

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

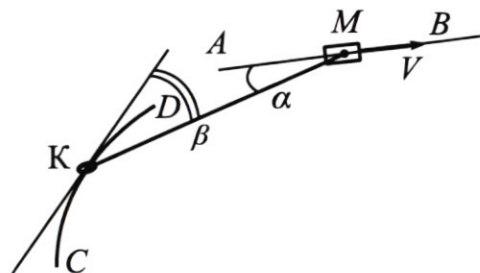
Вариант 11-04

Шифр 6.15

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

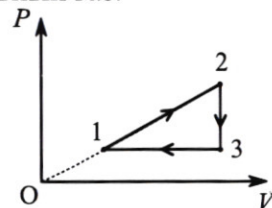
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



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

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
- 2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



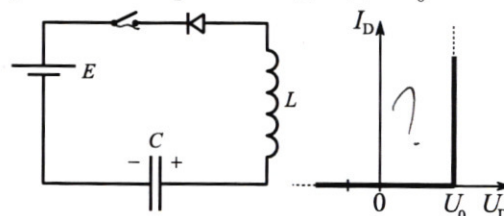
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью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

- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 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.

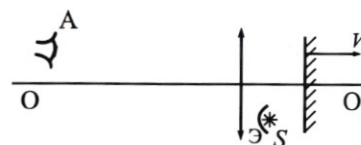
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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 $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.

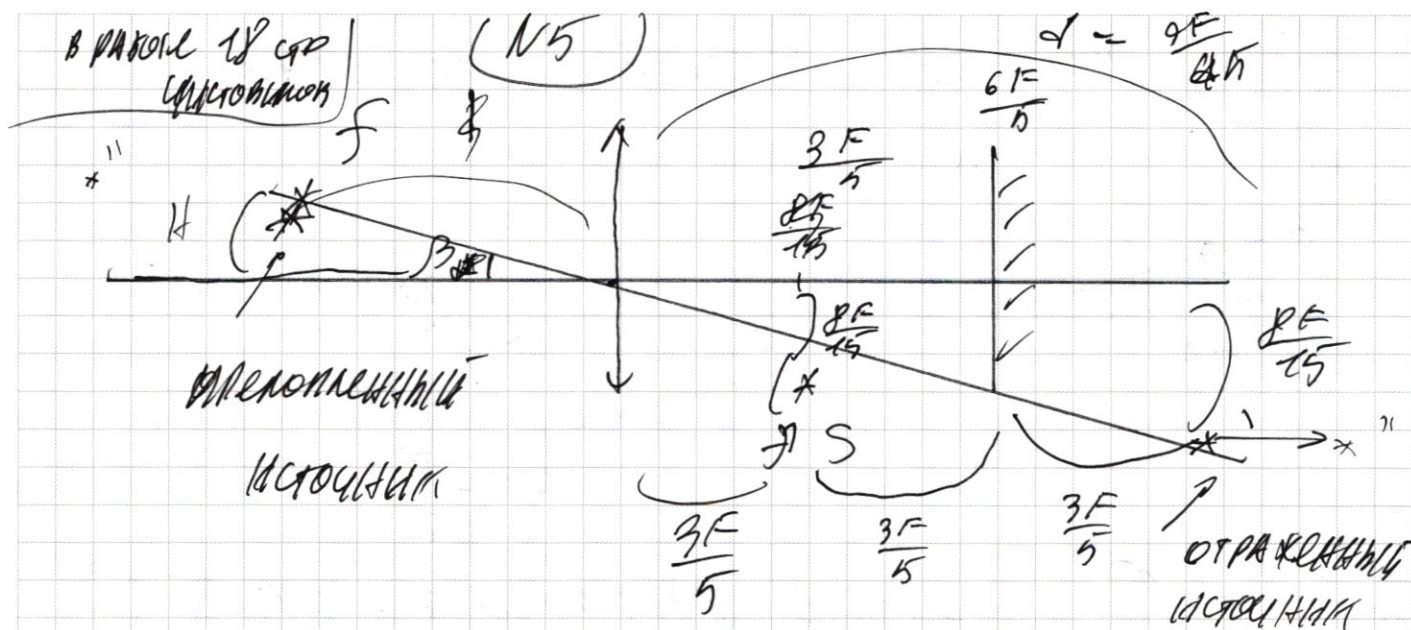
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



$$A \frac{P}{F} = 4 \quad \therefore \frac{P}{F} = \frac{A}{4} \quad \therefore \frac{S}{4} = \frac{P}{A}$$

$$\therefore \frac{S}{P \cancel{4}} = \frac{A}{4} \quad \therefore \frac{P}{4} = \frac{S}{A} \quad \cancel{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Формула точки набли для изображений:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} \quad \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{F_d}{d - F} =$$

$$= \frac{F \cdot \frac{2F}{5}}{\frac{2F}{5} - F} = \frac{\frac{2}{5} F^2}{\frac{4}{5} F} = \left(\frac{2}{4} F \right) \text{ НА ТАКОМ РАСТОЯНИИ}$$

УВЫДУЕТ ПРУЖИНА

ОТВЕТ!!!

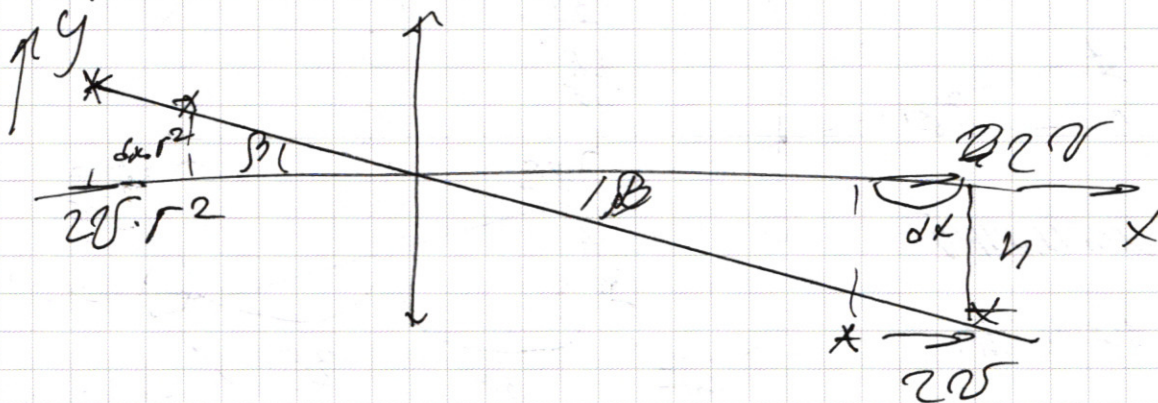
2) угол $\angle$ гла скорости изображение источника
в зеркале уменьшается от 10° до 5° со скоростью
20

