

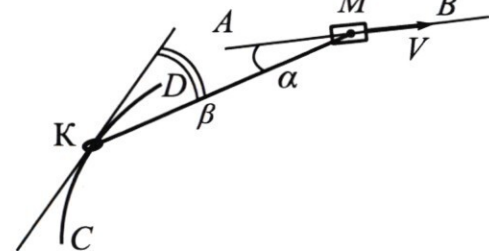
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

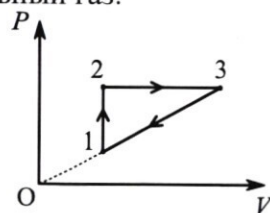
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



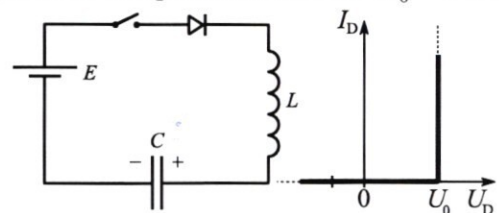
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

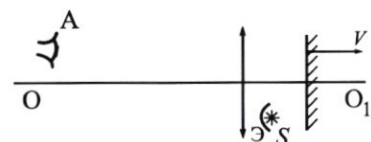
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

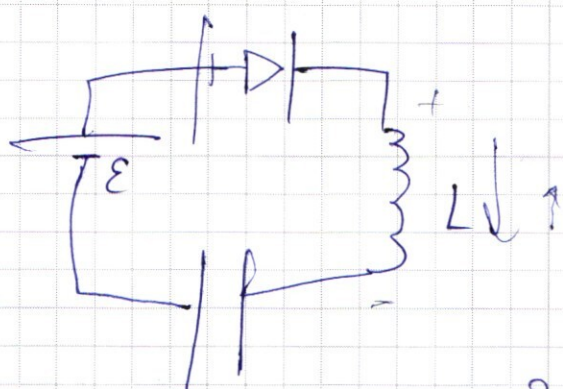


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



$$\frac{(U \sin \alpha + U \sin \beta)^2}{\frac{5R}{3}} = T$$

$$U \sin \alpha + U \sin \beta = \frac{2}{14} U + \frac{3}{5} U \frac{45 \cdot 5}{14 \cdot 4} = U \left(\frac{2}{14} + \frac{3 \cdot 15}{14 \cdot 4} \right)$$

$$U \frac{32 + 45}{14 \cdot 4} = \frac{\left(\frac{77}{14 \cdot 4} \right)^2 U^2}{5R} = T$$

$$T = \frac{\left(\frac{77U}{68} \right)^2}{5R} =$$

$$\frac{0,77^2 \cdot 3 \cdot 0,1}{5 \cdot 1,9} = \frac{3 \cdot 0,77^2}{5 \cdot 2} = \frac{3 \cdot 0,75^2}{10} =$$

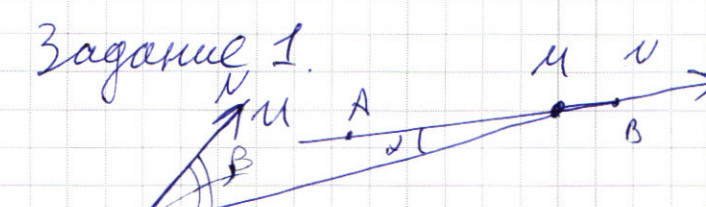
$$\approx \frac{3 \cdot 0,55}{10} = \frac{1,65}{10} \approx$$

$$\approx 0,17 \text{ H}$$

$$24 - 45 = -21$$

$$\begin{array}{r} 0,75^2 \\ \underline{15} \\ 375 \\ \underline{525} \\ 05525 \\ \underline{13} \\ 1,656 \end{array}$$

Задание 1.

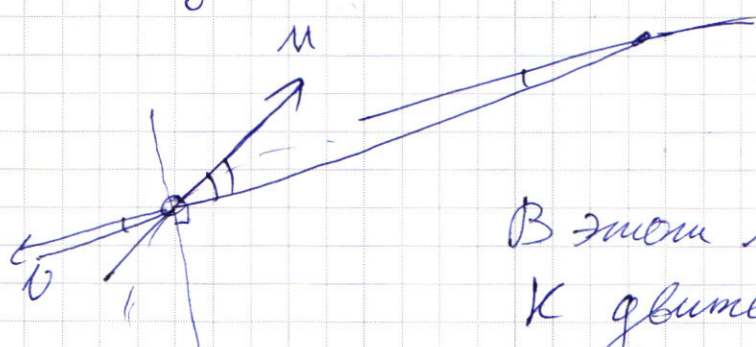


$$\cos \alpha = \frac{15}{17} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \beta = \frac{3}{5}$$

Лодка движется к берегу, т.е. её скорость направлена по касательной к ней, т.е. по прямой MN. Очевидно что вверх по MN т.е. сила T тоже "вверх" на рисунке. Обозначим за u скорость K.

Перейдем в СО M.



Улитка перемещается и не провисает, как

В этот момент времени

K движется $\perp$ линии $\Rightarrow$

скорость $\parallel$ линии равна нулю $\Rightarrow v \cos \alpha = u \cos \beta$

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = v \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = \frac{45}{68} v = 0,45 v$$

$$\vec{u} - \vec{v} = \vec{v}_{\text{отн}} \quad v_{\text{отн}} = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} =$$

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

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

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

$$= \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \left(\frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5} - \frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} \right)} = \sqrt{u^2 + v^2 - \frac{221}{17 \cdot 5} uv}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{u^2 + v^2 - \frac{42}{17 \cdot 5} uv} = \sqrt{0,45^2 + 1 - \frac{42 \cdot 0,45}{17 \cdot 5}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{\text{ошк}} = \sqrt{\frac{45}{68^2} v^2 + v^2 - \frac{42}{17.5} v^2 \frac{45}{68}} = \sqrt{\frac{45.5 + 17^2 \cdot 4^2 \cdot 5 - 42 \cdot 4^2 \cdot 45}{17^2 \cdot 4^2 \cdot 5}} v$$

$$v_{\text{ошк}} = \frac{\sqrt{45.5 + 17^2 \cdot 4^2 \cdot 5 - 42 \cdot 4^2 \cdot 45}}{17 \cdot 4 \sqrt{5}} v$$

$$v_{\text{ошк}} = \frac{\sqrt{45 + 17^2 \cdot 4^2 - 42 \cdot 4^2 \cdot 9}}{17 \cdot 4} v = 0,01 \sqrt{45 + 17^2 \cdot 4^2 - 42 \cdot 4^2 \cdot 9}$$

$$= \sqrt{45 + 4^2 \cdot 189 - 378} \approx 0,11 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В СО М. К движется по окружности.

