

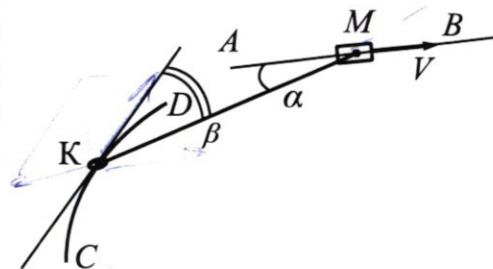
# Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

## Вариант 11-04

Класс 11

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

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  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.

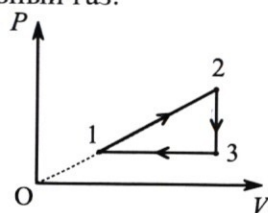


- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
  - 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
  - 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.
2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. 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?

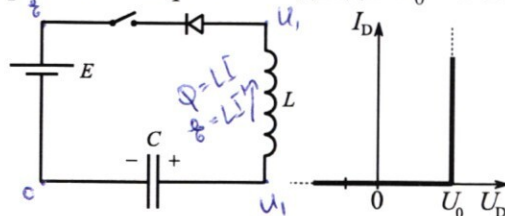
- 3) Найдите скорость  $V_0$  частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

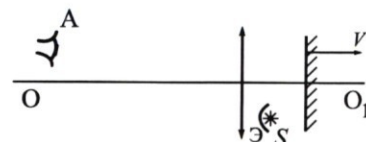


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  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  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



$$\begin{array}{r}
 85 \overline{) 24} \\
 \underline{72} \phantom{0} 3,545 \\
 130 \\
 \underline{120} \\
 100 \\
 \underline{95} \\
 250
 \end{array}$$

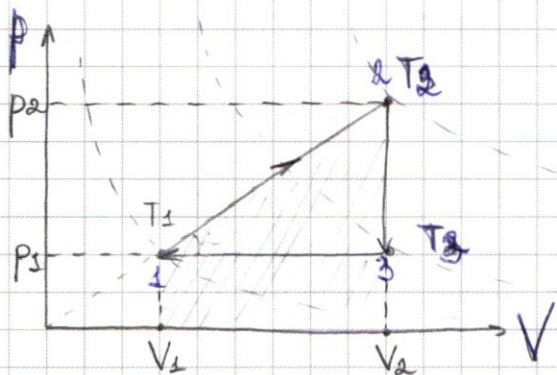
$$\begin{array}{l}
 25 \overline{) 472} \cdot 2 \text{ copy} = \frac{25}{8} \cdot \frac{V}{\text{copy}} \\
 \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\text{copy}} = \frac{17 \cdot 5}{2 \cdot 8} = \frac{85}{2}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 80 \overline{) 15} \\
 \underline{80} \phantom{0} 0,531 \\
 50 \\
 \underline{50}
 \end{array}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

### Задача 2



① Проведём изотермические линии через точки 1, 2 и 3. Очевидно,  $T_2 > T_3 > T_1$  ⇒ температура газа повышается на участках 2-3 и 3-1.

1)  $Q_V = \Delta U_{23}$  (по I закону термодинамики)  
 $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}$ ,  $Q_V = C_V \nu R \Delta T_{23}$   
 $C_V = \frac{\Delta U_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R$

2)  $Q_P = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + p_0 \Delta V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{13} + \nu R \Delta T_{13} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{13}$

$Q_P = C_P \nu R \Delta T_{13} \Rightarrow C_P = \frac{Q_P}{\nu R \Delta T_{13}} = \frac{5}{2} R$

3)  $C_P / C_V = \gamma = \frac{5/2 R}{3/2 R} = \frac{5}{3}$  (коэф. Пуассона для одноатомного идеального газа)

② Обозначим давление в точке 1  $p_1$ , объём -  $V_1$   
 в точке 2  $p_2$ , объём -  $V_2$ .