ФОРМУЛА ТОЧКОЇ НАНЗЫ:

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \quad | \cdot f \Rightarrow \frac{f}{F} = 1 + \frac{f}{d}$$~~

~~$$f = F + F \cdot \frac{f}{d} \Rightarrow f = 0 + F \cdot \frac{f}{d}$$~~

Найдем проекции скоростей по осям:



по оси Ox скорость изображения = $v_x = v \cdot \cos \beta$
(продольное увеличение)

по оси Oy в точке

изображение сместилось на dx , высота - пре-
жняя, считая dx малым

~~$$\tan \beta = \frac{h}{f d} = \frac{h'}{f}$$~~

~~$$\tan \beta = \frac{h}{d + dx} = \frac{h' + dh'}{f + f^2 dx}$$~~

~~$\frac{dh}{f^2 dx^2}$~~ = связь поперечных размеров:

$$h' = f \cdot h \Rightarrow h' = \frac{f}{d} \cdot h \Rightarrow h' d = f \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h' d + d h' = f h + h f$$

"0, т.к. $h = \text{const}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1}{2} v_{\perp}^2 + 2V \cdot h' - \frac{1}{2} v^2 = 0$$

В РАБОТЕ 18
СТР. ЧИСТОВИКА

$$\Rightarrow v_{\perp} = \frac{v^2 - 2V \cdot h'}{2V}$$

$$K \cdot \Gamma \cdot h' = \frac{5}{4} = \frac{\frac{2}{5} F}{\frac{2}{5} F} = \frac{5}{4}$$

$$h' = \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{15} F = \frac{2}{3} F$$

$$v_{\perp} = \frac{\frac{25}{16} \cdot V \cdot \frac{2}{3} F - 2V \cdot \frac{2}{3} F}{\frac{2}{5} F}$$

$$v_{\perp} = \frac{\frac{25}{16} \cdot V \cdot \frac{2}{3} F - 2V \cdot \frac{2}{3} F}{\frac{2}{5} F} =$$

$$= \frac{\frac{5}{6} V - \frac{4}{3} V}{\frac{2}{5}} = \frac{\frac{5 - 8}{6} V}{\frac{2}{5}} = \frac{-\frac{3}{6} V}{\frac{2}{5}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{5}{2} V = -\frac{5}{4} V$$

3- "Значит в эту сторону скорость убывает."

Чистовик: ПОЛНАЯ СКОРОСТЬ:

$$U_1 = \frac{25}{8} U \Rightarrow$$

~~$$2 U_{\text{двиг}} = \sqrt{U_{11}^2 + U_{\perp}^2} = U$$~~

$$\begin{array}{c} U_4 \\ \swarrow \searrow \\ U_{11} \end{array}$$

~~$$\text{tg } \angle = \frac{U_{\perp}}{U_{11}} = \frac{\frac{5}{16} U}{\frac{25}{8} U} = \frac{5}{20} \cdot \frac{8}{25} = \frac{4}{45}$$~~

$$U_1' = \frac{45^2 U_4 - 2 U_1'^2}{d}$$

$$T = \frac{F}{d} = \frac{\frac{9}{4} F}{\frac{2}{5} F} = \frac{5}{4} \quad h' = \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{16} F = \frac{2}{3} F$$

~~$$U_{\perp} = \frac{2 \cdot \frac{25}{16} \cdot U \cdot \frac{8F}{15} - 2U \cdot \frac{2}{3} F}{\frac{9}{5} F} =$$~~

~~$$= \frac{5U - \frac{4}{3} U}{\frac{9}{5}} = \frac{1}{3} U \cdot \frac{5}{9} = \frac{5}{27} U \Rightarrow$$~~

~~$$\text{tg } \angle = \frac{U_{\perp}}{U_{11}} = \frac{\frac{5}{27} U}{\frac{25}{16} U} =$$~~

$$U_L = \frac{2 \cdot \frac{25}{10} U \cdot \frac{2K}{15} - 2U \cdot \frac{2}{3} F}{\frac{9}{5} F} = \frac{5}{24} U$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{U_L}{U_{II}} = \frac{\frac{5}{24} U}{\frac{25}{10} U} = \frac{10}{24} \cdot \frac{16}{25} = \frac{16}{135}$$

$$U_{\text{полн}} = \sqrt{U_{II}^2 + U_L^2} = \sqrt{\left(\frac{25}{24}\right)^2 U^2 + 4U^2} =$$

$$= U \sqrt{\frac{25}{24^2} + \frac{84^2}{16^2}}$$

Отметь

В РАБОТЕ ИСПОЛНИТЕЛИ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q_L = \frac{4 \cdot \frac{25}{16} V \cdot \frac{8}{15} T_1 - 2V \cdot \frac{2}{3} T_1}{\frac{9}{5} T_1} =$$

$$= \frac{\frac{10}{3} V - \frac{4}{3} V}{\frac{9}{5} T_1} = \frac{\frac{6}{3} V \cdot \frac{5}{9}}{\frac{9}{5} T_1} = \frac{10}{9} V$$

$$\Rightarrow \eta_{cyL} = \frac{Q_L}{Q_H} = \frac{\frac{10}{9} V}{\frac{25}{16} V} = \frac{10}{9} \cdot \frac{16}{25} = \frac{32}{45}$$

