

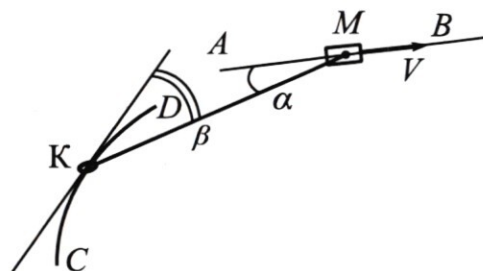
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

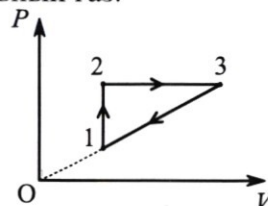
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити 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 повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



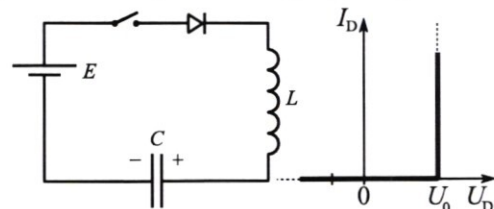
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица 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.

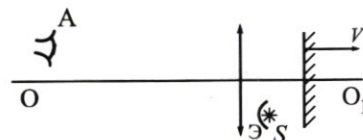
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.



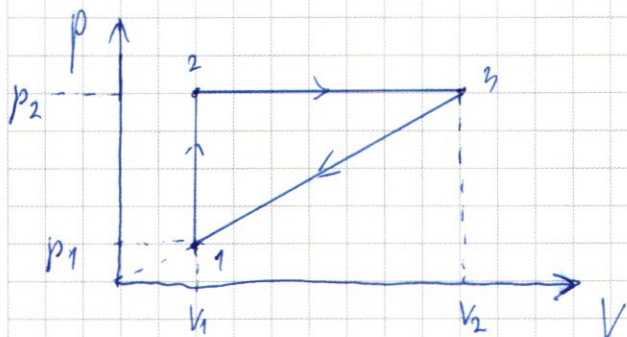
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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

Задача 1/2



Реш. 1. Не трудно заметить, что газ в процессе 3-1 отдаст тепло.

$$Q_{31} = p \Delta V + \Delta U = A + \Delta U,$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_2 V_2 < 0.$$

$A < 0$, газ сжимается.

Рассмотрим процесс 1-2.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \mid \Delta V = 0, \Rightarrow A = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int K \Delta T_{12}$$

$$C_{M12} = \frac{Q}{\int \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} K.$$

Рассмотрим процесс 2-3.

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \int K \Delta T_{23}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_2 V_1 = \frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} A$$

$$A = \frac{2}{3} \Delta U$$

$$Q_{23} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} + \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_{23} = 2,5 \sqrt{R} \Delta T_{23}$$

$$C_{T23} = \frac{Q_{23}}{\sqrt{R} \Delta T_{23}} = 2,5 R = \frac{5}{2} R.$$

$$\frac{C_{T12}}{C_{T23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

ответ: $\frac{C_{T12}}{C_{T23}} = 0,6$

2.) $A_{23} = \frac{3}{2} U = \sqrt{R} \Delta T_{23}$

$$Q_{23} = 2,5 \sqrt{R} \Delta T_{23}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{2,5 \sqrt{R} \Delta T_{23}}{\sqrt{R} \Delta T_{23}} = 2,5$$

ответ: $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 0,5$

3.) $\eta = 1 - \frac{Q_{хол.}}{Q_{пол.}}$

Пусть T_1 - температура в т. 1,
 T_2 - в точке 2,
 T_3 - в т. 3.

$$Q_{пол.} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_2 - \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1 = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} 2,5 \sqrt{R} \Delta T_{23} = 2,5 (\sqrt{R} T_3 - \sqrt{R} T_2) = 2,5 (p_2 V_2 - p_2 V_1)$$

