + 25 \cdot 64 - 9 \cdot 192} =$$

$$= \sqrt{25 \cdot 64 + 9(289 - 192)} = \sqrt{25 \cdot 64 + 9 \cdot 97} =$$

$$= \sqrt{1600 + 873} = \sqrt{2473}$$

$$u' = \sqrt{2473}$$

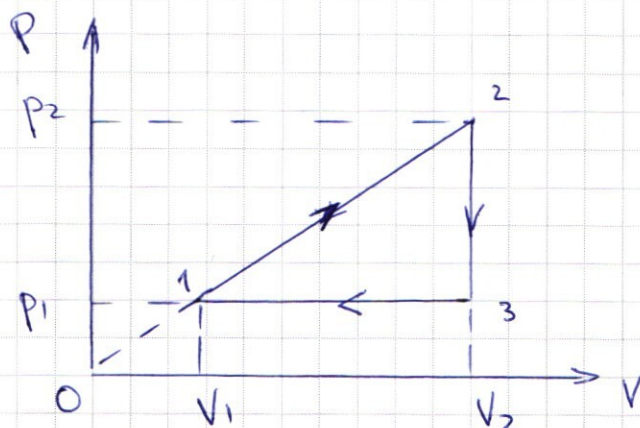
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2 2

1) $\frac{C_{D2}}{C_{D1}} - ?$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} - ?$

3) $\eta_{\max} - ?$



1) $\Delta U_{23} < 0 \Rightarrow T_3 < T_2$

$\Delta U_{31} < 0 \Rightarrow T_1 < T_3$

$C_{D2} = \frac{Q_{23}}{2(T_2 - T_3)}$

$C_{D1} = \frac{Q_{31}}{2(T_3 - T_1)}$

$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_3)$

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

$A_{31} = P_1(V_2 - V_1)$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} 2R(T_3 - T_1)$

$P_1 V_2 = 2RT_3$

$P_1 V_1 = 2RT_1$

$A_{31} = P_1 V_2 - P_1 V_1 =$

$= 2RT_3 - 2RT_1 =$

$= 2R(T_3 - T_1)$

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

$+ 2R(T_3 - T_1) =$

$= \frac{5}{2} 2R(T_3 - T_1)$

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

$\frac{C_{D2}}{C_{D1}} = \frac{Q_{23} 2(T_3 - T_1)}{2(T_2 - T_3) Q_{31}} = \frac{3 2R(T_2 - T_3) (T_3 - T_1) 2}{2 (T_2 - T_3) 5 2R(T_3 - T_1)} = \frac{3}{5}$

$\frac{C_{D2}}{C_{D1}} = \frac{3}{5}$

$$2) \quad \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{A_{12} + \Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_2 - T_1)$$

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

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \quad (\text{гидр. процесс } 1-2)$$

$$p_2 V_2 = \mathcal{O} R T_2$$

$$p_1 V_1 = \mathcal{O} R T_1$$

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

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

$$= \frac{1}{2} (\mathcal{O} R T_2 - \mathcal{O} R T_1) =$$

$$= \frac{1}{2} \mathcal{O} R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{3 \mathcal{O} R (T_2 - T_1) \cdot 2}{2 \cdot \mathcal{O} R (T_2 - T_1)} = 1 + 3$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