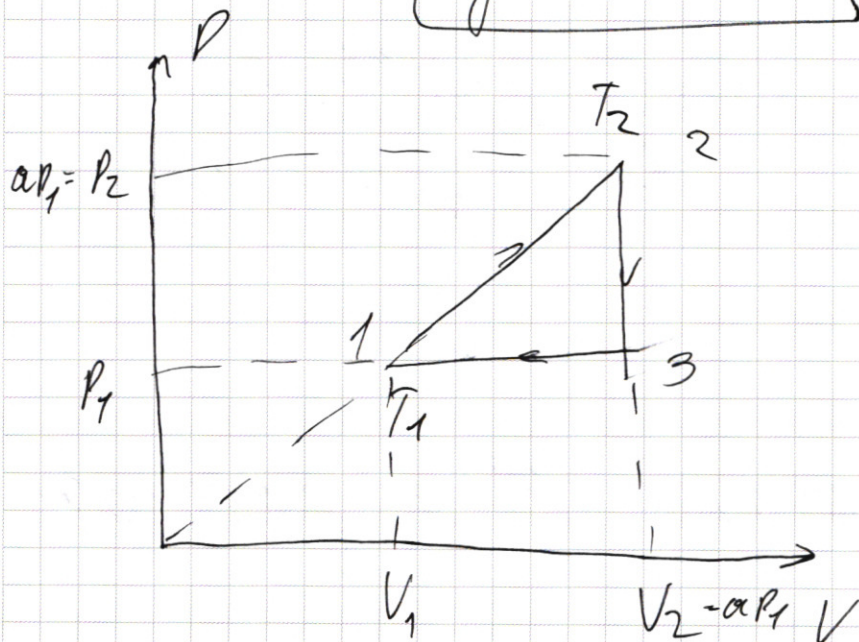
$$24.5 = \frac{24}{5} \cdot \frac{24}{5} = \frac{576}{25}$$

$$\text{Макс КПД} = 1 - \frac{T_{хол}}{T_{нагр}}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{хол} = T_1 = T_1 \\ T_{нагр} = T_2 = \alpha^2 T_1 \end{array} \right\} 1 - \frac{T_1}{\alpha^2 T_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2



1) Заметим, что пониже-
ние температуры про-
исходило на участ-
ках 2-3 и 3-1

процесс 2-3 - изохора $\Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow C_{23} = C_V$

процесс 3-1 - изобара $\Rightarrow P = \text{const} \Rightarrow C_{31} = C_P$

$$C_V = \frac{3}{2} \nu R$$

$$C_P = \frac{5}{2} \nu R$$

$$\Rightarrow \frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2} \nu R}{\frac{5}{2} \nu R} = \frac{3}{5}$$

2) Рассмотрим процесс 1-2: Ответ: ↗

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

$$\text{найдем работу: } A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1)$$

но т.к. прямая пропорциональность $\Rightarrow$

$$P_1 = kV_1$$

$$P_2 = kV_2$$

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

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

$$P_2 V_2 = V R T_2$$

$$P_1 V_1 = V R T_1$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} V R (T_2 - T_1)}{\frac{1}{2} V R (T_2 - T_1)} =$$

= 3 - ответ.

3) МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ КПД В ДАННЫХ УСЛОВИЯХ

Рассмотрим подводящее тепло, которое подводится только на 1-2:

исходя из предыдущего пункта:

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} V R (T_2 - T_1) = 2 V R (T_2 - T_1)$$

~~РАБОТА~~ РАБОТА ЗА ЦИКЛ:

$$A_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) - P_3 V_3 + P_1 V_1$$

УРАВНЕНИЯ Менделеева - Клапейрона:

$$P_1 V_1 = V R T_1$$

$$P_2 V_2 = V R T_2$$

$$P_3 V_3 = V R T_3$$

$$P_3 = k V_3$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\alpha^2 p_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$\alpha p_1 V_1 = \nu R T_3$$

, где α — отношение, введенное на графике.

$$A_{123} = \frac{1}{2} \alpha^2 p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_1 - \alpha p_1 V_1 + p_1 V_1 =$$

$$= \frac{1}{2} \alpha^2 p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_1 - \alpha p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(\frac{1}{2} \alpha^2 + \frac{1}{2} - \alpha \right)$$

$$Q_{12} = 2 \nu R (T_2 - T_1) = 2 (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2 (\alpha^2 p_1 V_1 - p_1 V_1) =$$

$$= 2 p_1 V_1 (\alpha^2 - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{KPD: } \eta = \frac{p_1 V_1 \left(\frac{1}{2} \alpha^2 + \frac{1}{2} - \alpha \right)}{2 p_1 V_1 (\alpha^2 - 1)} = \frac{\frac{1}{2} \alpha^2 + \frac{1}{2} - \alpha}{2(\alpha^2 - 1)} =$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отд}}}{Q_{\text{полз}}}$$

- отданный
- полученный

$$Q_{\text{отд}} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$Q_{\text{полз}} = 2 \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{хон}}}{Q_{\text{НАГР}}}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \alpha E$$

$$Q_{\text{НАГР}} - Q_{\text{хон}} = 2 \sqrt{R} (T_2 - T_1) - \frac{3}{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{хон}}}{Q_{\text{НАГР}}} = 1 -$$

$$Q_{\text{НАГР}} = 2 \sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{хон}} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_1)$$

$$= \sqrt{R} \left(\frac{3}{2} T_2 - \frac{3}{2} T_3 + \frac{5}{2} T_3 - \frac{5}{2} T_1 \right) =$$

$$= \sqrt{R} \left(\frac{3}{2} T_2 + T_3 - \frac{5}{2} T_1 \right) = \sqrt{R} \left(\frac{3}{2} \alpha^2 T_1 + \alpha T_1 - \frac{5}{2} T_1 \right) =$$

$$= \sqrt{R} T_1 \left(\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2} \right)$$

