

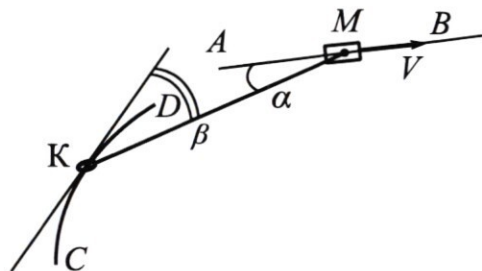
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



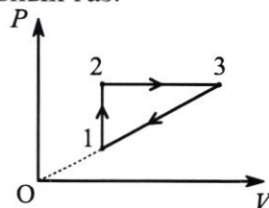
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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.

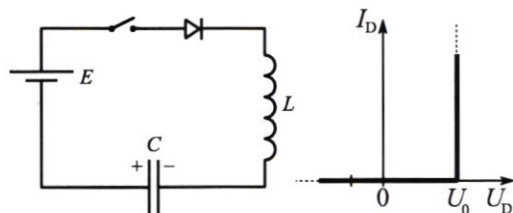
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

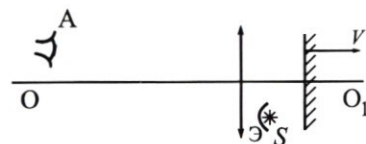


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ 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

№1

Дано:

$$v = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

$$v_k - ?$$

$$v_{\text{отн}} - ?$$

$$T - ?$$

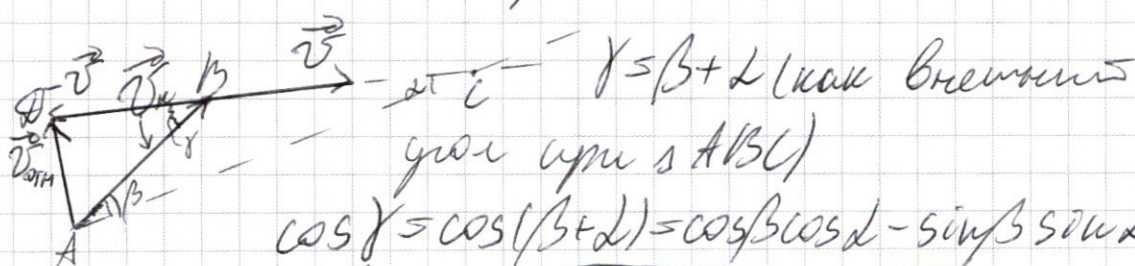
Решение:

Т.к. муфта и кольцо связаны и расстояние между ними с течением времени не меняется $\Rightarrow$ Проекции скорости

теп муфты и кольца на нить, связывающую их, равны $\Rightarrow$ Отт: $v_{k\parallel} = v_{\parallel} \Rightarrow v_k \cos \beta = v \cos \alpha$

$$\Rightarrow v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} = 0,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 50 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)$$

по кр-лу сложения скоростей: $\vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}} \Rightarrow \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{абс}} - \vec{v}_{\text{пер}} = \vec{v}_k - \vec{v}$



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

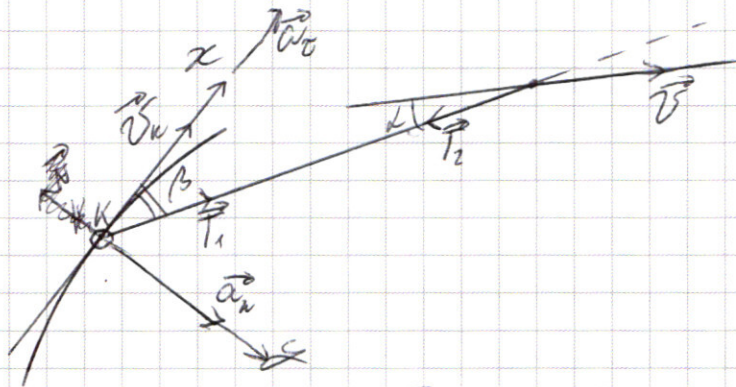
ΔABC : по т косинусов:

$$v_{\text{отн}}^2 = v_k^2 + v^2 - 2v v_k \cos \gamma = v_k^2 + v^2 - 2v v_k (\cos \beta \cos \alpha - \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2v v_k (\cos \beta \cos \alpha - \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{0,5^2 + 0,34^2 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,34 \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} - \sqrt{1 - \frac{9}{25}} \sqrt{1 - \frac{225}{289}} \right)} = \sqrt{0,25 + 0,1156 - 0,34 \left(\frac{9}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} \right)} = \sqrt{0,3656 - 0,34 \cdot \frac{13}{17}} =$$

$$= \sqrt{0,3656 - 0,052} = \sqrt{0,3604} \approx \sqrt{0,36} = 0,6 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 60 \left(\frac{\text{км}}{\text{ч}} \right)$$



Т.к. нить легкая $\Rightarrow T_1 = T_2 = T$

Из-к Ньютона: $m\vec{a} = \sum \vec{F}$

Для нити: $Oy: m a_n = T_1 \sin \beta \Rightarrow T = \frac{m a_n}{\sin \beta}$

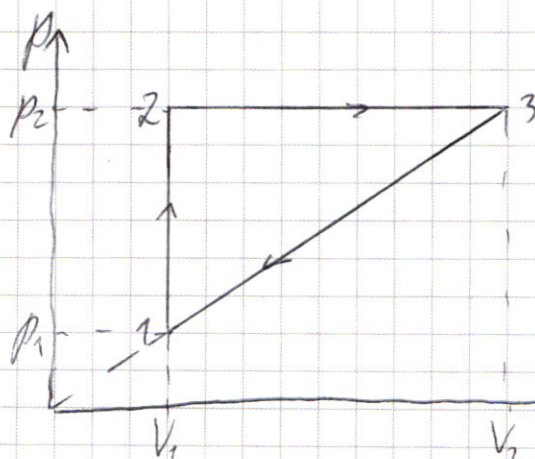
$$a_n = \frac{v_k^2}{R}; \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \Rightarrow T = \frac{m v_k^2}{R \sqrt{1 - \cos^2 \beta}}$$

$$T = \frac{0,3 \cdot 0,5^2}{0,53 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{2}{5}\right)^2}} = \frac{0,3 \cdot 0,25}{0,53 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{3 \cdot 25}{530 \cdot 4} = \frac{3 \cdot 25}{4 \cdot 106} = \frac{75}{424} \approx 0,177 \text{ Н}$$

Ответ: $v_k = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $v_{\text{отн}} = 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $T = 0,177 \text{ Н}$
N°2

Дано: Решение:

$p(V)$
 $i=3$
 $C_{m1}=?$
 $C_{m2}=?$
 $\Delta U=?$
 $A_p=?$
 $\eta_{\text{max}}=?$



$$\frac{p}{T} = \gamma R = \text{const}$$

(1-2): $V = \text{const}$; $p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$\Rightarrow (1-2) - T \uparrow$

(2-3): $p = \text{const}$; $V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$\Rightarrow (2-3) - T \uparrow$

(3-1): $p = k V$ (k - некоторый

коэффициент пропорц.) $\Rightarrow \frac{k V^2}{T} = \text{const} \Rightarrow T = k_1 V^2$

(k_1 - некоторый коэф. проп.) $\Rightarrow V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

(1-2): Из-к термод.: $Q = A + \Delta U$

$$Q_1 = 0 + \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_1 = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_{M1} = \frac{Q_1}{\Delta T_1} = \frac{\frac{1}{2} \gamma R \Delta T_1}{\Delta T_1 \gamma} = \frac{1}{2} R$$

$$Q(2-3): Q = A + \Delta U$$

$$Q_2 = p_2 \Delta V + \Delta U = \gamma R \Delta T_2 + \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2$$

$$\Delta V = V_3 - V_1$$

$$C_{M2} = \frac{Q_2}{\Delta T_2 \gamma} = \frac{\gamma R \Delta T_2 + \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2}{\Delta T_2 \gamma} = R + \frac{1}{2} R$$

$$\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{\frac{1}{2} R}{R + \frac{1}{2} R} = \frac{1}{2 + 1}$$

$$\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{3}{2 + 3} = \frac{3}{5} = 0,6$$