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

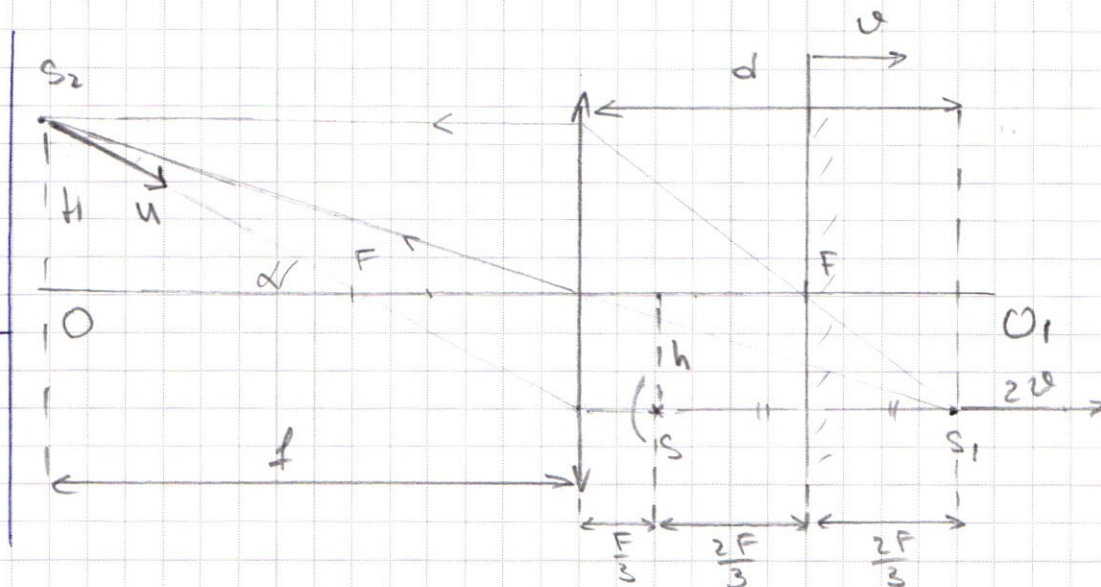
$$h = \frac{8}{15} F$$

$U; F$

1) f - ?

2) α - ?

3) U - ?



1) Источник S из имеет изображение S_1 в плоском зеркале $\Rightarrow S_1$ - предмет для линзы S_2 - изображение S_1

$$\text{Тогда } d = \frac{F}{3} + \frac{2F}{3} + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$$

(d - расстояние от S_1 до линзы)

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

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

$$\frac{5}{5F} - \frac{3}{5F} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{2}{5F} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{5F}{2}$$

$$f = \frac{5F}{2}$$

2) Т.к. скорость течения зерна U , то
 скорость вращения S_1 $2U$
 Скорости U и $2U$ сонаправлены.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{f-F}$$

H - расстояние от S_2 до OO ,
 $(f-F)$ - расстояние от S_2 до
 фактической мощности

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

$$H = \frac{5F \cdot 3}{2 \cdot 5F} \cdot \frac{8}{15} F \Rightarrow H = \frac{4}{5} F$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{4}{5} F}{\frac{5}{2} F - F} = \frac{\frac{4}{5} F}{\frac{3}{2} F} = \frac{4 \cdot 2}{5 \cdot 3} = \frac{8}{15}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{8}{15}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

LC

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

1) $\frac{dI}{dt} - ?$

2) $I_{\max} - ?$

3) U_2

1) Т.к. в момент времени $t=0$
(т.е. после замыкания ключа)
 $I=0 \Rightarrow U_0=0$ (напряжение
кнопки)

$\Downarrow$

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E} - U_1 + U_L &= 0 \\ U_L &= -\mathcal{E}i \\ \mathcal{E}i &= -\frac{dI}{dt} L \end{aligned} \right\}$$

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

$$\left| \frac{dI}{dt} = \frac{-\mathcal{E} + U_1}{L} \right|$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{-3 + 6}{0,2} = \frac{3 \cdot 10^5}{2} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) При $I_{\max}$ напряжение на катушке равно
 U_0 . Т.к. при $I_{\max}$ скорость возрастания
тока равна 0 $\Rightarrow U_L = 0$
Тогда: $\mathcal{E} - U_{\max} = U_0$
($U_{\max}$ - напряжение на конденсаторе
при максимальном токе)
 $U_{\max} = \mathcal{E} - U_0$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} + \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$CU_1^2 = C(\mathcal{E} - U_0)^2 + L I_{\max}^2$$

$$CU_1^2 - C(\mathcal{E} - U_0)^2 = L I_{\max}^2$$

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

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C(U_1 - \mathcal{E} + U_0)(U_1 + \mathcal{E} - U_0)}{L}}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} (6 - 3 + 1)(6 + 3 - 1)}{0,2}} =$$

$$= 10^{-3} \sqrt{\frac{20 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 10}{2}} = 10^{-3} \cdot 10 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} =$$

$$\approx 56 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$3) \quad U_2 = \mathcal{E} - U_0$$