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

$$\eta = 1 - \frac{\sqrt{R} \left(\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2} \right) T_1}{2 \sqrt{R} (T_2 - T_1)} = 1 - \frac{\sqrt{R} \left(\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2} \right)}{2 (\alpha^2 - 1)}$$

$$\left(\frac{\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2}}{2 (\alpha^2 - 1)} \right)' = 0 \quad \left(\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2} \right) (\alpha^2 - 1)^{-1} = 0$$

$$(3\alpha + 1)(\alpha^2 - 1) \neq \left(\frac{3}{2} \alpha^2 + \alpha - \frac{5}{2} \right) (\alpha^2 - 1) \cdot \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\textcircled{1} 1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_4)}{2 \nu R (T_2 - T_4)} =$$

$$= 1 - \frac{3(T_2 - T_4) + 5(T_3 - T_4)}{4(T_2 - T_4)} = 1 - \frac{3T_2 - 3T_4 + 5T_3 - 5T_4}{4(T_2 - T_4)} =$$

$$= 1 - \frac{3T_2 - 8T_4 + 5T_3}{4(T_2 - T_4)} = \frac{3\alpha^2 T_4 - 8T_4 + 5\alpha T_4}{4(\alpha^2 T_4 - T_4)} =$$

$$T_3 = \alpha^2 T_4$$

$$T_2 = \alpha T_4$$

$$= \frac{3\alpha^2 - 8 + 5\alpha}{4(\alpha^2 - 1)}$$

МАКСИМАЛЬНЫЙ ~~теплотворный~~ КПД из ~~высоте~~ ~~мне~~
с заданными температурами - КПД цикла Карно

$$\eta = 1 - \frac{T_{хол}}{T_{нагр}}$$

$T_{хол} = T_4$
 $T_{нагр} = T_2$

$$A = \frac{(P_2 - P_4)}{2} \cdot (V_2 - V_4) =$$

$$P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 - P_1 V_1$$

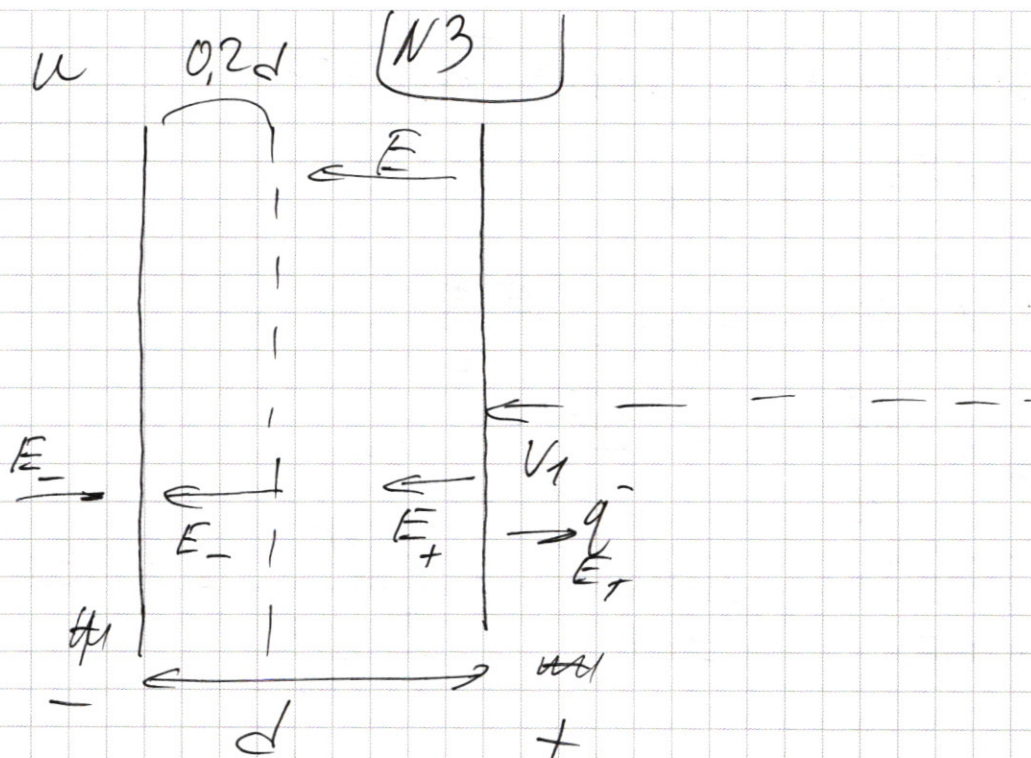
$$\eta = \frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 - P_1 V_1}{2} =$$

11

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) На частицу в конденсаторе действует постоянная сила: $F = E \cdot q \Rightarrow$ ускорение тормозящая частицу.

~~$$F = \frac{U}{d} \quad v_1 = \frac{F \cdot d}{m} = \frac{E \cdot q \cdot d}{m} = E \cdot \frac{q \cdot d}{m}$$~~

~~Рассмотрим равноускоренное движение:~~

ЗЗЗ: $E = \frac{U}{d}$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 0,8 E q d = 0,8 \frac{U}{d} |q| d = 0,8 U |q| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{1,6 U}{1,6 U} \quad \text{ответ: (1)}$$

2) Найдем время вылета из конденсатора:

На частицу действует постоянная сила, которая сначала тормозит ее, а потом разгоняет внутри конденсатора $\Rightarrow T_{\text{торм}} = T_{\text{разг}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_{\text{общ}} = T = 2T_{\text{торм}}$$

~~$$F = Eq$$~~
$$F = Eq \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\text{торм}} = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0 m}{Eq} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2v_0 m}{Eq} = \frac{2v_0 \cdot}{\frac{U}{d} \gamma} = \frac{2d}{\gamma \cdot \frac{U}{1,6k}} = \frac{2 \cdot 1,6d}{U} =$$

$$= \boxed{3,2 \frac{d}{U}} \quad \text{— Ответ (2)}$$

3) Скорость на бесконечном удалении

Т.к суммарная энергия системы = const, то рассмотрим точку остановки, где $E_{\text{кин}} = 0$

$$\vec{E}_+ + \vec{E}_- = E_0 \text{ — напряженность}$$

$$|\vec{E}_+| = |\vec{E}_-| \Rightarrow |\vec{E}_+| = |\vec{E}_-| = \frac{E}{2}$$

ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = -E_+ \cdot 0,2d \cdot q + E_- \cdot 0,2d \cdot q$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

