

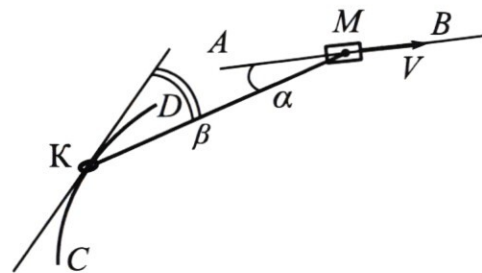
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Класс 11

Вариант 11-02

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

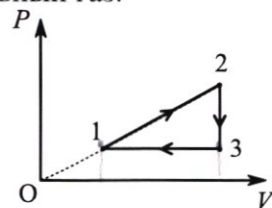
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол 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. *51*
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент. *77*
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент. *0,17*

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. *5/3 или 3/5*
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа. *4*



- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла. *25%*

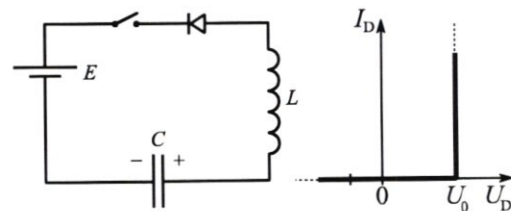
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной

обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$. *вакуум*

- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки. *1,6 d / v_1*
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе. *v_1^2 / 4 \gamma*
- 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.

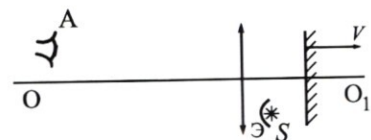
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $F/3$ 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? *3F*
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.) *4/15 = tg alpha*
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Скорость зерна $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

Скорость изображения $\vec{v}_s$ состоит из двух компонентов:

$$\vec{v}_s \text{ и } \vec{v}_{s_y} \Rightarrow \vec{v}_{s_x} + \vec{v}_{s_y} = \vec{v}_s$$

$$\vec{v}_{s_x} = \frac{\Delta S_x}{\Delta t} = \frac{2\Delta r^2}{(\Delta r - \frac{F}{3})\Delta t}$$

$$\vec{v}_{s_y} = \frac{\Delta S_y}{\Delta t} = \frac{8F\Delta r}{15(\Delta r - \frac{F}{3})\Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

$$F = v \cdot \Delta t$$

$$v = \frac{dr}{dt}$$

$$\vec{v}_s = \sqrt{v_{s_x}^2 + v_{s_y}^2} = \sqrt{\frac{4\Delta r^4}{\Delta t^2(\Delta r - \frac{2\Delta r F}{3} + \frac{F^2}{9})} + \frac{64F^2\Delta r^2}{225(\Delta r - \frac{F}{3})^2\Delta t^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{900\Delta r^4 + 64F^2\Delta r^2}{225\Delta t^2(\Delta r^2 - \frac{2\Delta r F}{3} + \frac{F^2}{9})}} \quad \Delta r = v\Delta t$$

$$\vec{v}_{s_x} = \frac{dS_x}{dt} = S'_x$$

$$S'_x = \frac{4\Delta r^2(\Delta r - \frac{F}{3}) - 4 \cdot 2\Delta r^2}{(\Delta r - \frac{F}{3})^2} = \frac{4\Delta r^2 - 2\Delta r^2 - \frac{4}{3}F\Delta r}{(\Delta r - \frac{F}{3})^2} = \frac{2\Delta r^2 - \frac{4}{3}F\Delta r}{(\Delta r - \frac{F}{3})^2} =$$

$$= \frac{2\Delta r(\Delta r - \frac{2}{3}F)}{(\Delta r - \frac{F}{3})^2} = \frac{2\Delta r}{\Delta r - \frac{F}{3}} = 2 + \frac{\frac{2F}{3}}{\Delta r - \frac{F}{3}}$$

$$v = \frac{dr}{dt} \quad v' = \frac{dS}{dt} =$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2v^2\Delta t}{v\Delta t - \frac{F}{3}} = \frac{2v(v\Delta t - \frac{F}{3}) + 2v\frac{F}{3}}{v\Delta t - \frac{F}{3}} = 2v + 2v = 0$$

