

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

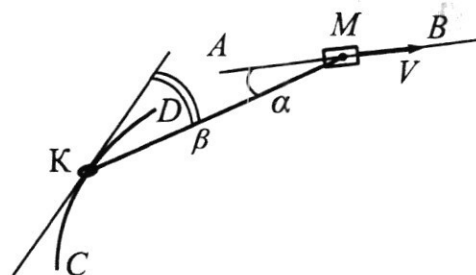
Класс 11

Вариант 11-01

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

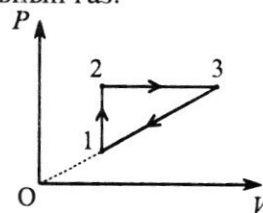
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



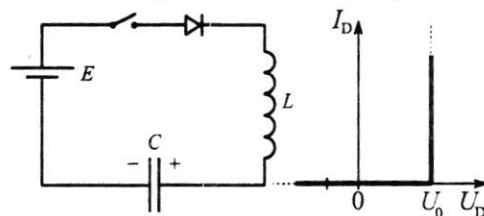
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

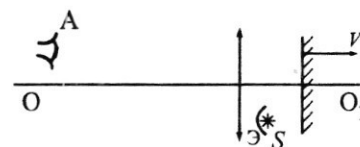
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

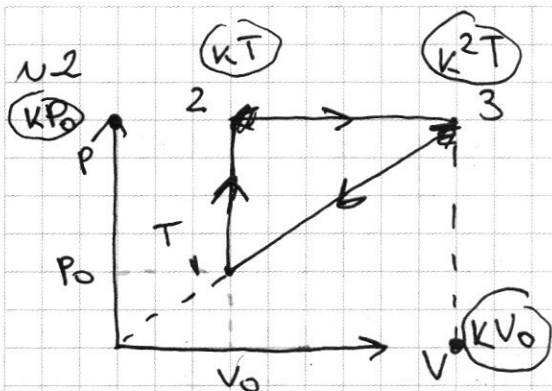


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$i=3$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$
2) 2,5
3) $\frac{1}{6}$

1) Повышение T происходило
на участке 1-2; 2-3

Процесс 12 (изохорный) $c = c_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$

Процесс 23 (изобарный) $c = c_p = \frac{i}{2} R + R = \frac{5}{2} R$

$$\frac{c_{23}}{c_{12}} = \frac{\frac{5}{2} R}{\frac{3}{2} R} = \left(\frac{5}{3} \right)$$

$$2) Q_{23} = c_p \Delta T = \frac{5}{2} R (k^2 T - k T) = \frac{5}{2} R k T (k - 1)$$

$$A_{23} = + S_{гР} = k P_0 (k V_0 - V_0) = k P_0 V_0 (k - 1)$$

$$\text{по УР Менд: } k P_0 V_0 = \Delta R T$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} R k T (k - 1)}{R k T (k - 1)} = 2,5$$

$$3) \quad \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_n} = \frac{(kP_0 - P_0)(kV_0 - V_0)}{2(Q_{12} + Q_{23})}$$

$$Q_{12} = \cancel{c_p \Delta T} c_v \Delta T = \frac{3}{2} \mathcal{O} R (kT - T) = \frac{3}{2} \mathcal{O} R T (k-1)$$

$$Q_{23} = c_p \Delta T = \frac{5}{2} \mathcal{O} R (k^2 T - kT) = \frac{5}{2} \mathcal{O} R T k (k-1)$$

$$\eta = \frac{P_0 V_0 (k-1)^2}{2 \left(\frac{3}{2} \mathcal{O} R T (k-1) + \frac{5}{2} \mathcal{O} R k T (k-1) \right)} = \frac{P_0 V_0 (k-1)^2}{2 \mathcal{O} R T (k-1) \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} k \right)}$$

$$P_0 V_0 = \mathcal{O} R T$$

$$\Rightarrow \eta(k) = \frac{(k-1)^2}{2(k-1) \left(\frac{3}{2} + \frac{5}{2} k \right)} = \frac{k-1}{3+5k}$$

