

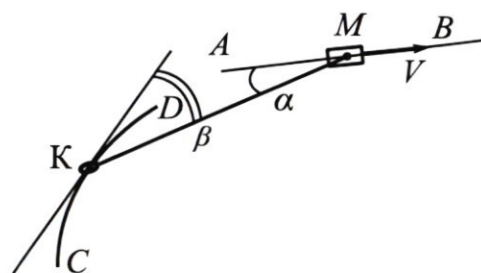
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



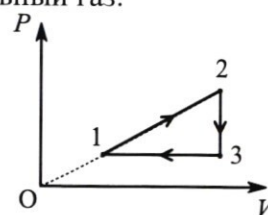
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 количества теплоты, полученной газом, 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. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

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.

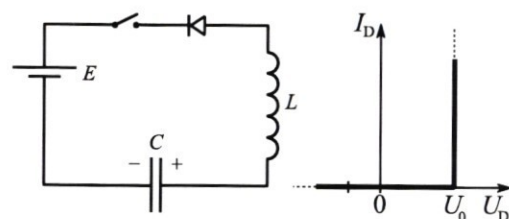
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

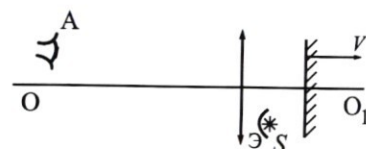


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

$$V = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

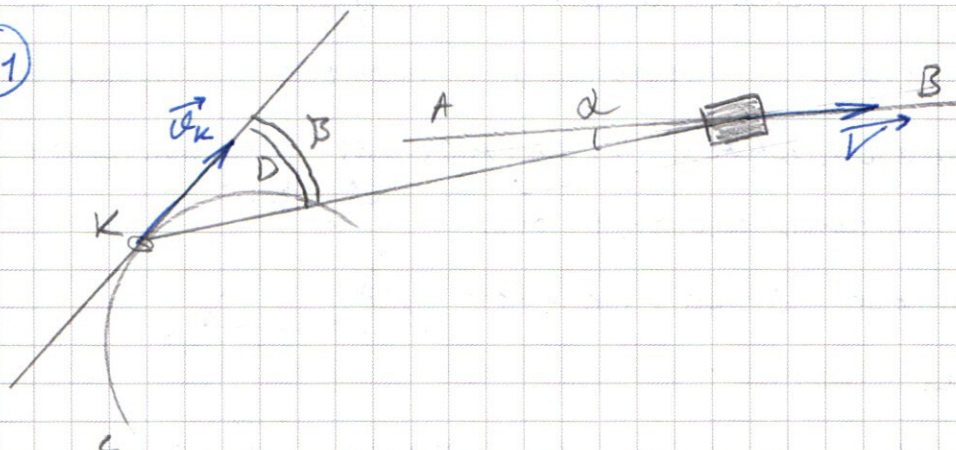
$$m = 1 \text{ м}$$

$$R = 1,7 \text{ м}$$

$$l = \frac{17}{15} R$$

$$\alpha (\cos \alpha = \frac{3}{5})$$

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



Решение:

1) v_K - ?

2)

3)

1) П.К. кольцо может двигаться только вдоль поверхности $\Rightarrow$ его скорость направлена по касательной. Пусть v_K - скорость кольца в рассматриваемый момент времени.

2) П.К. кольцо обладает постоянной длиной $\Rightarrow$ проекции скоростей всех точек кольца на его направление одинаковы и в рассматриваемый момент времени равны $V \cos \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_K \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow v_K = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

подставляя значения $\cos \alpha$ и $\cos \beta$ получаем:

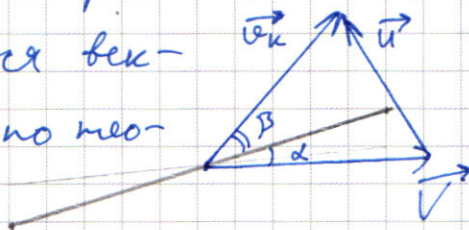
$$[v_K = V \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = \frac{51}{40} V = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}]$$

3) Используя 3-и известные скорости в векторной форме найдем

$$\vec{v}_k = \vec{V} + \vec{u}, \text{ где } u - \text{ скорость лавы}$$

относительно муфты в рассматриваемый момент. Нарисуем новый чертеж, пользуясь параллельным переносом векторов скорости:

Из найденного векторного Δ -ка по теореме косинусов найдем величину $|\vec{u}|$:



$$u = \sqrt{V^2 + v_k^2 - 2 \cdot V \cdot v_k \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\text{т.к. } \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\text{Найдем: } \sin \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \sqrt{\frac{25-9}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24-60}{85} = -\frac{36}{85}$$

$$u = \sqrt{(40)^2 + (51)^2 - 2 \cdot (40) \cdot (51) \cdot \left(-\frac{36}{85}\right)} = \sqrt{200 + 2601 + 2 \cdot \frac{40 \cdot 36 \cdot 36}{17 \cdot 5}} =$$

$$= \sqrt{200 + 2601 + 1728} = \sqrt{4529} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4) центростремительное ускорение лавы в этот момент создается краевой силой натяжения троса на радиус, соединяющий лаву с центром окружности $\Rightarrow \frac{m v_k^2}{R} = T \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m v_k^2}{R \sin \beta}$

$$T = \frac{1 \cdot (0,51)^2}{1,7 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{0,2601}{1,7 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{3,601}{15} \approx 0,16 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } v_k = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,51 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad u = \sqrt{4529} \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad T = 0,16 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2



Дано: 1-2: $P \sim V$

2-3: $V = \text{const}$

3-1: $P = \text{const}$

Найти: 1) $\frac{Q_{23}}{Q_{31}} - ?$ 2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} - ?$
3) $\eta_{\text{max}} - ?$

Решение:

1) Для участка 1-2: П.К. $P \sim V \Rightarrow \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow$
 $\Rightarrow P_2 V_1 = P_1 V_2$

2) Для участка 2-3: По первому з-ну термодинамики: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$, где ΔU - изменение внутренней энергии, A - работа газа. П.К. $\Delta V = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$.

$Q_{23} = \nu C_{v23} (\Delta T)$ - процесс происходит с молярной теплоемкостью $C_{v23} = \frac{3}{2} R$ (процесс с неизменным объемом)

3) Для участка 3-1: По II з-ну термодинамики: $Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$; $\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3)$;
 $A_{31} = \text{т.к. } P_1 = P_3 \Rightarrow A_{31} = P_1 (V_1 - V_3)$, а $\Delta U =$
 $= \frac{3}{2} P_1 (V_1 - V_3) \Rightarrow Q_{31} = \frac{5}{2} P_1 (V_1 - V_3) = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3)$
 $C_{v31} = \frac{5}{2} R$

Тогда $\left[\frac{C_{v23}}{C_{v31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} \right]$

4) В процессе угастки 1-2: Работа равна площади под графиком (трапеции) $\Rightarrow$

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

используя: $P_1 V_2 = P_2 V_1$ ($P \sim V$) найдем, что

$$A_{12} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Изменение внутренней энергии: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$

По I-му з-му термодинамики:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 2(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Тогда

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{\frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)} = 4$$

5) Максимальный КПД: $\eta =$

$\eta = \frac{A}{Q_+}$, где A — наибольшая работа газа за цикл, а Q_+ — все попущенное газом тепло

Из графика видно, что газ попускает тепло только на угастке 1-2 $\Rightarrow Q_+ = Q_{12} = 2(P_2 V_2 - P_1 V_1)$

Пусть $P_2 = \alpha P_1 \Rightarrow V_2 = \alpha V_1$, тогда

$\eta = \frac{A}{Q_+}$, где $A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)$ [площадь, ограниченная циклом. $\Rightarrow A = \frac{1}{2} P_1 (\alpha - 1) V_1 (\alpha - 1)$, а $Q_+ = Q_{12} = 2 P_1 V_1 (\alpha^2 - 1)$, тогда

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{1}{2} P_1 V_1 (\alpha - 1)^2}{2 P_1 V_1 (\alpha^2 - 1)} = \frac{1}{4} \frac{(\alpha - 1)^2}{(\alpha^2 - 1)} = \frac{\alpha^2 - 2\alpha + 1}{\alpha^2 - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{2\alpha - 2}{\alpha^2 - 1} = 1 - 2 \frac{(\alpha - 1)}{(\alpha - 1)(\alpha + 1)} = 1 - \frac{2}{\alpha + 1}$$