($U_L = 0$ т.к. в установившемся режиме $\frac{dI}{dt} = 0$)

$$U_2 = 3 - 1 = 2 \text{ В}$$

$$U_2 = 2 \text{ В}$$

$$2) \quad \frac{CU_1^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

$$I_{\max} = U_1 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_{\max} = 6 \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}} = 6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$U_0 = \mathcal{E} - \mathcal{I} + U_L$$

$$\frac{d\mathcal{I}}{dt} = -\mathcal{E}_i = U_L$$

$$U_0 = \mathcal{E} - U_1 = U_L$$

$$U_0 = 0$$

$$\mathcal{E} - U_1 = U_L$$

$$\mathcal{E} - 1 = U_L$$

$$\mathcal{I} = 0 \Rightarrow U_0 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} -\mathcal{E} + U_1 &= U_L \\ U_L &= -\mathcal{E}_i \\ \mathcal{E}_i &= -\frac{d\mathcal{I}}{dt} L \end{aligned} \right\} \begin{array}{c} + \\ | \\ - \end{array}$$

$$-\mathcal{E} + U_1 - U_L = 0$$

$$U_1 - \mathcal{E} + \mathcal{E}_i = 0$$

$$U_1$$

$$U_{\max} = \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E} - U_k + U_L = 1$$

$$\mathcal{E} - U_k = 1$$

$$\mathcal{E} - 1 = U_k$$

$$U_k = 2$$

$$\frac{d\mathcal{I}}{dt} = \mathcal{E} \quad \frac{d\mathcal{I}}{dt} = \mathcal{E}_i$$

$$\frac{d\mathcal{I}}{dt} \cdot L = \mathcal{E}_i$$

$$\frac{d\mathcal{I}}{dt} \cdot L = \mathcal{E}_i$$

$$U_{\max} = 1$$

$$\mathcal{E} - U_1 + U_L = 0$$

$$\mathcal{E} - U_1 + U_L = U_0$$

$$\mathcal{E} - U_1 = U_L$$

$$\mathcal{E} - U_1 = \frac{d\mathcal{I}}{dt} L$$

$$\frac{d\mathcal{I}}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}$$

$$\frac{\mathcal{E} - 1}{0.2}$$

$$\mathcal{E} - U_1 - U_L = 0$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{L\mathcal{I}^2}{2}$$

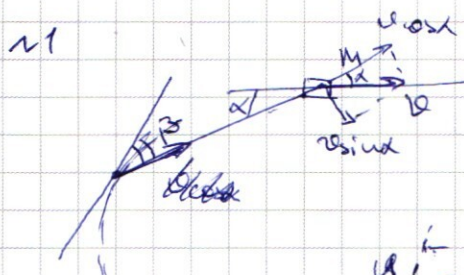
$$\underline{m^2 = 1 \text{ г}^2}$$

$$J = 4 \sqrt{\frac{C}{\lambda}}$$

$$\sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2}}$$

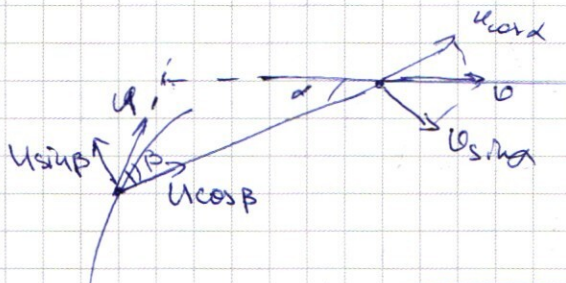
$$10 \cdot 10^{-3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$\cos \beta = \frac{4}{17}$$



$$1) \quad u \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow \boxed{u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}}$$

$$\frac{17}{5} \cdot \frac{3}{1}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \cdot 3 \\ \hline 51 \\ \hline 285 \end{array}$$

$$[u] = \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$u = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{8 \cdot 8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 285 \\ - 69 \\ \hline 215 \end{array}$$

$$2) \quad \bar{u}' = \bar{u} - \bar{v}$$

$$\bar{u}' + \bar{v} = \bar{u}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ - 60 \\ \hline 24 \\ \hline 36 \end{array}$$