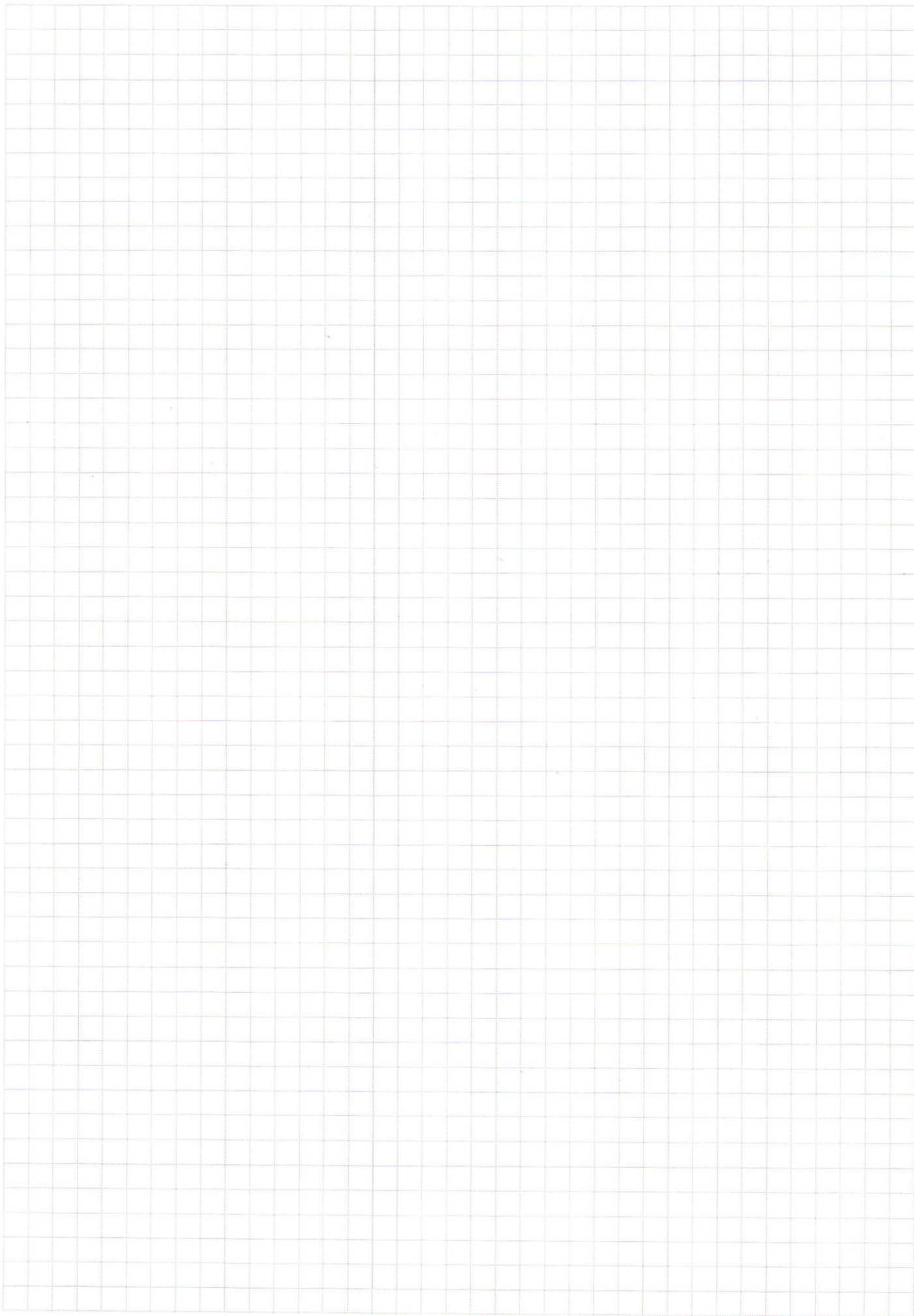
3) К-з записи второй З-Н:

$$T = a_{\text{гс}} m = \frac{v_{\text{ошк}}^2}{c} m = \frac{3 v_{\text{ошк}}^2 m}{5 R}$$

К движется по окружности радиуса c
в СО М.

$$T = \frac{3 m v_{\text{ошк}}^2}{5 R} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 0,11^2}{5 \cdot 1,9} = \frac{3 \cdot 0,11^2}{5 \cdot 1,9} \approx 2 \text{ Н}$$

Силы: $u = 0,45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_{\text{ошк}} \approx 0,11 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T \approx 2 \text{ Н}$

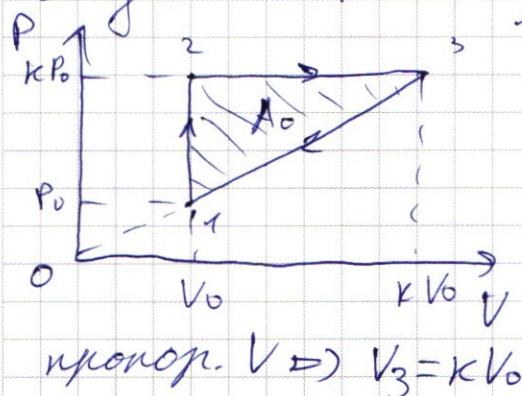


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2.