$\Delta t \rightarrow 0$

$$\Delta S_x = \frac{8(r+\Delta r)^2}{\Delta r + r - \frac{F}{3}} - \frac{8r^2}{r - \frac{F}{3}} =$$

$$r = \frac{\Delta S_x}{\Delta t} = \frac{\cancel{h\frac{F}{3}} \cdot \frac{2r^2 + 4r\Delta r + 2\Delta r^2}{\Delta r + r - \frac{F}{3}} - \frac{2r^2}{r - \frac{F}{3}}}{\Delta t}$$

$$\Delta T_{21} = \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 - 1 \right) T_1$$

$$\Delta T_{31} = \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) T_1$$

~~$$\frac{p_2}{p_1} - 1$$

$$\frac{p_2}{p_1} - 1$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) \left(\frac{p_2^2}{p_1^2} + 1 \right)$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) \quad v = \frac{\Delta r}{\Delta t} \quad \Delta r = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta S' = \frac{2\Delta r^2}{\Delta t - \frac{v}{3}} = \frac{2v^2 \Delta t^2}{v \Delta t - \frac{v}{3}}$$

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

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

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1 R T_2}{V_2 R T_1}$$

$$\frac{VR(T_3 - T_1)}{VR(T_2 - T_1)} = \frac{\Delta T_{31}}{\Delta T_{21}}$$

$$\frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} = \frac{p_2}{p_1} \frac{p_1 R}{p_2 R}$$

$$\Delta T_{21} = T_2 - T_1 = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} T_1 - T_1$$

$$p_2 V_2 = V_1 R T_2$$

$$\Delta T_{21} = T_1 \left(\left(\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} \right) - 1 \right)$$

~~432~~

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

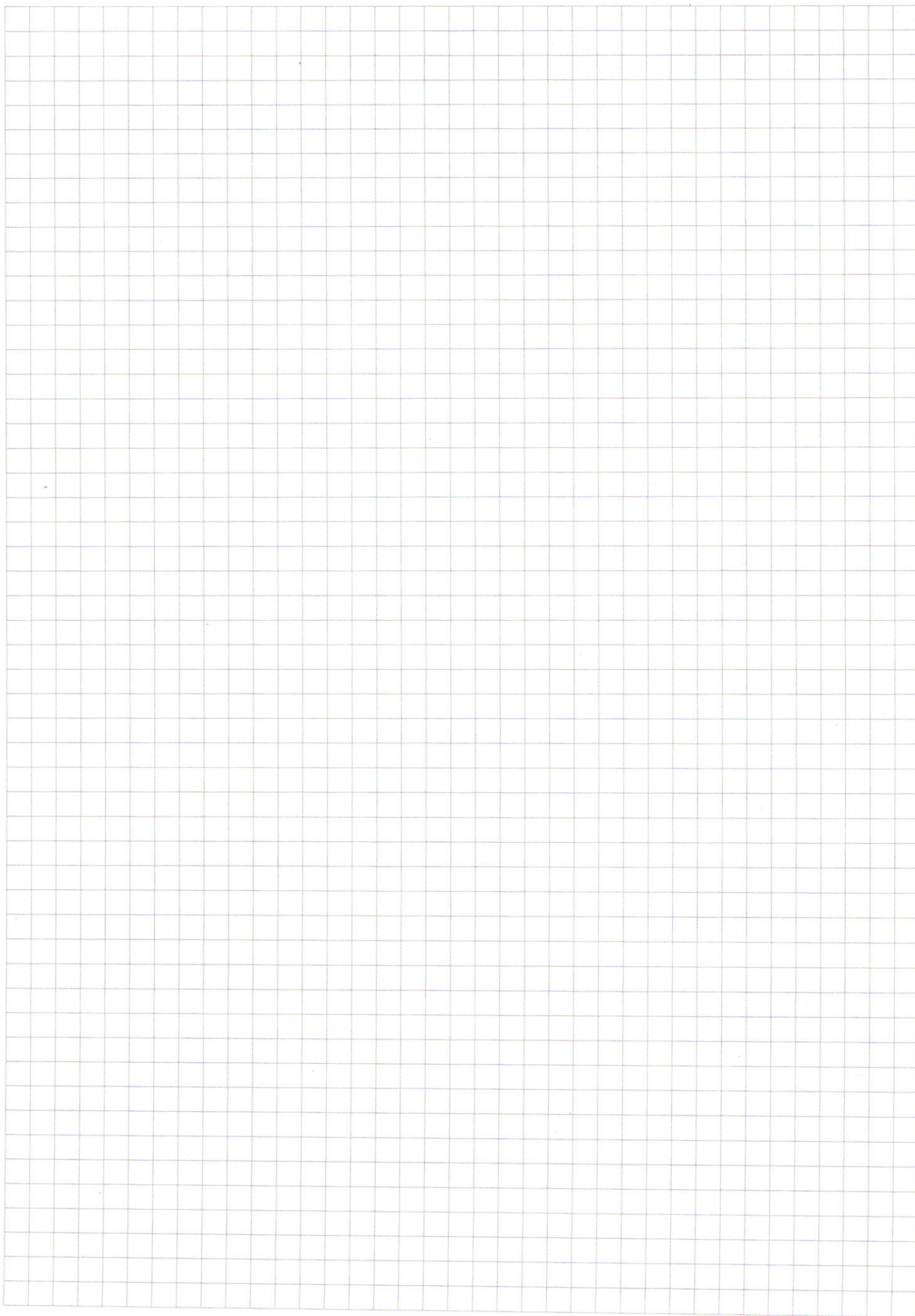
$$\Delta T_{31} = T_1 \left(\left(\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} \right) - 1 \right)$$

$$T_2 = T_1 \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1}$$

$$\frac{\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1}{\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} - 1} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_3 V_3 - p_1 V_1}$$