$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \cdot 15 \\ \hline 255 \end{array}$$

$$u' = \sqrt{u^2 + v^2 - 2 \cos(\alpha + \beta) u v}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24}{5 \cdot 17} - \frac{60}{5 \cdot 17} = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$\cos(120 + 30) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$\cos(120 + 30) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} = \frac{12}{25} + \frac{120}{289} = \frac{12 \cdot 289 + 120 \cdot 25}{25 \cdot 289}$$

$$\cos = \frac{25 \cdot 289 - 12 \cdot 289 + 120 \cdot 25}{25 \cdot 289} = \frac{13 \cdot 289 + 120 \cdot 25}{25 \cdot 289}$$

$$u' = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)}$$

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{36}{85}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \quad d = \frac{5}{2} F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{5F + 43x} + \frac{1}{f_2}$$

$$u' = \sqrt{\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + v^2 - 2v \cdot \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \frac{36}{85}}$$

$$u' = v \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - \frac{2 \cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)}$$

$$u' = 40 \cdot \sqrt{1 + \frac{9 \cdot 289}{25 \cdot 64} - \frac{2 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 36}{5 \cdot 8 \cdot 85}}$$

$$u' = 40 \sqrt{1 + \frac{9 \cdot 289}{25 \cdot 64} - \frac{3 \cdot 9}{25}}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ \times 64 \\ 3 \\ \hline 192 \end{array} \quad \begin{array}{r} 289 \\ - 192 \\ \hline 97 \end{array}$$

$$\frac{25 \cdot 64 + 9 \cdot 289 - 3 \cdot 9 \cdot 64}{25 \cdot 64} = \frac{25 \cdot 64 + 97 \cdot 9}{25 \cdot 64}$$

$$\begin{array}{r} \times 64 \\ 25 \\ \hline 320 \\ 128 \\ \hline 1600 \end{array}$$

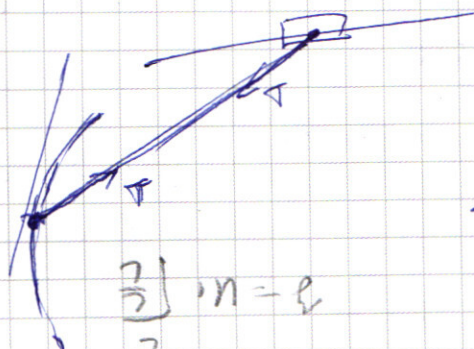
$$\begin{array}{r} \times 97 \\ 9 \\ \hline 873 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 910 \\ 873 \\ \hline 727 \end{array}$$

$$u' = \frac{40 \sqrt{727}}{5 \cdot 8}$$

$$u' = \sqrt{727} \text{ cm/s}$$

3)



$$\frac{7}{2} \cdot n = 1$$

$$\frac{7}{2} \cdot m = 2$$

$$\frac{7}{2} \cdot c \cdot u = 2$$

$$\frac{7}{2} \cdot m = 2$$

$$\begin{array}{r} \times 81 \\ 97 \\ 9 \\ \hline 873 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 1600 \\ 873 \\ \hline 2473 \end{array}$$

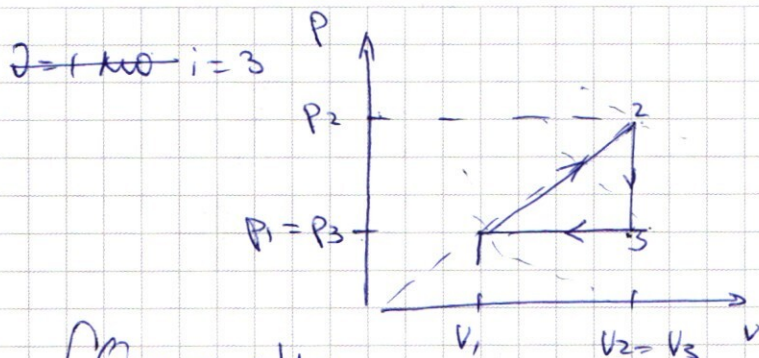
$$\frac{u}{H} = \frac{x + p \cdot m + 6 + u + 1}{f_2} = 2$$

$$\frac{p}{f_2} = 1$$



$$\frac{u}{H} = \frac{x + p \cdot m + 6 + u + 1}{f_2} = 2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q = \nu \cdot C$$