1) газ идеальный, одноатомный
 $\Rightarrow i=3$

Пусть: $P_1 = P_0$, $V_1 = V_0$, $P_2 = kP_0$
 $\Rightarrow P_2 = P_3 = kP_0$

т.к. в процессе 3-1 P прямо

пропор. $V \Rightarrow V_3 = kV_0$

Температура увеличивалась в процессах

1-2 и 2-3 т.к.

$A_{12} = 0$ $\Delta U_{12} > 0$ для изохорного

$A_{23} > 0$ $\Delta U_{23} > 0$ и для изобарного

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} V_0 P_0 (k-1)$$

$A_{12} = 0$ (изохора) $\uparrow$

$$Q_{12} = C_{12} V \Delta T_{12} = \text{по 4х-мю легче: так}$$

$$= \frac{C_{12}}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{C_{12}}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$= \frac{C_{12}}{R} P_0 V_0 (k-1) = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} P_0 V_0 (k-1)$$

$$\Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\Rightarrow \nu R (T_3 - T_2) = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = P_2 \Delta V + \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = k P_0 V_0 (k-1) + \frac{3}{2} P_0 V_0 (k^2 - k) = \frac{5}{2} k P_0 V_0 (k-1) =$$

$$\Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$Q_{23} = C_{23} V \Delta T_{23} = \frac{C_{23}}{R} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{C_{23}}{R} k P_0 V_0 (k-1)$$

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$$

$$2) A_{23} = \kappa P_0 V_0 (\kappa - 1) = P_{23} \Delta V_{23}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta \frac{u}{2} = Q_{23} = \frac{5}{2} = \kappa P_0 V_0 (\kappa - 1) + \frac{3}{2} P_0 V_0 \kappa (\kappa - 1) = \frac{5}{2} P_0 V_0 \kappa (\kappa - 1)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} P_0 V_0 \kappa (\kappa - 1)}{P_0 V_0 \kappa (\kappa - 1)} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = \frac{A_0}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} \text{ (маленько так можно подводить)}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} P_0 V_0 (\kappa - 1) + \frac{5}{2} \kappa P_0 V_0 (\kappa - 1)$$

$$A_0 = A_{23} + A_{12} + A_{31} = A_{23} + A_{31} \approx$$

$$A_{31} = -S_{yr} = \frac{-(\kappa P_0 + P_0)}{2} V_0 (\kappa - 1) = \frac{-(\kappa + 1)(\kappa - 1) P_0 V_0}{2}$$

$$A_0 = P_0 V_0 (\kappa - 1) \kappa + \frac{P_0 V_0}{2} (\kappa + 1)(\kappa - 1) = (\kappa - 1) P_0 V_0 \left(\kappa + \frac{\kappa + 1}{2} \right)$$

$$A_0 = \frac{P_0 V_0}{2} (\kappa - 1)(\kappa - 1)$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q_H} = \frac{\frac{P_0 V_0}{2} (\kappa - 1)(\kappa - 1)}{\frac{3}{2} P_0 V_0 (\kappa - 1) + \frac{5}{2} \kappa P_0 V_0 (\kappa - 1)} = \frac{\kappa - 1}{3 + 5\kappa} = \frac{1}{5} \frac{5\kappa - 5}{5\kappa + 3} = \frac{1}{5} \frac{5\kappa - 8}{5\kappa + 3}$$

$$\eta = \frac{1}{5} - \frac{8}{5\kappa + 3} \text{ при } \kappa \rightarrow \infty \quad \eta \rightarrow \eta_{\max}$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{5} = 20\%$$

$$\text{Справка: } 1) \frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3} \quad 2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \quad 3) \eta_{\max} = 20\%$$

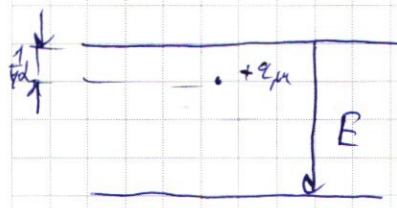
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 3.

$$d \ll \sqrt{S} \quad S = \pi R^2 \Rightarrow d \ll \sqrt{\pi} R$$

$$\text{и } d \ll R$$

В центре поле однородное:



+ Отокаем разноименно заряженные
в направлении к отрицательно
заряженной пластинке.

За T частица пройдет путь $d - 0,25d = \frac{3}{4}d$

т.к. $E = \text{const}$ у осм $\Rightarrow a = \text{const}$

$$Eq = ma \Rightarrow a = Ej$$

$$\frac{3d}{4} = \frac{at^2}{2} = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{3d}{2} = EjT^2 \Rightarrow E = \frac{3d}{2jT^2}$$

$$v_1 = v_0 + at = aT = EjT = \frac{3d}{2T}$$

$$v_1 = \frac{3d}{2T}$$

Обкладки равномерно заряжены
зарядом $Q \Rightarrow C = \frac{Q}{U}$

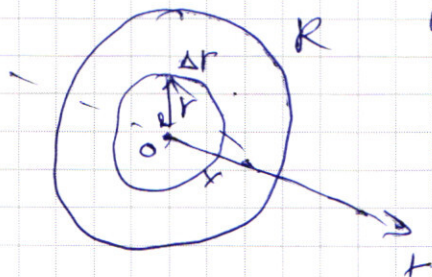
$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \Rightarrow Q = 2\epsilon_0 S E$$

$$Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{jT^2}$$

3) Найдём потенциал заряженного
диска:

~~Через неизвестные произвольный заряд $\Delta q = C(\varphi_0 - \varphi_1)$~~

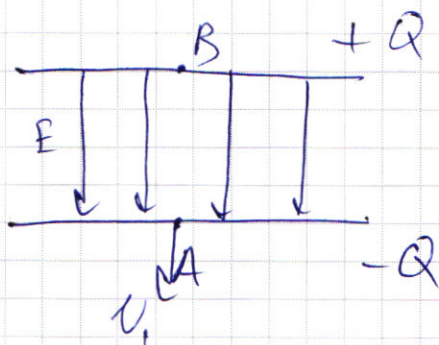
Расположим диск с зарядом Q и радиусом R :



$$\varphi(x) = \frac{k \Delta q}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{k \frac{2\pi r \Delta r Q}{\pi R^2}}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{2kQ r \Delta r}{\sqrt{r^2 + x^2} R^2}$$

просуммируем считая что $x \ll R$

$$\varphi(x) = \frac{2kQ}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$



$$\varphi_A = \varphi'_B + \varphi'_A = \varphi(d) + \varphi(0) = \frac{2kQ}{\sqrt{R^2 + d^2}} - \frac{2kQ}{R} = 2kQ \left(\frac{1}{\sqrt{R^2 + d^2}} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{R^2 + d^2}} = \frac{1}{R \sqrt{1 + \frac{d^2}{R^2}}} = \frac{1}{R} \left(1 + \frac{d^2}{R^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \approx \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{d^2}{R^2} \right) \text{ для } d \ll R$$

$$\Rightarrow \varphi_A = 2kQ \left(\frac{1}{R} - \frac{d^2}{2R^3} - \frac{1}{R} \right)$$

$\downarrow U_1$

$$\varphi_A = \frac{-2kQ d^2}{2R^3} = -\frac{kQ d^2}{R^3}$$

из Закона сохранения энергии:

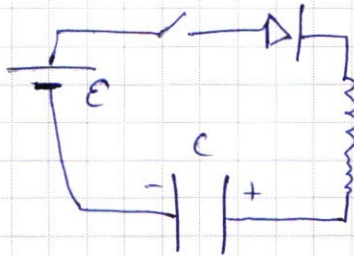
$$\varphi_A q + \frac{v_1^2 m}{2} = \frac{v_2^2 m}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2\varphi_A q} = \sqrt{v_1^2 - \frac{2kQ d^2 q}{R^3}}$$

$$v_2 = \sqrt{\left(\frac{3d}{2T} \right)^2 - \frac{2kQ d^2 q}{R^3}}$$

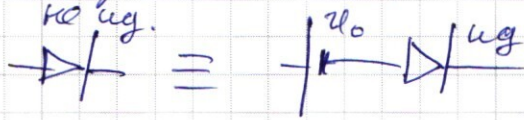
$$\text{Ответ: } v_1 = \frac{3d}{2T}; Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{8 T^2}; v_2 = \sqrt{\frac{9d^2}{4T^2} - \frac{2kQ d^2 q}{1} \left(\frac{3}{8} \right)^{\frac{3}{2}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.

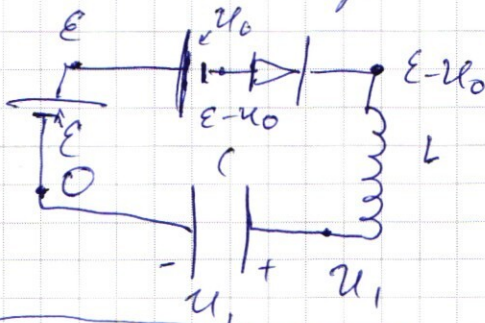


1) Идеальный диод эквивалентен
идеальному и идеальному конденсатору.
Батарейке с U_0 и с.
но сг.



Рассмотрим: цепь в момент замыкания.

Токи и напряжения мгновенно не меняются.



Используем метод контурных.

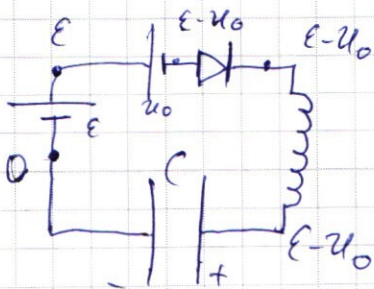
$$U_2(0) = E - U_0 - U_1$$

$$U_2(0) = L \dot{I}_2(0) \Rightarrow \dot{I}_2(0) = \frac{U_2(0)}{L}$$

$$\dot{I}_1(0) = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9\text{В} - 1\text{В} - 5\text{В}}{0,1\text{Гн}} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Рассмотрим цепь в ~~кратчайшее~~ момент
времени до закрытия диода, когда

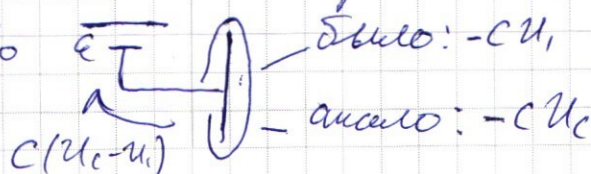
$$I_1 = I_{\text{max}} \Rightarrow U_L = 0 \text{ и } \dot{I}_1 = 0$$



С помощью метода контурных

$$U_c = E - U_0 = 8\text{В}$$

Рассмотрим левую обкладку конденс.



Через источник прошел заряд $\Delta q = C(u_1 - u_1)$
~~и~~ $A_{ист} = A_{ист\epsilon} + A_{истu_0} = \epsilon \Delta q - u_0 \Delta q =$

$$= (\epsilon - u_0)(u_1 - u_1)C = C(\epsilon - u_0)(\epsilon - u_0 - u_1)$$

Работаторов нет $\Rightarrow$ тело не выделялось $\Rightarrow$

$$Q=0 \text{ и } A_{ист} = \Delta W$$

$$\Delta W = \frac{L I_{max}^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2}$$