~~2F~~
~~2F~~

$$\frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_3 V_3 - p_1 V_1}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$v_2 = at$$

$$0,8d = v_1 t + \frac{at^2}{2}$$

$$a = \frac{v_1}{t}$$

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

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

$$v_1 t = 1,6d$$

$$t = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$v_1 = at$$

$$a = \frac{v_1}{t} = \frac{v_1 v_1}{1,6d} = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$a = \gamma E$$

$$E = \frac{a}{\gamma} = \frac{v_1^2}{1,6d \cdot \gamma}$$

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

~~$$W = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{1}{2} \sum (q_i \varphi_i - 0) = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{1}{2} \sum \frac{q_i U}{C} = \frac{1}{2} \frac{q U}{C}$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

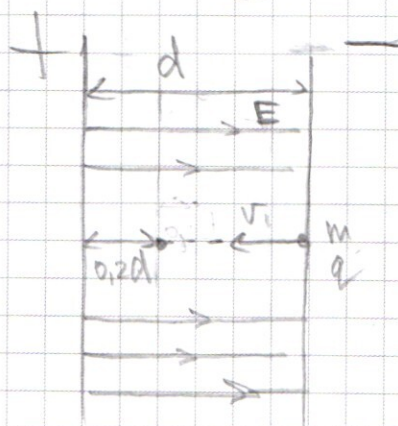
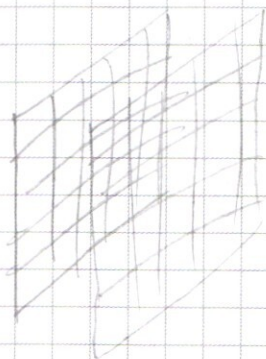
$$\begin{aligned} \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) - p_1 (V_2 - V_1) &= (V_2 - V_1) \left(\frac{p_1 + p_2}{2} - p_1 \right) = \\ &= (V_2 - V_1) \left(\frac{p_2 + p_1 - 2p_1}{2} \right) = \\ &= (V_2 - V_1) \left(\frac{p_2 - p_1}{2} \right) = \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{\Delta \Delta}{Q_{12}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1) = \\ &= \frac{1}{2} (p_2 (V_2 - V_1) - p_1 (V_2 - V_1)) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{p_2 (V_2 - V_1) - p_1 (V_2 - V_1)}{2} = \\ &= \frac{(p_2 - p_1) (V_2 - V_1)}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} (p_2 (V_2 - V_1) - p_1 (V_2 - V_1)) = \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

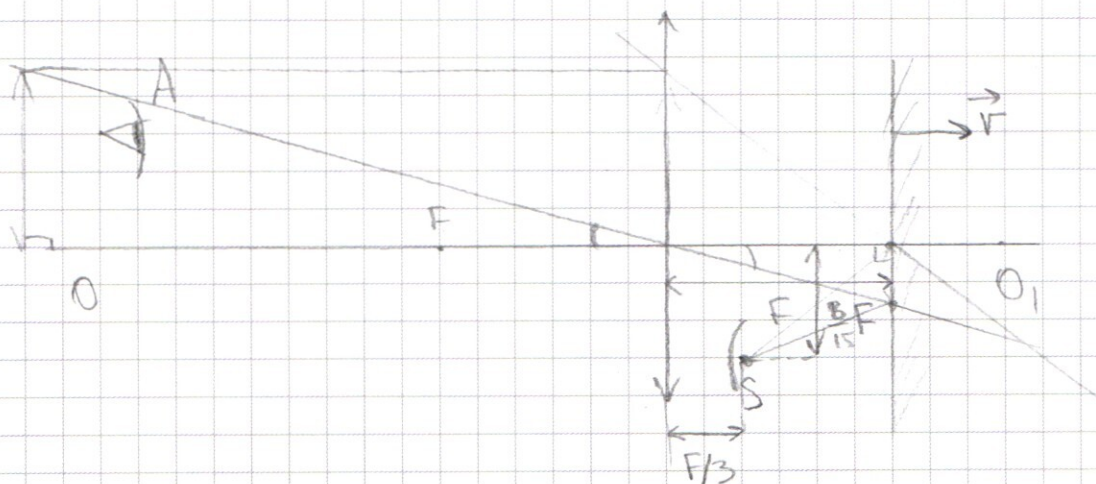


$$ma = qE$$

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

$$\Delta r = 0,8d \quad v_0 = v_1 \quad 0,8d = v_1 t - \frac{at^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$g = \frac{\cancel{R.F.} \cdot \cancel{500})}{\cancel{8}} \cdot \cancel{r} \cdot r \cdot \frac{\cancel{8}}{\cancel{15}} \cdot \cancel{F} \cdot \cancel{15} = \frac{2r^2}{(r - \frac{F}{3}) \cdot \cancel{15} \cdot r - \frac{F}{2}}$$