(2-3) — изобар. проц.:

$$A_2 = p_2 \Delta V = \gamma R \Delta T_2$$

$$\Delta U_2 = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2$$

$$\frac{\Delta U_2}{A_2} = \frac{\Delta U_2}{A_2} = \frac{\frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2}{\gamma R \Delta T_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\Delta U_2}{A_2} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$\eta = \frac{A_n}{A_3}$$

$$A_n = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1), \text{ как площадь сжатия. упр.})$$

$$A_3 = Q_1 + Q_2 = \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_1 + \gamma R \Delta T_2 + \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{\frac{1}{2} \gamma R \Delta T_1 + \gamma R \Delta T_2 + \frac{1}{2} \gamma R \Delta T_2} = \frac{(p_2 - p_1) (V_3 - V_1)}{\gamma R \Delta T_1 + 2 \gamma R \Delta T_2} =$$

$$= \frac{p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_1 + p_1 V_1}{\gamma (p_1 V_1 - p_2 V_1) + \gamma (p_2 V_3 - p_2 V_1) + 2 \gamma (p_2 V_3 - p_2 V_1)} = \frac{p_2 V_3 - p_1 V_3 - p_2 V_1 + p_1 V_1}{\gamma (p_1 V_1 - p_2 V_1) + 3 \gamma (p_2 V_3 - p_2 V_1)}$$

$$p = \gamma k \Rightarrow p_1 = V_1 k, p_2 = V_3 k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{V_3^2 k + V_1^2 k - V_1 V_3 k - V_1 V_3 k}{\gamma (V_3^2 k - V_1^2 k) + 2 \gamma (V_3^2 k - V_1 V_3 k)} = \frac{V_3^2 + V_1^2 - V_1 V_3 - V_1 V_3}{\gamma (V_3^2 - V_1^2) + 2 \gamma (V_3^2 - V_1 V_3)}$$

$$\eta = \frac{(V_3 - V_1)^2}{(V_3 - V_1)(iV_3 - iV_1 + 2V_3)} = \frac{V_3 - V_1}{V_3(i+2) - V_1 i}$$

Пусть $V_3 = nV_1$, $n \in \mathbb{R}, n > 1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{nV_1 - V_1}{nV_1(i+2) - V_1 i} = \frac{n-1}{n(i+2)-i}$$

$$i=3 \Rightarrow \eta = \frac{n-1}{5n-3}$$

при $n \rightarrow \infty \eta \nearrow \Rightarrow \eta_{\max} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{5n-3} = \frac{1}{5} = 0,2$

Ответ: $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = 0,6$; $\frac{U_{\text{пр}}}{A_p} = 1,5$; $\eta_{\max} = 0,2 (20\%)$

№3

Дано:

d
 $R \gg d$

$d_1 = 0,3d$

V_1

$V_0 = 0$

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

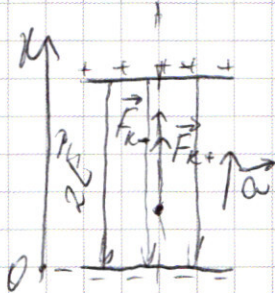
$T = ?$

$Q = ?$

$V_2 = ?$

S

Решение:



II з-н Ньютона: $m a = F_{k+} + F_{k-} =$

$$= |q|E + |q|E \Rightarrow a = \gamma E \cdot 2$$

$$x(t) = x_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$V_{rel}(t) = V_0 + at$$

Для расчета: $x(t) = 0,3d + 0 + \frac{at^2}{2} = 0,3d + \frac{2\gamma E t^2}{2} =$
 $= 0,3d + \gamma E t^2$

$$V_{rel}(t) = 0 + 2\gamma E t = 2\gamma E t$$

$$x(T) = 0,3d + \gamma E T^2 = 0,5d$$

$$\gamma E T^2 = 0,2d \Rightarrow T^2 = \frac{0,2d}{\gamma E}$$

$$V_{rel}(t_0) = V_1 = 2\gamma E t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{V_1}{2\gamma E}$$

$$x(t_0) = d = 0,3d + \gamma E t_0^2 \Rightarrow \gamma E t_0^2 = 0,7d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma E \cdot \frac{V_1^2}{4\gamma^2 E^2} = 0,7d \Rightarrow E = \frac{V_1^2}{4\gamma \cdot 0,7d} = \frac{V_1^2}{2,8\gamma d} \Rightarrow$$

