

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,7 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

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

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

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

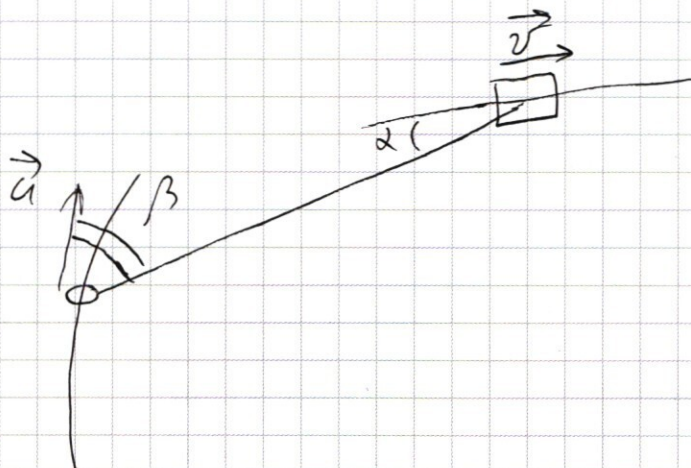
Найти:

$$1) u = ?$$

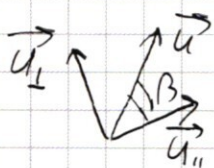
$$2) v' = ?$$

$$3) T = ?$$

Решение:



Разложим скорость конца
ца по векторам:

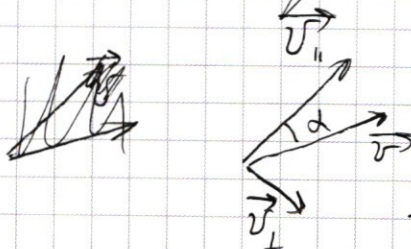


$u_{\perp}$ - составляющая,
перпендикулярная нити.

$u_{\parallel}$ - составляющая, па-
раллельная нити.

$$u_{\parallel} = u \cdot \cos \beta.$$

Разложим скорость муфты
по векторам:



$v_{\parallel}$ - составля-
ющая, параллель-
ная нити

$v_{\perp}$ - составляющая,
перпендикулярная нити

$$v_{||} = v \cdot \cos \alpha$$

$$v_{||} = u_{||} \Rightarrow v \cdot \cos \alpha = u \cdot \cos \beta$$

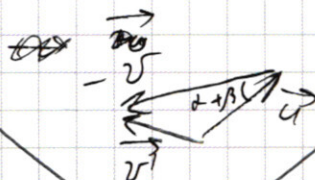
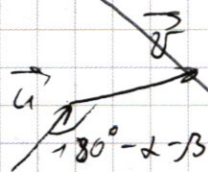
$$\Rightarrow u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$u = 68 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\frac{75}{72}}{\frac{4}{5}} = \frac{75 \cdot 5}{72 \cdot 4} \cdot 68 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) v' - скорость волны относительно
мачты мурны.

$$\vec{v}' = \vec{u} - \vec{v}$$



По теореме косинусов:

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

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

$$= \cos \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$v' = \sqrt{v^2 + v^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 v^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \cos(\alpha + \beta)} =$$

$$= v \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v' = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{75 \cdot 5}{72 \cdot 4} \right)^2 - 2 \cdot \frac{75 \cdot 5}{72 \cdot 4} \cdot \left(\frac{25}{72} \cdot \frac{4}{5} \right)}$$

$$= 68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{25}{68} \right)^2 - \frac{25}{39} \left(\frac{12}{72} - \frac{24}{85} \right)}$$

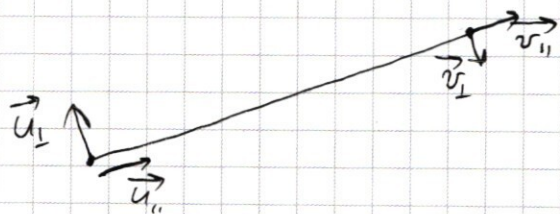
$$\approx 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3)

2) v' — скорость конька относительно
ножки.