$$\frac{8F}{15} \cdot \frac{2}{3} F - 2F$$

$$S = v(t)$$
$$v = S'(t)$$

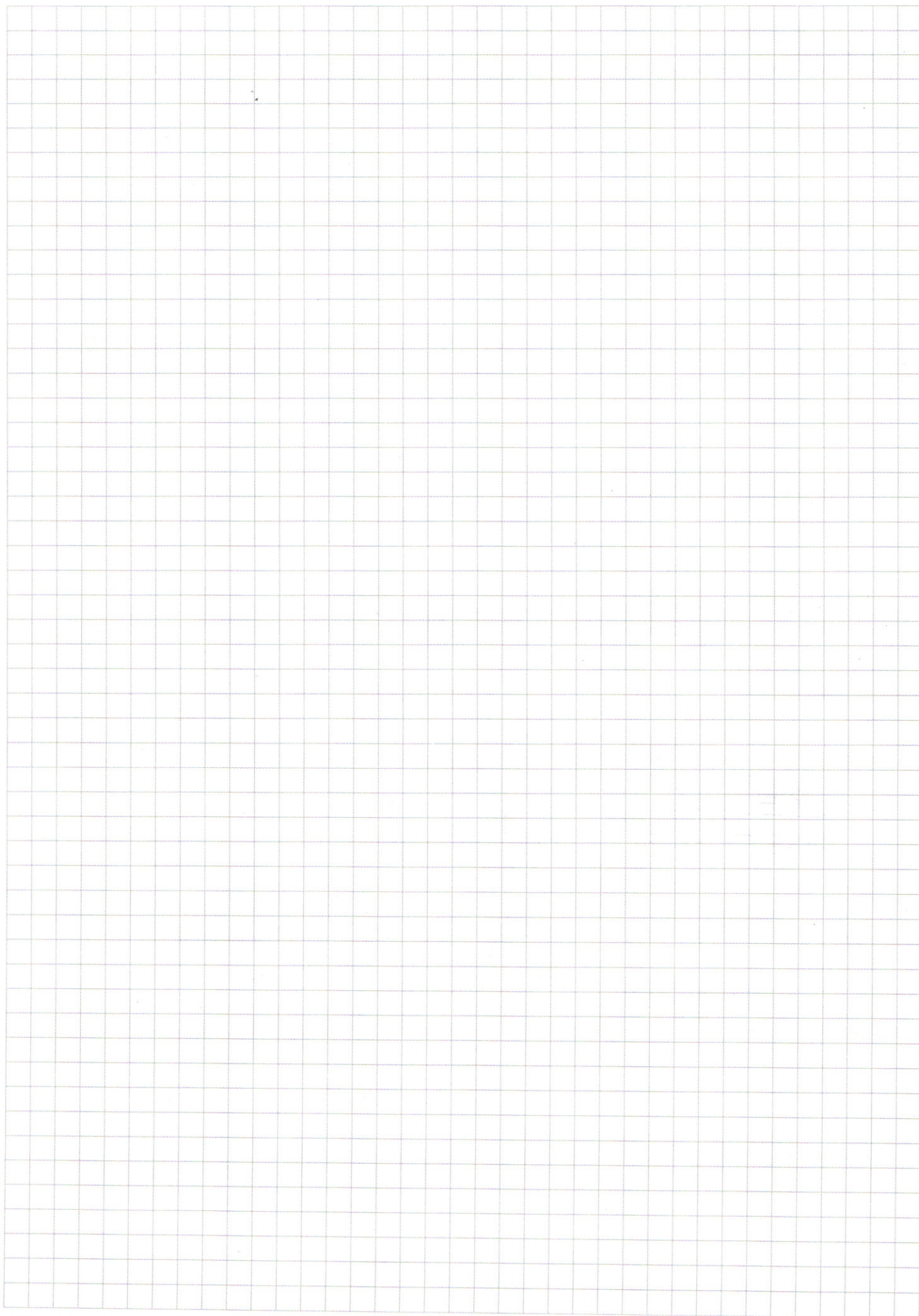
$$\Delta V = V \cdot \Delta t$$

$$S'_x(t) = \sqrt{x}$$

$$\frac{2\Delta r^2}{\left(\Delta r - \frac{E}{3}\right)} = \frac{\Delta r \left(\Delta r - \frac{E}{3}\right) - 2\Delta r^2}{\left(\Delta r - \frac{E}{3}\right)^2}$$