$$\eta = \eta_{\max} \text{ при } k=0 \quad \eta_{\max} = \frac{1}{6}$$

$$3\eta + 5\eta k = k-1$$

$$3\eta = 3\eta + 1 = k - 5\eta k$$

$$3\eta + 1 = k(1 - 5\eta)$$

Возьмем производную по k

$$0 = \frac{1(3+5k) - 5(k-1)}{(3+5k)^2}$$

Производная по k

$$3+5k - 5(k-1) =$$

$$3+5k = 5k+5$$

$$k \in (-\infty; +\infty)$$

$$3+5k = -5k+5$$

$$10k = 2$$

$$k = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$\cancel{3+5k} = 5k-5$$

$$\eta_{\max}(k) = \frac{0,2-1}{4}$$

$$\eta = \text{const} \text{ (при произв. } k)$$

$\eta \neq$

$$\frac{2}{18} \quad \frac{1}{9}$$

$$\frac{3}{23}$$

$$\frac{4}{28} \quad \frac{1}{7}$$

$$\frac{5}{33}$$

$$\frac{6}{38} \quad \frac{3}{19}$$

$$\frac{7}{43}$$

$$\frac{8}{48} \quad \frac{1}{6}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 3

Дано:

d

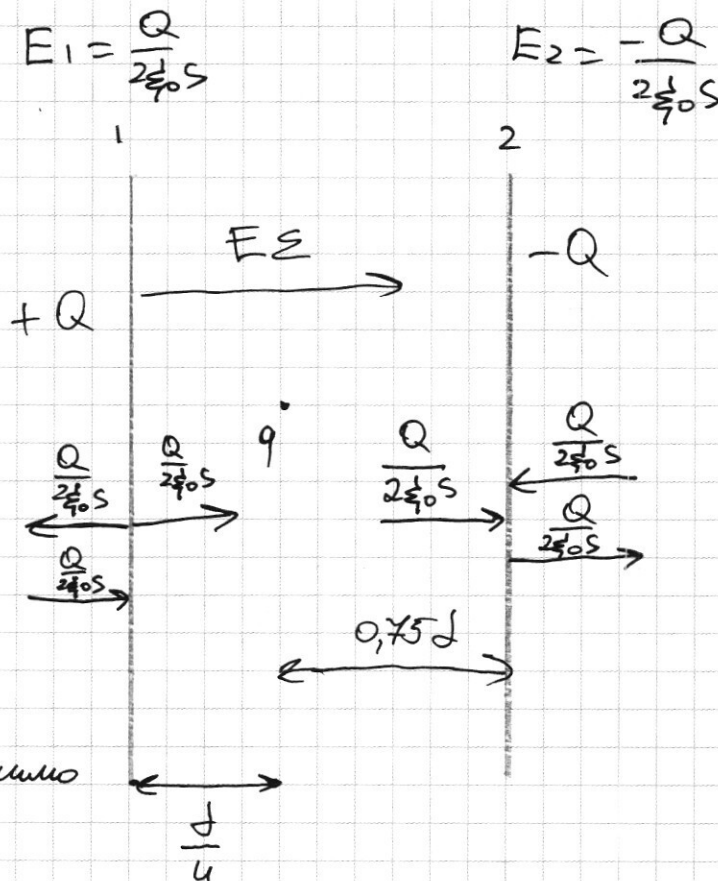
S

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

23 Н:

$$\vec{m}\vec{a} = \vec{F}_\Sigma$$

сила тяжести пренебрежимо
мала.



1) по формулам кинематики:

(Движение равноускоренное $\vec{E}_\Sigma q = m\vec{a}$)

$$E_\Sigma = \text{const} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow a = \text{const.}$$

$$\vec{s} = \frac{\vec{s}_0 + \vec{v} \cdot T}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{2s}{T} = \frac{3d}{2T} = \left(\frac{1.5d}{T} \right)$$

$$2) m\vec{a} = E_\Sigma \cdot q$$

$$\vec{a} = \vec{s}_0 + \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$v_1 = aT$$

$$\frac{mv_1}{T} = E_\Sigma \cdot q$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{T\gamma} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