Его составляющие скорости, направ-
ленные ~~вниз~~ ^{вверх}, равны $\Rightarrow$

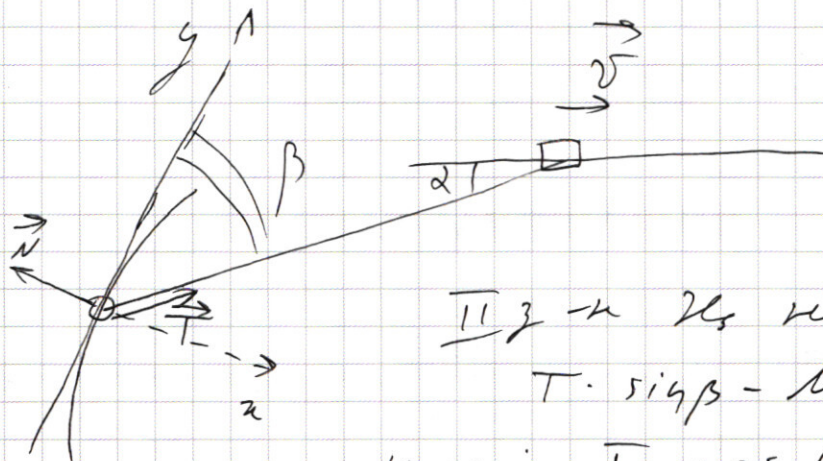
$$\Rightarrow v' = u_{\perp} - v_{\perp}$$



$$v' = u_{\perp} + v_{\perp} = u \cdot \sin \beta + v \cdot \sin \alpha$$

$$v' = 25 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{3}{5} + 68 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{8}{77} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

3)



II з-н Ньютона на 0 x:

$$T \cdot \sin \beta - K = m a_y.$$

по y: $T \cdot \cos \beta = m a_x$

a_y - тангенциальное ускорение

a_x - нормальное ускорение.

$$T = \frac{m a_x}{\cos \beta}.$$

найдем a_x :

Ответ: 1) $u = 75 \frac{m}{c}$

2) $\Delta v' = 77 \frac{m}{c}$:

3)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

Дано:

< график >

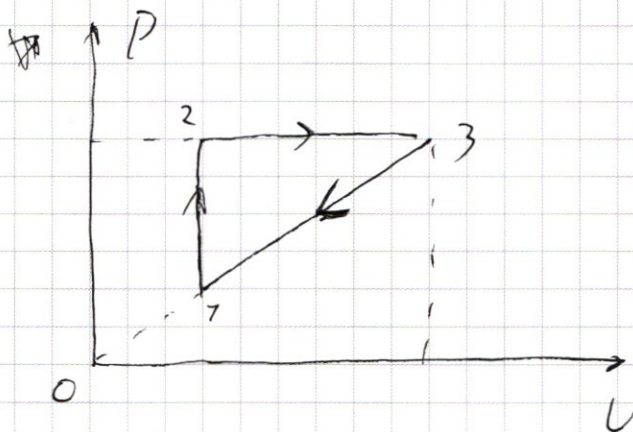
Найти:

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

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

3) $\eta_{max} = ?$

Решение:



1) Изменение температуры
происходит на участках
12 и 23.

12 - ~~адиабатический~~ изохорный процесс
 $\Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2}$

23 - изобарный процесс $\Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2}$

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

2) $A_{23} = p \Delta V$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} p \Delta V \quad (Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V)$$

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

3)

Ответ: 7) $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$.

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = 2,5$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Дано

S

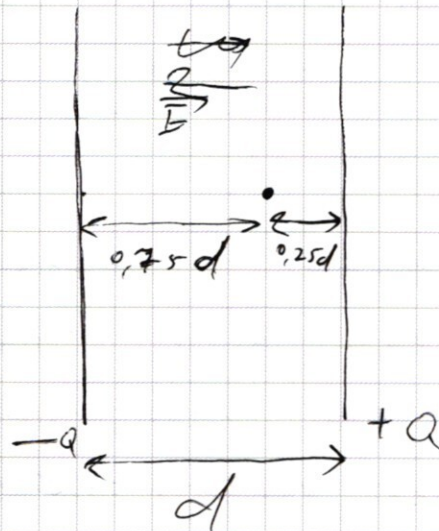
d

T

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

Величины:

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



Найти:

$$v_1 = ?$$

$$Q = ?$$

$$v_2 = ?$$

Частица движется под действием постоянной силы со стороны поля (и.б. поле между конд-ра однородное).