из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$Q_{пол.} = 4,5$$

$$Q_{пол.} = 1,5 V_1 (p_2 - p_1) + 2,5 (p_2 V_2 - p_2 V_1) = 1,5 p_2 V_1 - 1,5 p_1 V_1 + 2,5 p_2 V_2 - 2,5 p_2 V_1 \neq 4,5 p$$

$$Q_{пол.} = 2,5 p_2 V_2 - 1,5 p_1 V_1 - p_2 V_1$$

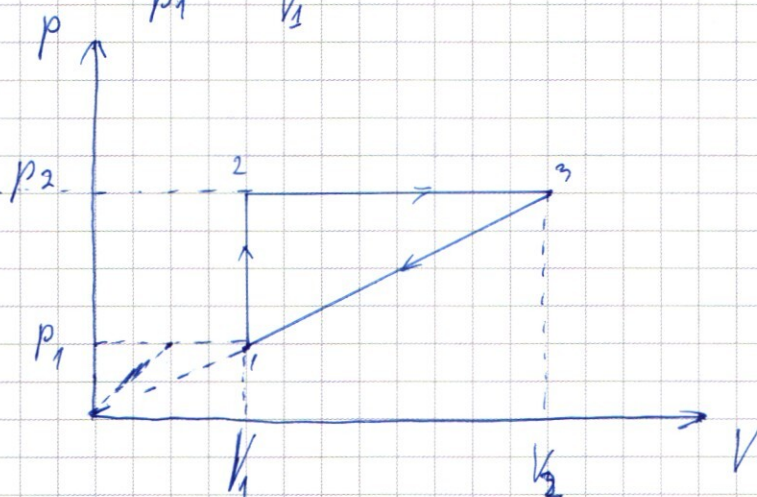
$$Q_{хол.} = Q_{31} / \text{Только в этом процессе газ отдает тепло}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Рассмотрим процесс 3 и 1.

Согласно условию задачи $p \sim V_1^{-1}$

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



$$p_2 V_1 = p_1 V_2$$

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

$$A_{31} = \frac{p_2 + p_1}{2} (V_2 - V_1) - \text{A - площадь трапеции, под графиком}$$

$$A_{31} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_2 - p_2 V_1}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = +3 \cdot \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} =$$

$$3 A_{31} \Rightarrow A_{31} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$R_{\text{mol}} \cdot \Delta U_{31} = 2 \nu R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{\text{mol}} = 2,5 \nu R T_3 - 1,5 \nu R T_1 - \nu R T_2$$

$$\eta = 1 - \frac{2,5 \sqrt{k} T_3 - 1,5 \sqrt{k} T_1 - \sqrt{k} T_2}{2 \sqrt{k} (T_3 - T_1)} = \frac{1,25 T_3 - 0,75 T_1 - 0,5 T_2}{T_3 - T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{1,25 T_3 - 0,75 T_1 - 0,5 T_2}{T_3 - T_1}$$

вспомогательное уравнение Менделеева Клапейрона
для процесса 3-1, 1-2, 2-3

$$\frac{p_2 V_2}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

Пусть k — сколько раз увеличился

$$k = \frac{p_2}{p_1}, \text{ тогда и } \frac{V_2}{V_1} = k.$$

$$\frac{k p_1 \cdot k V_1}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$k^2 = \frac{T_3}{T_1}$$

$$T_3 = k^2 T_1$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_{23}} = \frac{p_2 V_1}{T_2}$$

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

$$T_2 = k T_3, T_3 = k T_2, \text{ следовательно, } T_2 = k T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{1,25 k^2 T_1 - 0,75 T_1 - 0,5 k T_1}{k^2 T_3 - T_1} =$$

$$1 - \frac{1,25 k^2 - 0,75 - 0,5 k}{k^2 - 1}$$

тогда η максимален тогда, когда η минимален.

$$\frac{1,25 k^2 - 0,5 k - 0,25}{k^2 - 1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Используя формулы $y = \frac{1,25k^2 - 0,5k - 0,25}{k^2 - 1}$

$$y' = \frac{12,5k - 0,5 / (k^2 - 1) - (1,25k^2 - 0,5k - 0,25) \cdot 2k}{(k^2 - 1)^2}$$

$$y' = \frac{2,5k^3 - 0,5k^2 - 2,5k + 0,5 - 2,5k^3 + k^2 + 1,5k}{(k^2 - 1)^2}$$

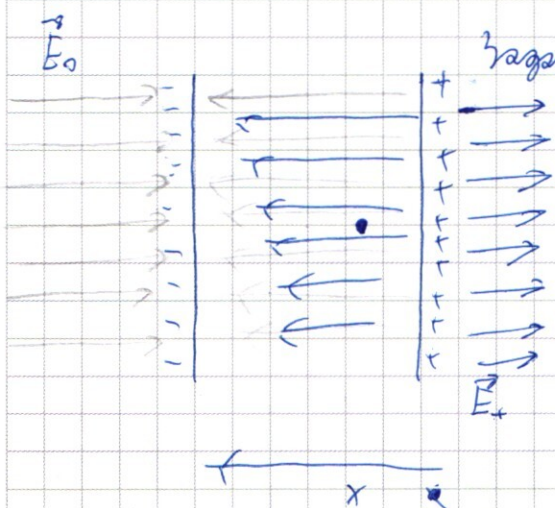
$$y' = \frac{0,5k^2 - k + 0,5}{(k^2 - 1)^2}$$

$$y' = \frac{k^2 - 2k + 1}{2(k^2 - 1)} = \frac{(k-1)^2}{2(k^2 - 1)^2} = \frac{(k-1)^2}{(k-1)^2(k+1)^2} > 0$$