$$= \frac{4\Delta r^2 - \frac{4}{3}\Delta r F - 2\Delta r^2}{\Delta r^2 - \frac{2}{3}\Delta r F - \frac{F^2}{9}} = \sqrt{\frac{\Delta r}{2\Delta t}} = \frac{\sqrt{}}{2}$$

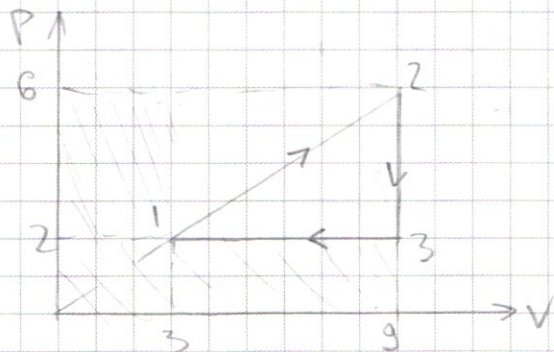
$$= \frac{2\Delta r^2 - \frac{4}{3}\Delta r F}{\left(\Delta r^2 - \frac{F}{3}\right)^2} = \frac{\Delta r(2\Delta r - \frac{4}{3}F)}{\left(\Delta r - \frac{F}{3}\right)^2}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



в процессе 12 ↑↑

в процессах 23 и 31 ↓↓

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{C_P - R}{C_P} = 1 - \frac{R}{C_P} =$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2} V R$$

$$R = C_P - C_V$$

$$C_V = C_P - R$$

$$C_P = \frac{\frac{5}{2} V R \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2} V R$$

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

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

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

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T}{\frac{P_2 + P_1}{2} (V_2 - V_1)} = 1 + \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T}{\frac{V R \Delta T}{2}} = 1 + 3 = 4$$

~~Q₁₂~~

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{31}}{Q_{12}}$$

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

$$= \frac{A_{12} - A_{31}}{4 A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \frac{A_{31}}{A_{12}}$$

$$= \frac{V R T_2}{2} - \frac{V R T_1}{2} + \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} =$$

$$A_{12} = \frac{V R (T_2 - T_1)}{2}$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_1$$

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

$$A_{31} = P(V_2 - V_1) = p \Delta V = V R (T_2 - T_1)$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_1$$

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



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

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

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

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{12} - Q_{231}}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{231}}{Q_{12}} = 1 - \frac{\Delta U_{23} + \Delta U_{31} + A_{31}}{Q_{12}} = \\ &= 1 - \frac{\frac{3}{2}VR(T_2 - T_3) + \frac{3}{2}VR(T_3 - T_1) + P_1(V_3 - V_1)}{Q_{12}} = \\ &= 1 - \frac{\frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + P_1(V_2 - V_1)}{Q_{12}} = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T_{12} + VR\Delta T_{12}}{4A_{12}} = \\ &= 1 - \frac{\frac{5}{2}VR\Delta T_{12}}{2VR\Delta T_{12}} \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A_{\Delta}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{13}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{13}}{4A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \frac{A_{13}}{A_{12}} =$$

$$A_{13} = P_1(V_2 - V_1) = VR(T_3 - T_1) \quad P_1 V$$

$$\frac{1}{4} - \frac{1}{4} \frac{VR\Delta T_{21}}{\frac{3}{2}VR\Delta T_{21}} = \frac{1}{4} - \frac{2}{4} = -\frac{1}{4}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{A_{13}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2}VR\Delta T_{21}}{\frac{3}{2}VR\Delta T_{21}} = \frac{1}{2} \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_1} = \frac{1}{2} \frac{P_1(V_2 - V_1)}{P_1(V_3 - V_1)}$$