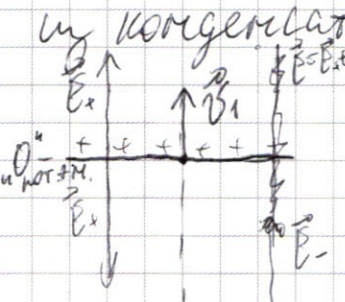
$$\Rightarrow T^2 = \frac{0,2d}{\gamma \cdot \frac{V_1^2}{2,8\gamma d}} = \frac{0,56d^2}{V_1^2} \Rightarrow T = \frac{d}{V_1} \sqrt{0,56} \approx 0,75 \frac{d}{V_1}$$

$$Q = C \cdot U = C \cdot 2Ed = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot 2Ed = \epsilon_0 S \cdot 2E$$

$$E = \frac{V_1^2}{2,8\gamma d} \Rightarrow Q = \epsilon_0 S \cdot 2 \cdot \frac{V_1^2}{2,8\gamma d} = \frac{5}{7} \frac{V_1^2 \epsilon_0 S}{\gamma d}$$

Рассмотрим частицу в момент вылета

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

в конденсатора

 $W_0 = \frac{m v_1^2}{2} + W_{p0}$
 $W_{p0} = q \cdot E \cdot 0 + q \cdot E \cdot d = q E d$
 на бесконечности, как и в
 конденсатора $E \neq 0 \Rightarrow W_{p\infty} \neq 0$
 $W_0 = W_{\infty} = \frac{m v_1^2}{2} + |q| E d = \frac{m v_2^2}{2}$
 $m v_1^2 + 2 |q| E d = m v_2^2$
 $v_2^2 = v_1^2 + 2 \gamma E d$
 $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \gamma E d} = \sqrt{v_1^2 + 2 \gamma \frac{U_0}{2 \gamma d} d} = v_1 \sqrt{1 + \frac{E}{\gamma}} = v_1 \sqrt{\frac{12}{7}}$
 $\approx 1,3 v_1$
 Ответ: $T \approx 0,75 \frac{d}{v_1}$; $Q = \frac{5}{7} \frac{v_1 \epsilon_0 S}{\gamma d}$; $v_2 \approx 1,3 v_1$
 N 5

Dano: Penelope:

$$F$$

$$3F$$

$$P(15, 0) = \frac{3}{4}F$$

$$d_3 = \frac{F}{4}$$

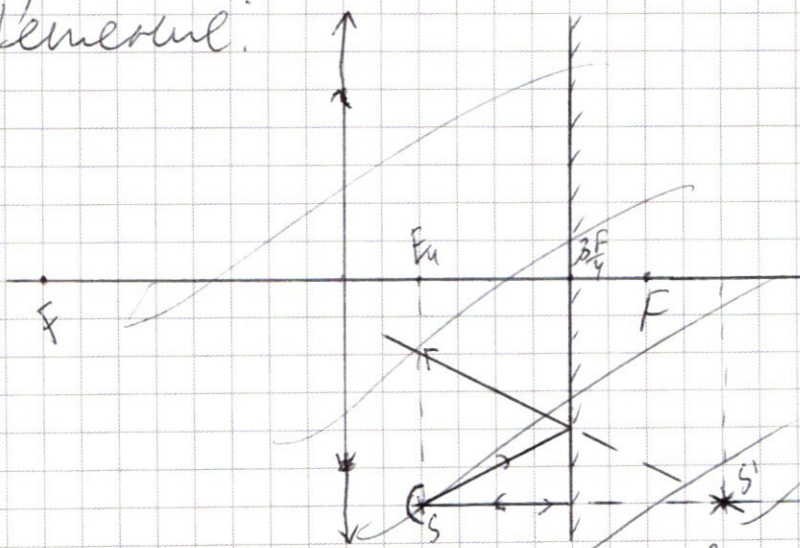
$$F$$

$$d_3 = \frac{3F}{4}$$

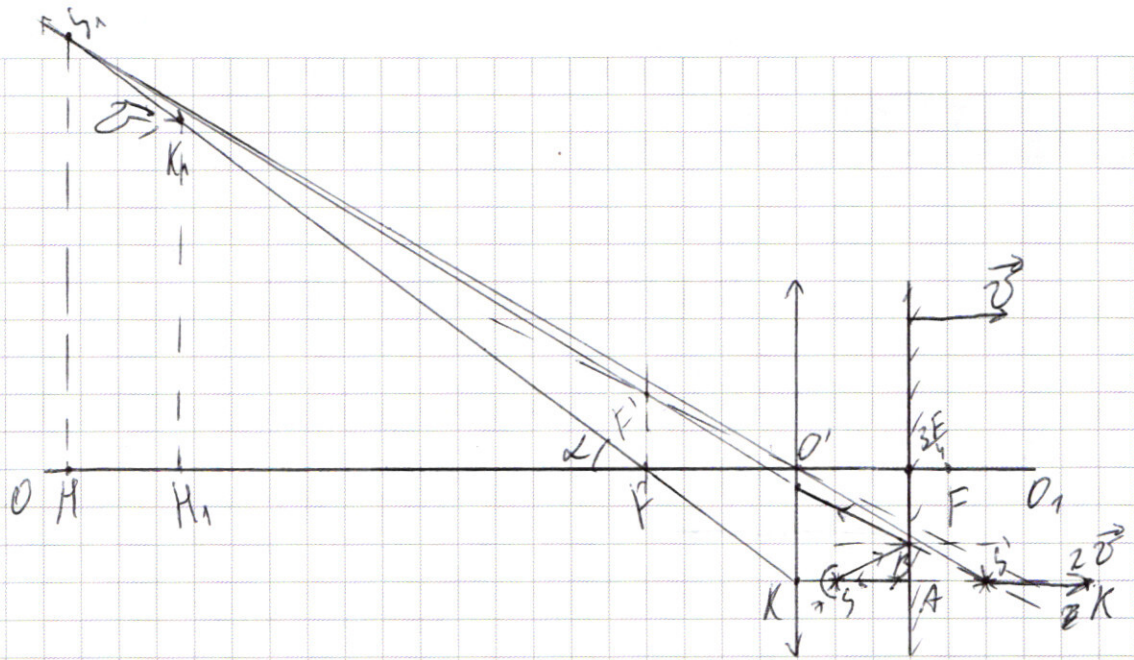
$$F - ?$$

$$d - ?$$

$$F - ?$$



$$A \sim B \Rightarrow SBA \sim S'BA \Rightarrow SA = AS' \Rightarrow d_{S'} = d_S + 2(d_3 - d_S) = \frac{F}{4} + 2 \cdot \left(\frac{3F}{4} - \frac{F}{4} \right) = \frac{5F}{4}$$



по др-ле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_{S1}} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_{S1}} = \frac{1}{F} - \frac{1}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow f = 5F$

При перемещении зеркала от линзы со скоростью v изображение в зер. источника S в зеркале будет иметь скорость $2v$ относительно линзы.

Изображение S_1 с перемещением зеркала будет также перемещаться вдоль линзы FS_1 , что связано с тем, что прямая KS_1 является одной из вспомогательных прямых при построении изображения S_1 для всех S_1' , т.к. они S_1' всегда находятся на расстоянии $\frac{3F}{4}$ от $O_1 \Rightarrow \vec{v}$ - скорость изображения S_1 будет лететь на $S_1, K \Rightarrow \tan \alpha = \frac{S_1 H}{H F}$
 $\triangle S_1 H O' \sim \triangle O' S' K \Rightarrow \frac{S_1 H}{O' K} = \frac{H O'}{O' S' K} \Rightarrow S_1 H = \frac{H O'}{O' K} \cdot O' S' K$
 $= \frac{5F}{5F} \cdot \frac{3}{4} F = 3F$

