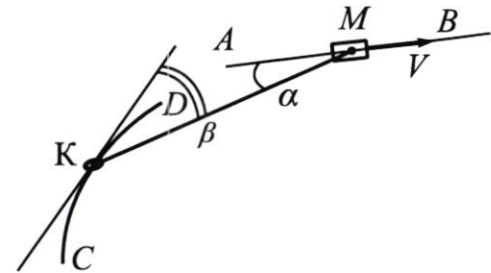


Олимпиада «Физтех» по физике, Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

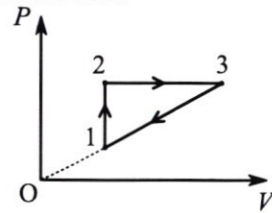
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

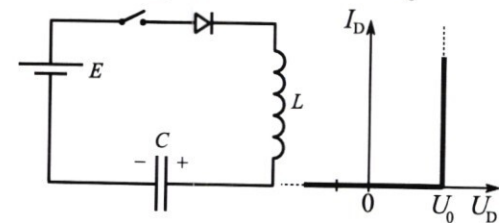


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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

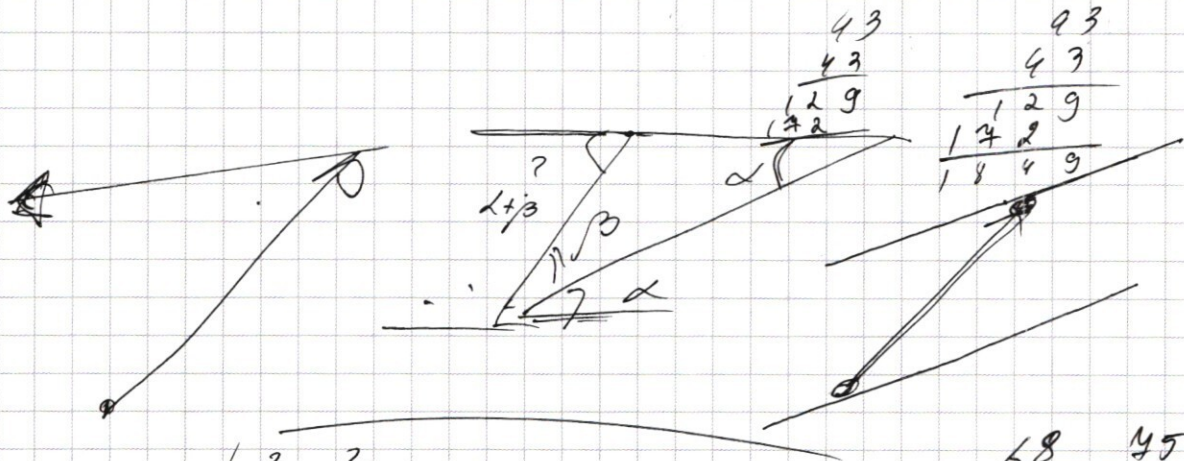


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

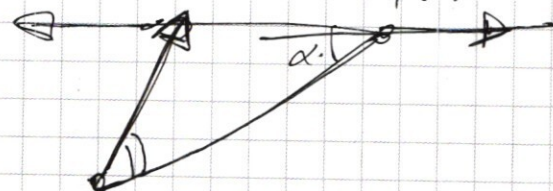
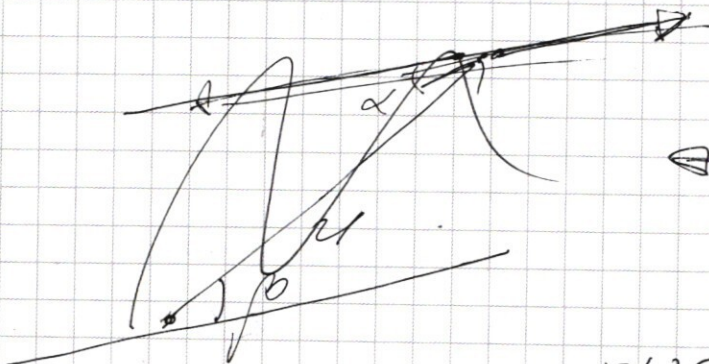


$$|a_{\text{пр}}| = \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha} = a \cos \alpha$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} = \frac{1}{5 \cdot 17} (60 - 24) = \frac{36}{5 \cdot 17}$$

$$\frac{36}{5 \cdot 17} \cdot 15 \cdot 4 = 36 \cdot 15 \cdot 4$$



$$\begin{array}{r} 43 \\ 43 \\ \hline 219 \\ 511 \\ \hline 5329 \end{array}$$

$$5625 + 4624 - 432 =$$

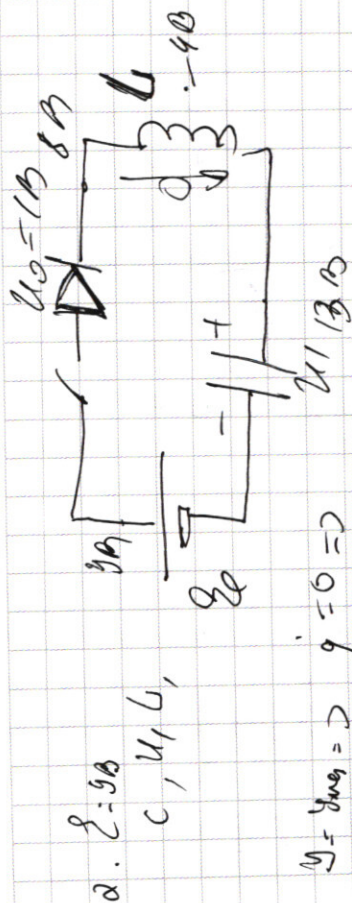
$$= 10249 - 4320 =$$

$$\begin{array}{r} 6249 \\ 320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ 45 \\ \hline 345 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 2 \\ \hline 36 \\ 12 \\ \hline 48 \\ 38 \\ \hline 432 \end{array}$$

$$5929$$



$$y = y_{\text{max}} = 0 \Rightarrow \dot{y} = 0 \Rightarrow$$

$$y = y_{\text{max}} = U_0 = 0$$

$$C \frac{dU}{dt} = \frac{C U_1^2 - C U_2^2}{2}$$

$$C \frac{dU}{dt} = 0$$

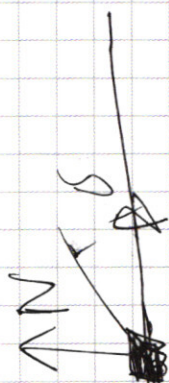
$$U = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

$$U = 2 \text{ В} - U_1 = 18 - 5 = 13 \text{ В}$$

$$\frac{qEd}{4} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{qEd}{2} = 0^2$$