и следовательно y' возрастает. на все время
к. положительное значение. $y \approx 0,7 = \eta$

$$\eta \approx 100\%$$

ответ: $\eta \approx 100\%$



Задача №3.

Рассмотрим силы, действующие
на частицу.

на сила Кульма будет направ-
лена вверх

$$m\vec{a} = \vec{F}_k$$

$$0x; m\vec{a} = \vec{F}_k$$

$$a = E_k \cdot \frac{q}{m} = E_k \cdot \gamma = \frac{Q}{S \epsilon_0} \gamma$$

$$\vec{E}_k = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\text{о.х.} \quad E_k = 2 \cdot \frac{qQ}{2S\epsilon_0} = \frac{qQ}{S\epsilon_0}$$

$$S = 0,75d = \frac{aT^2}{2} \quad S = d - 0,25d = \frac{aT^2}{2}$$

$$\text{д.} \quad 1,5d = \frac{Q\gamma}{S\epsilon_0} T^2$$

$$Q = \frac{1,5d S \epsilon_0}{T^2 \gamma}$$

$$v_1 = a \cdot T = \frac{1,5d}{T^2} \cdot T = \frac{1,5d}{T}$$

$$a = \frac{1,5d}{T^2}$$

3. Применим закон сохранения энергии. в
начальный момент времени, и когда частица
на бесконечности.

$$q\varphi = \frac{mv_\infty^2}{2}$$

$$\frac{2q}{m_2} \cdot \varphi = v_\infty^2$$

$$v_\infty^2 = 2\gamma\varphi$$

ТАК КАК $d < \sqrt{S}$, то можно считать

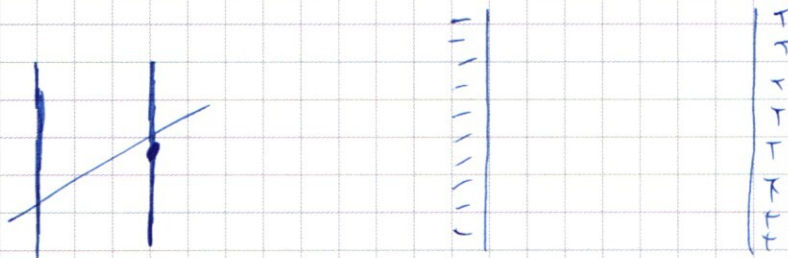
частицу на ~~только~~ пластинке на бесконечности
пластинке в начальный момент времени.

Вычислим φ .

Для удобства разобьем пластинки.

на множество точечных зарядов. $q_1 = \frac{Q}{S} =$
 $\frac{1,5d\epsilon_0}{T^2\gamma}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии d по вертикали.

$$\varphi = \varphi_+ + \varphi_- = k \cdot \frac{q_1}{r} + k \cdot \frac{q_2}{\sqrt{d^2 + r^2}} =$$

~~$k \cdot \frac{q_1}{r} + k \cdot \frac{q_2}{\sqrt{d^2 + r^2}}$ | Про дифференцируем по r и найдем экстремум, тогда~~

$$\varphi = 2\pi \left| \frac{1}{r} - \frac{1}{\sqrt{d^2 + r^2}} \right|, \text{ просим найти } r \rightarrow 0, \text{ где } r = R \text{ радиус круга}$$

$$\varphi = 2\pi \left| \frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{d^2 + R^2}} \right|$$

Так заряд распределен равномерно.

то можно предположить все сферический заряд находится в центре окружности.