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

$$Q_{23} \quad T \downarrow$$

$$Q_{31} \quad T \downarrow$$

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

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

$$Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_2 \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right) \quad T_3 = \frac{V_2}{V_1} T_2$$

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

$$T_2 =$$

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

$$A_{31} = P_3 (V_3 - V_1)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$V_1 = \frac{V_3 T_1}{T_3}$$

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

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

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$V_3 \neq V_1 = \frac{P_1}{P_2} V_3$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_3}$$

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1}{V_3} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$T_1 = \frac{P_1}{P_2} T_3$$

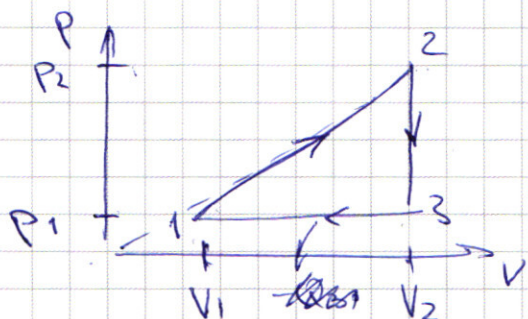
$$1) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{P_1}{P_2} T_2 - T_2 \right)$$

$$2) A_{31} = P_3 \left(V_3 - \frac{P_1}{P_2} V_3 \right) = P_3 V_3 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right) = \nu R T_3 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{P_1}{P_2} T_3 - T_3 \right) = \frac{3}{2} \nu R T_3 \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right)$$

$$3) Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_3 \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right) - \nu R T_3 \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right) \nu R T_3$$



$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1}{V_1} &= \frac{P_2}{V_2} \\ \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_3} \\ \frac{P_2}{T_2} &= \frac{P_1}{T_3} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} T_2 &= \frac{P_2}{P_1} T_3 - \frac{T_3^2}{T_1} \\ T_1 &= \frac{V_1}{V_2} T_3 = \frac{P_1}{P_2} T_3 \\ V_1 &= \frac{P_1}{P_2} V_2 \end{aligned}$$

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

$$A_{31} = P_1 (V_2 - V_1) = \mathcal{O}R (T_3 - T_1)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R (T_3 - T_2)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R \left(\frac{P_1}{P_2} T_3 - T_3 \right) = \frac{3}{2} \mathcal{O}R T_3 \left(\frac{P_1}{P_2} - 1 \right)$$

$$A_{31} = P_1 \left(\frac{V_1 P_2}{P_1} - V_1 \right) = P_1 V_1 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) =$$

$$= \mathcal{O}R T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) = \mathcal{O}R \cdot \frac{P_1}{P_2} T_3 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) =$$

$$= \mathcal{O}R T_3 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R \left(T_3 - \frac{P_2}{P_1} T_3 \right) = \frac{3}{2} \mathcal{O}R T_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$Q_{31} = \frac{1}{2} \mathcal{O}R T_3 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right) \quad C_{31} = \frac{4}{2} R T_3 \left(1 - \frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R T_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right) \quad C_{23} = \frac{3}{2} R T_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{R T_3 (P_2 - P_1) P_1}{P_2 \cdot 3 R T_3 (P_1 - P_2)} = - \frac{P_1}{3 P_2}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{O}R (T_2 - T_3) = \frac{3}{2} \mathcal{O}R \left(\frac{P_2}{P_1} T_3 - T_3 \right) = \frac{3}{2} \mathcal{O}R T_3 \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right)$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{\mathcal{O}R T_3 (P_2 - P_1) P_1}{P_2 \cdot 3 \mathcal{O}R T_3 (P_2 - P_1)} = \frac{4}{3} \frac{P_1}{P_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \cancel{\frac{1}{2}} \frac{1}{2} (P_1 + P_2) \cdot (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 \cancel{V_2} + P_2 V_2 - P_1 V_1 - \cancel{P_2 V_1})$$

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

$$A_{12} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{1}{2} (\mathcal{O} R T_2 - \mathcal{O} R T_1) =$$

$$= \frac{\mathcal{O} R}{2} (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{3 \mathcal{O} R (T_2 - T_1)}{2 \cdot \mathcal{O} R (T_2 - T_1)} = 1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\eta = 1 + \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} \Rightarrow \frac{A}{Q_{\text{н}}}$$