На участке 1-2  $p = \alpha V$  (где  $\alpha$  - коэф. пропорциональности)

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$   
 $= \frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)$

$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \alpha V dV = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \frac{\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2}$

$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2}} = 3$

③ По определению  $\eta = \frac{A_{цикл}}{Q_{затр}} = \frac{S_{внутр. цикла}}{Q^+}$   
 (где  $Q^+$  - кол-во теплоты, которое соотнулось системе)



$$A_{\text{полн}} = \oint \text{внутр. цикл} = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1) = \frac{\alpha (V_2 - V_1)^2}{2}$$

$$Q^+ = Q_{12} = \underbrace{\Delta U_{12} + A_{12}}_{\text{по II закону термодинамики}} = \frac{3}{2} R \nu T_{12} + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{\alpha (V_1 + V_2) (V_2 - V_1)}{2}$$

$$= \frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2) + \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) = 2\alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

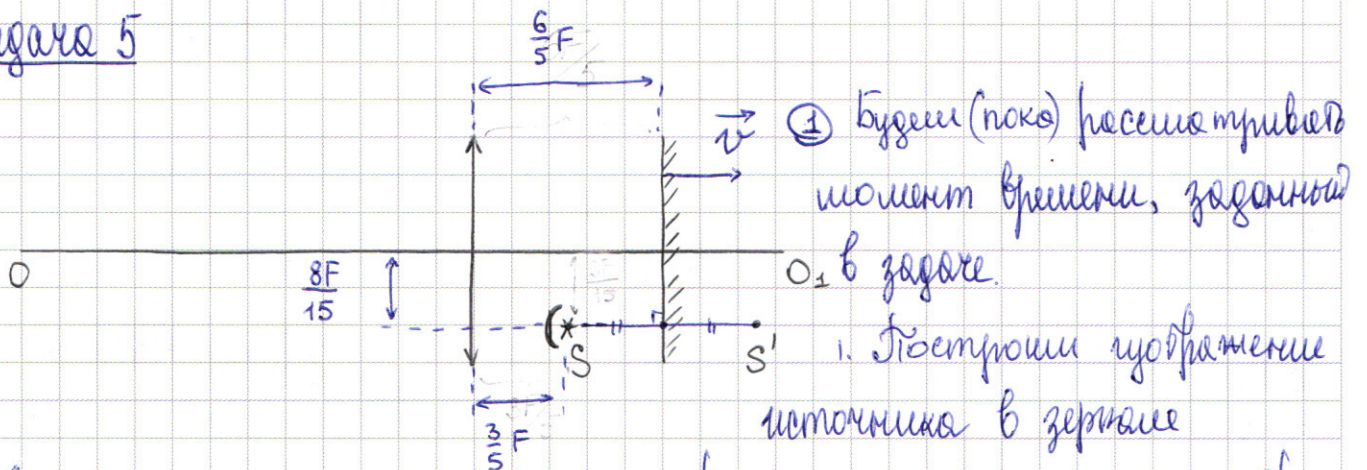
$$\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q^+} = \frac{\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)}{2\alpha (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)} = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} = \frac{V_2 + V_1 - 2V_1}{4(V_2 + V_1)} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{2V_1}{4(V_2 + V_1)}$$

Очевидно, что данное выражение  $\leq \frac{1}{4}$ . При предельно малом  $V_1$  ( $V_1 \rightarrow 0$ )  $\frac{2V_1}{4(V_2 + V_1)} \rightarrow 0 \Rightarrow \eta_{\text{max}} = 0,25$

Ответ: 1)  $\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$ ;  $\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3} = \text{однот.}$   
 2)  $\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3$   
 3)  $\eta_{\text{max}} = 0,25$