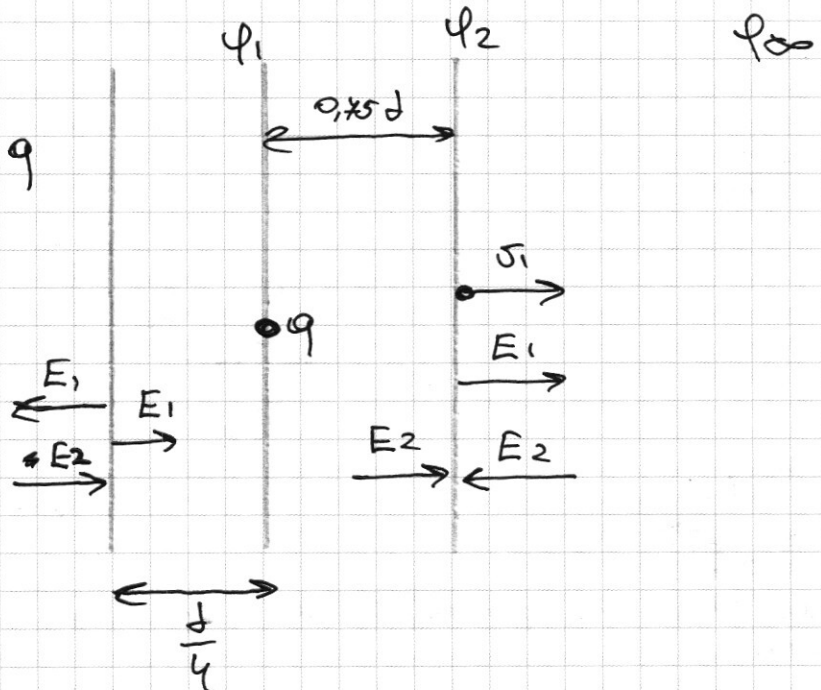
$$2) \quad Q = \frac{\frac{1}{\epsilon_0} S \sigma_1}{T \gamma} = \frac{\frac{1}{\epsilon_0} S \cdot 1,5 d}{T^2 \gamma}$$

3) Когда частица достигнет бесконечности её потенциал будет РАВЕН 0

☺

ЗСЭ:

$$\varphi_1 q + 0 = \frac{m v_2^2}{2} + \varphi_{\infty} q$$



$$\text{т.к. } E_1 = -E_2$$

поле снаружи отсутствует.

$\Rightarrow$ на частицу не будет действовать сила со стороны пластин.

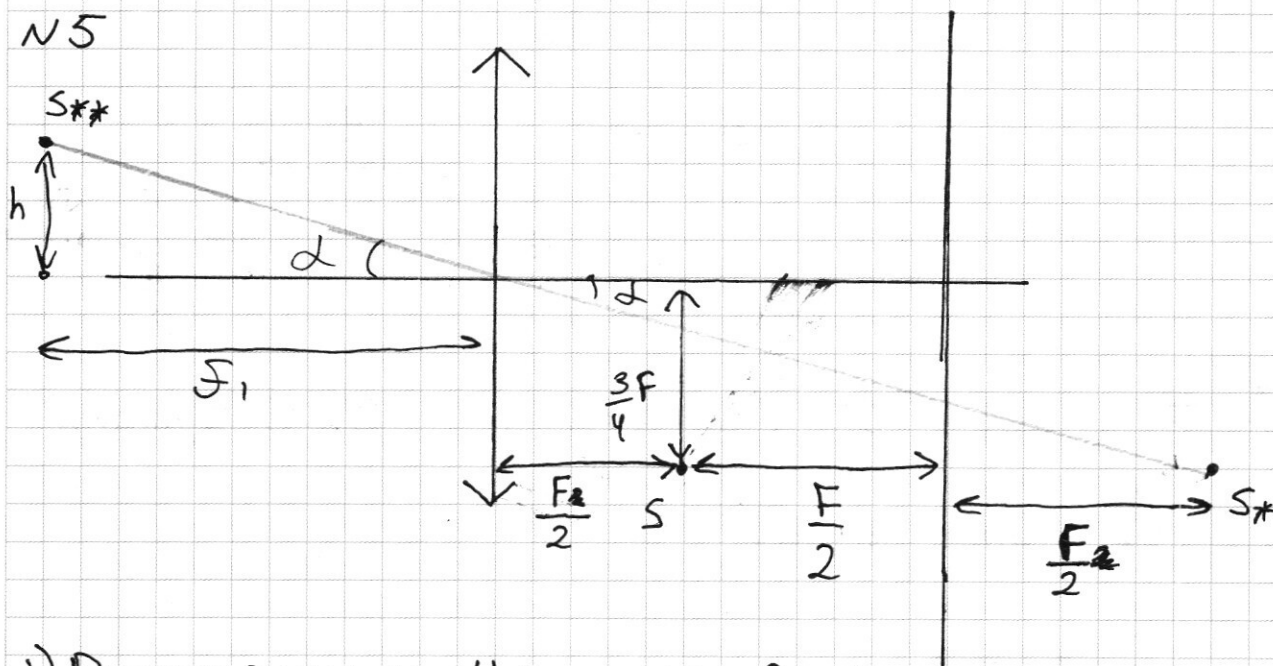
$$\Rightarrow \quad \sigma_1 = \sigma_2 = \frac{2S}{T} = \frac{1,5 d}{T}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1,5 d}{T}$$