перейдем к модулю q :

$$\frac{mV_0^2}{2} = E_+ \cdot 0,2d \cdot |q| - E_- \cdot 0,2d \cdot |q| = 0,2 \frac{E}{2} d |q| =$$

$$= 0,2 \frac{U_0}{2} \cdot 0,2 \frac{U}{2} |q| = 0,4 \frac{U_0 U}{2} |q|$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = 0,4 U |q|$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = 0,2 U |q|$$

$$\frac{V_0^2}{V_1^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{V_1}{\sqrt{2}}$$

$$V_0 = \frac{V_1}{\sqrt{2}}$$

ответ (3)

$$= 0,6 \frac{E}{2} d q = 0,3 E d q$$

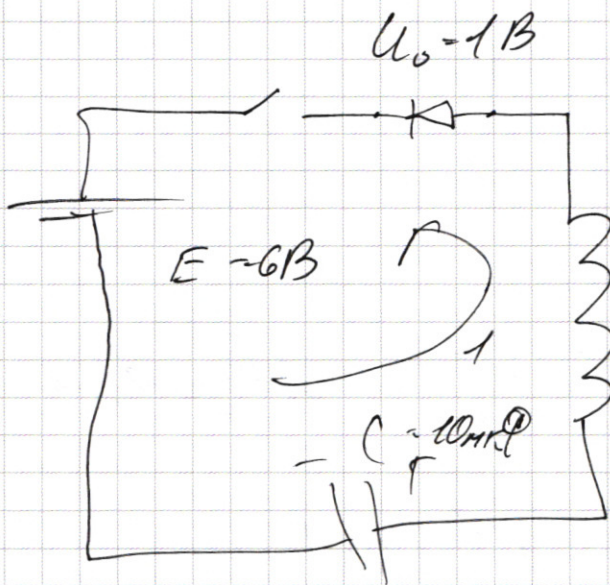
$$\frac{mV_0^2}{2} = 0,3 E d q$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = 0,2 U q$$

$$\frac{V_0^2}{V_1^2} = \frac{3}{8} \Rightarrow V_0 = \frac{V_1}{4} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

ответ: (3)

(14)



1) Запишем правило Кирхгофа для начальной ситуации замыкания ключа:

обход 1:

~~$$U_1 - U_0 - E$$~~

~~$$-E + LI$$~~

~~$$-E - LI = -U_0 - U_1$$~~

$$-E - LI = -U_1 + U_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow LI = U_1 - E - U_0 \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} =$$

$$= \frac{9 \text{ В} - 6 \text{ В} - 1 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{2 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = \frac{2 \text{ В} \cdot 10}{4 \text{ Гн}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 2 \cdot 10}{4} \frac{\text{А}}{\text{с}} = \left(5 \frac{\text{А}}{\text{с}} \right) - \text{отв}(1)$$

2) Максимальный ток после замыкания:

$$I_{\text{max}} \Rightarrow \epsilon_{\text{ин}} = 0$$

Тогда правило Кирхгофа:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$-E = -U_{\text{конт}} + U_0 \Rightarrow U_{\text{конт}} = E + U_0 = 6 \text{ В} + 1 \text{ В} =$$

7 В. - ГРАНИЧНОЕ ~~условие~~ условие ЗА ПРО-
ТЕКАЮЩАЯ ТОКА.

ЗСД:

$$\left(\frac{L I_{\text{макс}}^2}{2} + \frac{U_{\text{конт}}^2 C}{2} \right) - \frac{U_0^2 C}{2} = -E \cdot q$$

$$q = C(U_0 - U_{\text{конт}})$$

$$\frac{L I_{\text{макс}}^2}{2} + \frac{U_{\text{конт}}^2 C}{2} - \frac{U_0^2 C}{2} = -E C(U_0 - U_{\text{конт}})$$

$$\frac{L I_{\text{макс}}^2}{2} = \frac{U_0^2 C}{2} - E C(U_0 - U_{\text{конт}}) - \frac{U_{\text{конт}}^2 C}{2}$$

$$\frac{L I_{\text{макс}}^2}{2} = C \left(\frac{U_0^2}{2} - E(U_0 - U_{\text{конт}}) - \frac{U_{\text{конт}}^2}{2} \right)$$

$$\frac{L I_{\text{макс}}^2}{2} = C \left(\frac{U_0^2}{2} - E(U_0 - U_{\text{конт}}) - \frac{U_{\text{конт}}^2}{2} \right)$$

$$I_{\text{макс}} = \sqrt{\frac{2C}{L} \left(\frac{U_0^2}{2} - (U_0 - U_{\text{конт}}) \cdot E - \frac{U_{\text{конт}}^2}{2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{4 \Gamma \text{H}} \left(\frac{2B}{2} - 6B \cdot (9B - 7B) - \frac{7B^2}{2} \right) =$$

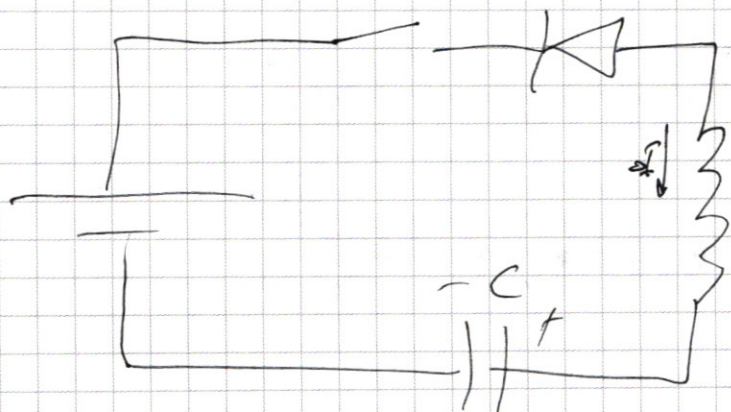
$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-5} \text{P}}{2 \Gamma \text{H}} \left(\frac{81 - 49}{2} B^2 - 12B^2 \right) =$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-5} \text{P}}{2 \Gamma \text{H}} \left(16B^2 - 12B^2 \right) =$$

$$= \sqrt{1.6 \cdot 10^{-4} \cdot 2} \text{ A} = \sqrt{\frac{3.2}{10^4}} = \frac{1}{100} \sqrt{2}$$