### Задача 5



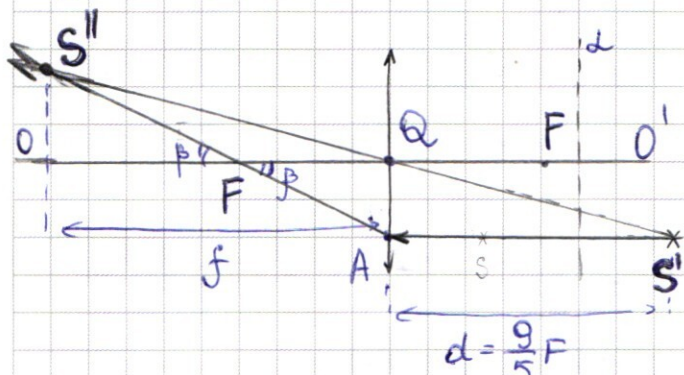
(поскольку зеркало плоское, изображение находится симметрично источнику относительно плоскости зеркала), значит зеркало является серединным перпендикуляром к отрезку  $SS'$  (где  $S'$  — изображение источника в зеркале).

2. Поскольку лучи источника  $S$  не попадают на линзу, можно рассмотреть систему без зеркала, приняв за источник  $S'$ .



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

### Задача 5 (продолжение)



Расстояние от линзы до изображения  $S'$  —  $d$

$$d = \frac{3}{5}F + 2 \cdot \left( \frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F \right) = \frac{3}{5}F + 2 \cdot \frac{3}{5}F = \frac{9}{5}F$$

Обозначим искомое расстояние от изображения  $S$  в линзе  $S''$  до плоскости линзы за  $f$ .

Поскольку  $d > F$ , изображение в собирающей линзе окажется действительным.

По формуле тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}$

$$f = \frac{dF}{d-F}$$

Подставим значение  $d$  и

$$f = \frac{\frac{9}{5}F \cdot F}{\frac{9}{5}F - F} = \frac{9F^2}{9F - 5F} = \underline{\underline{\frac{9}{4}F}}$$

② Так как плоскость зеркала  $\alpha$  всегда перпендикулярна главной оптической оси линзы  $O_1O_2$ ,  $g(S; O_1) = g(S'; O_2) = \frac{8}{15}F$ , луч, выходящий из  $S'$  и идущий параллельно  $O_1O_2$  (как бы через точку  $S$ ), преломившись в линзе, будет проходить через фокус и формировать ВСЕГДА одинаковый треугольник  $AFQ$  ( $QF = F = \text{const}$ ,  $QA = \frac{8}{15}F = \text{const}$  — см. рис. сверху), а значит, изображение  $S''$  будет всегда лежать на луче  $AF$ .

(на обороте есть поясняющий рисунок). Так как все изображения придут на одной прямой, скорость изображения направлена вдоль этой прямой  $AF$ .







## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

### Задание 5 (продолжение)

Ответ:

- 1)  $f = \frac{9}{4} \text{ Г}$
- 2)  $\text{tg} \alpha = \frac{8}{15} \approx 0,533$
- 3)  $U_i = \sqrt{\frac{13}{24}} \text{ В} \approx 3,54 \text{ В}$

### Задание 4

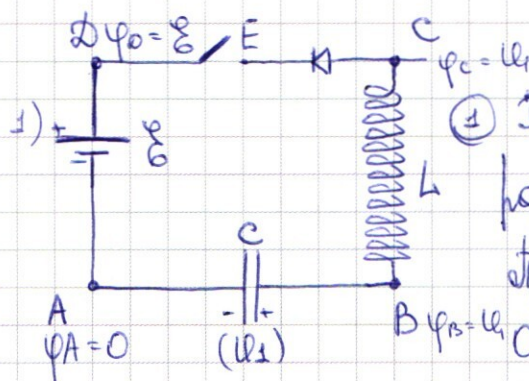
$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$