$$2) \frac{\frac{1}{\epsilon_0} S \cdot 1,5 d}{T^2 \cdot \gamma}$$

$$3) \frac{1,5 d}{T}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Расстояние от S в зеркале до S изогн

$$d_1 = 1,5F$$

по ф. тонкой линзы

$$F_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F} = \frac{1,5F^2}{0,5F} = 3F$$

и

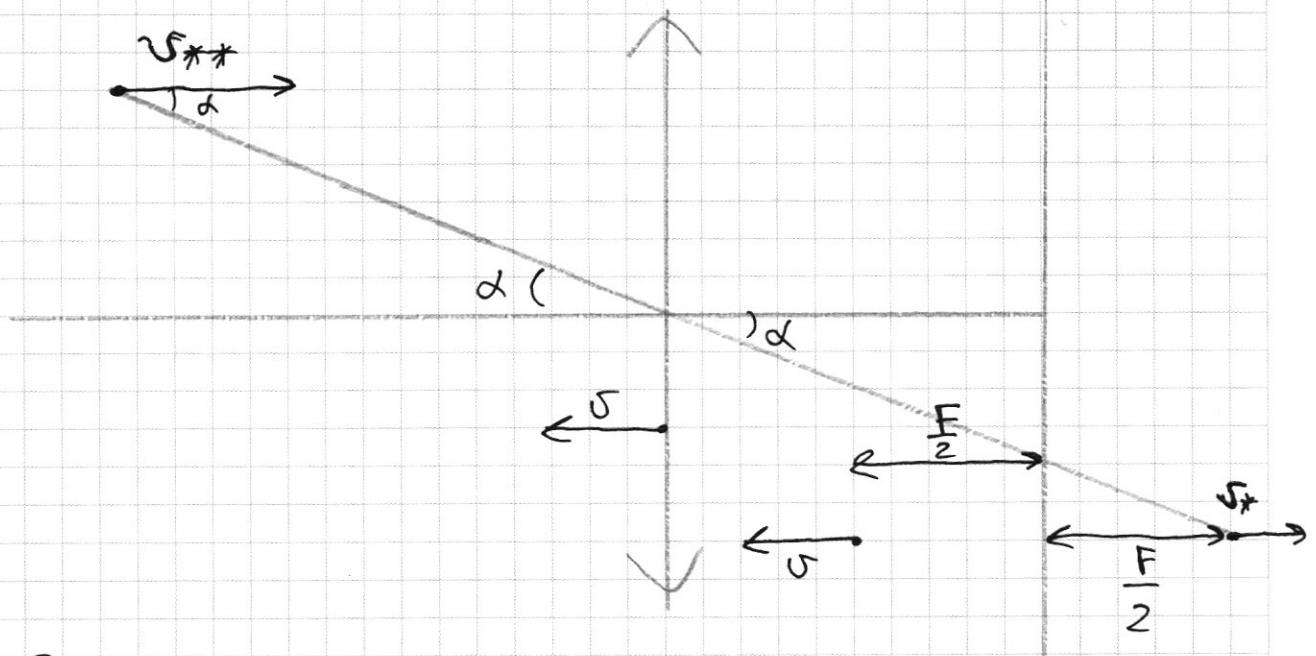
2) Из геометрии $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{1,5F} = \frac{F_1}{h}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{6} = 0,5$$

$$\alpha = \arctg(0,5)$$

3) Перенесем ВСО зеркала

$$\vec{S}_{\text{отн}} = \vec{S}_{\text{абс}} + -\vec{S}_{\text{пер}}$$



~~$\frac{v_{***}}{v^*}$~~ $v^* = v$ (ЗЕРКАНО) ВСО ЗЕРКАЛА.