II $3 - \text{н}$ $\vec{F}_e = m \vec{a}$ (а - ускорение частицы).

$$Eq = ma$$

$$q = E \frac{q}{m} = E \gamma = \frac{Q \gamma}{\epsilon_0 S}$$

Частица находится на расстоянии $0,75d$ от левой пластины в момент времени T без нач. скорости.

$$\Rightarrow 0,25d = \frac{v_1 T}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{0,5d}{T} = \frac{3d}{2T}$$

$$a = \frac{v_1}{T} = \frac{\cancel{0,5d}}{\cancel{T}} \cdot \frac{3d}{2T^2}$$

$$\frac{Q \gamma}{\epsilon_0 S} = \frac{0,5d}{T^2} \Rightarrow Q = \frac{0,5d \epsilon_0 S}{\gamma T^2} =$$

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

Поскольку старший конденсатор
индуктивно связан, т.е. заряды одина-
ковы равны по модулю и индук-
тивности по направлению $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ впе конденсатора на части-
цу не действует силы
 $\Rightarrow v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

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

3) $v_2 = v_1 = \frac{3d}{2T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

24

Дано:

$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,7 \text{ ГН}$$

$$U_0 = 7 \text{ В}$$

Найти:

$$1) \dot{I} = ?$$

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

$$3) U_2 = ?$$

Решение:

1) II уравнение Кирхгофа:

$$E = U_1 + L \dot{I} + U_0$$

$$E = U_1 + L \dot{I} + U_0$$

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

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

$$\dot{I} = \frac{9 \text{ В} - 5 \text{ В} - 7 \text{ В}}{0,7 \text{ ГН}} = \frac{30}{7} \frac{\text{В}}{\text{ГН}} = \frac{4}{\text{с}}$$

2) При $I_{\max}$: $\dot{I} = 0$; ~~напряжение~~ ~~на конденсаторе~~. Но при этом на-
пряжение на конденсаторе будет
равно нулю, а через индук-
тивность будет течь ток, чем U_0
 $\Rightarrow$ этот способ не возможен.

~~Вывод~~ $\Rightarrow$ максимальный ток будет
достигнут не в экстремуме.

Таким образом значение $I_{\max}$ ток пре-
кращает течь $\Rightarrow$ напряжение на кон-
денсаторе установится и будет равно U_2

Правое Кирхгофа: $\mathcal{E} = \mathcal{U}_0 + L \dot{I}_1 + \mathcal{U}_2$

$\dot{I}_1$ - скорость изменения тока в единицу
 достигшего значения $I_{\max}$.

$$\mathcal{E} = \mathcal{U}_0 + L \dot{I}_1 + \frac{q_2}{C}$$

ЗЦЗ:

$$A = \frac{L I^2}{2} + \frac{C q_2^2}{2} - \frac{C q_1^2}{2}$$

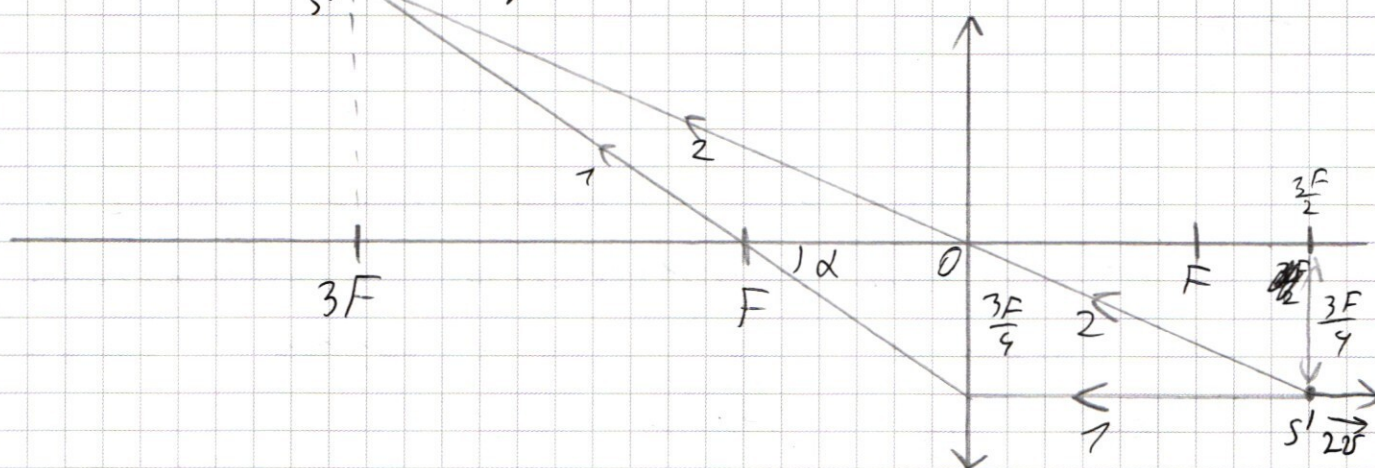
A - работа источника; $A = \mathcal{E} (q_2 - q_1)$

$$\mathcal{E} (q_2 - q_1) = \frac{L I^2}{2} + \frac{C q_2^2}{2} - \frac{C q_1^2}{2}$$

Ответ: 1) $\dot{I} = 30 \frac{A}{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Для упрощения задачи решим, забрав из системы ~~и~~ зеркало.
Точка S' убивается со скоростью $2v$.



Точка S'' - это действительное изображение точки S .

Рассмотрим чертёж:

поскольку лучи 1 не меняются при движении точки S' , т.е. она движется параллельно $\Gamma O O$, а лучи 2 входят в линзу ~~снова~~ так же параллельно $\Gamma O O$.

Поскольку лучи 2 не меняются.

$\Rightarrow$ изображение S'' всегда лежит на прямой на которой лежит луч 1. $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{\frac{3F}{4}}{F} = \frac{3}{4}$.

к 5

Дано:

F

U

Найти:

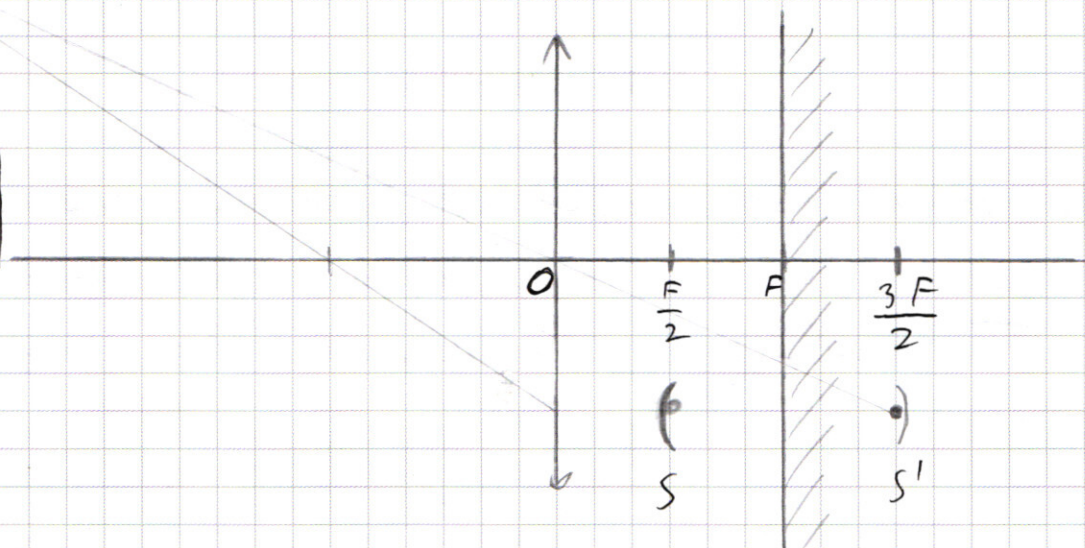
1) $f = ?$

2) $\alpha = ?$

3) ~~α~~

$u = ?$

Решение:



Для линзы источник можно считать мнимым изображением в зеркале S' , т.е. если выходя из него.