$C = 10 \text{ мкФ}$

$U_1 = 9 \text{ В}$

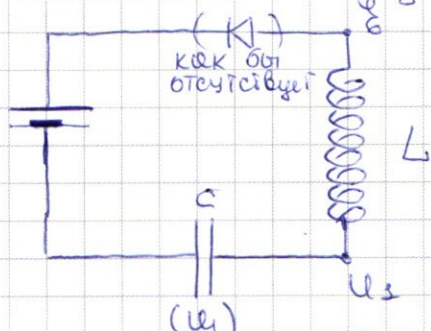
$L = 0,4 \text{ Гн}$

$U_0 = 1 \text{ В}$



Обозначив некоторые узлы точки, составили потенциалы на схеме. Примем потенциал точки A за 0 В, тогда  $\varphi_B = U_1$ ,  $\varphi_C = \varphi_B = U_1$  (тока нет, катушка идеальная),  $\varphi_D = \mathcal{E}$ ,  $\varphi_E = U_1$

Закрываем ключ. Потенциал точки E моментально уменьшается на  $\mathcal{E}$ ; а потенциал напряжения на диоде  $U_D = U_1 - \mathcal{E} = 9 - 6 = 3 \text{ В}$   
 $U_D > U_0 \Rightarrow$  ток идет!  $\Rightarrow \varphi_C = \varphi_E = \varphi_D = \mathcal{E}$



В начальный момент времени на катушке есть напряжение  $U_L = U_1 - \mathcal{E}$

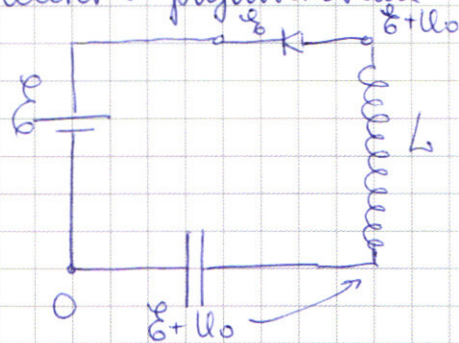
Поскольку катушка идеальная, напряжение на ней может возникнуть только за счет самоиндукции

$U_L = \mathcal{E} \text{ si}(L) = L \cdot i' \quad (\text{где } i' - \text{скорость изменения тока})$   
 $i' = \frac{U_L}{L} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{9 - 6}{0,4} = \frac{3 \cdot 5}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ А/с}$

$[i'] = \frac{\text{В} \cdot \text{В}}{\text{Гн}} = \frac{\text{В} \cdot \text{А}}{\text{Тл} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{м} \cdot \text{А}}} = \frac{\text{А}}{\text{с}}$



② Обратим внимание на то, что  $U' > 0$  до тех пор пока напряжение на конденсаторе и источник не выравняются (в отсутствие диода, конечно). Т.е. ток в цепи будет возрастать до тех пор пока цепь не разорвется из-за падения напряжения на диоде до критического значения. Именно в момент разрывания цепи ток будет наибольшим.



Заметим, что и источник тоже совершает некоторую работу, убавив энергию пластины конденсатора от заряда  $q = (U_1 - (U_0 + U)) \cdot C$ . Однако, источник переносит заряд не в ту сторону, поэтому, работа будет отрицательной.

По Закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{C(U_0 + U)^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} + EC(U_1 - (U_0 + U))$$

$$LI_m^2 = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{C(U_0 + U)^2}{2} - EC(U_1 - (U_0 + U)) = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_0^2 - 2U_0U - U^2) - EC(U_1 - U_0 - U)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C(U_1^2 - U_0^2 - 2U_0U - U^2)}{2L}} = \sqrt{\frac{C}{2L}(U_1 - U_0 - U)(U_1 + U_0 + U)}$$

$$[I_m] = \sqrt{\frac{\Phi}{H} \cdot B^2} = B \cdot \sqrt{\frac{K_L \cdot A}{B \cdot B \cdot C}} = \frac{B}{B} \cdot \sqrt{A^2} = A$$

$$I_m = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-1}} \cdot (9 - 6 - 1)(9 - 6 + 1)} = 10^{-2} \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{4}} = 10^{-2} \sqrt{2} \text{ A} \approx 0,014 \text{ A}$$