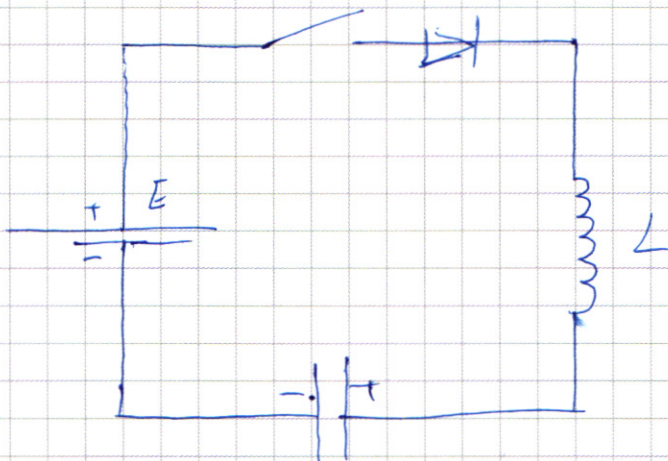
$$\varphi = k \cdot \frac{Q}{\left(\frac{1}{4}\right)^2} - k \cdot \frac{Q}{\left(\frac{3}{4}\right)^2 d^2}$$

$$\varphi = k \cdot \frac{16Q}{d^2} - kQ \cdot \varphi = k \cdot \frac{16Q}{d^2} - k \cdot \frac{16Q}{9d^2}$$

$$\varphi = k \cdot 16Q \left(\frac{48}{9d^2} \right) = k \cdot \frac{128Q}{9d^2} = k \cdot \frac{128 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}}{9d^2 \cdot 1^2}$$

$$\varphi = \sqrt{\frac{36394.56 \cdot 10^{-12}}{9d^2}} = \frac{\sqrt{399880}}{\sqrt{90} \cdot 1}$$

Задача №4.



Найти ток в цепи сразу после замыкания переключателя.

$E = LI' - \frac{q}{C} U_0$ (полярности источника по часовой стрелке).

I' - скорость изменения тока в цепи в момент времени.

$$I' = \frac{E + U_k}{L} = \frac{9 + 5}{0,1} = 140 \text{ А/с}$$

Так как. Рассмотрим, когда сила максимальна, зная $U_{кат} = Li' = 0$, (i' при максимуме 0)

тогда согласно закону Кирхгофа

$$E = U_k \dots$$

$$A_{ист.} = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2}$$

$$E \Delta q = \frac{LI_{max}^2}{2} + \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2}$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = 24 \text{ мкФ} (E - U_0) \text{ (начальное напряжение конденсатора)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$C E^2 + C E U_0 - \frac{C E^2}{2} + \frac{C U_0^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

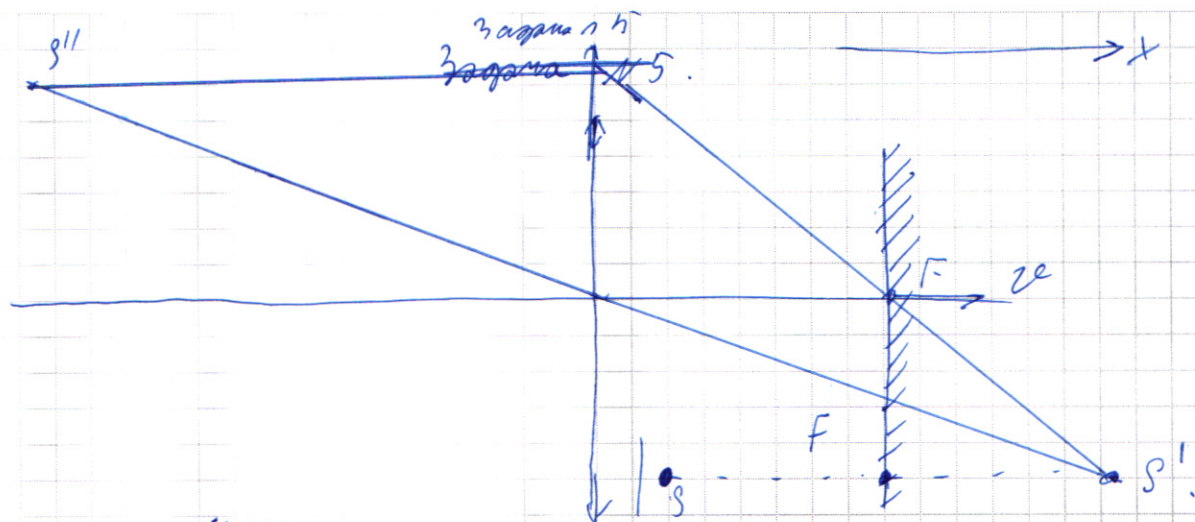
$$\frac{C E^2}{2} + C E U_0 + \frac{C U_0^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$$

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

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C (E^2 + 2 E U_0 + U_0^2)}{L}} = (E + U_0) \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_{\max} = 14 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5}}{10^{-2}}} = 14 \cdot 2 \cdot 0,01 = 0,28 \text{ A.}$$

Потом сила тока начнет падать до 0, а затем так начнется нарастание на противоположном, и будет возрастать до того момента, когда.