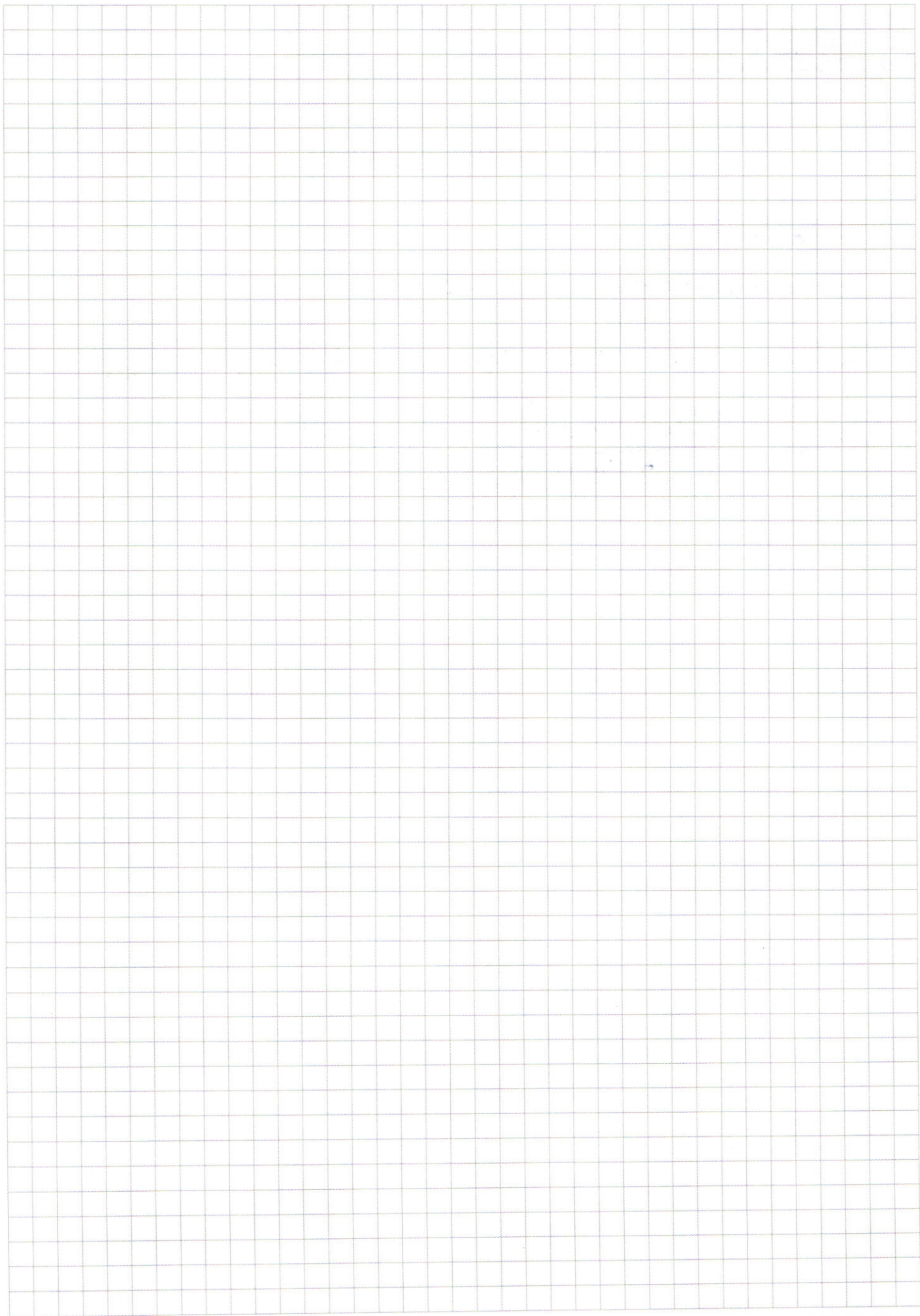
тогда при α стремящемся к бесконечности η стремится к 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2

Максимальный $\eta = 1$ Ответы: 1) $\frac{C_{022}}{C_{021}} = \frac{3}{5}$ 2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$ 3) $\eta_{\max}$

$$3) \eta_{\max} = \frac{\frac{1}{2}(P_2 - P_1)(U_2 - U_1)}{2(P_2 U_2 - P_1 U_1)} \quad \eta_{\max} = 1$$





ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача

№3

Дано:

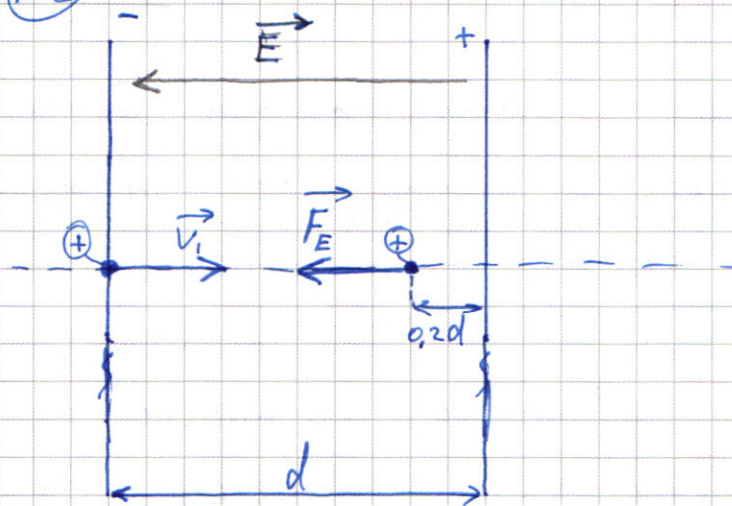
$$\alpha, V_1, 0,8d$$

$$\frac{q}{m} = \gamma$$

$T = ?$

$U = ?$

$V_0 = ?$



Решение:

- 1) Частица попадает в конденсатор через отрицательно заряженную плиту и движется против поля (иначе её скорость увеличивалась).
- 2) Пусть E — однородное э. поле внутри оси симметрии в конденсаторе, тогда на частицу действует сила $F_E = qE$, тормозящая частицу (F_E направлена влево на чертёжке) $\Rightarrow$ движение равнозамедленное $a = \text{const}$ a — ускорение частицы $\Rightarrow$
- 3) $aT = V_1$; $V_1 T - \frac{aT^2}{2} = 0,8d$ — ~~урав~~ составные (скорость частицы через время T и путь). Подставив первое ур-е во второе получим от a :

$$V_1 T - \frac{V_1}{2T} \cdot T^2 = 0,8d \Rightarrow T(V_1 - \frac{V_1}{2}) = 0,8d \Rightarrow$$

$$T = \frac{2}{V_1} \cdot 0,8d = \frac{1,6d}{V_1}$$

4) Зная время, найдем a :

$$a = \frac{V_1}{T} = \frac{V_1^2}{1,6d} = \frac{10 V_1^2}{16d}$$

5) По II-му 3-му Ньютона: $ma = F_E = qE$

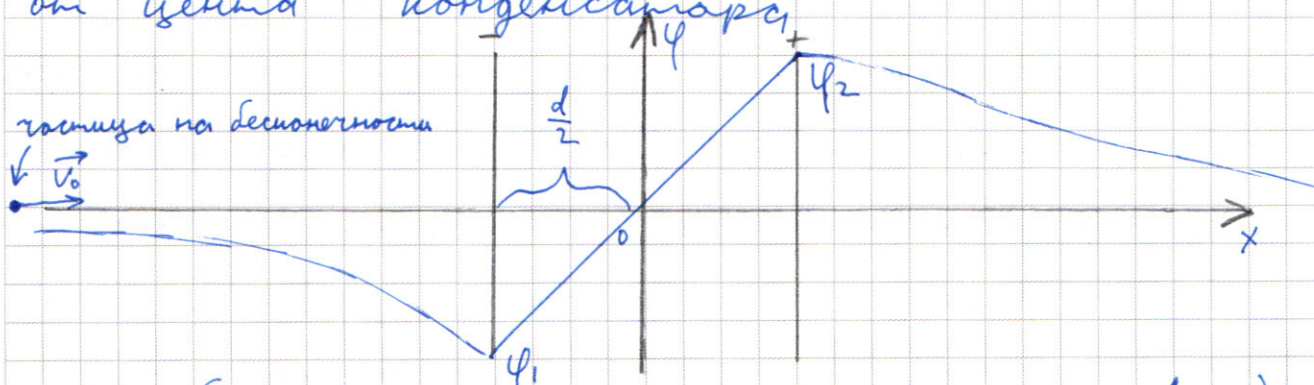
$$\Rightarrow E = \frac{m}{q} a = \frac{a}{\gamma} = \frac{10 \cdot V_1^2}{16 \cdot d \cdot \gamma}$$

6) Так как внутри конденсатора можно считать поле однородным вблизи оси симметрии $\Rightarrow$

$$U = E \cdot d = \frac{10 V_1^2}{16 \gamma} \quad \text{— напряжение на конденсаторе}$$

7) Говоря о движении частицы из бесконечности нельзя пренебрегать правыми эффектами :

Пусть потенциалы на обкладках равны по модулю и противоположны по знаку. Построим график зависимости φ -потенциала от расстояния от центра конденсатора.



На бесконечности $\varphi = 0 \Rightarrow E_p = 0$; $\varphi_1 = E \cdot \frac{d}{2} \cdot (-1)$

По 3-му сохранению энергии :

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} + \varphi_1 q \Rightarrow V_0^2 = V_1^2 + \frac{q}{m} \cdot \frac{10 V_1^2}{16 \cdot d \cdot \gamma} \cdot \frac{d}{2} \cdot (-1) \cdot 2$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{16}{10} \frac{d}{V_1} ; \quad V_0 = \sqrt{V_1^2 + \frac{5 V_1^2}{16 \gamma} (-1)}$$

$$U = \frac{10 V_1^2}{16 \gamma}$$

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 - \frac{5}{8} V_1^2} = \sqrt{\frac{3}{8} V_1^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} V_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4