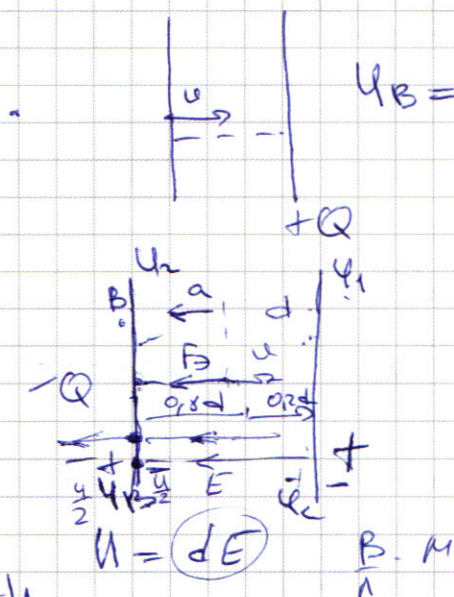
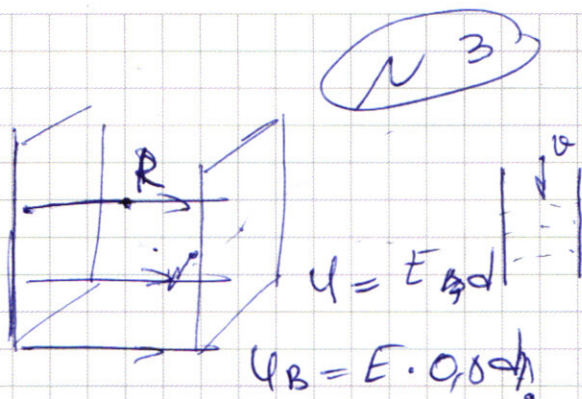
$$A = (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) = P_2 V_2 - P_1 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_1$$

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

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

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

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



$$\left. \begin{aligned} 0 - \frac{mv_1^2}{2} &= -A \Rightarrow \\ A &= F \cdot 0,8d \\ F &= E \cdot q \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = E \cdot q \cdot 0,8d$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = U \cdot q \cdot 0,8$$

$$\frac{v_1^2}{2} = U \cdot 0,8$$

$$F = qm$$

$$E \cdot q = q \cdot m$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -A$$

$$A = q(U_A - U_B)$$

$$U_A = 0$$

$$U_B = E \cdot 0,8d$$

$$U = U_1 - U_2 \quad E = \frac{U}{d}$$

2

$$U = \frac{v_1^2}{1,6 \cdot 8}$$

$$\frac{A}{q} = U_A - U_B$$

$$k \frac{q^2}{r}$$

$$E = \frac{1}{\epsilon} \cdot \sigma = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\frac{U^2 H}{k n^2}$$

$$\frac{H}{m} = \frac{H}{k n}$$

$$E = k \frac{q^2}{r^2} \frac{k n}{m}$$

$$U = k$$

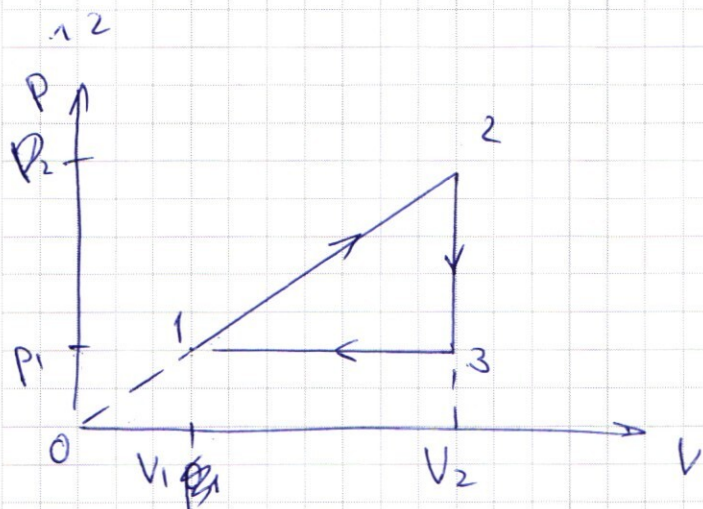
$$\frac{U^2 H}{k n^2} = \frac{U^2 B}{k n A} \frac{q}{r}$$