Света
лучи, проходящие как в отражающих зеркалах, так и в преломляющих, которые исходят от изображения источника. S' в зеркале.

Можно изображение источника в мре.

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

$$d = F + \left(F - \frac{F}{2} \right) = 1,5F$$

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

$$\frac{0,5}{1,5F} = \frac{1}{f}$$

$f = 3F$ - расстояние между мре.

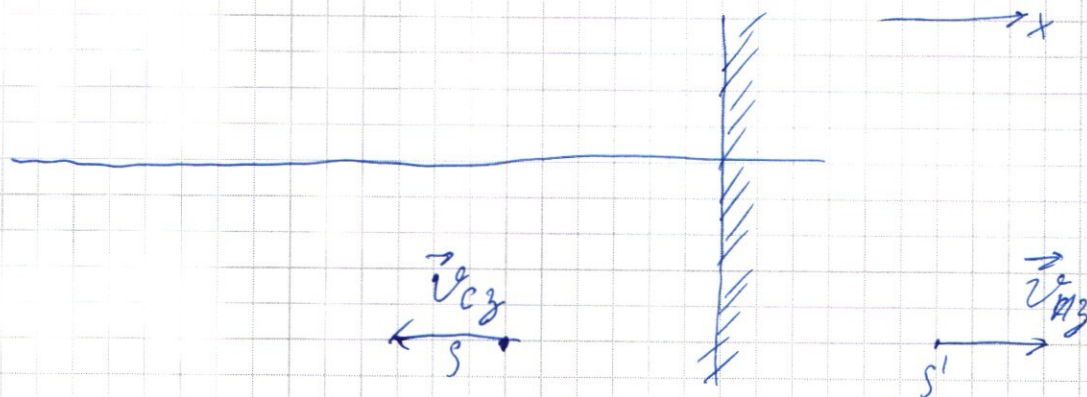
Переходим систему координат с зеркалом.

$$\vec{v}_{zc} = \vec{0} - \vec{v}_z$$

$$v_{zc} = -v_z$$

Так как зеркало движется в отрицательном направлении, то $v_{nz} = -v_{zc} = v_z$
или противоположно направлено.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