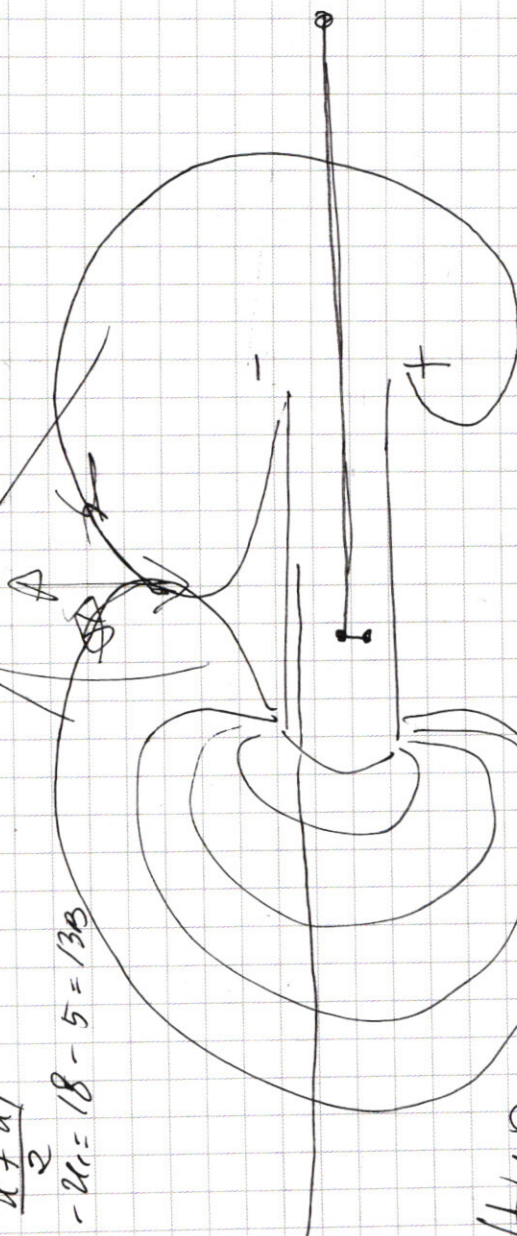
$$\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{R+l} = \frac{d k Q}{R^2} \cdot \frac{d l}{R^2}$$



$$\frac{qEd}{2} = \frac{q}{8} \cdot \frac{Ed}{2} = \frac{ad^2}{8} = \frac{3d^2}{8} =$$

$$ma = T_y - mgy$$

$$U_0 - U_1 + U_2 - U_3 =$$

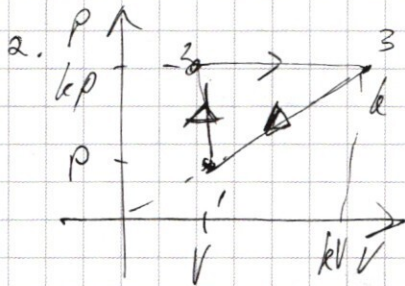


$$Ad \cdot 20$$

$$A_{\text{none}} = W - W$$

$$A_{\text{none}} = -\Delta W = k_1 - k_2 = k_1 - k_2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) \frac{p}{cv} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3}$$

$$2) \frac{Q}{n} = \frac{\frac{5}{2} p v}{\frac{1}{2}} = \frac{5}{2} \frac{k-1}{5k+3} =$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{2} p v (k^2 - 1)}{\frac{5}{2} p v (k-1)} = \frac{1}{5} \frac{(5k-5)}{(5k+3)} = \frac{1}{5} \frac{(5k-5)}{(5k+3)}$$

$$A = \frac{1}{2} (kp - p) (kv - v) = \frac{1}{2} p v (k^2 - 1)$$

$$Q = \frac{3}{2} p v k + kp (kv - v) = \frac{5}{2} p v (k-1) + \frac{3}{2} v (kp - p) =$$

$$= 4 p v (k-1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} p v (k^2 - 1)}{4 p v (k-1)} = \frac{1}{8} (k+1)$$

$$Q = kp (kv - v) + \frac{3}{2} kp (kv - v) + \frac{3}{2} v (kp - p) =$$

$$= \frac{5}{2} p v (k(k-1)) + \frac{3}{2} p v (k-1) = \frac{p v}{2} (5k(k-1) + 3(k-1)) =$$

$$\eta = \frac{p v}{2} (5k^2 - 5k + 3k - 3)$$

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

$$= 5k^2 - 5k + 3k - 3 = 5k^2 - 2k$$

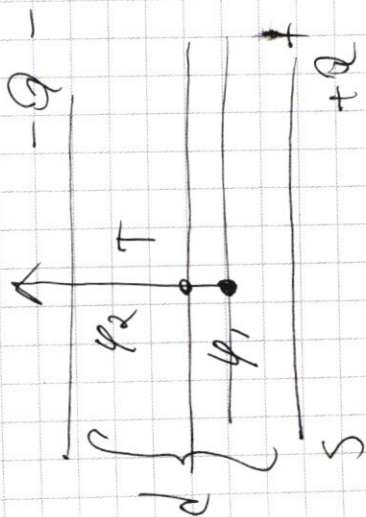
$$\frac{k-1}{5k+3} = \frac{5k-5}{5k+3} = 5k- \left(\frac{k-1}{5k+3} \right)' = 5k+3 - 5(k-1) =$$