S' находится на расстоянии $\frac{3F}{2}$

От плоской линзы.

S' находится между фокусом и двойным фокусом $\Rightarrow$ линза даёт действительное ~~од~~ изображение за двойным фокусом

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} ; d = \frac{3F}{2}$$

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3-2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f = 3F$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) При данных значениях f и d
линейное увеличение линзы равно:

$$\Gamma = \frac{F}{d} = \frac{3F}{\frac{3F}{2}} = 2.$$

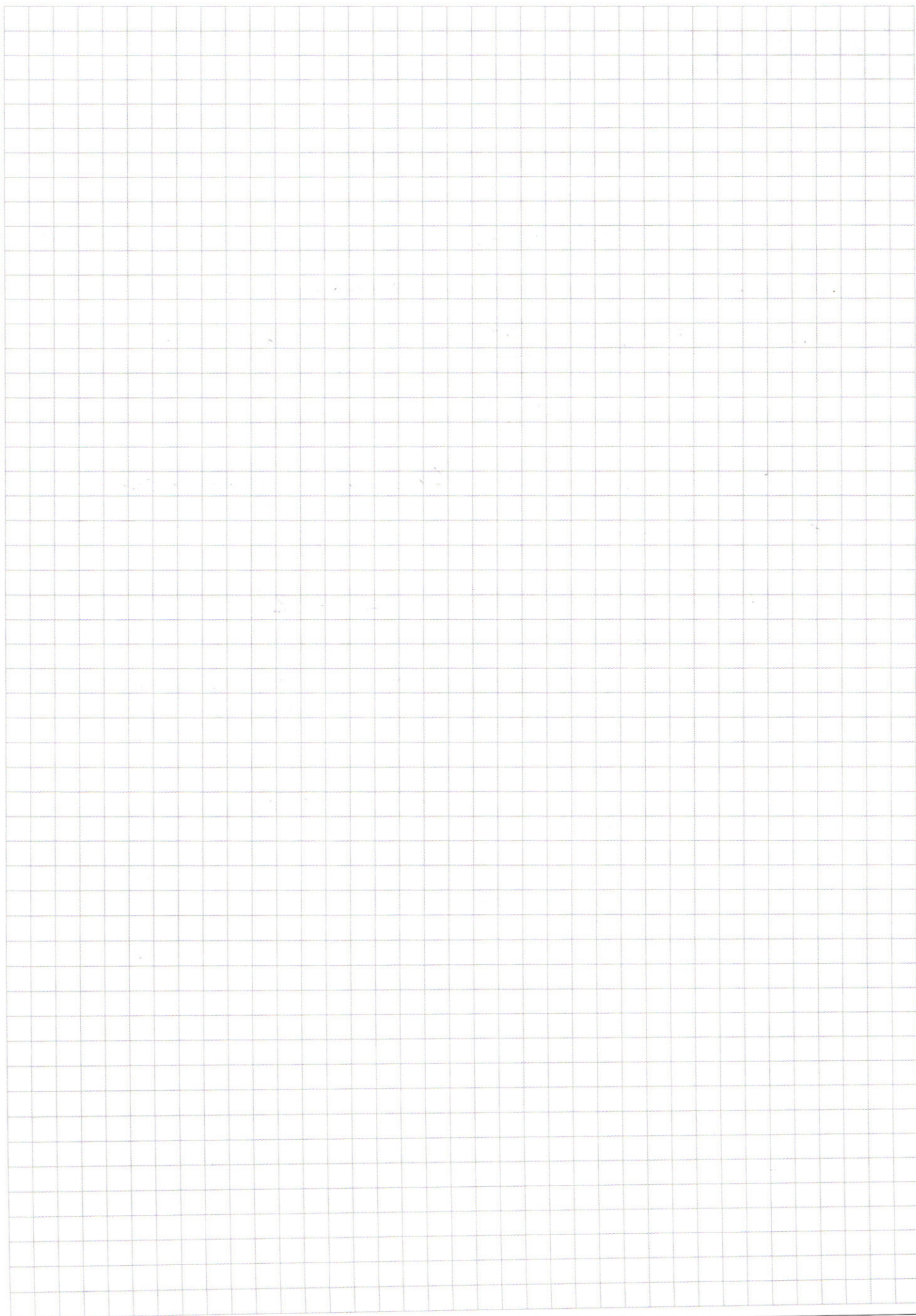
$\Rightarrow$ увеличение вектора скорости
в данной точке равно $\Gamma = 2$.