③ Теперь энергия источника такова:

$$E_n = \frac{C(U_0 + U)^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$$

Рассмотрев это состояние и конечное состояние, заметим закон сохранения энергии

$$\frac{C(U_0 + U)^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_k^2}{2} + A_{ист}$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - EC(U_1 - U_0 - U) = \frac{CU_k^2}{2} + EC(U_1 - U_0 - U)$$

$$\frac{CU_1^2}{2} - EC(U_1 - U_0 - U) = \frac{CU_k^2}{2} + EC(U_1 - U_0 - U) \quad | + EC$$

$$U_1^2 - 2EU_1 = U_k^2 - 2EU_k$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4 (предложение)

$$U_k^2 - 2\mathcal{E}U_k + (U_1^2 - 2\mathcal{E}U_1) = 0$$

$$U_k = \frac{\mathcal{E} \pm \sqrt{\mathcal{E}^2 + U_1^2 - 2\mathcal{E}U_1}}{1} = \mathcal{E} \pm \sqrt{(\mathcal{E} - U_1)^2} = \begin{cases} \mathcal{E} + U_1 - \mathcal{E} = U_1 & \text{невозможно, т.к. энергия теряется} \\ 2\mathcal{E} - U_1 \end{cases}$$

$$U_k = 2\mathcal{E} - U_1 = 2 \cdot 6 - 9 = 12 - 9 = 3 \text{ В.}$$

Ответ: 1) 7,5 А/с  
2) 0,0112 А (0,0141 А)  
3) 3 В

Задача 1.

$$V = 2 \text{ м/с}$$

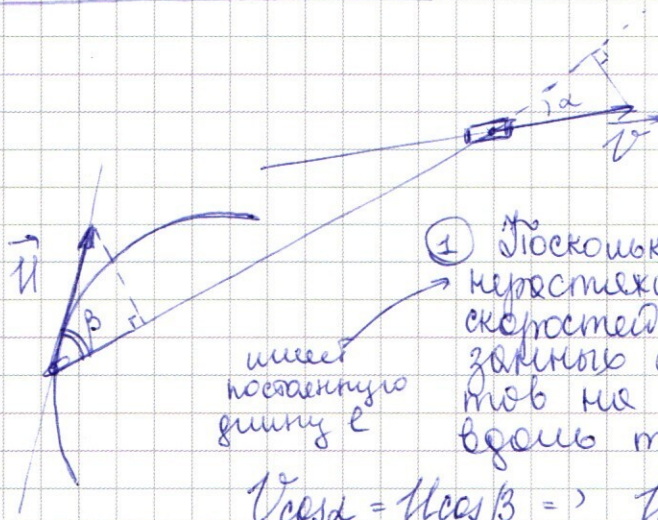
$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$L = \frac{14}{15} R$$

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

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



① Поскольку трое лежит в горизонтальной, траектории скорости движения связаны законом с проекции скорости на ось, проходящую вдоль трое (вертикаль)

$$V \cos \alpha = U \cos \beta \Rightarrow U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta}$$

(где U - скорость камня)

Поскольку камень движется по окружности, его скорость направлена по касательной к этой окружности.

$$U = 2 \cdot \frac{4/5}{8/17} = \frac{8 \cdot 17}{5 \cdot 8} = \frac{17}{5} = 3,4 \text{ м/с}$$

② Согласно закону сложения скоростей

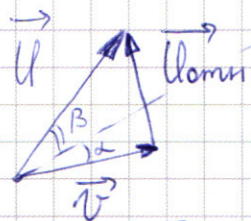
$$\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{отн}} + \vec{V}_{\text{со}}$$