3) Установившееся напряжение после замыкания: ↑ ответ. (2)

В момент $t_{\text{замк}}$ $U_{\text{катушки}} = U_0$, но сразу после $U_{\text{катушки}} < U_0 \Rightarrow$ ДД НЕ пропускает ток



$$U_{\text{ин}} \quad \begin{cases} U_{\text{ин}} = -LI' \end{cases}, \text{ но тк}$$

ток будет резко убывать $\Rightarrow$ появляется

$U_{\text{ин}}$, которая снова откроет ДД и так до тех пор, пока ток в катушке $\neq 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ для конечной ситуации:

$$\frac{U_{\text{кон}}^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = -EC(U_1 - U_{\text{кон}})$$

$$U_{\text{кон}}^2 - U_1^2 + 2EC(U_1 - U_{\text{кон}}) = 0$$

$$U_{\text{кон}}^2 - 2EU_{\text{кон}} + 2EU_1 - U_1^2 = 0$$

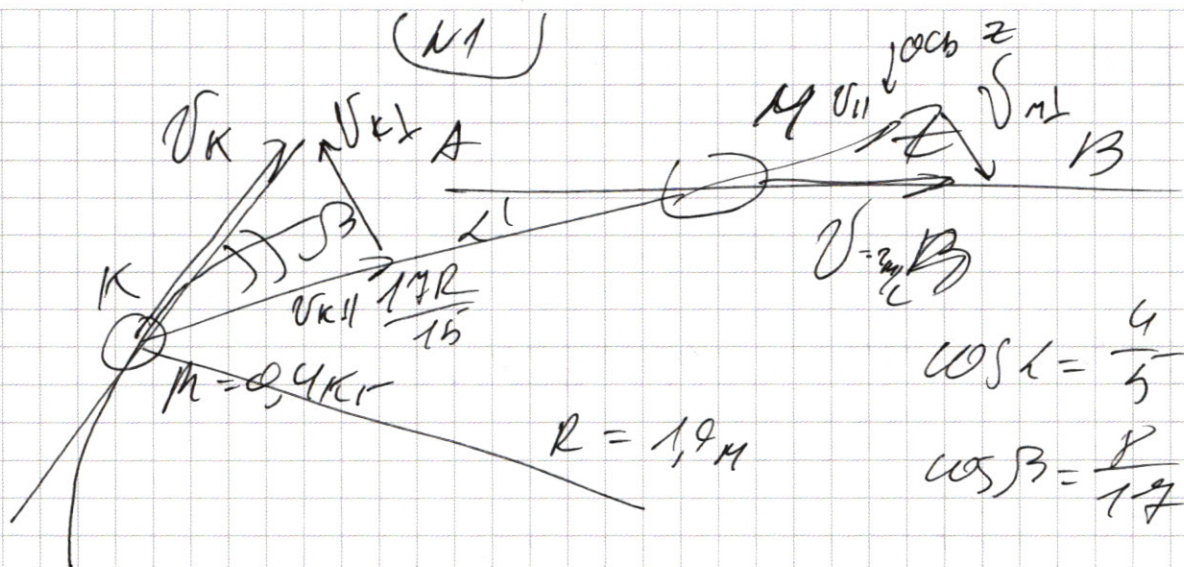
$$U_{\text{кон}} = E \pm \sqrt{E^2 + U_1^2 - 2EU_1} =$$

$$= \cancel{E \pm \sqrt{36 \text{ В}^2 + 9 \text{ В}^2 - 2 \cdot 6 \text{ В} \cdot 3 \text{ В}}} =$$

$$= 6 \text{ В} \pm \sqrt{9 \text{ В}^2} = (6 \pm 3) \text{ В} \rightarrow 9 \text{ В} - \text{НАЧАЛЬНАЯ СИТУАЦИЯ, НЕ ПОДХОДИТ}$$

Отмет. (3 В)

3 В - подходит



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

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

1) Скорость кольца в любой момент времени $\perp$ радиусу

Нить не растяжима $\Rightarrow$ проекции скоростей тел на $OZ = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_k \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{2 \text{ м/с} \cdot \frac{4}{5}}{\frac{8}{17}} = \frac{14 \cdot 8}{5 \cdot 8} \text{ м/с} =$$

$$= 3.4 \text{ м/с} \quad \text{ответ: 1}$$

2) Скорость кольца относительно муфты:

Рассмотрим ось Z :

$$v_{k||} = v_{||} \Rightarrow \text{относительная скорость:}$$

$$v_{отч} = v_{k\perp} + v_{||} \text{ та} = v_k \cdot \sin \beta + v \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{25-16}{25}} = \frac{3}{5}$$

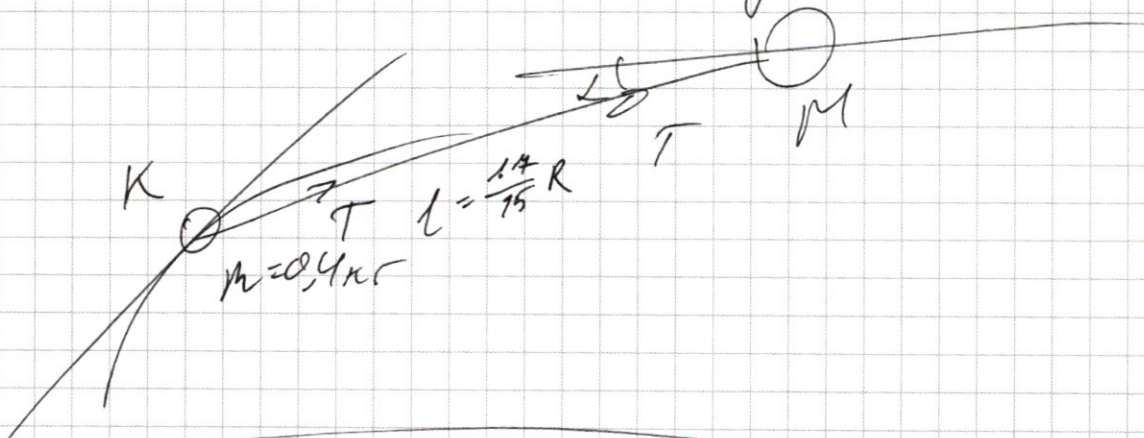
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{17^2}} = \frac{15}{17}$$