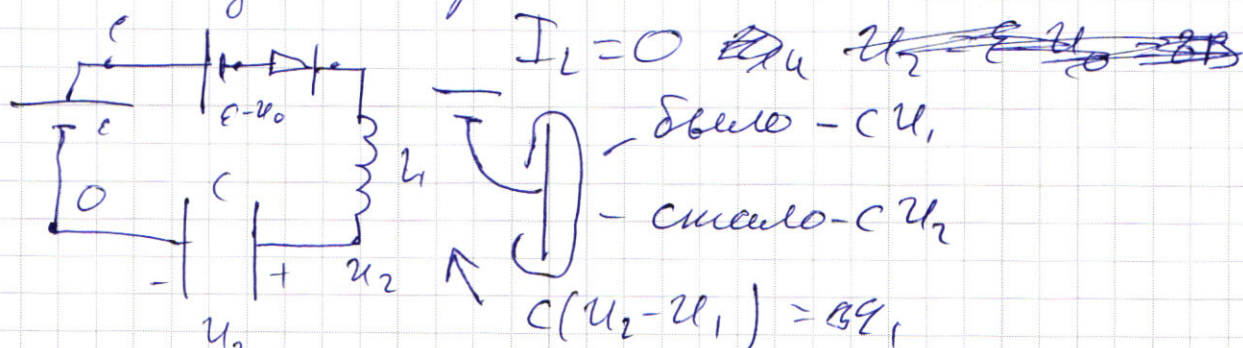
$$C(\epsilon - u_0)(\epsilon - u_0 - u_1) = \frac{L I_{max}^2}{2} - \frac{C u_1^2}{2}$$

$$L I_{max}^2 = C(u_1^2 + 2(\epsilon - u_0)(\epsilon - u_0 - u_1))$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L} (u_1^2 + 2(\epsilon - u_0)(\epsilon - u_0 - u_1))}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{0,1 \text{ Гн}} (25 \text{ В}^2 + 2 \cdot 8 \text{ В} \cdot 3 \text{ В})} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 13 \text{ В}^2}{0,1 \text{ Гн}}} \approx 0,11 \text{ А}$$

3) После того как ~~ток~~ ~~поменял~~ направление
 закрылся диод ток не будет и напряжение
 на конденсаторе станет u_{const} .



$$A_{ист} = \epsilon \Delta q_1 - u_0 \Delta q_1 = (\epsilon - u_0)C(u_2 - u_1)$$

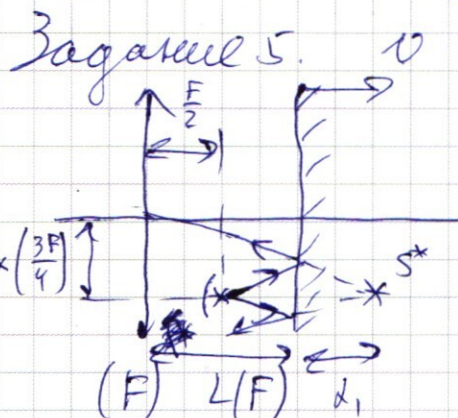
$$\Delta W = A_{ист}$$

$$C(\epsilon - u_0)(u_1 - u_1) = \frac{C(u_2^2 - u_1^2)}{2} \Rightarrow u_2 + u_1 = 2(\epsilon - u_0)$$

$$u_2 = 2(\epsilon - u_0) - u_1 = 11 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } I_1(0) = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}} ; I_{max} \approx 0,11 \text{ А} ; u_2 = 11 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



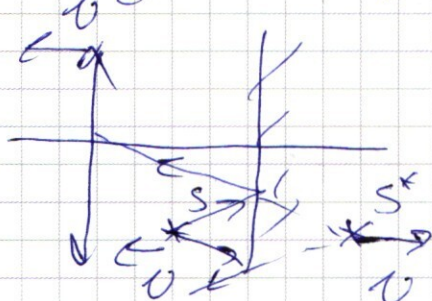
$$d_1 = L - \frac{F}{2} = \frac{F}{2} \text{ м.к. увеличение}$$

в зеркале $\Gamma_z = 1$

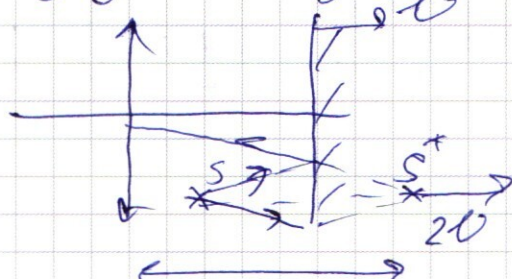
теперь изображение S^* является
действит. предметом для

линзы.

Перейдем в СО зеркала



и показ в СО зеркала



изображение S^* имеет горизонт. d_2

скорость $2v$ относительно линзы найдем
изображение S^{**} в линзе

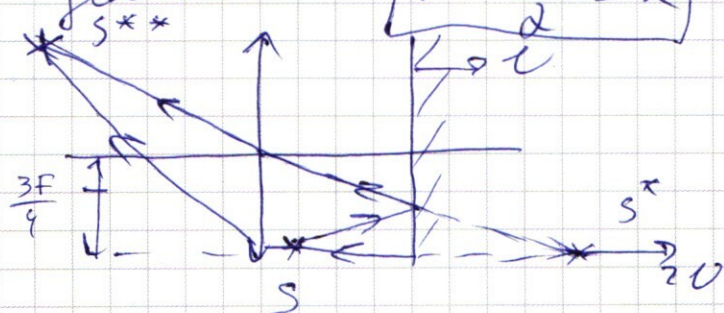
$$d = d_1 + L = \frac{3}{2}F \text{ по формуле тонкой линзы:}$$