$$\vec{v}_{*abc} = \vec{v}_* + \vec{v}_{np} = 2v$$

~~$\frac{v_{***}}{v^*} = 2$~~

$$\Gamma = \frac{F}{d_1 - F} = \frac{F}{0,5F} = 2$$

||

$$v_{***} = \Gamma^2 \cdot 2v$$

$$\frac{v_{***}}{v_{abc}^*} = \Gamma^2$$

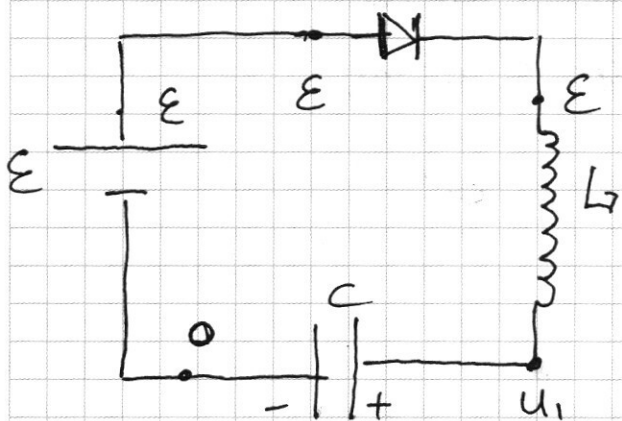
$v_{***} = 8v$ (Вправо)

- Ответ: 1) $F_1 = 3F$
 2) $\alpha = \arctg(0,5)$
 3) $v_{***} = 8v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

1) сразу после замыкания ключа
ток в катушке скачком не меняется; напряжение
на конденсаторе тоже. ($I=0$ $U_C=U_1$)



Диод изначально открыт
($E > U_1$)

$$U_D = 0$$

$$U_L = E - U_1 = 4 \text{ В}$$

$$U_L = L I'$$

$$\Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{4 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = 40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

2) Если $I = I_{\text{max}}$

$$\Rightarrow U_L = L I' = 0$$

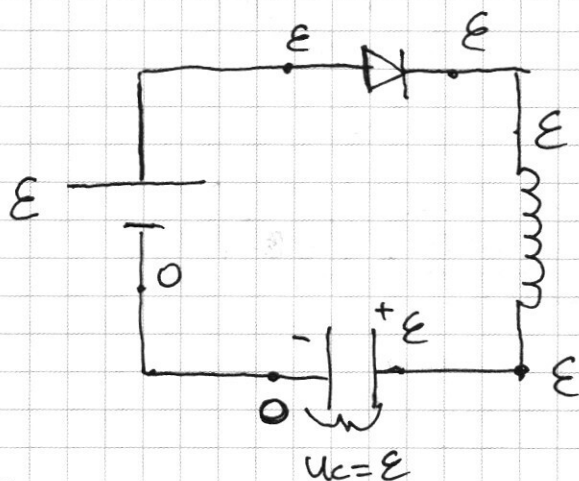
Момент времени (t_1)

Предположим

Диод открыт

$$\Rightarrow I_D > 0$$

$$U_D = 0$$



ЗСЭ: от момента замык. ключа до t_1 ,

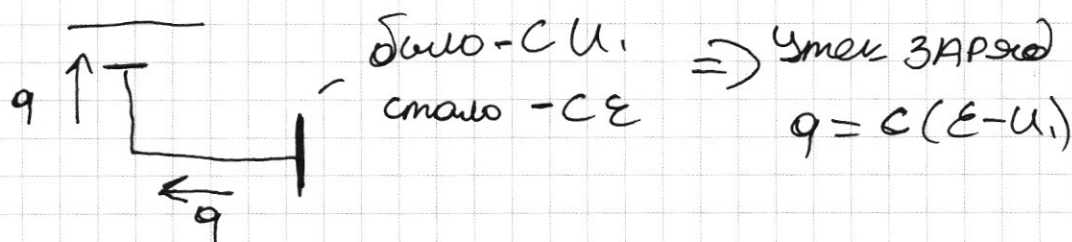
$$\Delta S = W(t) - W(0) + Q = 0$$

$$(R=0)$$

$$W(t) = \frac{CE^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$W(0) = \frac{CU_1^2}{2}$$

Рассмотрим питание обкладки конденсатора



$$\Downarrow$$

$$A\delta = qE = CE(E - U_1)$$

$$\Downarrow$$

$$CE(E - U_1) = \frac{CE^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2CE^2 - 2CEU_1 = CE^2 + LI_m^2 - CU_1^2$$

$$CE^2 + CU_1^2 - 2CEU_1 = LI_m^2$$

$$\sqrt{\frac{C(E^2 + U_1^2 - 2EU_1)}{L}} = I_m$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} (E - U_1) = \left(\sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \cdot (4) \right) A$$

$$= \cancel{40 \cdot 10^{-3}} \cdot 4 = 80 \cdot 10^{-3} A = \boxed{80 \text{ мА}}$$

ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ на другом листе)

При нахождении максимального тока диод должен быть открыт => ^{на нем есть} напряжение ОШИБКА!!!