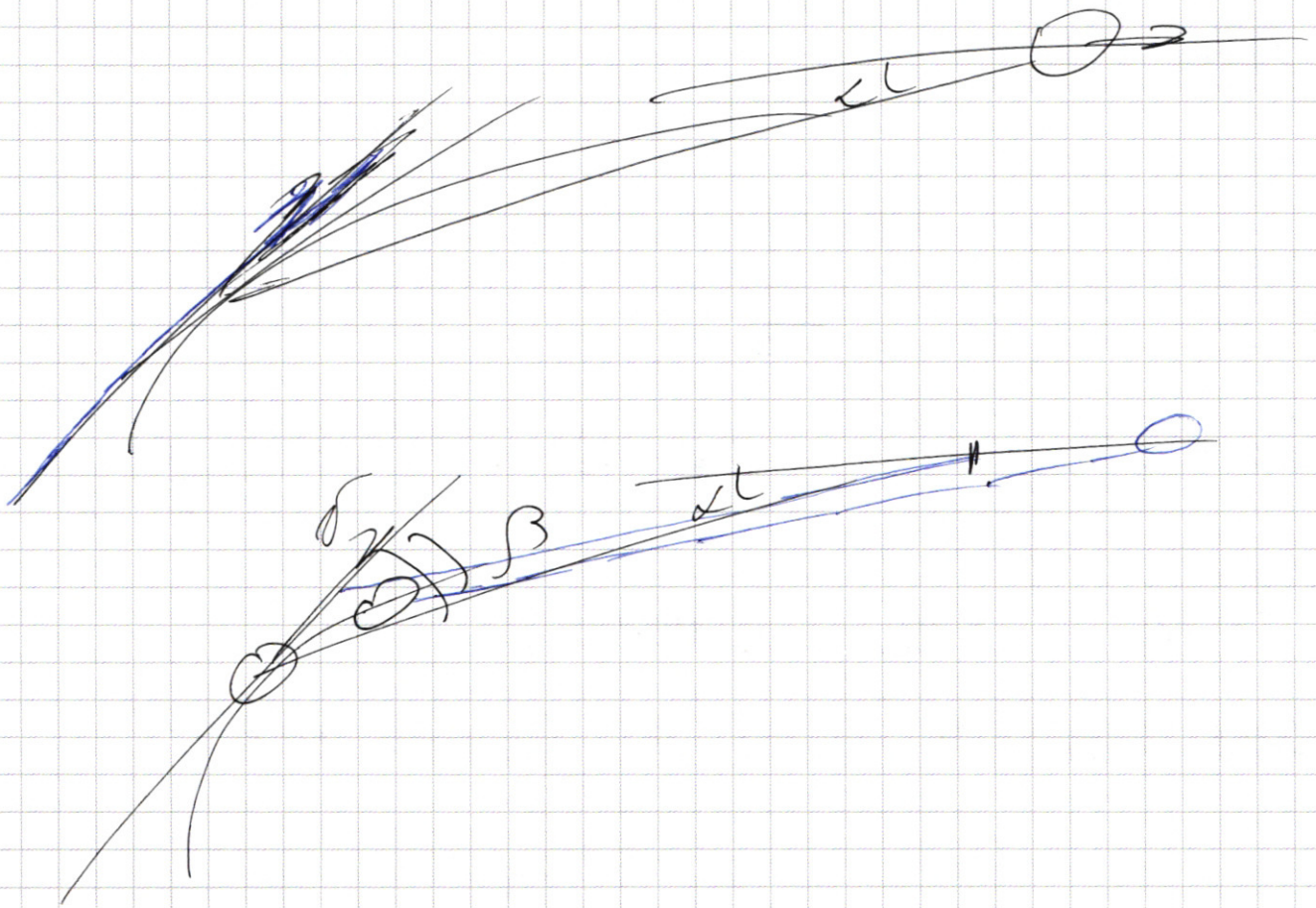
$$V_{\text{ср}} = 3,4 \text{ м/с} \cdot \frac{15}{17} + 2 \text{ м/с} \cdot \frac{3}{5} = \left(\frac{1}{5} \cdot 15 + \frac{6}{5} \right) \text{ м/с}$$