## Задача 1 (продолжение)

В системе отсчета тело (М), которое движ. со скоростью  $\vec{V}$ :

$$\vec{U} = \vec{U}_{отн} + \vec{V} \Rightarrow \vec{U}_{отн} = \vec{U} - \vec{V}$$



по теореме косинусов в треугольнике скоростей:

$$U_{отн}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)^{*}$$

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

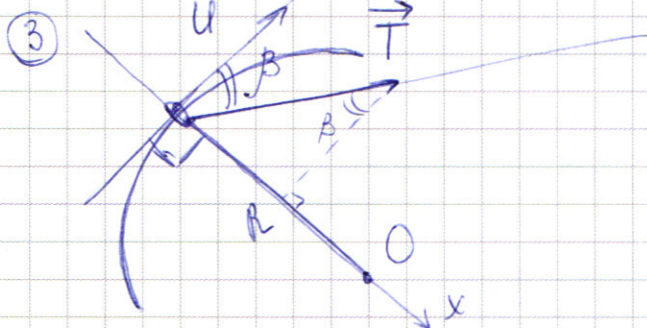
$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \left(\frac{8}{17}\right)^2} = \frac{15}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{32 - 45}{5 \cdot 17} = -\frac{13}{85}$$

$$U_{отн}^2 = 3,4^2 + 2^2 - 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot 2 \cdot \left(-\frac{13}{5 \cdot 17}\right) = \frac{289}{25} + \frac{100}{25} + \frac{4 \cdot 17 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 17} = \frac{289 + 100 + 52}{25} = \frac{441}{25}$$

$$U_{отн} = \sqrt{\frac{441}{25}} = \frac{21}{5} = 4,2 \text{ м/с}$$



Единственная сила, которая действует на ~~массу~~ <sup>трос</sup> — сила натяжения ~~нити~~ <sup>троса</sup>  $\vec{T}$ , направленная вдоль троса

Значит именно она создаст центростремительное ускорение:  $a_y = \frac{U^2}{R}$

по II закону Ньютона (в проекции на ось x, перпендикулярно к центру окружности)

$$T \sin \beta = m a_y \Rightarrow T = \frac{m U^2}{R \sin \beta}$$

$$[T] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м} \cdot 1} = \text{Н}$$

$$T = \frac{0,4 \cdot 17^2 \cdot 17}{25 \cdot 1,9 \cdot 15} = \frac{4 \cdot 17^3}{19 \cdot 25 \cdot 15} \approx 2,47 \text{ Н}$$

Ответ: 1) 3,4 м/с 2) 4,2 м/с 3)  $\approx 2,47 \text{ Н}$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

### Задание 3

- ① Гускочку в условии сказано, что сторона квадрата  $\gg d$ ,  
поэтому внутри конденсатора однородное

Гускочку система изолированная, можно  
записать закон сохранения энергии

$$\frac{m v_1^2}{2} = A_{\text{поле}}$$

$$A = F S \cos \alpha = E q \cdot (d - 0,8 d)$$

расстояние, пройденное в поле

сила действия поля на заряд

напряженность  
поля  
внутри  
конденсатора

$$\frac{m v_1^2}{2} = |q E| \cdot 0,8 d$$

$$\frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{1,6 E d} = \frac{v^2}{1,6 \frac{U}{d}} = \frac{v^2}{1,6 U}$$

$$\gamma = \frac{50^2}{8U} \quad [\gamma] = \frac{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{\text{В}} = \frac{\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В} \cdot \text{Кл}}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В} \cdot \text{Кл}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл} \cdot \text{В}} =$$

$$= \frac{\text{Кл}}{\text{Кл}}$$

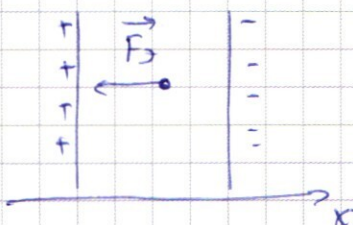
- ② Гускочку поле внутри конденсатора од-  
нородное, на отрицательно заряженную частицу дейст-  
вует постоянная сила  $F_z = E q = \frac{|q U|}{d}$ , которая сообщает  
частице постоянное ускорение  $a_z = \frac{|q U|}{m d} = \frac{\gamma U}{d}$