$$U = \Gamma \cdot 2v = 4v.$$

Ответ: 1) $f = 3F$

$$2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}.$$

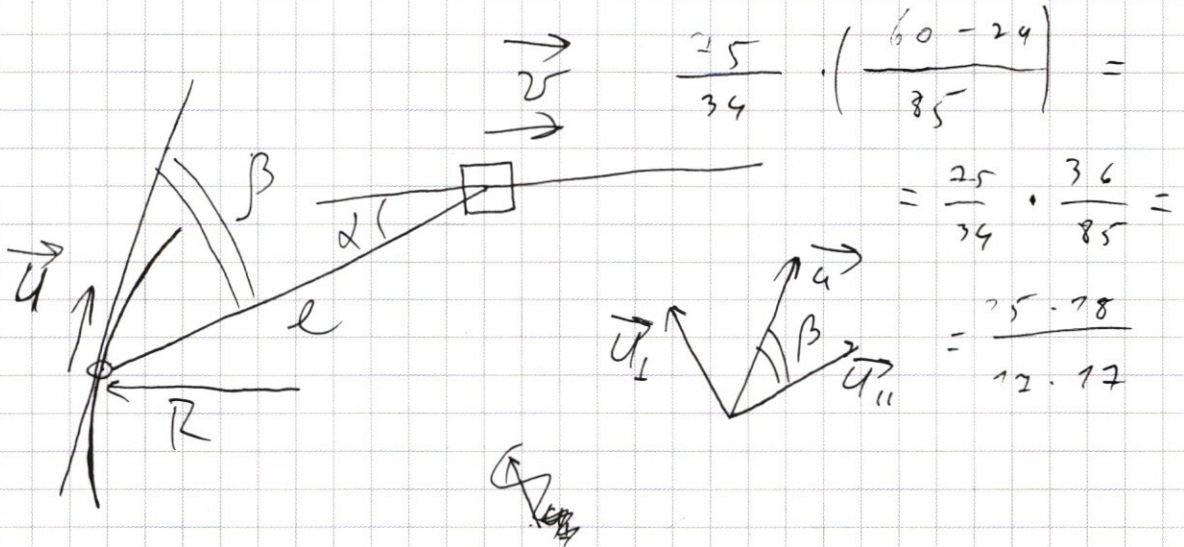
$$3) U = 4v.$$



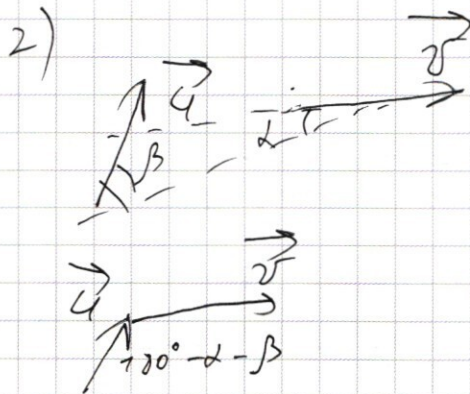
☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 79
(Нумеровать только чистовики)

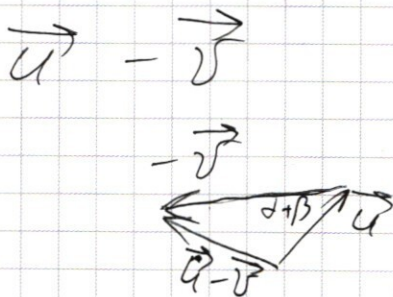
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$u_{||} = u \cdot \cos \beta$$



$$v_{||} = v \cdot \cos \alpha$$



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

1)

$$u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

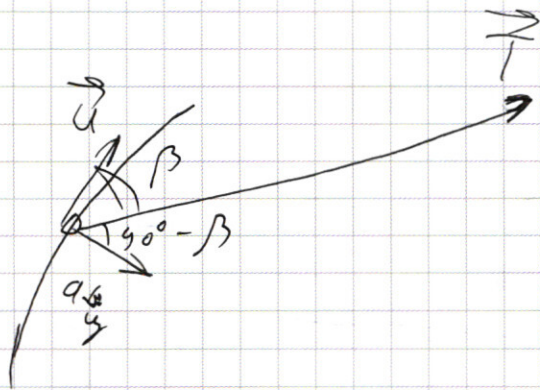
$$v' = \sqrt{u^2 + v^2 - 2uv \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