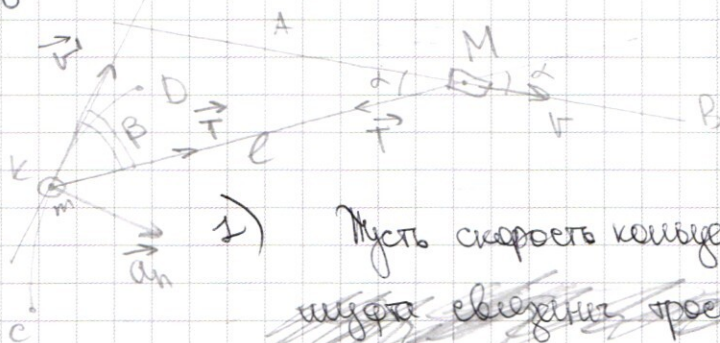
$$\begin{aligned} \frac{Q_{12} - Q_{231}}{Q_{12}} &= 1 - \frac{Q_{231}}{Q_{12}} = 1 - \frac{\Delta U_{23} + \Delta U_{31} + A_{31}}{Q_{12}} = \\ &= 1 - \frac{\frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + P_1(V_3 - V_1)}{Q_{12}} \end{aligned}$$

$$\frac{A_{12} - A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{31}}{4A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{A_{31}}{4A_{12}}$$

$$P_3 V_3 = P_2 V_2 \quad \frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \frac{P_1}{P_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① Задача 1.

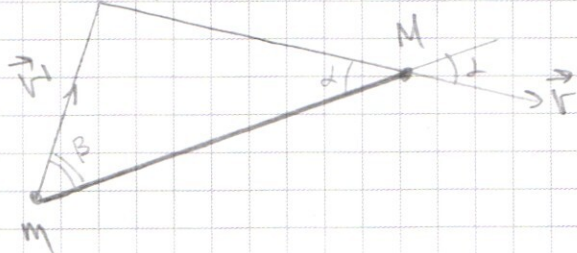


1) Пусть скорость колеса v' . Т.к. колесо
идет сверху трассы, они имеют одинак.
ускорение.

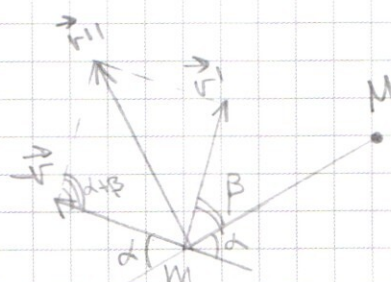
$$v' \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$v' = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{17}{8}} = \underline{\underline{51 \text{ м/с}}}$$

2) со земли:



Перейдем в СО шара:



Тогда скорость колеса отне.
шара будет $\vec{v}'' = \vec{v}' + (-\vec{v})$

По т. косинусов:

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

$$v''^2 = v^2 + v'^2 - 2v \cdot v' (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$$

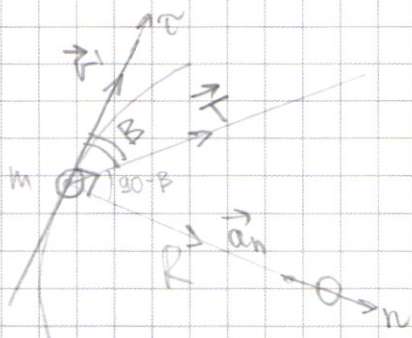
$$v'' = \sqrt{40^2 + 51^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)}$$

$$v'' = \sqrt{1600 + 2601 - 80 \cdot 51 \left(\frac{24 - 60}{85} \right)}$$

$$\underline{v^*} = \sqrt{4201 + \frac{20 \cdot 51 \cdot 36}{85}} = \sqrt{4201 + \frac{16 \cdot 36 \cdot 51}{17}} = \sqrt{4201 + 16 \cdot 36 \cdot 3} =$$

$$= \sqrt{4201 + 48 \cdot 36} = \sqrt{4201 + 1728} = \sqrt{5929} = \underline{\underline{77 \text{ м/с}}}$$

3)



II 3. Ньютона: Т-сила направлена
по касательной

$$\vec{T} = m\vec{a}$$

Норм ось n:

$$T \cdot \sin \beta = m a_n$$

$$T \cdot \sin \beta = \frac{mv^2}{R}$$

$$\underline{T} = \frac{mv^2}{R \sin \beta} = \frac{1 \cdot 0,51^2 \cdot 17^{10}}{17 \cdot 15} = \frac{0,2801 \cdot 10}{15} =$$

$$= \frac{0,2801}{15} = \frac{2801}{15000} \approx \underline{\underline{0,17 \text{ Н}}}$$

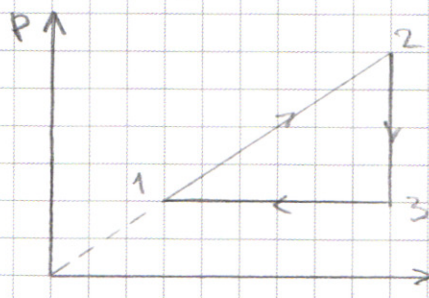
$$\begin{array}{r|l} 28010 & 15000 \\ \hline 15000 & 0,173 \\ \hline 11010 & \\ 105000 & \\ \hline 51000 & \end{array}$$

Ответ: 1) $51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ($0,51 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)

2) $77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ($0,77 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)

3) $0,17 \text{ Н}$

② Задача 2.