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

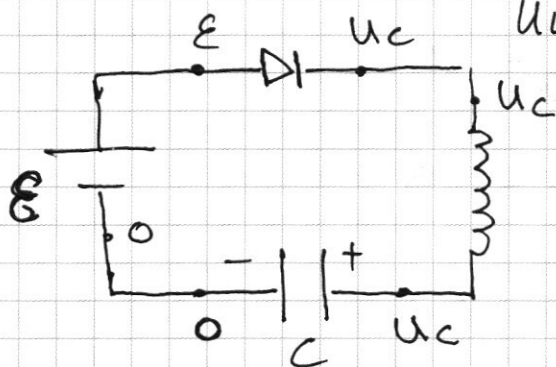
№ 4 (продолжение)

3) Вьет решение $I_C = 0$

$$U_C = U_2$$

$$U_B = 0$$

Тока нет $\Rightarrow I_D = 0$



$$W(t_{\text{зам}}) = \frac{C U_C^2}{2}$$

$$I(t_{\text{зам}}) = 0$$

от замыкания к до $t_{\text{зам}}$.

$$\text{ЗСЭ: } \Delta\delta = \frac{C U_C^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

РАССМОТРИМ ПРАВУЮ ОБПЛАДКУ КОНДЕНСАТОРА:

$$\begin{array}{l} + \text{ было: } C U_1 \\ \text{— стало } C U_C \end{array}$$

$$\text{приток } q = C(U_C - U_1)$$

$$\varphi E(U_C - U_1) = \frac{C U_C^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$2E U_C - 2E U_1 = U_C^2 - U_1^2$$

$$U_C^2 - E U_C \cdot 2 = U_1^2 - 2E U_1$$

$$U_C(U_C - 2E) = U_1(U_1 - 2E)$$

$$U_C^2 - 2E U_C + (2E U_1 - U_1^2) = 0$$

$$D = 4E^2 - 4(2Eu_1 - u_1^2)$$

$$D = 4E^2 - 8Eu_1 + 4u_1^2 = (2E - 2u_1)^2$$

"

$$u_{c1} = \frac{2E + 2E - 2u_1}{2}$$

$$u_{c2} = \frac{2E - 2E + 2u_1}{2}$$

$$u_{c1} = 2E - u_1$$

$$u_{c2} = u_1$$

$$u_{c1} = (18 - 5) \text{ В} = 13 \text{ В}$$

$$u_{c2} = 5 \text{ В}$$

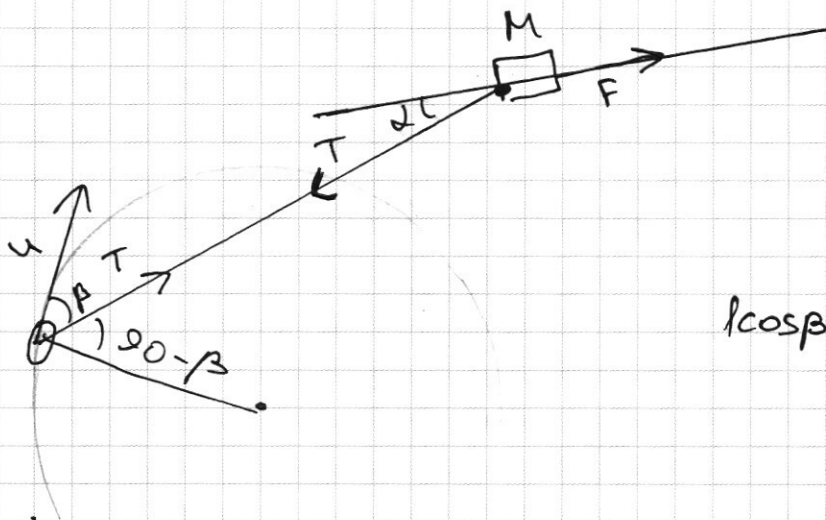
Ответ: 1) $40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$