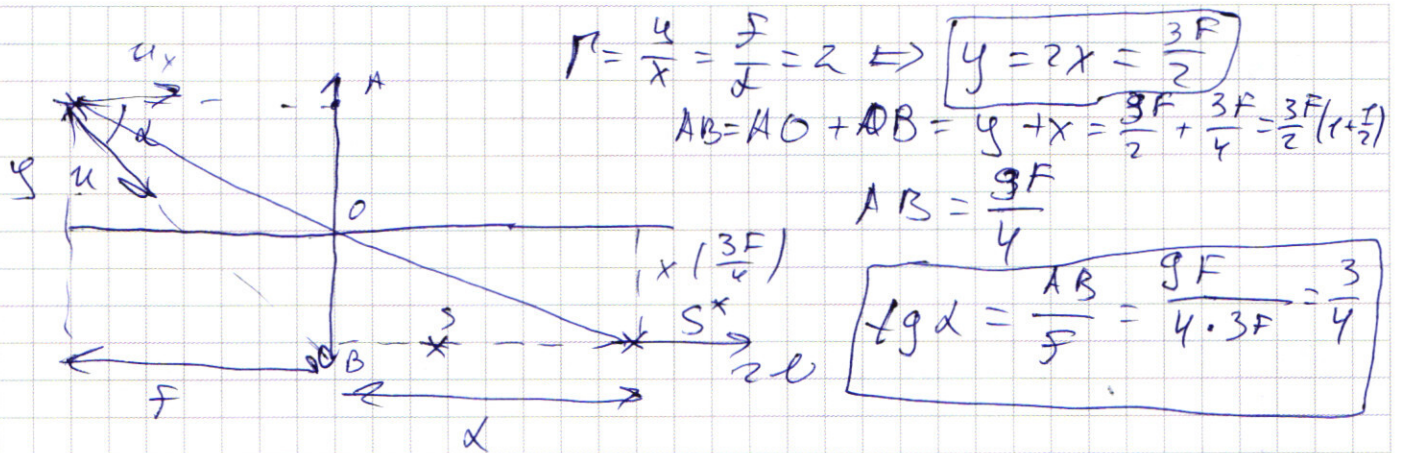
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{3}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{f = 3F}$$

увеличение $\Gamma = \frac{f}{d} = 2$

(изобр.)
скорости предм. S^* и
изображения S^{**} пересекаются
в одной Т. на линзе:

главн. линзы, изобр. S^* и
изобр. S^{**} на одной
прямой $\Rightarrow$





$$\tan \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

Продольные скорости отталкиваются как Γ^2 :

$$u_x = 2v\Gamma^2 = 2v \cdot 4 = 8v$$

$$u \cos \alpha = u_x \Rightarrow u = \frac{u_x}{\cos \alpha} = \frac{8v}{\frac{4}{5}} = 10v$$

Ответ: $h = y = \frac{3F}{2}$; $\tan \alpha = \frac{3}{4}$; $u = 10v$

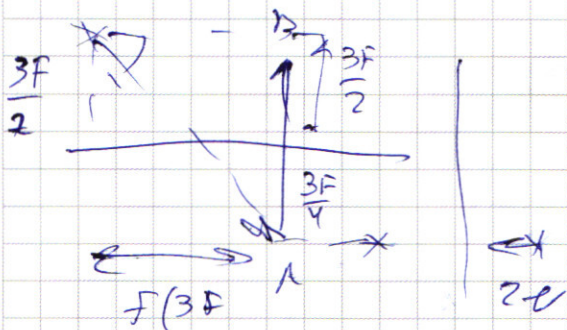
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\varepsilon - u_0 < u_2$
 $\downarrow I = 0$
 $A_{\text{max}} = (\varepsilon - u_0)(u_2 - u_1)C$
 $\Delta W = -\frac{Cu_1^2}{2} + \frac{Cu_2^2}{2}$

$A_{\text{max}} = \Delta W$
 $C(u_2 - u_1)(\varepsilon - u_0) = \frac{C(u_2^2 - u_1^2)}{2} + \frac{(u_1 - u_2)(u_2 + u_1)C}{2}$
 $2(\varepsilon - u_0) = u_2 + u_1 \Rightarrow u_2 = 2(\varepsilon - u_0) - u_1 = 16 - 5 = 11 \text{ В}$

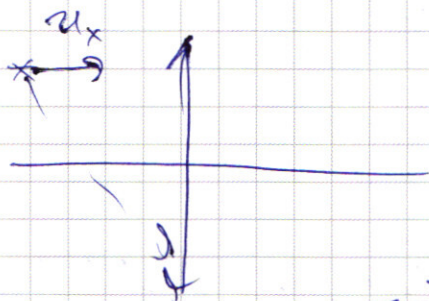
$0,2$
 $0,18$
 $0,1,6$
 $0,45$
 $0,45$
 $1,60$
 $0,1845$
 $0,2 + 0,5 - 0,16 = 0,54$
 $\frac{1}{2} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow F = 3F$

$0,7 - 0,16 = 0,54$
 64
 49
 $0,7 \text{ фем}$
 $8,5$
 64
 81
 $2 \cdot 0,01 \cdot 25 \cdot 0,45 + 0,68 = \frac{42 \cdot 0,04 \cdot 0,45}{5}$
 $16 \cdot 0,01 = 0,16$
 $0,45^2 + 0,88^2 = 42 \cdot 0,09 \cdot 0,04 =$
 $0,45 + 0,68^2 = 0,18034$



$$AB = M = 3F \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{4} \cdot 3F = \frac{9F}{4}$$

$$\left[\begin{aligned} \lg \alpha &= \frac{M}{F} = \frac{9F}{4 \cdot 3F} = \frac{3}{4} \end{aligned} \right]$$



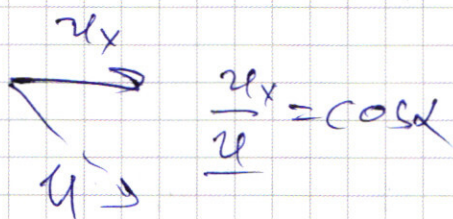
$$\Gamma = \frac{F}{d} = 2 \quad u_x = \Gamma \cdot 2d = 4d$$

$$\lg \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 / \cos^2 \alpha$$

$$\lg^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{\lg^2 \alpha + 1} = \frac{1}{\frac{9}{16} + 1} = \frac{16}{25}$$