В процессе 12 растут и давление, и объём,
значит тепло притока

В процессах 23 и 31 тепло отводится.

или один из ($p = \text{const}$ и $V \downarrow$ или $V = \text{const}$ и $p \downarrow$)

$\Downarrow$
 $T \downarrow$

1) Процесс 23 - изохорный, а 31 - изобарный.

$$\underline{C_{23}} = C_V = \frac{Q_{23}}{\Delta T} = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T}{\Delta T} = \underline{\underline{\frac{3}{2} V R}}$$

$$\underline{C_{31}} = C_p = \frac{Q_{31}}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T + p \Delta V}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T + V R \Delta T}{\Delta T} = \underline{\underline{\frac{5}{2} V R}}$$

$$\underline{\underline{\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}}} \quad (\text{или} \quad \underline{\underline{\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}}})$$

☐ черновик ☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{\Delta U_{12} + A_{12}}{A_{12}} = \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} + 1 = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} + 1 = 3 + 1 = \underline{\underline{4}}$$

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

$$\begin{aligned} A_{12} &= S_{\text{под графиком}} = S_{\text{трапеции}} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_1}{2} (V_2 - V_1) + \frac{P_2}{2} (V_2 - V_1) = \\ &= \frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} + \frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} = \left(\frac{P_2 V_2}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} \right) + \left(\frac{P_1 V_2}{2} - \frac{P_2 V_1}{2} \right) = \\ &= \left(\frac{\nu R T_2}{2} - \frac{\nu R T_1}{2} \right) + (0) = \underline{\underline{\frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2}}} \end{aligned}$$

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

3) $\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_1} = \frac{A_{12} - A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - A_{31}}{4 A_{12}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \frac{A_{31}}{A_{12}} =$

$$= \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \left(\frac{P_1 V_2 - P_1 V_1}{\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1)} \right) = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{P_1 V_2 - P_1 V_1}{\nu R \Delta T_{21}} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{\nu R T_2 - \nu R T_1}{\nu R \Delta T_{21}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{\nu R \Delta T_{31}}{\nu R \Delta T_{21}} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{\Delta T_{31}}{\Delta T_{21}} =$$

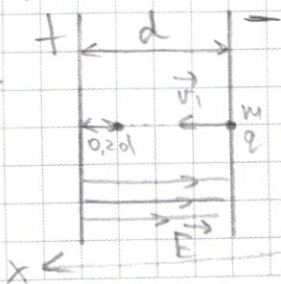
$$= \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{T_1 \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^2 - 1 \right)}{T_1 \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^2 - 1 \right)} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \frac{1}{\left(\frac{P_2}{P_1} + 1 \right)} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{4} - \frac{1}{8} = \frac{1}{8} = 12.5\%$$

Ответ: 1) $\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{3}{5}$ (или $\frac{c_{31}}{c_{23}} = \frac{5}{3}$)

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

3) $\eta_{\text{max}} = 25\%$

③ Задача 3.



1) $\Delta r = d - 0.2d = 0.8d$

$$\Delta \vec{r} = \vec{v}_1 T + \frac{\vec{a} T^2}{2}$$

$$\text{отсюда: } \Delta r = v_1 T - \frac{a T^2}{2}$$

длина

$$0 = v_1 - aT$$

$$\underline{v_1 = aT}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_1 = aT \\ 0,8d = v_1 T - \frac{aT^2}{2} \end{cases}$$

$$\underline{a = \frac{v_1}{T}} \rightarrow 0,8d = v_1 T - \frac{v_1 T}{2}$$

$$\underline{a = \frac{v_1^2}{1,6d}}$$

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

$$v_1 T = 1,6d$$

$$\underline{T = \frac{1,6d}{v_1}}$$

2) II з. Ньютона: (Включ-ре есть напряж-ть эл. поле E)