Дано:

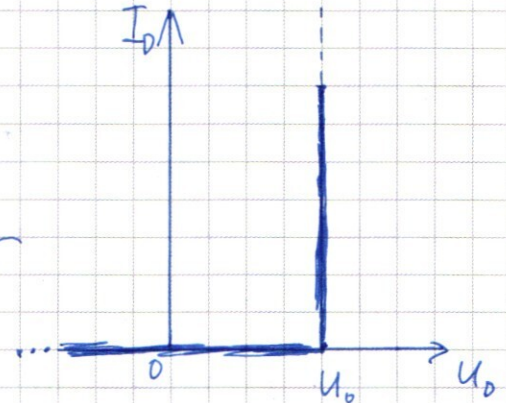
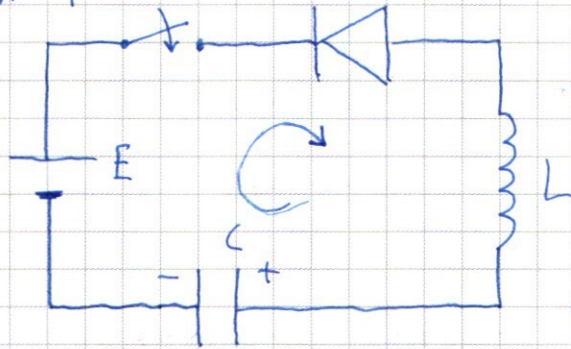
$$E = 3 \text{ В}$$

$$C = 20 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 6 \text{ В}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



$$1) \frac{\Delta I}{\Delta t}?$$

$$2) I_{\max}?$$

3)

1) Выберем "+" на направление нормального обхода контура против часовой стрелки. Пусть сразу предположим, что сразу после замыкания ток течет против часовой стрелки, тогда по II-му правилу Кирхгофа:

$$E + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = U_1 \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_1 - E}{L} = \frac{6 - 3}{0,2} = \frac{30}{2} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) Когда ток максимален $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ (экстремум)

$$E + L \frac{dI}{dt} = U_C = U_0 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_C - U_0 - E}{L} =$$

$$E + L \frac{dI}{dt} = U_1 + U_0 + I$$

$$E - L \frac{dI}{dt} = -U_0 + U_1 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - E - U_0}{L} = \frac{6 - 3 - 1}{0,2} = \frac{2}{0,2} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}}$$

П. К. напряжение на катушке должно достигнуть U_0 , чтобы ток прекратился.

2) После замыкания ключа максимальный ток $\Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 = \mathcal{E}_i$ ($\Rightarrow$ АС индукции), тогда по II-му правилу Кирхгофа:

$E = -U_0 + U_c$, U_c — напряжение на конденсаторе в этот момент.

$$U_c = E + U_0 = 3 + 1 = 4 \text{ В}$$

Тогда по 3-му закону сохранения энергии

$$A_{\text{ист}} = \Delta W_c + \Delta W_L$$

$$\Delta q - \text{прошедший через источник равен} = \\ = C(U_1 - U_c) = \cancel{C(6 - 4)} = 2 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 2 = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$\Rightarrow -E \Delta q = \frac{CU_c^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\Rightarrow I_m^2 = C(U_1^2 - U_c^2) - 2E \Delta q$$

$$I_m = \sqrt{20 \cdot 10^{-6} (36 - 16) - 2 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = \\ = \sqrt{400 \cdot 10^{-6} - 240 \cdot 10^{-6}} = \sqrt{160 \cdot 10^{-6}} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

3) Установившееся напряжение $\Rightarrow$ ток не идёт $\Rightarrow$ по II-му правилу Кирхгофа:

$$E = -U_0 + U_{\text{const}} \quad U_{\text{const}} = E + U_0 = 3 + 1 = 4 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{\Delta I}{\Delta t} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}} \quad 2) I_m = 40 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

3) Установившееся напряжение = 4 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5