1

$$\left. \begin{aligned} 0 &= v_1 - at \\ F &= am \\ F &= E \cdot q \\ E &= \frac{U}{d} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} v_1 &= at \\ 0,8d &= v_1 - \frac{at^2}{2} \\ 0 &= v_1 - at \\ a &= \frac{v_1}{t} \end{aligned} \quad \textcircled{1}$$

$$\rightarrow$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\Delta U_{23} < 0 \Rightarrow T \downarrow$$

$$\Delta U_{31} < 0 \Rightarrow T \downarrow$$

$$Q_{12} = \int C_{D2} (T_2 - T_3)$$

$$Q_{31} = \int C_{D1} (T_3 - T_1)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \int R (T_2 - T_3)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \int R (T_2 - T_3)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \int R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \int R (T_3 - T_1)$$

$$A_{31} = P_1 (V_2 - V_1) = \int R (T_3 - T_1)$$

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

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

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

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

$$T_3^2 = T_1 \cdot T_2$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_3}$$

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

$$\frac{C_{D2}}{C_{D1}} = \frac{Q_{23}}{\int (T_2 - T_3)} \cdot \frac{Q_{31}}{\int (T_3 - T_1)}$$

$$\frac{T_3}{V_2} \cdot \frac{V_1}{T_1} = \frac{T_1}{T_3} \quad V_1 = \frac{T_1}{T_3} V_2$$

$$A_{31} = P_1 \left(V_2 - \frac{T_1}{T_3} V_2 \right) = P_1 \cdot V_2 \left(1 - \frac{T_1}{T_3} \right)$$

$$A_{31} = \frac{\int R T_3 (T_3 - T_1)}{T_3} = \int R (T_3 - T_1)$$

$$\frac{C_{D2}}{C_{D1}} = \frac{\frac{3}{2} \int R (T_2 - T_3) (T_3 - T_1) \cdot \frac{1}{T_3}}{\frac{5}{2} \int R (T_3 - T_1)} = \frac{3}{5}$$

$$Q_x = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} \Rightarrow Q_x \downarrow \quad Q_H \uparrow$$

$$T_1 = \frac{P_1}{P_2} T_3$$

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

$$Q_x = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \alpha R (T_3 - T_1)$$

$$Q_H = \frac{3}{2} \alpha R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \alpha R (T_2 - T_1) = 2 \alpha R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Q_x}{Q_H} = \frac{\cancel{3} \alpha R T_2 - \cancel{3} \alpha R T_3 + 5 \alpha R T_3 - 5 \alpha R T_1}{4 \alpha R T_2 - 4 \alpha R T_1}$$

$$= \frac{\cancel{3} \alpha R T_2 + 2 \alpha R T_3 - 5 \alpha R T_1}{4 \alpha R T_2 - 4 \alpha R T_1} = \frac{3 T_2 + 2 T_3 - 5 T_1}{4 T_2 - 4 T_1}$$

$Q_H \uparrow$
 $Q_x \downarrow$

$$3 T_2 + 2 T_3 - 5 T_1 < 4 T_2 - 4 T_1$$

$$2 T_3 - T_2 - T_1 < 0$$

$$2 T_3 < T_1 + T_2$$

$$\frac{3 \cdot \frac{P_2}{P_1} T_3 + 2 T_3 - 5 \cdot \frac{P_1}{P_2} T_3}{4 \cdot \frac{P_2}{P_1} T_3 - 4 \cdot \frac{P_1}{P_2} T_3} =$$