$$\downarrow$$

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

$$\text{от: } ma = qE$$

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

$$\underline{U = E d = \frac{v_1^2}{1,6j}}$$

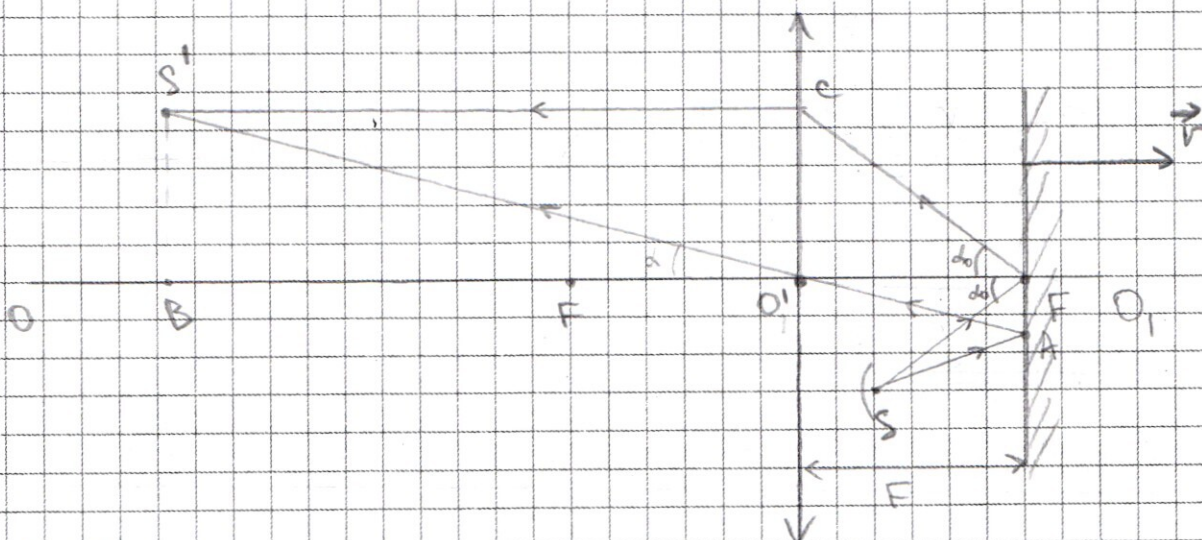
3)

Ответ: 1) $T = \frac{1,6d}{v_1}$

2) $U = \frac{v_1^2}{1,6j}$ 3)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

⑤ Задача 5



1) Зеркало находится на расст-ии F от линзы, значит
в её фокальной м-ти.

Рассмотрим два луча, идущих от S : отражённый от точки
фокуса и от такой точки, отразившись от которой луч проб-
ёт через центр линзы

$$g(OO_1; S) = \frac{8}{15} F \text{ (по уел.)} \Rightarrow \underline{FA} = \frac{8}{15} F \cdot \frac{1}{2} = \underline{\frac{4}{15} F}$$

(лучи прошли через центр линзы)

Рассмотрим $\triangle S'BO' \sim \triangle AFO'$

$$\frac{BS'}{BO'} = \frac{AF}{FO'} \Rightarrow \underline{BO'} = \frac{FO' \cdot BS'}{AF} = \frac{F \cdot \frac{4}{15} F \cdot 15}{\frac{4}{15} F} = \underline{3F}$$

$$FO' = F$$

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

$$\underline{BS'} = O'C = O'F \cdot g(S; O, O) = \frac{F \cdot 8 F}{15 (F - \frac{F}{3})} = \frac{F \cdot 8 F}{15 \cdot \frac{2}{3} F} = \underline{\frac{4}{5} F}$$

2) Если обозначить задану и ~~раз~~^{ооо}значить расстояние от линзы до зеркала как r , то расстояние g от изображения до линзы будет вычисляться след. образом:

$$g = \frac{r \cdot (r \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{AF}$$

AF-остается неизменным, как и $g(s; \infty)$

$$g = \frac{r \cdot r \cdot 15 \cdot 8F^2}{4F \cdot 15 \left(r - \frac{F}{3}\right)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g(s; \infty)}{g(s; \text{зеркало})}$$

$$\underline{\underline{g = \frac{2r^2}{r - \frac{F}{3}}}}$$

~~Изображение движется под углом $\alpha = 0$ к оси OO'~~

Можно считать, что g - это координата изображения по X , а раньше названное $BS' = r \cdot \operatorname{tg} \alpha$ - координата изображения по Y .

$$S'_x = \frac{2r^2}{r - \frac{F}{3}} \quad S'_y = \frac{r \cdot 8F}{15 \left(r - \frac{F}{3}\right)} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{S'_y}{S'_x}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S'_y}{S'_x} = \frac{S'_y}{S'_x} = \frac{48 \cdot 8F \cdot \left(r - \frac{F}{3}\right)}{15 \left(r - \frac{F}{3}\right) \cdot 2r^2}$$

~~Допустим r изменилось на 1. Тогда $\Delta S'_x = \frac{2}{r - \frac{F}{3}}$, а~~

$$\Delta S'_y = \frac{8F}{15 \left(1 - \frac{F}{3}\right)} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta S'_y}{\Delta S'_x} = \frac{8F \left(1 - \frac{F}{3}\right)}{15 \left(1 - \frac{F}{3}\right) \cdot 2}$$

Значит в этот момент изображение движется под углом α также, что $\underline{\underline{\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{5} F \cdot \frac{1}{3F} = \frac{4}{15}}}$

Ответ: 1) $3F$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{15}$