$$= -2$$

$$\frac{k-1}{5k+3} = \frac{1}{5} \frac{k-1}{k+\frac{3}{5}} \left(\frac{k-1}{5k+3} \right)' = 5k+3 - 5(k-1) =$$

$$\left(\frac{k-1}{5k+3} \right)' = \frac{1}{(k-1)(5k+3)} = \frac{1}{5k+3} +$$

$$\frac{k-2}{5k+3} = \frac{\frac{1}{5}(5k+3) - \frac{3}{5} - 1}{5k+3} = \frac{1}{5} - \frac{\frac{3}{5} - 1}{5k+3}$$



$$0.45d = \frac{aT}{2}$$

$$a = \frac{0.45d}{T}$$

$$v = aT = \frac{0.45d}{T} \cdot T$$

$$ma = q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

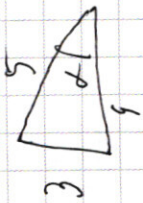
$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 m r^2}$$

$$3C2: \frac{mv^2}{2} = q(\phi_1 - \phi_2)$$

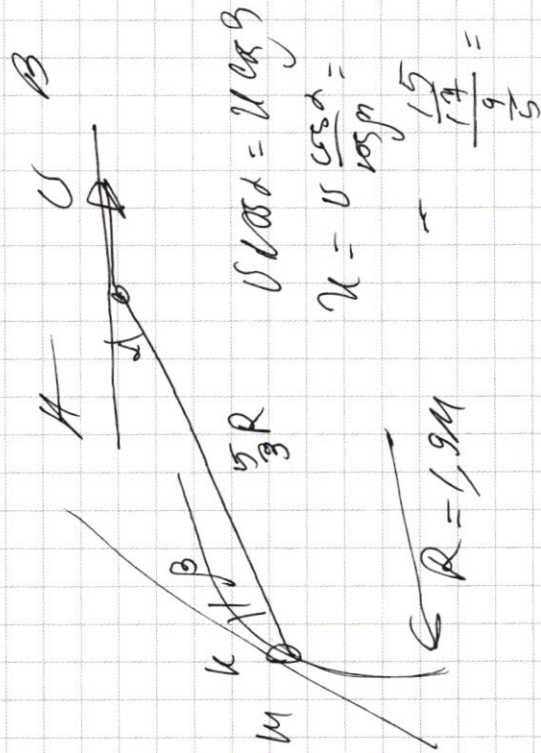
$$\frac{mv^2}{2} = q(42 - 400) =$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{q\phi_2}{\epsilon_0}$$

$$v =$$

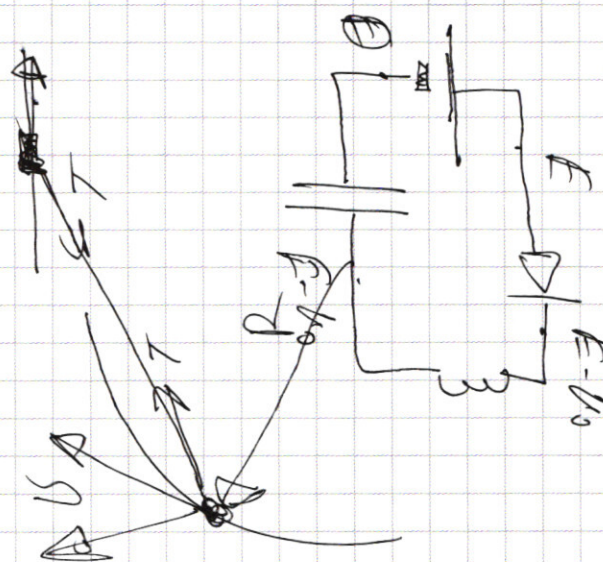


$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{5}{3}\right)^2}} = \frac{3}{\sqrt{34}}$$



$$v \cos \alpha = U \cos \beta$$

$$v = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{15\sqrt{2}}{1}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$CE(E - U_0 - U_1) = \frac{U_1^2}{2} + \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2}$$

$$U_1^2 =$$

$$U_1^2 = \frac{CU_0^2 + 2CE(E - U_0 - U_1) + \frac{C(E - U_0)^2}{2}}{2}$$

$$U_1^2 = \frac{40 \cdot 10^{-6} (25 + 2 \cdot 9 \cdot 3 - 64)}{0,1} =$$

$$= \frac{40 \cdot 10^{-6} (25 + 54 - 64)}{0,1} =$$

$$= \frac{15 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 15 \cdot 4 \cdot 10^{-4}$$

$$U_1 = \sqrt{4 \cdot 15 \cdot 10^{-4}} = 2,4$$

$$CE(U_1 - U_2) = \frac{CU_2^2 - CU_1^2}{2}$$

$$2E = U_1 + U_2 \Rightarrow U_2 = 2E - U_1 = 18 - 5 = 13$$

$$a = fE \Rightarrow E = \frac{a}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8 \cdot 1} = \frac{3}{2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{3 \sqrt{\epsilon_0 S}}{2 \cdot 10^8 \cdot 1}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ 68 \\ \hline 136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 81 \\ - 15 \\ \hline 66 \\ 81 \\ \hline 147 \end{array}$$