Так как система изолирована, скорость вне и в  
в конденсатор будет равна скорости вне и у него

Запишем кинематический закон для оси

$$x: -v_1 = v_1 - a_z t$$

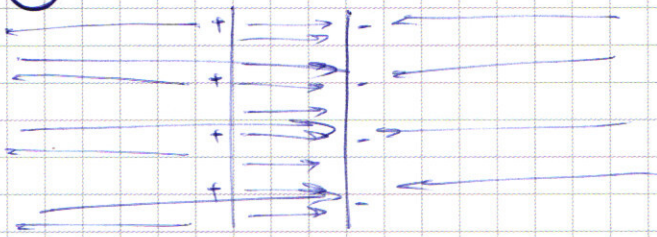
$$t = \frac{2 v_1}{a_z} = \frac{2 v_1 \cdot d}{\gamma U} = \frac{2 d \frac{U}{d} \cdot d}{50^2 \frac{U}{d}} = \frac{2 d}{50^2}$$





$$[t] = \frac{m}{m/c} = c$$

3)



Силовые (вне) конденсатора  
линии не взаимодействуют,  
и результирующая кон-  
дуктивность линий  $= 0$ .

Вне, энергия, которую будет иметь конденсатор  
вне конденсатора будет равна энергии внешнего  $V_1$

Ответ: 1)  $\frac{1}{2} \frac{5V^2}{8\pi}$  2)  $t = \frac{2d}{5V}$  3)  $V_0 = V_1$



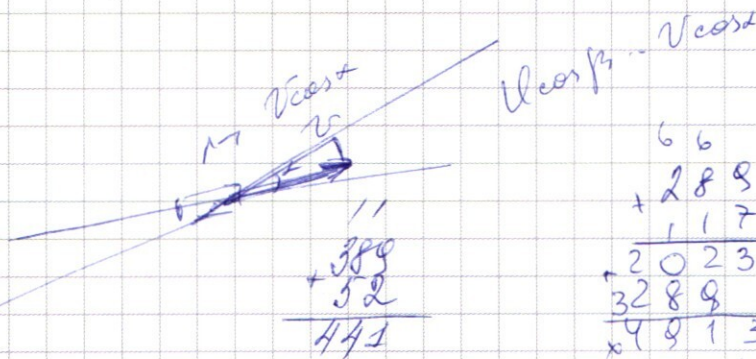
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Phi_c = L I' \quad I' > 0 \text{ ток течёт по нам}$$

$$I = \sum \Delta I \quad \Phi_c = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \Delta I = \frac{\Phi_c \Delta t}{L} = \frac{U_1 - \Phi - \Delta U}{L} \Delta t$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2} + A_{\text{ист.}} + \frac{CU^2}{2} \quad \Phi = L I' \quad L = \frac{\Phi}{I'}$$

$$Q > d \text{ (бессонечности)} \quad [M] = \frac{B \cdot C}{A}$$



$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = Eq$$

$$a = \frac{Eq}{m}$$

$$0,801 = \frac{v_1^2}{2Eq}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2U}$$

$$\frac{CU^2}{2} = \Delta q U$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{2U} = \frac{v_1^2}{160 \frac{U}{q}}$$