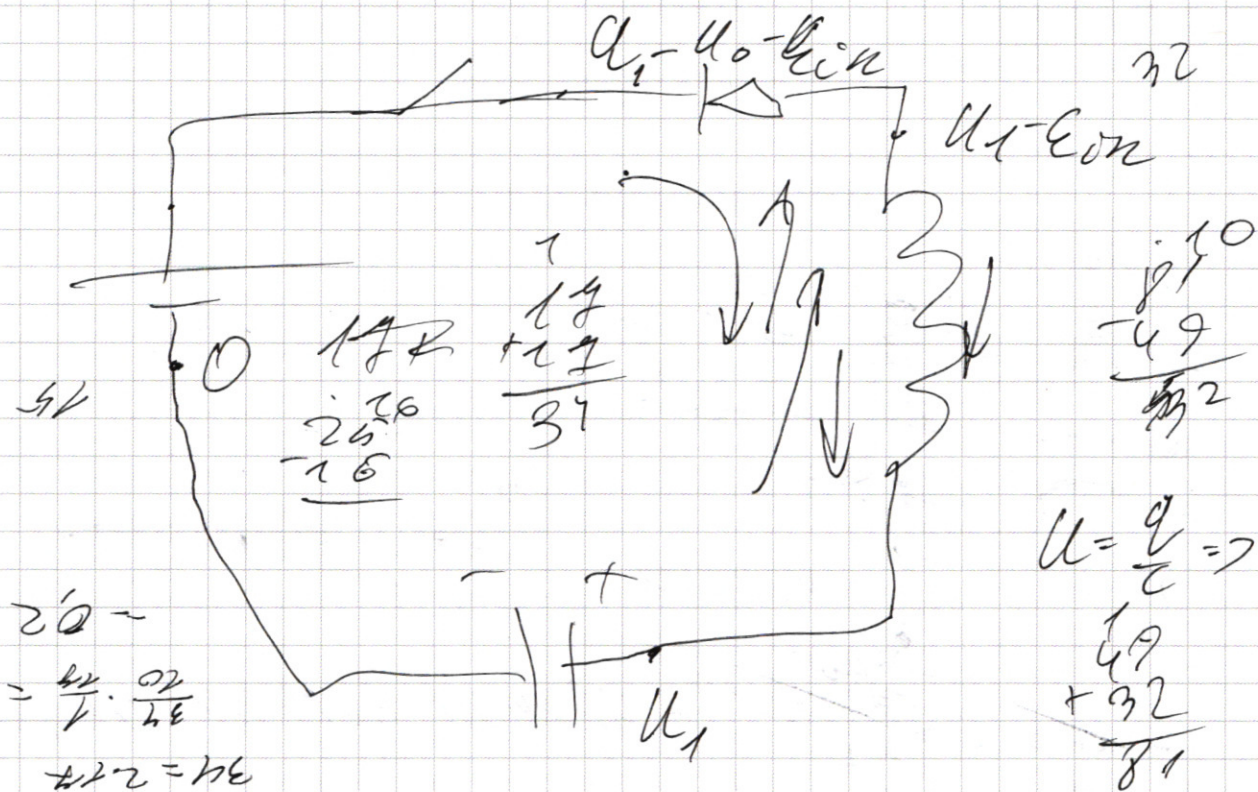
$$= \frac{21}{5} \text{ м/с} = 4,2 \text{ м/с} \quad \text{ответ (2)}$$

3) Сила натяжения троса в данный момент



~~т.к. в условии не сказано, что проволока CD закреплена, то ускорением такого ускорения~~





$$U_1 + U_0 + E \cdot d - U = 0 \Rightarrow U = U_0 + E \cdot d$$

$$U_1 + U_0 + E \cdot d - U = 0 \Rightarrow U = U_0 + E \cdot d$$

$$U_{in} = U - U_1 + U_0$$

$$6 + 1 = 7$$

$$U = \frac{q}{C} \Rightarrow q = C \cdot U$$

$$W = q \cdot U = C \cdot U^2$$

$$\frac{q^2}{2C}$$

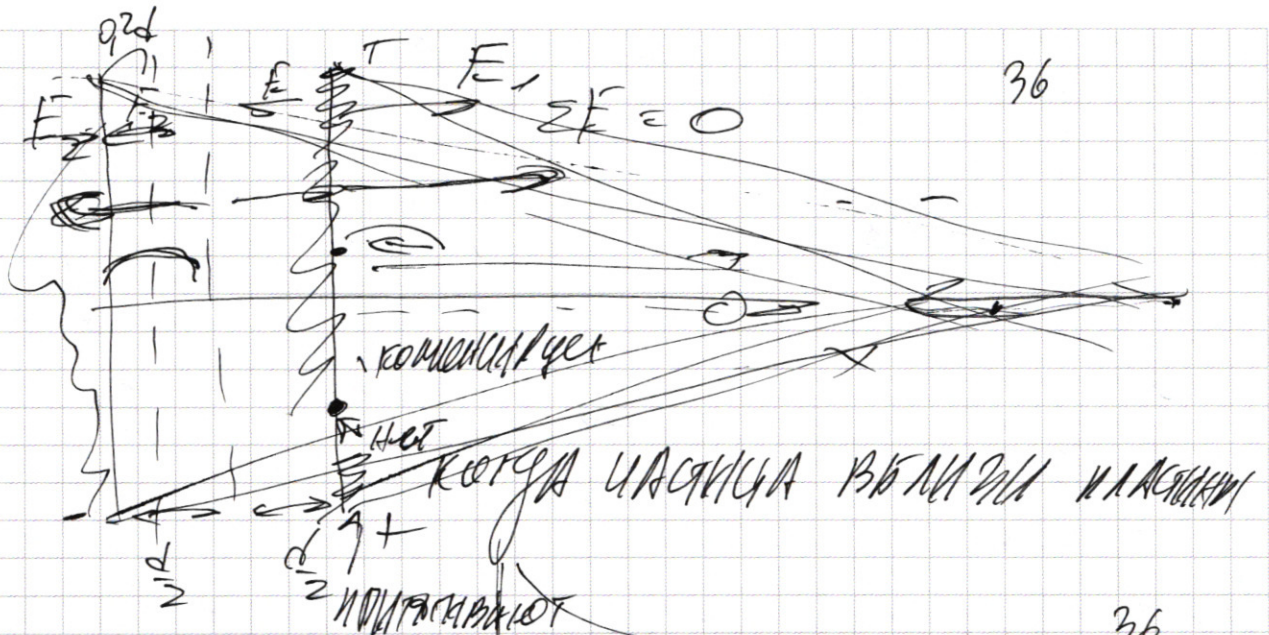
$$\frac{U^2}{2}$$

$$\frac{q \cdot U}{2}$$

$$\frac{P_1}{2} = 6 \cdot 2 = \frac{43 \cdot 49}{2} = \frac{81 \cdot 49}{2} = 16 \cdot 12$$

$$\frac{1}{0.0001} = \frac{1}{10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10} = \frac{1}{10^4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



суммарная энергия, когда $V=0$:

$$A = E \cdot q_1 + E \cdot q_2$$

$$E = -0,2 \cdot q_1 E + 0,2 \cdot q_2 E = 0,6 \cdot q E$$

$$E \cdot q_1 + E \cdot 0,2 q_2$$

$$Q_{до} - E - LI = U_0 + U_c \Rightarrow$$

$$\begin{array}{r} 922 \\ 51 \\ 54 \\ 52 \times \\ 51 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 522 \\ 69 \\ 682 \end{array}$$

$$7.6. 9 = \frac{12}{108}$$

$$\begin{array}{r} 682 \\ 42 \\ 640 \end{array}$$