4624
- 1215

3.2
u
g

3409

$$\frac{da}{a} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2.5}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{24} \approx 0.21$$

$$Q = \frac{30 \text{ fss}}{27^2 \text{ f}}$$

36.8

$$(68)^2 + (45)^2 = 8 \cdot 15 \cdot 36 =$$

$$15 \cdot 36.8 = 14^2 - 15(15.5 - 36.8) =$$

$$= (51 - 13.4) \cdot 2 - 13.4 \cdot 2 - 14.4 \cdot 2 - 18.15 =$$



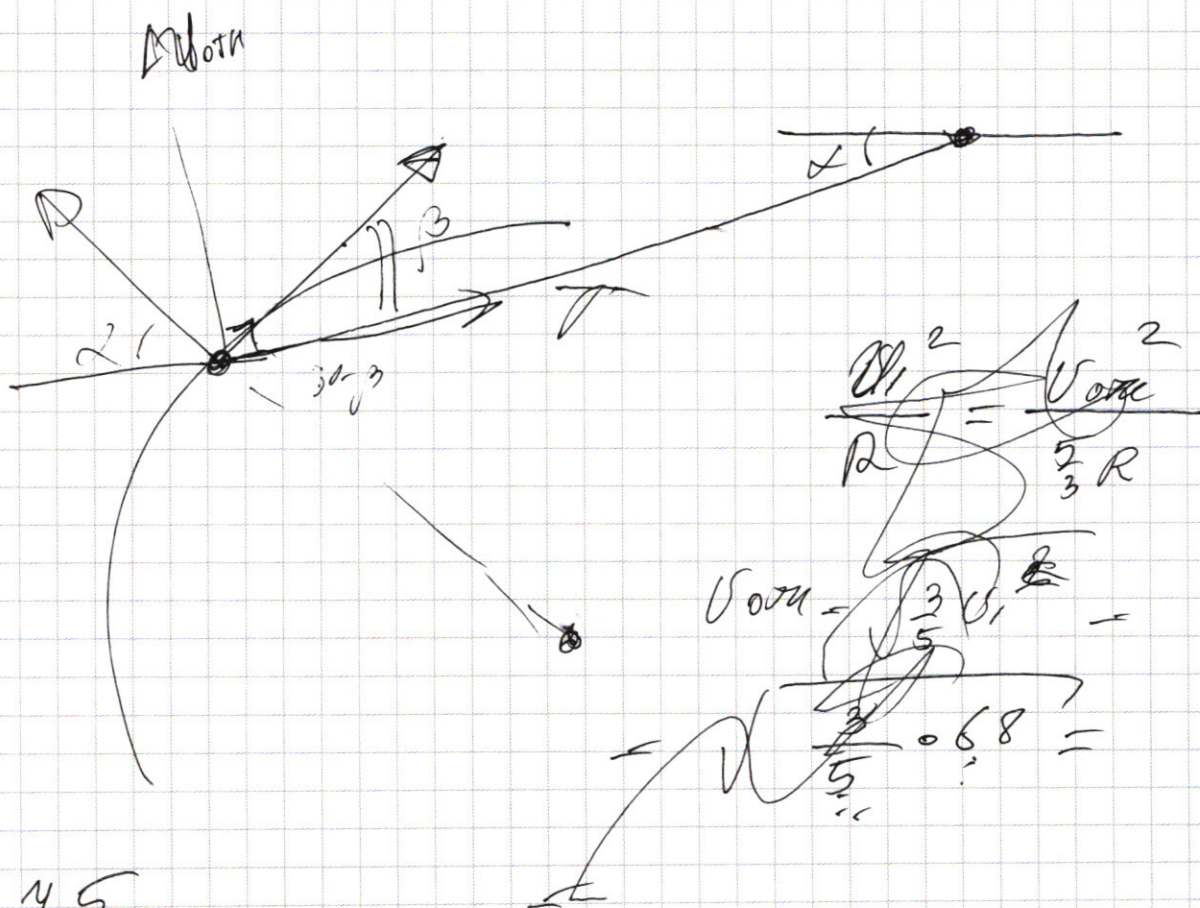
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

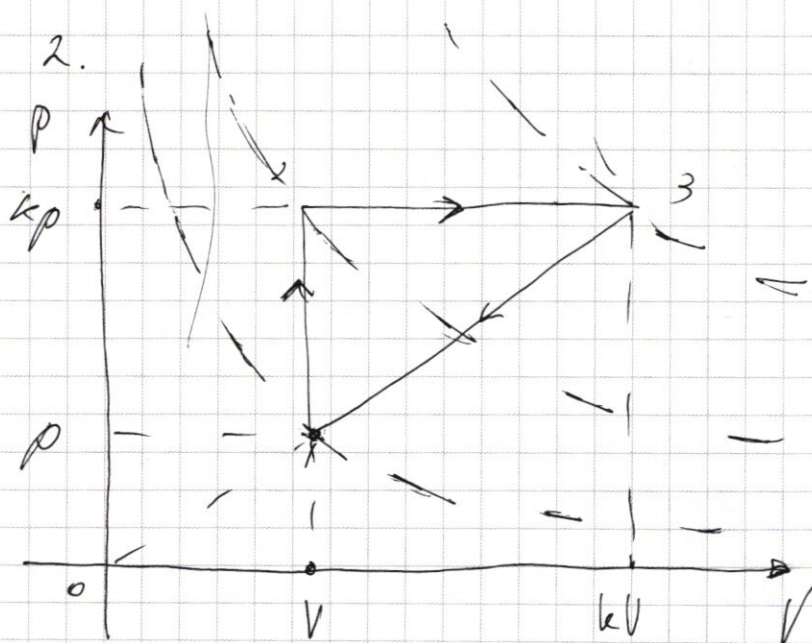
Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



$$\begin{array}{r}
 45 \\
 45 \\
 \hline
 375 \\
 525 \\
 \hline
 5525
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \sqrt{\frac{3}{5} \cdot 45} &= 60 \\
 85 \sqrt{\frac{3}{5}} &= \\
 15 & \\
 &= \frac{45 \cdot 8}{10} = \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Температуры повышаются в процессах 1-2 и 2-3, в этом легко убедиться, проведя через эти точки графики изотерм.

1) $\frac{C_{23}}{C_{12}} = ?$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

3) $\eta_{\text{max}} = ?$

2-3 - изобарный процесс, для одноатомного газа $C_{23} = \frac{5}{2}R$ (при $p = \text{const}$)

1-2 - изохорный процесс, для одноат. газа $C_{12} = \frac{3}{2}R$ (при $V = \text{const}$)

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$$

2) Если учесть, что тангенс угла наклона прямой 1-3 численно равен k , тогда при переходе из 3 точки в 1 давление и объём увеличатся в k раз.