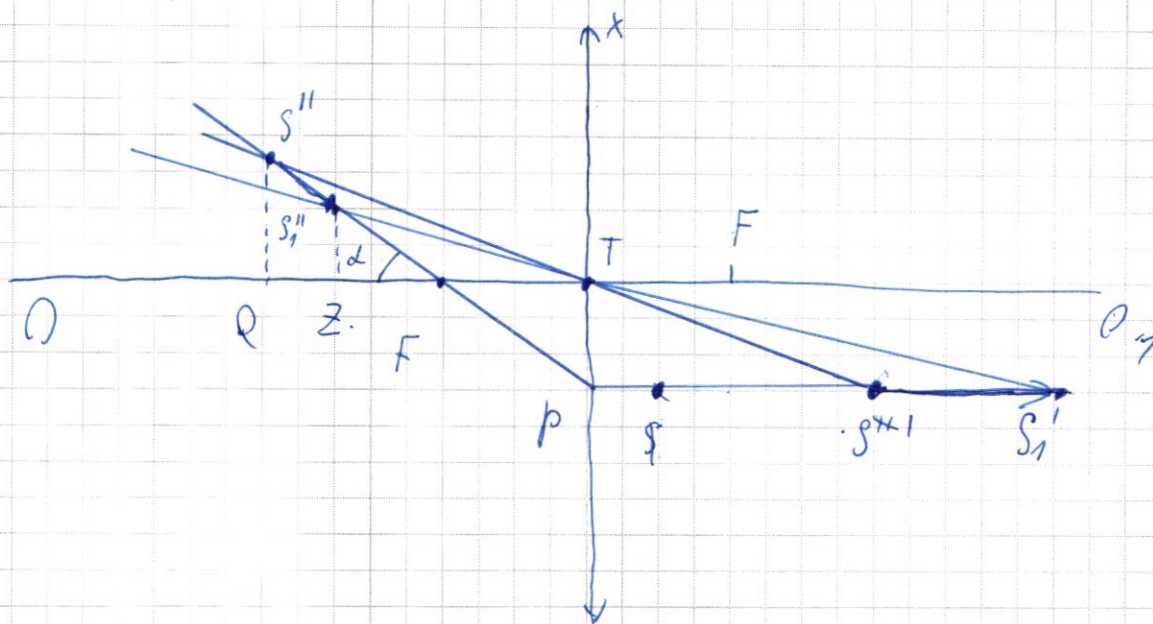


$$\vec{v}_{n3} = \vec{v}_n - \vec{v}_3$$

$$v_z = v_n - v_z$$

$$2V_3 = V_H.$$

Тогда ~~используем~~ S' - нулевой элемент кольца.
или за нулевой $t \rightarrow 0$.



Не трудно заметить 2 между РЭ сбитие.

и $\angle \rho \rho_1 - \angle \rho \rho_1 \gamma \alpha \alpha$ $\angle \rho \rho_1 \gamma \alpha \alpha$ $\angle \rho \rho_1 \gamma \alpha \alpha$

$$\cos 2 = \frac{\rho T}{F} = \frac{\frac{3}{4} F}{F} = 0,75.$$

Для точки S''

$$F_1 = \frac{M}{\rho T} = \frac{\Delta F}{\rho} = 2$$

Для точки S_1''

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F + 2V_0 t} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{0,5F + 2V_0 t}{F(1,5F + 2V_0 t)} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{F(1,5F + 2V_0 t)}{0,5F + 2V_0 t}$$

$$S'S_1' = 2V_0 t$$

$$M = F F_1 \cdot \Gamma_2, \text{ так } \Gamma_2 \approx F,$$

$$M = \frac{QZ}{S'S_1'} = F \Gamma^2 = 4$$

$$QZ = 4 \cdot 2V_0 t = 8V_0 t$$

$$S''S_1'' = \frac{QZ}{\cos 2} = \frac{8V_0 t}{\frac{3}{4}} = \frac{32V_0 t}{3}$$

$$V_{n1} = \frac{S''S_1''}{t} = \frac{32V_0}{3}$$

Ответ: 1) $f = 3F$, 2) $\cos 2 = 0,75$ 3) $V_{n1} = \frac{32V_0}{3}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.1.



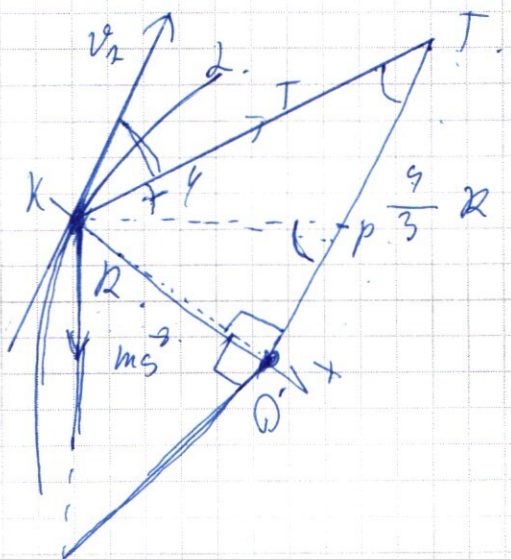
Рассмотрим кольцо, взаимодействующее
на кольцо.

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

$$\frac{mv^2}{R} = mg_x + T_x$$

$$T_x = T \cdot \sin \alpha$$

(составим кольцо
непосредственно к центру)



Рассмотрим $\triangle KOT$.