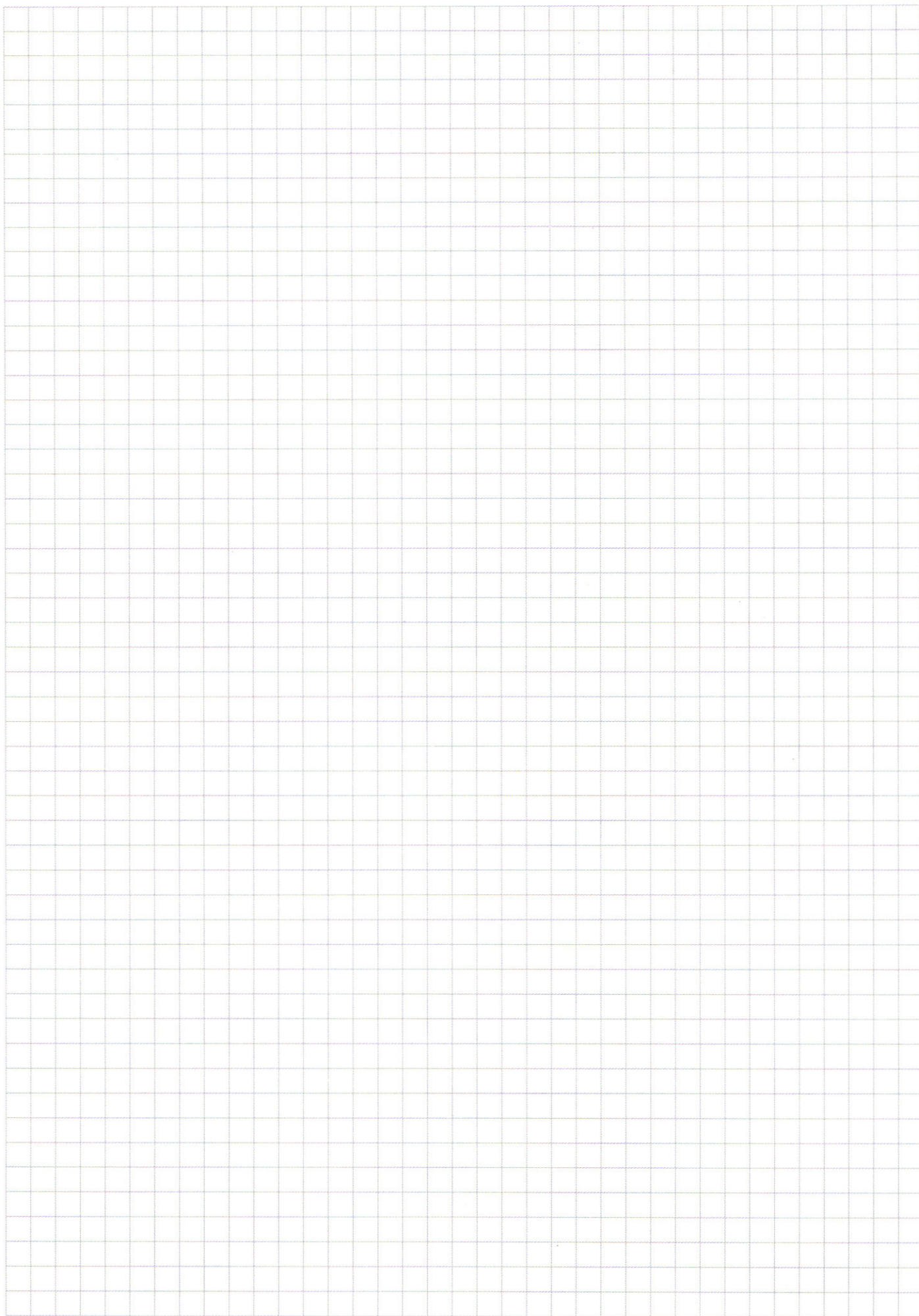
$$\begin{array}{r} 389 \\ + 52 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ + 288 \\ + 117 \\ \hline 2023 \\ + 3289 \\ \hline 4913 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ + 375 \\ \hline 1119 \\ + 3375 \\ \hline 375 \\ \hline 7125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 17652 \overline{) 7125} \\ - 14850 \\ \hline 34020 \\ - 34020 \\ \hline 0 \end{array}$$





☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)