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}; \quad A_{23} = kP(kV - V)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2}kP(kV - V)$$

$$A_{23} = kP(kV - V)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2}kP(kV - V)$$

по уравнению Менделеева-Клапейрона

$$3) \eta = \frac{A_{\text{гидр}}}{Q^+}; \quad A_{\text{гидр}} = \frac{1}{2} (kp - p) (kv - v) = \frac{1}{2} pV(k-1)^2$$

$$Q^+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} pV(k-1) + \frac{5}{2} kpV(k-1)$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12} \quad (A_{12} = 0, v = \text{const})$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \rho V \Delta T_{12} = \frac{3}{2} V(kp - p) = \frac{3}{2} pV(k-1)$$

$$Q^+ = \frac{pV}{2} (3k - 3 + 5k^2 - 5k) = \frac{pV}{2} (5k^2 - 2k - 3)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} pV(k-1)^2}{\frac{pV}{2} (5k^2 - 2k - 3)} = \frac{(k-1)^2}{5k^2 - 2k - 3} = \frac{k-1}{5k+3}$$

$$\eta' = \left(\frac{k-1}{5k+3} \right)' = \frac{1(5k+3) - 5(k-1)}{(5k+3)^2} = \frac{8}{(5k+3)^2} > 0$$

η - ~~возрастающая~~ возрастающая функция, максимум

$$\eta = \eta_{\text{max}} \text{ при } k = k_{\text{max}} \rightarrow \infty$$

$$\eta_{\text{max}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k-1}{5k+3} = \frac{1}{5}$$

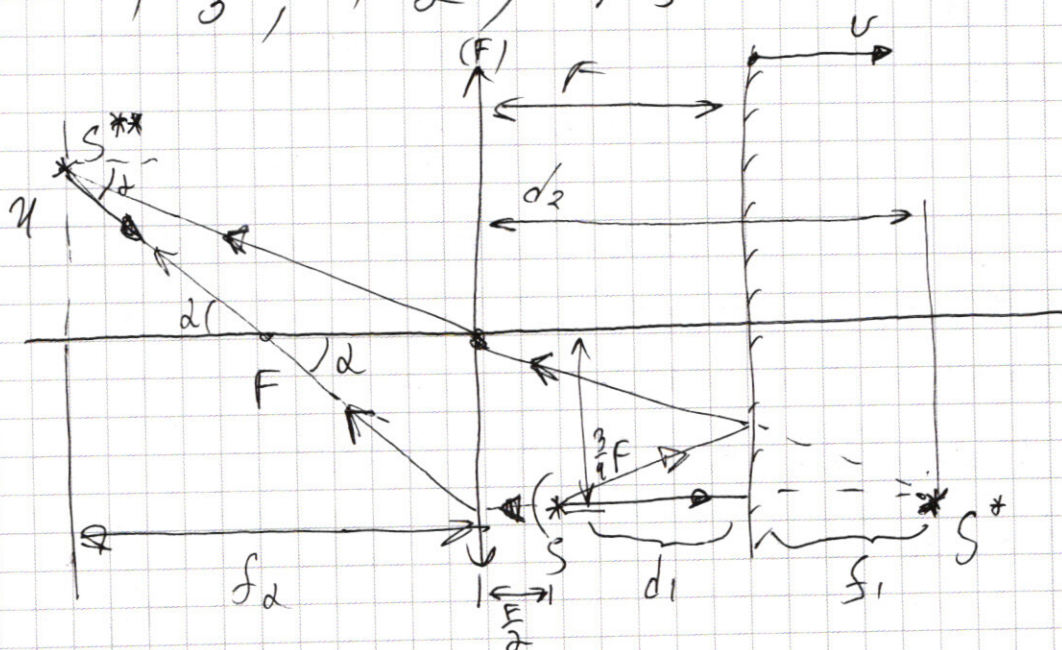
Ответ: 1) $\frac{5}{3}$, 2) $\frac{5}{2}$, 3) $\frac{1}{5}$

5.

1) $\theta = ?$

2) $d = ?$

3) $H = ?$



$$1) d_1 = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}; \quad \text{В зеркале } d_1 = f_1 = \frac{F}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) d_2 = \frac{F}{2} + d_1 + f_1 = \frac{F}{2} + \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$$

В формуле ~~изображение предмета~~ S S^* - действительное
предмет для ~~каждого~~ собирающей линзы, $d_1 > F \Rightarrow$
изображение ~~предмета~~ этого предмета действительное,
тогда в формуле тонкой линзы:

$$+\frac{1}{F} = +\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}, d_2 = \frac{3}{2}F \quad f_2 = \frac{d_1 F}{d_2 - F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3}{2}F - F} = 3F$$

S^{**} - изображение системы.

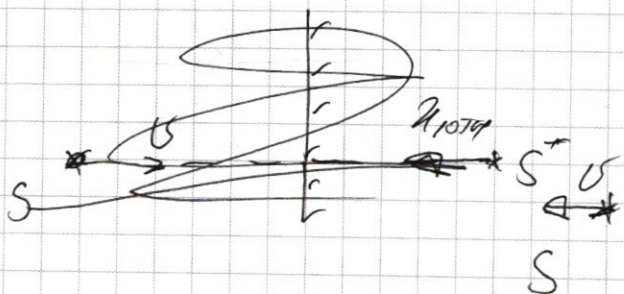
$$p = f_2 = 3F$$

3) Скорость изображения направлена по лучу, который
должен проходить через Передний фокус линзы
(из-за экрана этот луч не дойдет до линзы,
но это, как мы знаем из оптики, позволит определить
направление скорости)