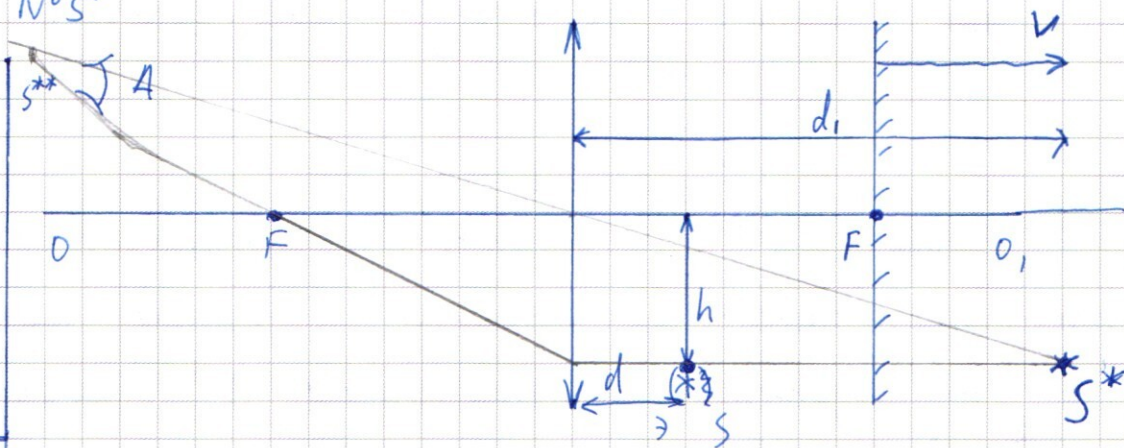
Дано:

$$F, h = \frac{8}{15} F$$

$$d = \frac{F}{3}$$

V

$$L = F$$



1) $f_1 = ?$

2)

3)

1) П. К. наблюдатель слева от линзы
он увидит свет, прошедший сквозь линзу
Свет отразившись от зеркала создаст
мнимое изображение S^* , которое станет

действительным изображением предмета для
линзы. Пусть d_1 — расстояние от S^* до линзы,
тогда в рассматриваемый момент времени

$$d_1 = F + (F - d) = F + (F - \frac{F}{3}) = \frac{5}{3} F, \text{ тогда по}$$

$$\text{Формуле линзы: } \frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_1 = \frac{5}{2} F} \text{ — расстояние от линзы до}$$

изображения S^*

2) Изображение S^* движется вдоль прямой,
параллельной OO_1 , $\Rightarrow$ изображение S^* движется
вдоль прямой, проходящей через фокус поскольку
от S^* в каждый момент времени можно

испустить луч, параллельный OO_1 , проходящий на одном и том же расстоянии от $OO_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ параллельный луч проходит через фокус под одним и тем же углом к OO_1 .

При этом $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{F} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{1}{F} = \frac{8}{15}$

$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}}$$

3) Пусть V^{**} — скорость изображения S^{**} в рассматриваемый момент времени, тогда

V^* — скорость изображения S^* , тогда

$$\Gamma^2 V^* = V^{**} \cdot \cos \alpha, \text{ где } \Gamma - \text{увеличение } \Gamma = \frac{f_1}{d_1}$$

$$\Gamma = \frac{5}{2} F \cdot \frac{3}{5} F = \frac{3}{2}$$

Для определения скорости V^* перейдем в систему отсчета, связанную с линзой: скорость отражения там равна V . Возвращаясь в лабораторную систему отсчета найдем, что

$$V^* = 2V \Rightarrow$$

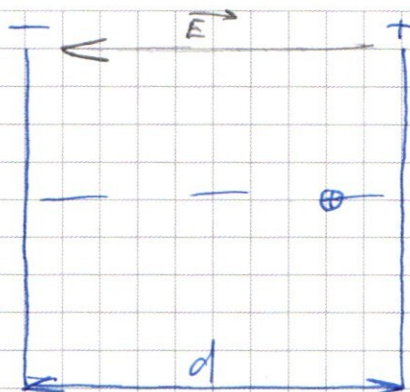
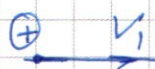
$$\text{Тогда } V^{**} = \frac{\Gamma^2 V^*}{\cos \alpha} \quad \left| \quad \begin{aligned} 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha &= \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} \\ \cos \alpha &= \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = \frac{15}{17} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow V^{**} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 \cdot 2V \cdot \frac{17}{15} = \frac{9}{2} V \cdot \frac{17}{15} = \frac{153}{30} V$$

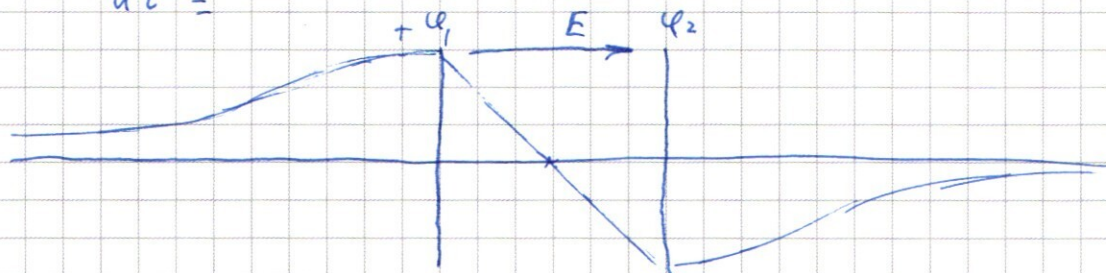
Ответ: 1) $f_1 = \frac{5}{2} F$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$ 3) $V^{**} = \frac{153}{30} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