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



$$u = \frac{u_x}{\cos \alpha} = \frac{5}{4} u_x = 5V$$

$$S = \pi r^2 \quad \sqrt{S} = \sqrt{\pi} r \quad \text{с, 25d}$$

$$d < \sqrt{\pi} r \Rightarrow d < r \quad \alpha = \frac{E q}{2} = F_y$$

$$d - 0,25d = \frac{3}{4}d$$

$$\frac{3}{4}d = \frac{qT^2}{2} = \frac{E d T^2}{2}$$

$$\frac{3d}{2} = E d T^2$$

$$U_1 = qT = E d T = \frac{3d}{2 d T^2} \cdot d T =$$

$$E = \frac{3d}{2 d T^2}$$

$$U_1 = \frac{3d}{2 T}$$

$$\begin{aligned} 360 + 18 \\ 378 \end{aligned}$$

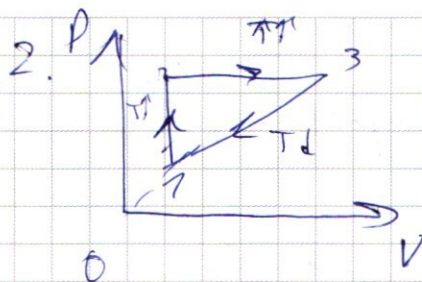
$$G = \text{const}$$

$$\Rightarrow$$

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\Delta Q}{2\epsilon_0 \Delta S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \Rightarrow Q = 2\epsilon_0 S E$$

$$Q = \frac{2\epsilon_0 S d}{2 d T^2} = \frac{3d \epsilon_0 S}{d T^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$C_{12} = \frac{3R}{2} = \frac{iR}{2}$$

$$C_{23} = \left(\frac{i}{2} + 1\right)R = \frac{5}{2}R$$

$$\boxed{\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}}$$

$$A_{23} = P \Delta V = \nu R \Delta T_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

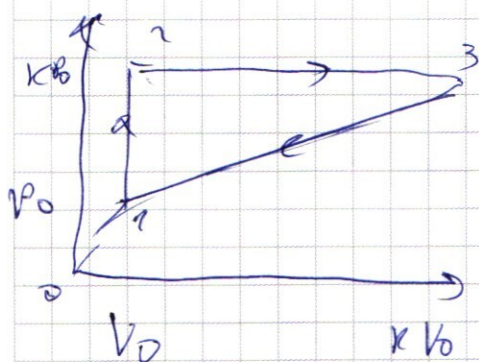
$$\Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{A_{23} + \Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} =$$

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

~~$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$~~
$$Q_+ = \frac{\nu R}{2} (3 \Delta T_{12} + 5 \Delta T_{23})$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$A =$$



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

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$Q_+ = \frac{\nu R}{2} (3 \Delta T_{12} + 5 \Delta T_{23})$$

$$Q_+ = \frac{\nu R}{2} (3 \Delta T_{12} + 5 \Delta T_{23})$$

$$A_0 = A_{23} = \nu R \Delta T_{23} = \frac{(\kappa + 1) P_0}{2} V_0 (\kappa - 1) = \frac{P_0 V_0 (\kappa - 1)}{2} \left(\kappa - \frac{\kappa + 1}{2} \right)$$

$$A_0 = P_0 V_0 (\kappa - 1) \frac{\kappa - 1}{2}$$

$$h = \frac{A_0}{Q_+} = \frac{(\kappa - 1) \frac{(\kappa - 1)}{2}}{\frac{\kappa - 1}{2} (3\kappa + 5)} = \frac{\kappa - 1}{3\kappa + 5} = \frac{3\kappa - 3}{3\kappa + 5} \cdot \frac{1}{3} = \frac{3\kappa + 5 - 8}{3\kappa + 5} =$$

$$\frac{3K+5+8}{3K+5} \frac{1}{T} = \frac{1}{3} + \frac{-8}{3K+5} \quad K \uparrow \quad \frac{1}{T} \Rightarrow I_{max} = K \text{ при } K \rightarrow \infty$$

$$I_{max} = \frac{1}{3}$$

4.

$U_0 = 7B$

$$U_L = L \dot{I}(0) \Rightarrow \dot{I}(0) = \frac{U_L(0)}{L} = \frac{\varepsilon - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 7 - 5}{2} = \frac{3}{2} = 1.5 \frac{A}{C}$$

$I_{max} \Rightarrow U_L = 0$

$U_1 = 5$

$U_C = \varepsilon - U_0 = 8B$

$A_{max} = \Delta q \varepsilon - \Delta q U_0 - \Delta q (\varepsilon - U_0) =$

$A_{max} = (\varepsilon - U_0) C (\varepsilon - U_0 - U_1)$

$A_{max} = \Delta W$

$(\varepsilon - U_0 - U_1) C = \Delta q$

$$C(\varepsilon - U_0)(\varepsilon - U_0 - U_1) = \frac{I_{max}^2 L}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$I_{max}^2 L = C \left((\varepsilon - U_0)(\varepsilon - U_0 - U_1) - \frac{U_1^2}{2} \right)$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L} \left((\varepsilon - U_0)(\varepsilon - U_0 - U_1) - \frac{U_1^2}{2} \right)} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-5}}{0.1} \left(8 \cdot 3 - \frac{25}{2} \right)} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \left(\frac{48}{2} - \frac{25}{2} \right)} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{23}{2}} = \sqrt{46 \cdot 10^{-4}} = 0.01 \sqrt{46} \approx 0.01 \cdot 6.78 \approx 0.0678 A$$

$\frac{45^2}{68^2} U^2 + U^2 - U^{242}$

73

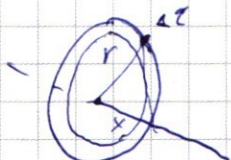
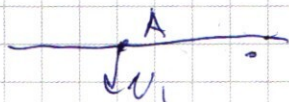
146

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\varphi_A = ?$

$\varphi_A + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$

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



$$\varphi(x) = \frac{k\Delta\varphi}{\sqrt{r^2+x^2}}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\sqrt{r^2+x^2}}$$

$$E(x) = -\varphi'(x)$$

$$\varphi = -\int_0^x E$$



$$\varphi(x)_i = \frac{k\Delta Q}{\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{kQ \frac{2\pi R \Delta r}{\pi R^2}}{\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{2kQ R}{\sqrt{r^2+x^2} R} = \frac{2kQ}{R}$$