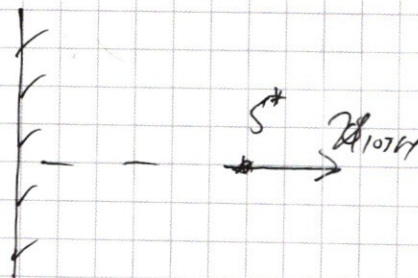
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{F} = \frac{3}{4}$$

4) ~~Скорость~~:

$$u_{\text{отн}} = v(d_1 = f_1 \Rightarrow F_1 = 1)$$

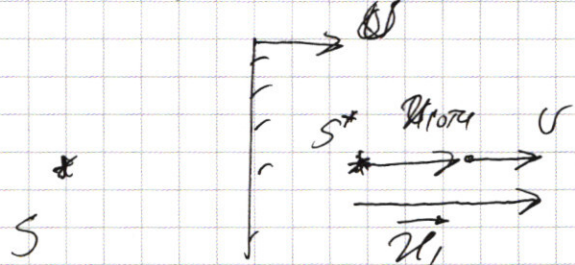


② Зеркала



С) Задание:

По 3 СС: $U_1 = U_{отч} + U = 20$



5) $P_2 = \frac{I_2^2}{d_2} = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} = 2$

$U \cos \alpha = U_1 P_2^2$; $\cos \alpha = \frac{4}{5}$

$U = U_1 \frac{P_2^2}{\cos \alpha} = U_1 \cdot \frac{4}{\frac{4}{5}} = 5 U_1 = 100$

Ответ: 1) 3F; 2) $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ 3) 100

4.

$E = 9B$

$E = 9B$

$C = 40 \text{ мкФ}$

$U_1 = 5B$

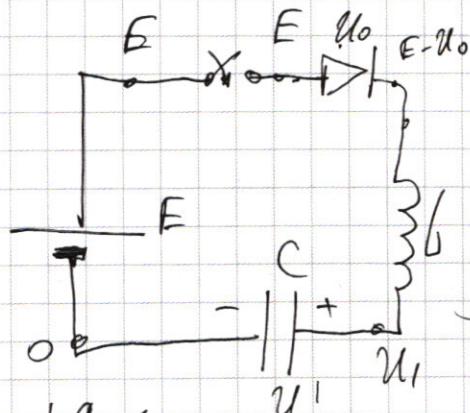
$L = 0,1 \text{ Гн}$

$U_0 = 1B$

1) $y_1 = ?$

2) $y_{max} = ?$

3) $U_2 = ?$



Метод узловых потенциалов

5) Сразу после замыкания ключа напряжение конденсатора U_1 и ток через катушку не изменяется, и из графика $U_D = U_0$

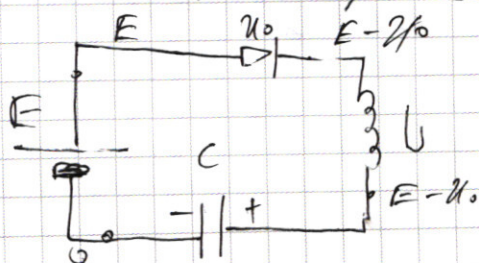
2) $U_0 = L y_1$

$U_0 = E - U_0 - U_1$

$\Rightarrow y_1' = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9B - 1B - 5B}{0,1 \text{ Гн}} = \frac{3B}{0,1 \text{ Гн}} = 30 \frac{A}{C}$

3) $y = y_{max} \Rightarrow U_0 = L y' = 0$

$y' = 0$



Напряжение конденсатора в этот момент $U_{C2} = E - U_1 - 0 = E - U_1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4/ $\Delta S = \Delta W + Q, Q = 0$

$\Delta S = +qE, q = C(U_{c2} - U_1) = C(E - U_0 - U_1)$

$\Delta W = W_2 - W_1 = \frac{CU_{c2}^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$

$E \cdot C(E - U_0 - U_1) = \frac{CU_{c2}^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$

$\frac{L I_{max}^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} + E \cdot (C(E - U_0 - U_1)) - \frac{CU_{c2}^2}{2}$

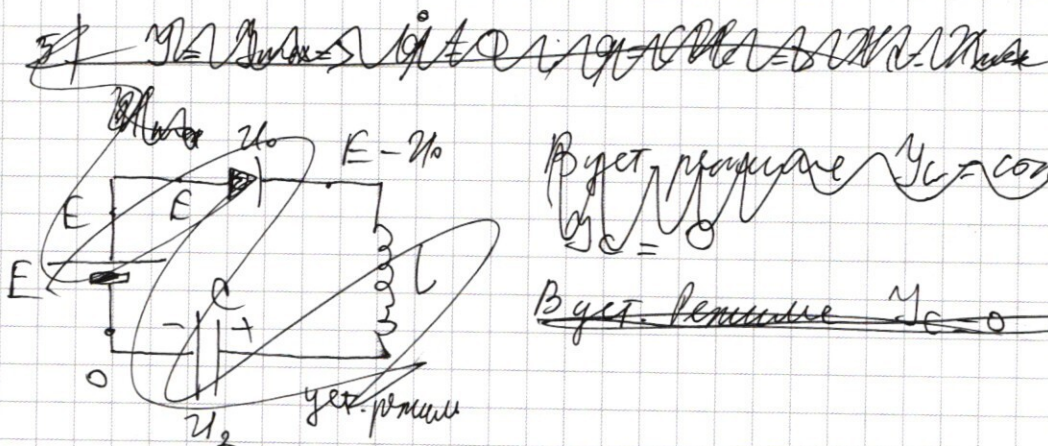
$I_{max} = \sqrt{\frac{CU_1^2 + 2EC(E - U_0 - U_1) - CU_{c2}^2}{L}}$

$= \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U_{c2}^2) + 2EC(E - U_0 - U_1)}{L}}$

$= \sqrt{40 \cdot 10^{-6} \cdot (25 - 14) + 2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 3}$

$= \sqrt{40 \cdot 10^{-6} \cdot (-39 + 54)} = \sqrt{40 \cdot 10^{-5} \cdot 15} =$