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

2)

$$= v \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + 1 - 2 \frac{\cos \alpha (\cos \alpha + \beta)}{\cos \beta}}$$

$$u_{\perp} - v_{\perp} = u \cdot \sin \beta + v \sin \alpha$$

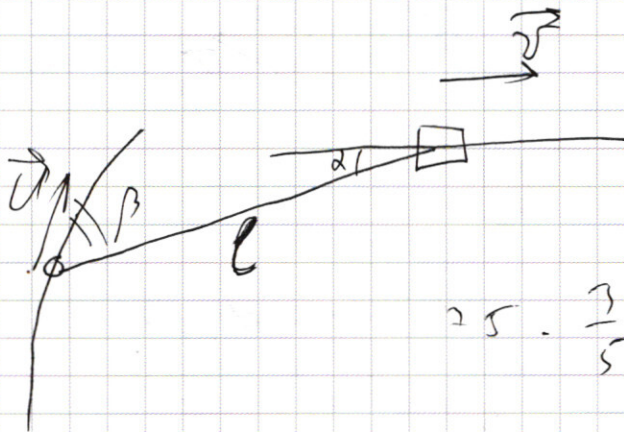


$$T = m a$$

$$T = m a_y \cdot \sin \beta$$

$$a_y = \frac{u^2}{R}$$

$$T = \frac{m u^2 \sin \beta}{R}$$



$$\frac{75 \cdot 78}{77 \cdot 77}$$

$$25 \cdot \frac{7}{5} + 68 \cdot \frac{8}{77} = 45 + 32 = 77$$

$$77 + \frac{25 \cdot 25}{77 \cdot 77 \cdot 76} - \frac{75 \cdot 78}{77 \cdot 77} = 77 + \frac{25 \cdot 25 - 75 \cdot 78 \cdot 16}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

$$= \frac{77 \cdot 77 \cdot 76 + 25^2 \cdot 5^2 - 3 \cdot 5 \cdot 3^2 \cdot 2 \cdot 2^4}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

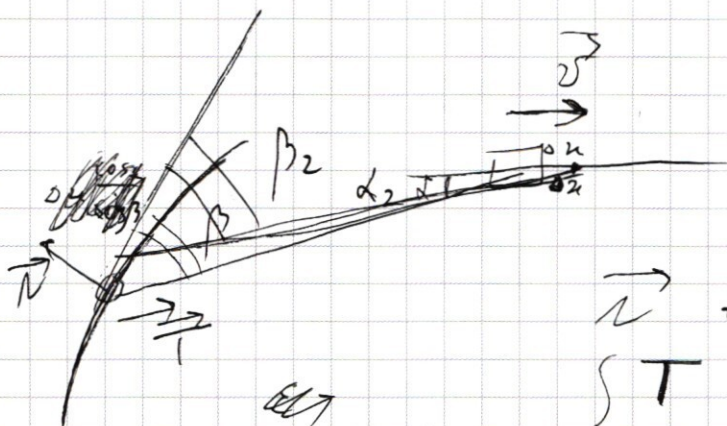
$$= \frac{77^2 \cdot 2^4 + 3^2 \cdot 5^4 - 3^3 \cdot 5 \cdot 2^5}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

$$= \frac{289 \cdot 76 + 9 \cdot 625 - 27 \cdot 5 \cdot 32}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

$$= \frac{4524 + 5625 - 4320}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

$$= \frac{5625 + 209}{77 \cdot 77 \cdot 76} = \frac{5829}{77 \cdot 77 \cdot 76}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\vec{T} + \vec{N} = m \vec{a}$$