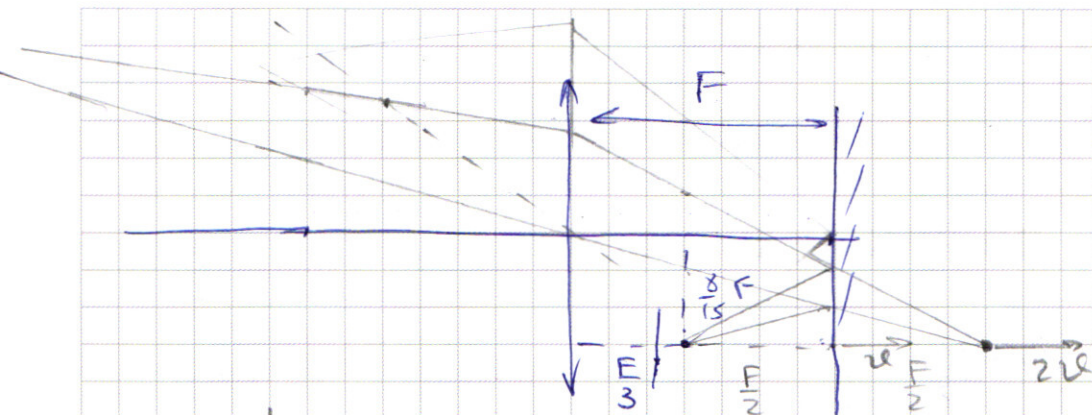
$$\frac{Q_H}{Q_x} = \frac{3 P_2^2 + 2 P_1 P_2 - 5 P_1^2}{4 P_2^2 - 4 P_1^2}$$

$$\cancel{2 P_2 P_1} \quad \cancel{2 P_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad 0,8d &= v_1 t - \frac{a t^2}{2} \quad \left. \begin{array}{l} a = \frac{v_1}{t} \\ 0 = v_1 - a t \end{array} \right\} \quad 0,8d = v_1 - \frac{v_1 t^2}{2t} \\ 0 &= v_1 - a t \\ 0,8d &= \frac{2v_1 t - v_1 t}{2} \\ 1,6d &= 2v_1 t - v_1 t \\ t &= \frac{1,6d}{v_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad \chi_{\text{к}} &= \frac{q}{2} \cdot 0,8d = 0,8 \cdot \frac{v_1^2}{1,6d} = \frac{v_1^2}{2d} \\ A &= q \cdot \frac{v_1^2}{2d} \\ \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} &= \frac{v_1^2}{2d} q \\ v_0^2 - v_1^2 &= v_1^2 \frac{q}{d} \\ v_0^2 &= 2v_1^2 \\ v_0 &= v_1 \sqrt{2} \end{aligned}$$

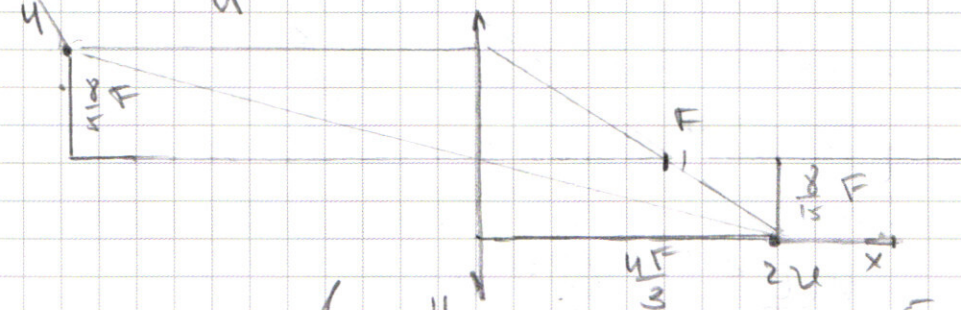


$$d = \frac{F}{2} + \frac{F}{2} + \frac{F}{3} = F + \frac{F}{3} = \frac{4F}{3}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{F} + \frac{3}{4F}$$

$$\frac{4}{4F} - \frac{3}{4F} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{4F} = \frac{1}{f} \quad \boxed{f = 4F}$$

$$\frac{2U}{H} =$$



$$\frac{1}{d} = \frac{H}{h}$$

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

$$\frac{8 \cdot 4F}{4F} = \frac{15 \cdot H}{8F}$$

$$8F = 5H$$

$$H = \frac{8}{5} F$$

$$2U \cdot t = X$$

$$U \cdot t = S$$

$$\frac{dI}{dt} = -\epsilon_i = U$$

$$1 \cdot 14 \cdot 4 = 56$$

$$\frac{10}{289} \frac{192}{97} \bar{u}' = \bar{u} - \bar{v}$$

$$\bar{u}' + \bar{v} = \bar{u}$$