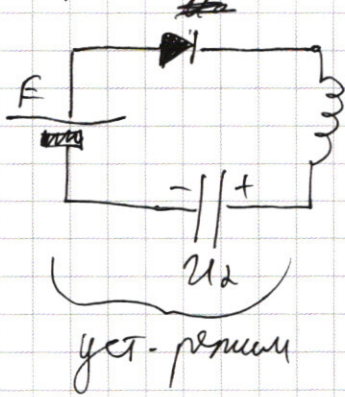
$= \sqrt{\frac{200}{10^5}} = \sqrt{\frac{20}{10^4}} = \sqrt{2} \cdot 10^{-2} = \frac{1}{100} \cdot \sqrt{2} \approx 0,01414 \text{ A}$



В уст. режиме $I_C = \text{const} \Rightarrow U_C = U_0$
 $I_L = 0$

В уст. режиме $I_C = 0$ и $U_L = U_0$

3) В уст. режиме $y_c = 0 \Rightarrow y_c = 0 \Rightarrow W_0 = \frac{L y^2}{2} = 0$



ЗЦЭ: $\Delta S_1 = \Delta W_0 + Q_1$, $Q_1 = 0$

$\Delta S_1 = +E \cdot C(U_2 - U_1)$

$\Delta W_0 = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$

$E \cdot C(U_2 - U_1) = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$

$C E (U_2 - U_1) = \frac{C}{2} (U_2 - U_1) (U_2 + U_1)$

$U_2 \neq U_1$

$2E = U_2 + U_1 \Rightarrow U_2 = 2E - U_1 = 18V - 5V = 13V$

Ответ: 1) $30 \frac{A}{C}$ 2) $0,08 A$ 3) $13V$

3.

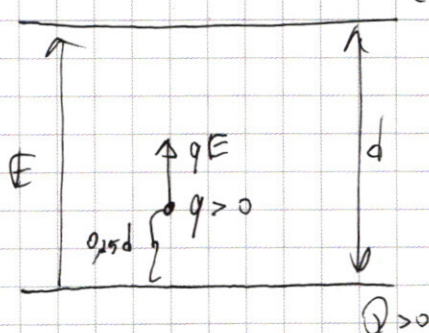
d, S
 $0,25d$
 T, f

1) $U_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $U_2 = ?$

1)



1) Т.к. поле в конденсаторе однородно, ~~на~~ на частицу действует ~~постоянная~~ постоянная

сила и она равномерно ускоренно

2) $d - 0,25d = \frac{U_1 - U_0}{2} T \Rightarrow U_1 = \frac{3d}{T}$

$U_0 = 0$

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

3) $q d - 0,25d = \frac{a T^2}{2} \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2}$

4) ~~По 2-му закону Ньютона:~~ $ma = qE$

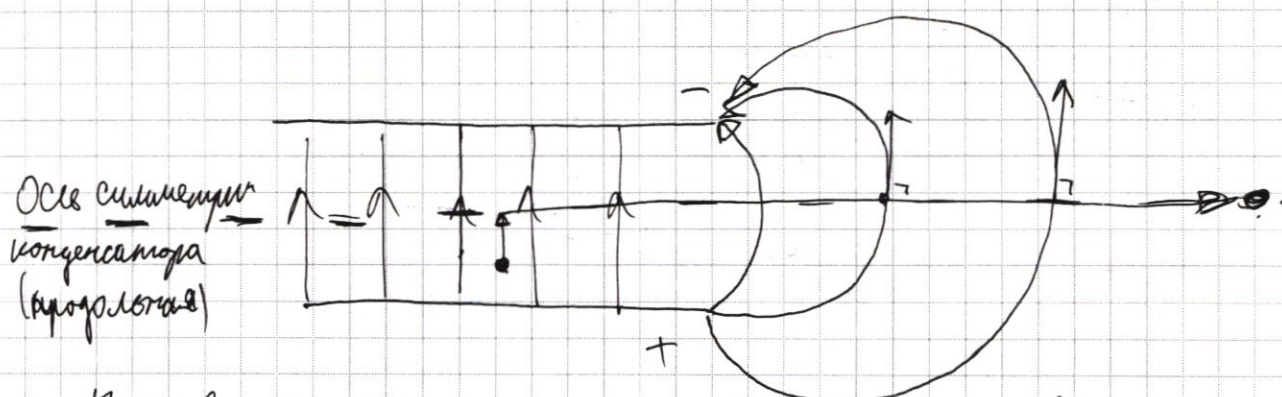
$a = fE$

$E = E_0 + E_q = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot f = a \Rightarrow Q = \frac{a \epsilon_0 S}{f} = \frac{\frac{3d}{2T^2} \cdot \epsilon_0 S}{f} = \frac{3d \epsilon_0 S}{2T^2 f}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

б) Роль конденсатора — электростатическая, работа такого поле не зависит от формы траектории. Найдём работу, которую совершит поле при движении частицы из ~~бесконечности~~ конденсатора в бесконечность.



Поле вне конденсатора, возбуждённое краевыми зарядами, имеет вид симметрии перпендикулярно оси симметрии. ~~Если перемещать частицу вдоль этой оси, то при таком перемещении поле не совершает работы. Переместим частицу в бесконечности~~ ~~виде~~ в область однородного поля конденсатора.

Найдём наименьшее перемещение частицы из начальной плоскости до оси симметрии конденсатора, а как ~~можно~~ ~~то~~ когда частица достигнет оси

Будем перемещать частицу вдоль этой оси, работа поле при таком перемещении равна 0, т.к. поле перпендикулярно оси.