где $x = d \ll r$

$v_2 \rightarrow \infty$

$$\varphi = \frac{k\Delta\varphi}{r} = \frac{k \frac{2\pi R^2 Q}{2\pi r \Delta r}}{r} = \frac{k R^2 Q \Delta r}{2 r^2} = \frac{2kQ \Delta r}{R^2} = \frac{2kQ}{R}$$

$$\varphi_A = \varphi_A' + \varphi_B' = -\frac{2kQ}{R} + \frac{2kQ R}{\sqrt{R^2+d^2}}$$

$$\pi R^2 = S$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{2kQ}{m} \left(-\frac{1}{R} + \frac{R}{\sqrt{R^2+d^2}} \right) = \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R} - \frac{d^2}{2R^3} \right)$$

$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{4kQ d^2}{m 2 R^3}$$

$$\frac{R}{\sqrt{R^2+d^2}} = \frac{R}{R \sqrt{1+\frac{d^2}{R^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{d^2}{R^2}}}$$

$$v_2^2 = v_1^2 - \frac{2kQ d^2}{m \frac{S}{\pi} \frac{S}{\pi}} = -\frac{2kQ d^2}{m} \left(\frac{\pi}{S} \right)^2 + v_1^2 = \left(1 - \frac{d^2}{R^2} \right)^2 \frac{1}{R^2} \pi^2$$

$$\approx \frac{1}{R^2} \frac{d^2}{2 R^3} \approx 100$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{2kQ d^2}{m} \left(\frac{\pi}{S} \right)^2}$$

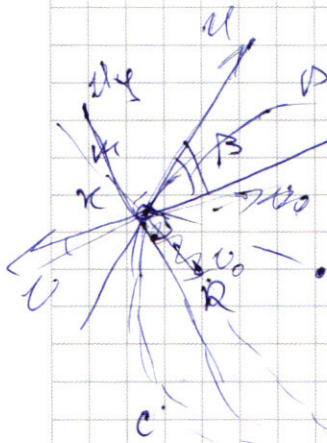
$$85 \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 34 \cdot 10^{-2} \approx 0,34 \text{ A}$$

$$= (32+2) \cdot 10^{-2} = 34$$

$$48+25=73$$

6,5
68
42,5

$$14 \cdot 4 = 40 + 28 = 68$$



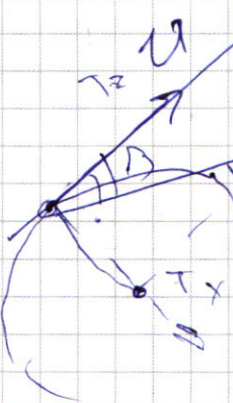
$$U \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{\frac{14}{5}} = \frac{15 \cdot 5}{14} = \frac{75}{14}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{14^2 - 15^2}}{14} = \frac{\sqrt{2 \cdot 32}}{14} = \frac{8}{14} \quad u = 13.5 \text{ м/с} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{25}{25} - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$u_y = U \sin \alpha + u \sin \beta = 15 \frac{8}{14} + \frac{75}{14} \cdot \frac{3}{5} = \frac{15}{14} \left(8 + \frac{3 \cdot 5}{4} \right) = \frac{15}{14} \left(32 + 45 \right) = \frac{11}{68} U = 44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

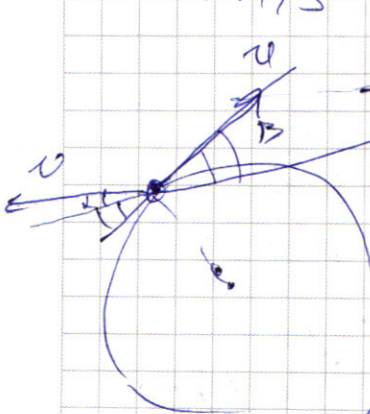


$$T_x = a_y, m = \frac{u^2}{R}$$

$$\frac{T_x}{T} = \sin \beta$$

$$T = \frac{T_x}{\sin \beta} = \frac{T_x \cdot 5}{3} = \frac{5 u^2}{3 R} m = \frac{5 \cdot 15^2}{3 \cdot 1,9} \cdot 0,1 =$$

$$= \frac{5 \cdot 0,45 \cdot 0,45}{3 \cdot 1,9} \cdot 0,1 \approx \frac{5 \cdot 0,5 \cdot 0,45 \cdot 0,1}{3 \cdot 2} = \frac{0,25 \cdot 0,45}{6}$$



$$T_x = \frac{5 u^2}{3 R} (1 - \cos(\alpha + \beta))$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta = \frac{15^2}{14^2} - \frac{4^2}{5^2}$$

$$U \left(\frac{15 \cdot 5}{14 \cdot 4} + \frac{4}{5^2} - \frac{15^2}{14^2} \right) = \frac{14 \cdot 5^2 \cdot 15 \cdot 5 + 4^2 \cdot 14^2 - 15^2 \cdot 5^2}{14^2 \cdot 5^2 \cdot 4}$$

$$U_{\text{общ}} = \frac{U \cdot 8^2 \cdot 15 (5 \cdot 14 - 20) + 4^2 \cdot 14^2}{14^2 \cdot 5^2 \cdot 4} = \frac{U \cdot 5^2 \cdot 15 \cdot 85 + 4^2 \cdot 14}{14^2 \cdot 5^2 \cdot 4}$$

$$50 + 35 = 85 \quad = \frac{0,1 \cdot 15 \cdot 85}{14} + \frac{0,1 \cdot 16}{5^2} = \frac{1,275 \cdot 85}{14} + \frac{0,16}{5^2} = \frac{0,08 \cdot 15 \cdot 85}{68 \cdot 14} + \frac{0,68 \cdot 4^2}{68 \cdot 5^2} =$$