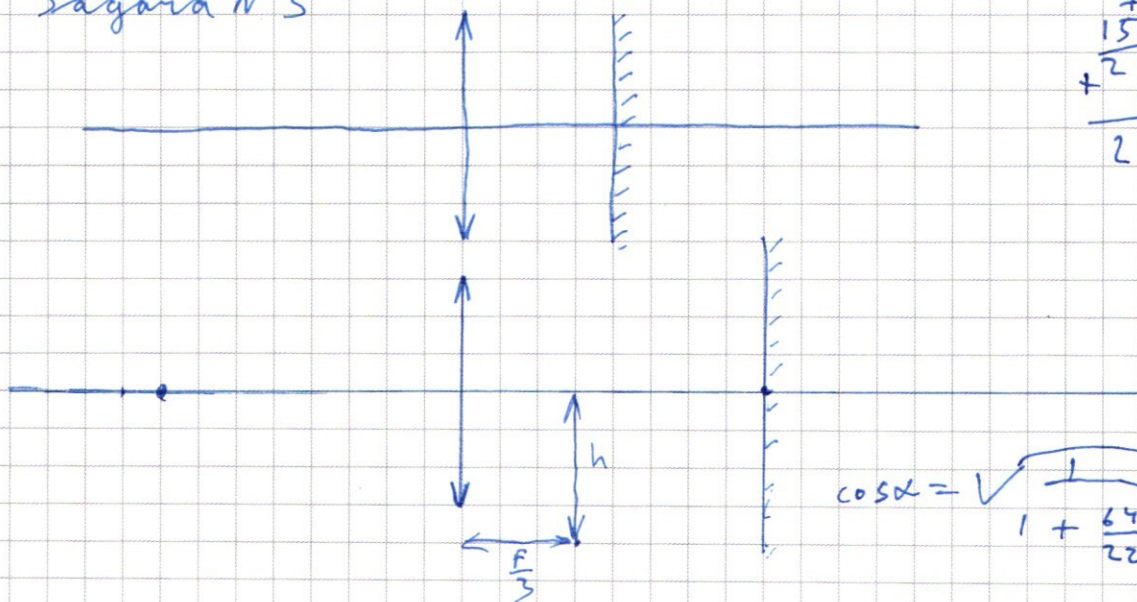
Задача №3



$\alpha \tilde{L} =$

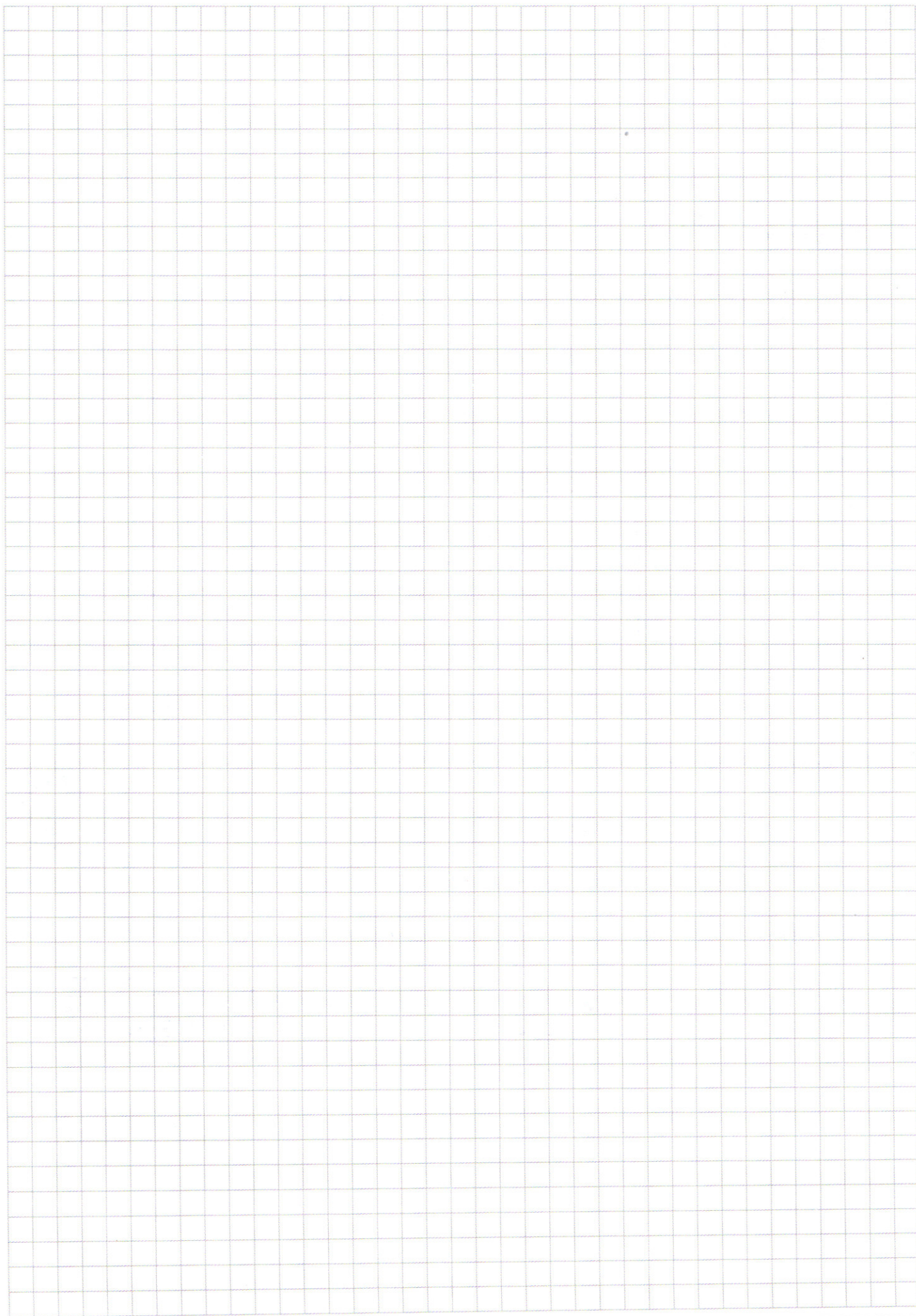


Задача №5



$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \\ + 64 \\ \hline 289 = 17^2 \end{array}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = \frac{15}{17}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

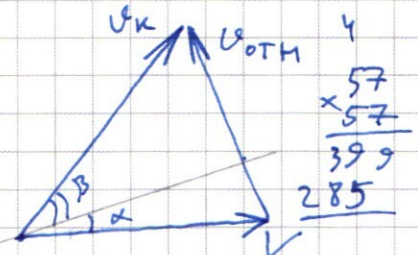
1) П.К. просящийся $\Rightarrow$ краем
скоростей на направление просящегося

$$V \cos \alpha = v_k \cos \beta \Rightarrow v_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} V = \frac{51}{40} V$$

2) $v_{k \text{ отн}}$



$$\begin{array}{r} 67 \\ \times 67 \\ \hline 469 \\ 402 \\ \hline 4489 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 77 \\ \hline 539 \\ 539 \\ \hline 599 \end{array}$$

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

$$v_{k \text{ отн}} = \sqrt{V^2 + v_k^2 - 2V \cdot v_k \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{8}{17}\right)^2} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

3) π

$$\begin{array}{r} 200 + \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4589 \\ - 4529 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.51 \\ \times 51 \\ \hline 255 \\ 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 16 \\ \hline 90 \\ 15 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8515 \\ 5 \overline{) 17} \\ 75 \\ \hline 14 \\ \times 216 \\ \hline 1728 \\ + 2601 \\ \hline 4329 \\ + 200 \\ \hline 4529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1728 \\ + 2601 \\ \hline 4329 \\ + 200 \\ \hline 4529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2601 \overline{) 15} \\ 15 \\ \hline 90 \\ 90 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 207 \\ \times 207 \\ \hline 1449 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2601 \overline{) 15} \\ 15 \\ \hline 90 \\ 90 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 - 64 \\ \hline 225 = 15^2 \\ \times 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 27 \\ \hline 189 \\ 54 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4529 \overline{) 3} \\ 3 \\ \hline 15 \\ 15 \\ \hline 29 \end{array}$$

Задача №2

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

$$1-2: \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow \boxed{P_2 V_1 = P_1 V_2}$$

$$2-3: Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$3-1: Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} \nu R (P_2 V_1 - P_1 V_3) + P_1 (V_1 - V_3) = \\ = \frac{5}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_3)$$

2) $1-2: \frac{Q_{12}}{A_{12}}$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

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

$$A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1) = \\ = \frac{1}{2} (P_2 V_2 + P_1 V_1 - P_2 V_1 - P_1 V_2)$$

$$A = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) \quad Q = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \\ \frac{Q}{A} = \frac{A}{Q} = \frac{1}{3} \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}$$

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_1 V_1} = \frac{P_1 (\alpha - 1) V_1 (\alpha - 1)}{2 P_1 V_1}$$

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