ЗУМЭ: $A_{\text{пол}} = \Delta K$

$$A_{\text{пол}} = qE \cdot \frac{1}{4}d; \quad \frac{qdE}{4} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\Delta K = \frac{mv_2^2}{2} - 0$$

$$\frac{qdE}{2} = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{qdE}{2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{qd}{2} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}} = \sqrt{\frac{qd}{2} \cdot \frac{3d}{2T^2} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{\cancel{\epsilon_0 S}} \cdot \frac{1}{\epsilon_0 S}} =$$

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

Ответ: $v_1 = \frac{3d}{2T}$; $Q = \frac{3d\epsilon_0 S}{2T^2}$; $v_2 = \frac{d}{2T} \sqrt{3}$

1.

$$v = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{3}$$

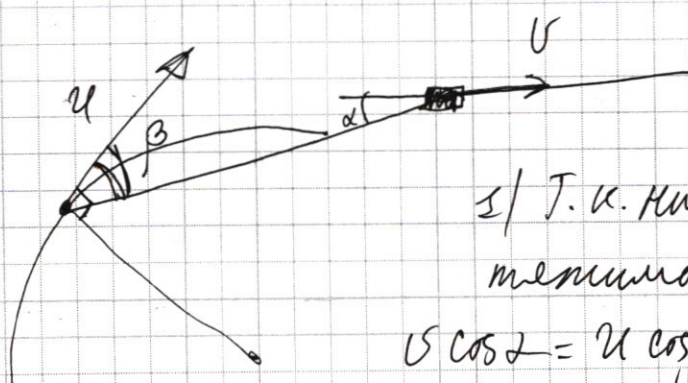
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

1) $u = ?$

2) $u_{\text{отн}}$

3) $T = ?$



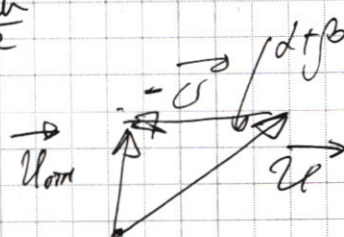
1/ Т.к. нить нерастяжима, то

$$v \cos \alpha = u \cos \beta$$

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

$$= 45 \frac{45}{68} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

2) 300:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По Т. косинусов: $U_{\text{отн}} = \sqrt{U^2 + v^2 - 2Uv \cos(\alpha + \beta)}$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{14} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{14} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$

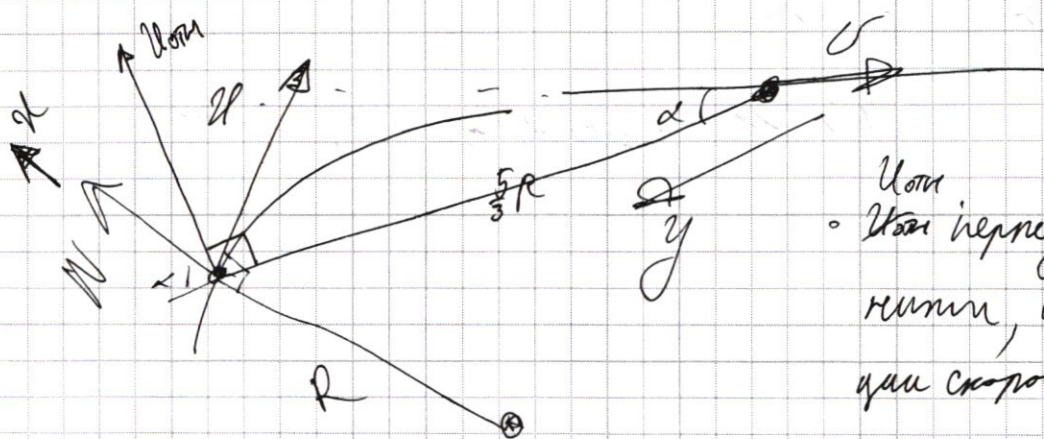
$$U_{\text{отн}} = \sqrt{68^2 + 45^2 - 2 \cdot 68 \cdot 45 \cdot \frac{36}{85}} =$$

$$= \sqrt{68^2 + 45^2 - 4 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 36} =$$

$$= \sqrt{68^2 + 45^2 - 36 \cdot 120} \approx 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: ~~Омлет 475 см, 2746 см, 60 см~~

3)



$U_{\text{отн}}$ — вектор перемещения нити, т. е. проекция скорости равна нити равно.

• $a_{\text{шарика}} = 0 \Rightarrow$ а шар ускоряется кольца в СО земли и шарик равнос (по закону сохранения энергии)

2) Н в СО земли x : $m a_n = -N + T \sin \beta \Rightarrow N = T \sin \beta - m a_n$

2) Н в СО земли y : $m a_n = T - N \cos \alpha \Rightarrow N = \frac{T - m a_n}{\cos \alpha}$

$$\frac{I_{\text{sin}} - m_{\text{an}}}{\cos \alpha} = \frac{T - m_{\text{an}}}{\cos \alpha}$$

$$T \cos \alpha \cos \beta - m_{\text{an}} \cos \alpha = T - m_{\text{an}}$$

$$m_{\text{an}}(1 - \cos \alpha) = T(1 - \cos \alpha \cos \beta)$$

$$T = m_{\text{an}} \frac{1 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha \cos \beta}$$

$$m_{\text{an}} = \frac{U^2}{R}$$

$$T = \frac{m_{\text{an}}^2}{R} \frac{1 - \cos \alpha}{1 - \cos \alpha \cos \beta} = \frac{0,1 \cdot (0,45)^2}{1,9} \cdot \frac{1 - \frac{15}{14}}{1 - \frac{15}{14} \cdot \frac{4}{5}} =$$

$$= \frac{(0,45)^2}{19} \cdot \frac{\frac{2}{14}}{\frac{1 - \frac{15}{14} \cdot \frac{4}{5}}{14 - 12}} = \frac{(0,45)^2}{19} \cdot \frac{2}{14 - 12} =$$

$$= \frac{(0,45)^2}{19} \cdot \frac{2}{5} \approx \frac{0,502}{19 \cdot 5} =$$

$$\approx 1 \text{ мГ} \quad 1 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$

Ответ: 1) 45 мГ 2) 80 мГ 3) 1 мГ
1 · 10⁻² Н