$$\angle KOT = 90^\circ - \alpha$$

$$OT = \sqrt{KT^2 + KO^2 - 2 \cdot KT \cdot KO \cdot \cos \angle KOT} =$$

$$OT = \sqrt{\frac{25R^2}{9} + R^2 - 2 \cdot \frac{5}{3}R^2 \cdot \frac{8}{9}}$$

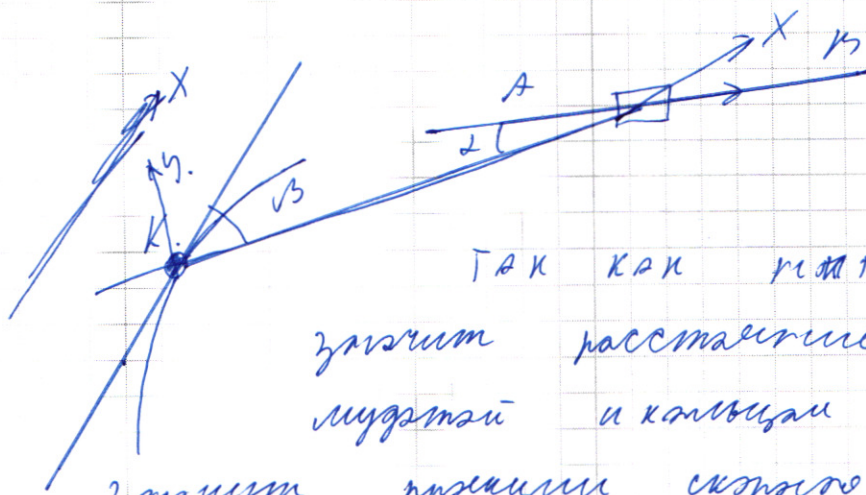
$$OT = \sqrt{\frac{16R^2}{9}} = \frac{4}{3}R$$

$$\text{так } \left(\frac{4}{3}R\right)^2 + R^2 = \frac{25}{9}R^2 = \left(\frac{5}{3}R\right)^2 \rightarrow$$

$$\angle KOT = 90^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{KO}{OT} = \frac{R}{\frac{4}{3}R} = \frac{3}{4}$$

Задача N1



Так как речка матирута,
значит расстояние между
берегами и катером не изменится,
значит проекция скорости на речку
равна 0, $\Rightarrow$

$$V \cdot \cos 2 = V_k \cdot \cos \beta$$

$$V_k = \frac{V \cos 2}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 75 \text{ м/с.}$$

$$\vec{V}_{km} = \vec{V}_k - \vec{V}_m$$

$$Ox: V_{kmx} = 75 \cdot V_k \cdot \cos \beta - 68 \cdot V \cdot \cos 2 =$$

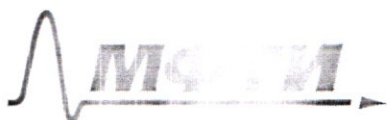
$$Ox: V_{kmx} = 75 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - 68 \cdot \frac{15}{17} = 0.$$

$$Oy: V_{kmy} = V_k \cdot \sin \beta - V \cdot \sin 2$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

$$\sin 2 = \sqrt{1 - \cos^2 2} = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \sqrt{\frac{64}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$V_{km} = 75 \cdot \frac{3}{5} - 68 \cdot \frac{8}{17} = 45 - 32 = 13 \text{ м/с}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{R}{k \cdot r} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{3}{4}$$

$$r = \frac{4}{3} R, \Rightarrow R \text{ — горизонтальная.}$$

$$\frac{mv^2}{R} = T \cdot \sin \alpha + mg \cdot \cos \alpha$$

$$T = \frac{mv^2}{R \sin \alpha} + mg \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{0,1 \cdot 5625}{1,3 \cdot \frac{3}{4}} =$$

$$T = 0,4 \text{ —}$$

$$T = \frac{mv^2}{R \sin \alpha} + mg \cdot \cot \alpha$$

$$T = 0,1 \left(\frac{0,5625}{1,3 \cdot \frac{3}{4}} + 10 \cdot \frac{3}{4} \right) =$$

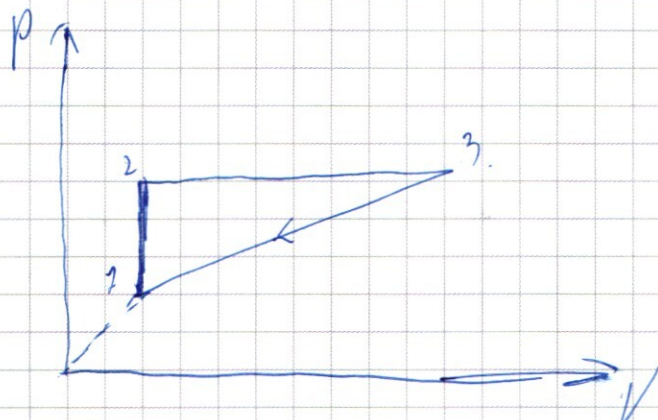
$$\frac{0,5625 \cdot 4}{5 \cdot 3} + 0,75 \approx 9 \cdot 10^{-3} \cdot 5 + 0,75$$

$$0,045 + 0,75 \approx$$

$$0,12 \text{ Н.}$$

$$\begin{array}{r} 0,5625 \overline{) 52} \\ \underline{0} \\ 562 \\ \underline{513} \\ 495 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\epsilon = \frac{Q}{\nu R \Delta T} = \frac{1}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3}$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T, + p \Delta V \nu R \Delta T =$$