$H F' = H O' - F O' = f - F = 4F \Rightarrow \tan \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пусть $\vec{K}, \vec{S}, \vec{K}'$ - вектор скорости изображения источника
ка S' ; S, K' - вектор скорости изображения S ,
Положение точки K : $d_K = d_{S'} + 2|\vec{V}| = \frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|$
 $|\vec{V}|$ - длина образа вектора $\vec{V}$. $|\vec{V}| = 0,5 \cdot 10 \cdot 10^{-2} \cdot 40$
 d_K - расстояние от линзы до K
 $\mathcal{P}(K; OO_1) = \mathcal{P}(S'; OO_1) = \frac{3F}{4}$
По ф-ле тонкой линзы: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_K} + \frac{1}{b_K} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{1}{b_K} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_K} = \frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|} = \frac{\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}| - F}{F(\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|)} \Rightarrow$
 $\Rightarrow b_K = \frac{F(\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|)}{\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}| - F}$
На $\mathcal{P}(K; OO_1) = \frac{d_K}{b_K} \Rightarrow \mathcal{P}(K; OO_1) = \frac{F}{\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|} \cdot \frac{3F}{4} =$
 $= \frac{3F^2}{F + 8|\vec{V}|} = H, K,$
 $\Delta FK, H: K, F = \sqrt{H, F^2 + K, H^2} = \sqrt{(\frac{3F}{4} - F)^2 + (\frac{3F^2}{F + 8|\vec{V}|})^2} =$
 $= \sqrt{(\frac{F(\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|) - F}{\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|})^2 + (\frac{9F^4}{(F + 8|\vec{V}|)^2})} = \sqrt{\frac{(\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}| - F)^2 + \frac{9F^4}{(F + 8|\vec{V}|)^2}}{(\frac{5F}{4} + 2|\vec{V}|)^2}} = \sqrt{\frac{F^4}{(F + 8|\vec{V}|)^2} + \frac{9F^4}{(F + 8|\vec{V}|)^2}} = \sqrt{\frac{25F^4}{(F + 8|\vec{V}|)^2}} = \frac{5F^2}{F + 8|\vec{V}|}$
 $\Delta S, FH: S, F = \sqrt{S, H^2 + H, F^2} = \sqrt{9F^2 + 16F^2} = 5F$
 $S, K = V' = 5F - \frac{5F^2}{F + 8|\vec{V}|} = \frac{40F|\vec{V}|}{F + 8|\vec{V}|}$
Ответ: $f = 5F$; $\tan \alpha = \frac{3}{4} = 0,75$; $V' = \frac{40F|\vec{V}|}{F + 8|\vec{V}|}$, где
 $|\vec{V}|$ - длина вектора $\vec{V}$, т.е. $|\vec{V}| = V \cdot t$.

N°4

Дано.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 = 6 \text{ В}$$

$\mathcal{E}$ — ЭДС источника.

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

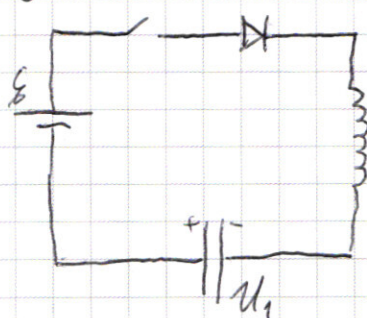
$$U_0 = 1 \text{ В}$$

U_I — ?

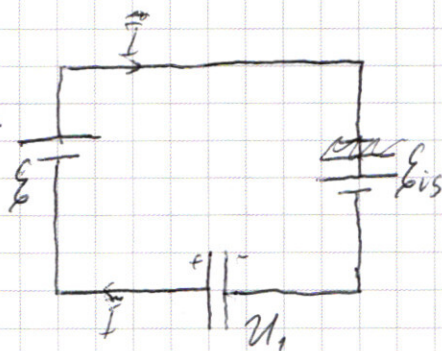
I_{max} — ?

U_2 — ?

Решение.