~~2) 20 мА~~

3) 13 В 5 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$$l \cos \beta = \frac{5R}{3} \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{3}R$$

1) $F = T \cos \alpha$
 2) $T \cos \beta = m a_{\text{цс}}$ $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$

3) иметь перестановки

$$\Rightarrow u \cos \alpha = u \cos \beta$$

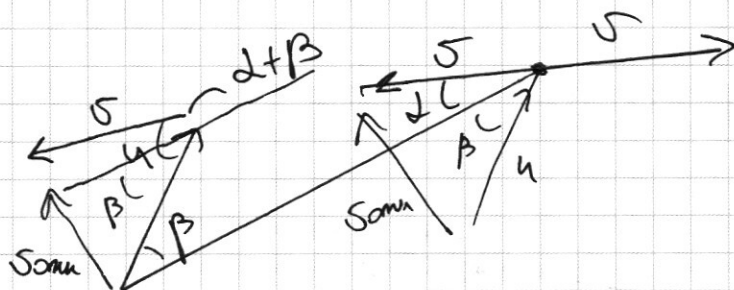
$$u = \frac{u \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{u \cdot 15}{17} = \left(\frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{68} \right) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

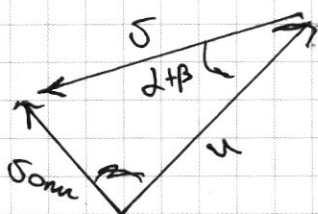
4) $\vec{u}_{\text{цс}} = \vec{u}_{\text{отн}} + \vec{u}_{\text{пер}}$

перейдем в СО мушкетера.

$$\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u}_{\text{цс}} + (-\vec{u}_{\text{пер}})$$



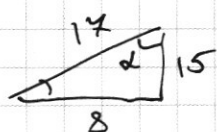
из геометрии угол между u и $v = (\alpha + \beta)$



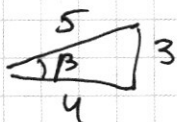
по Т. косинусов

$$v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta) = \text{Сумм}^2$$

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



$$\sqrt{289 - 225} = 8 \quad \sin \alpha = \frac{8}{17}$$



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

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \left(\frac{12}{17} - \frac{24}{17.5} \right)$$

$$= \frac{60 - 24}{17.5} = \frac{36}{17.5} \Rightarrow \text{Сумм} = \sqrt{68^2 + 75^2 - \frac{68 \cdot 75 \cdot 36}{17.5}}$$

$$\approx 83 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 (продолжение)

3) 23К для "m" ~~на ось~~

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

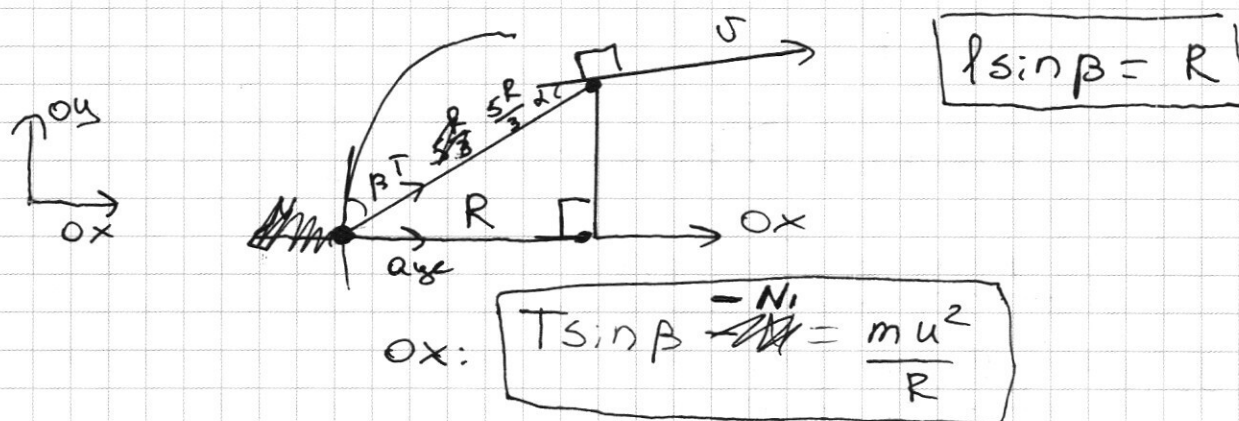
$$-N \cos \beta + T \sin \beta = \frac{mu^2}{R} \quad \text{на ось радиуса}$$