$$A = p \Delta V,$$

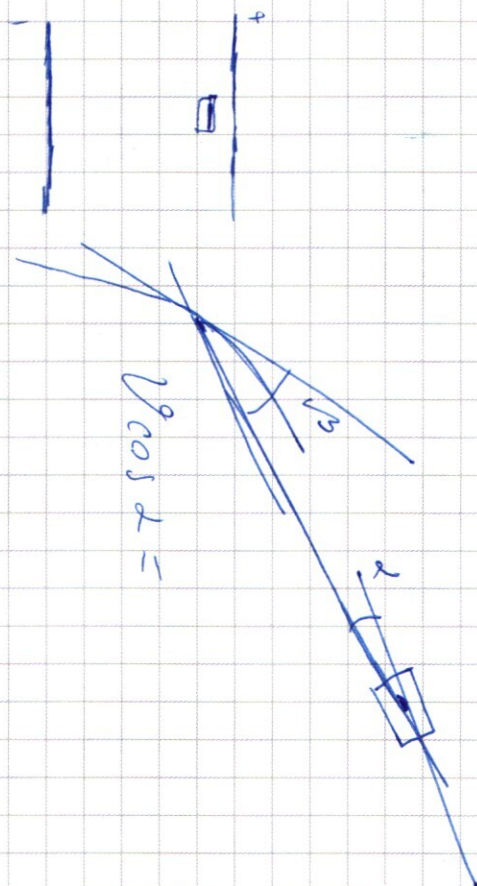
$$\Delta U = \frac{3}{2} p V_2 - \frac{3}{2} p V_1 =$$

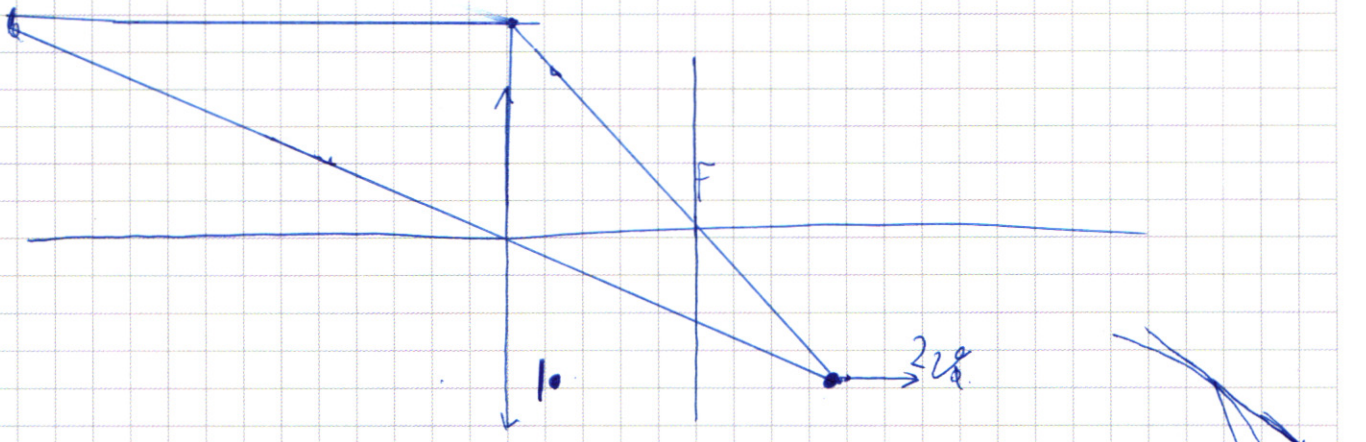
$$Q = Q_1 - \frac{Q_2 - Q_1}{Q}$$

$$E = L i' - U_0$$

$$E = U_0$$

$$E q =$$





$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{\frac{2}{3} R}{\cos \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{3}$$

$$\alpha = 41.8^\circ$$

$$ma = Eq$$

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

$$E = \frac{2q}{2\pi\epsilon_0} = \frac{qQ}{\pi\epsilon_0}$$

$$0,25 d = \frac{aT^2}{2}$$

$$0,5 d = aT^2$$

$$0,5 d = \frac{Q}{\pi\epsilon_0} T^2$$

$$Q =$$

$$L = \frac{4}{3} R$$

$$L = \frac{16R^3}{9}$$

$$L^2 = \frac{256R^6}{81} + R^2 - 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{16}{9} R \cdot R$$