спустя некоторое время



$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{ис}} = U$$

$$\mathcal{E} = U_1 + L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = U_1 + L \cdot U_I \Rightarrow U_I = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}$$

$$U_I = \frac{6 - 2}{0,1} = 40 \left(\frac{\text{В}}{\text{с}} \right)$$

$I_{\text{max}} \Rightarrow U_C = 0$ — момент, когда конденсатор полностью разрядился

$$W_0 + A_{\text{ист}} = W_k$$

$$\frac{C U_1^2}{2} + \mathcal{E} \cdot \Delta q = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\Delta q = C U_1$$

$$\frac{C I_{\text{max}}^2}{2} = \frac{3 C U_1^2}{2} \Rightarrow L I_{\text{max}}^2 = 3 C U_1^2 \Rightarrow I_{\text{max}} = U_1 \cdot \sqrt{\frac{3 C}{L}}$$

$$I_{\text{max}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 2 \cdot \sqrt{12 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \sqrt{3} = 4 \sqrt{3} \cdot 10^{-2} \approx 7 \cdot 10^{-2} \text{ (А)}$$

Ответ: $U_I = 40 \frac{\text{В}}{\text{с}}$; $I_{\text{max}} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ А}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten notes and calculations on graph paper:

Top Left: $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$, $C = \frac{Q}{U}$, $U = C \cdot E \cdot d$

Top Right: $V_k \cos \beta = U \cos \alpha$
 $V_k = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta} = 34 \cdot \frac{15}{13} = 50 \text{ (km/s)}$
 $\vec{V}_{отн} = \vec{V}_{абс} - \vec{V}_{пер}$
 $V_{отн} = V_k$
 $\eta = \frac{W_p}{Q} = \frac{N_p}{Q} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$
 $F = E \cdot q$
 $W = \frac{1}{2} C U^2$
 $U = \sqrt{\frac{2W}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 102}{1156}} = 136$

Middle Left: $Q_1 = A + \frac{1}{2} U = \frac{1}{2} U R_1 T_1 \Rightarrow C_{m1} = \frac{1}{2} R$
 $Q_2 = p_2 V + \frac{1}{2} R T_2 \Rightarrow C_{m2} = R + \frac{1}{2} R$

Middle Right: $p = V_k$, $V^2 k = \text{const}$, $T = \frac{k V^2}{a}$

Bottom Left: $Q_1 = 0,75$, $Q_2 = 0,75$, $Q_3 = 0,75$, $Q_4 = 0,75$, $Q_5 = 0,75$, $Q_6 = 0,75$, $Q_7 = 0,75$, $Q_8 = 0,75$, $Q_9 = 0,75$, $Q_{10} = 0,75$

Bottom Right: $Q_1 = 0,75$, $Q_2 = 0,75$, $Q_3 = 0,75$, $Q_4 = 0,75$, $Q_5 = 0,75$, $Q_6 = 0,75$, $Q_7 = 0,75$, $Q_8 = 0,75$, $Q_9 = 0,75$, $Q_{10} = 0,75$

Bottom Center: $Q_1 = 0,75$, $Q_2 = 0,75$, $Q_3 = 0,75$, $Q_4 = 0,75$, $Q_5 = 0,75$, $Q_6 = 0,75$, $Q_7 = 0,75$, $Q_8 = 0,75$, $Q_9 = 0,75$, $Q_{10} = 0,75$

Bottom Right: $Q_1 = 0,75$, $Q_2 = 0,75$, $Q_3 = 0,75$, $Q_4 = 0,75$, $Q_5 = 0,75$, $Q_6 = 0,75$, $Q_7 = 0,75$, $Q_8 = 0,75$, $Q_9 = 0,75$, $Q_{10} = 0,75$

$$q = C U = \frac{\epsilon_0 \epsilon E \cdot d}{d} \cdot d = \epsilon_0 \epsilon E d$$

$$q = \epsilon_0 \epsilon E d$$

$$\begin{array}{r} 12 \overline{) 177} \\ \underline{24} \\ 57 \\ \underline{48} \\ 90 \\ \underline{84} \\ 60 \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$1,77$$