$$\begin{cases} T \cdot \cos \beta = m a_x \\ T \cdot \sin \beta - N = m a_y \end{cases}$$

$$T \cdot \cos \beta = m a_x$$

$$T \cdot \sin \beta - N = \frac{m a^2}{R}$$

$$d = \frac{a^2}{2}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\varphi = \frac{Q}{C}$$

$$a = \frac{v}{T}$$

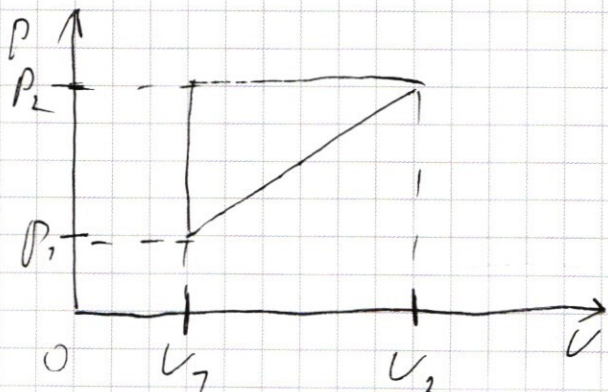
$$d = \frac{v^2 T^2}{2} = \frac{v T}{2}$$

$$\text{или } a = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\varphi = \frac{Q}{\frac{\epsilon_0 S}{d}} = \frac{Q d}{\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} - \sin \alpha \cos \beta + \sin \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \beta}$$

$$T \cos \beta = m a$$



$$A = p_2 (V_2 - V_1) -$$

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

$$= (V_2 - V_1) \left(p_2 - \frac{p_1 + p_2}{2} \right) =$$

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

$$= \frac{P_2 - P_1}{2} (U_2 - U_1) = \text{~~0~~}$$

$$Q = \text{~~\frac{5}{2} P_1 U_1~~} + \frac{5}{2} P_2 (U_2 - U_1) + \frac{3}{2} (P_2 - P_1) U_1 =$$

$$= \frac{5}{2} P_2 U_2 - \frac{5}{2} P_2 U_1 + \frac{3}{2} P_2 U_1 - \frac{3}{2} P_1 U_1 =$$

$$= \frac{5}{2} P_2 U_2 - P_2 U_1 - \frac{3}{2} P_1 U_1$$

$$\frac{1}{2} P_2 U_2 - \frac{1}{2} P_2 U_1 - \frac{1}{2} P_1 U_2 + \frac{1}{2} P_1 U_1 =$$

$$\varepsilon = L \dot{I}_1 + U_2$$

$$L \dot{I}_1 + U_2 =$$

$$d \rightarrow 0 : U \rightarrow 0$$

$$d \rightarrow F : U \rightarrow \infty$$

$$U = \frac{F}{d} 2V$$

$$U = \frac{\frac{3F}{2}}{\frac{3F}{2}} 2V = 4V$$

~~Elg~~

~~Elg~~

$$E(q_2 - q_1) = \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{P_2 U_2 - P_1 U_1}{2R} + \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

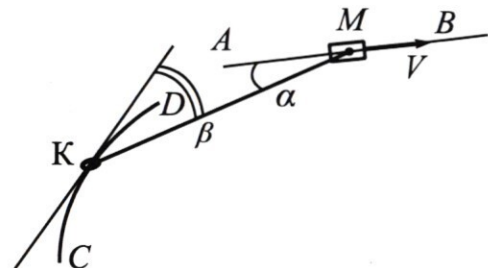
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



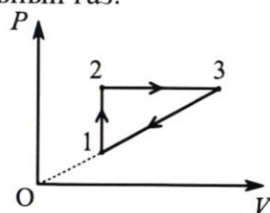
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

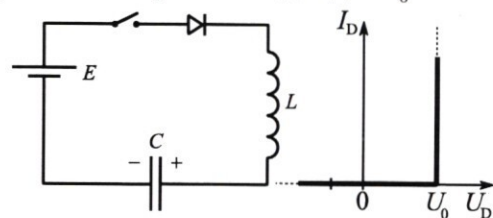
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