23К: для M

$$T = mu^2$$

23К для M'

$$F_x = T \cos \beta$$



Находим N , ответим на вопрос.

$$Oy: ma_r = T \cos \beta$$

Мы находимся в горизонтальной плоскости $\Rightarrow N = mg$

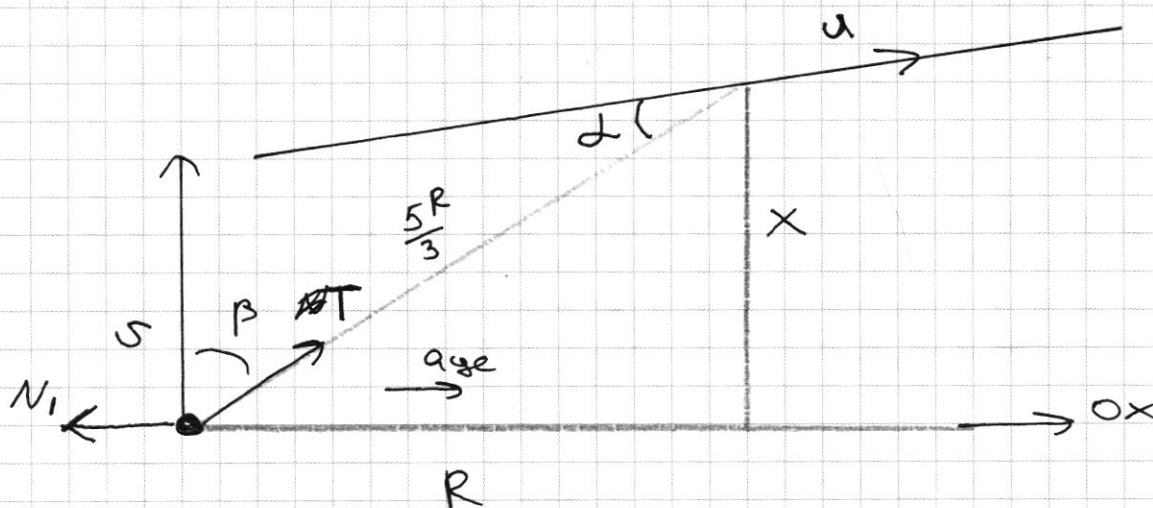
$$T \sin \beta = \frac{mv^2}{R}$$

3) Бокс

Со стороны проволки на коньчо дей-
ствует сила N_1

$$l \sin \beta = R$$

$$m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{N}_1$$



⊗ mg
⊙ N

$$\begin{cases} ma_{age} = T \sin \beta - N_1 \\ ma_x = T \cos \beta \end{cases}$$

$$x = l \cos \beta = \frac{5R}{3} \cdot \frac{4}{5} = \left(\frac{4}{3} R \right)$$

$$v = u = 75 \frac{M}{C}$$

$$\frac{mv^2}{\sin \beta R} + \frac{N_1}{\sin \beta} = T$$

Ответ: $v = u = 75 \frac{M}{C}$

Скорость $\approx 83 \frac{M}{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4 (продолжение 2-ого вопроса)

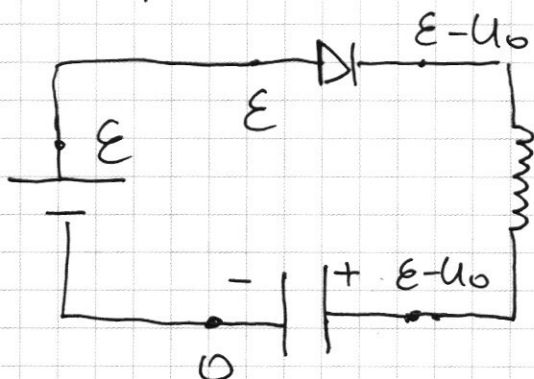
2) ~~предположим диод ЗАКРЫТ~~

$$\Rightarrow I = 0$$

Если ток МАКСИМАЛЕН $\Rightarrow$

$$U_L = L I' = 0$$

Напряжение на диоде = U_0



ПРАВАЯ ОБКЛАДКА КОНДЕНСАТОРА.

было $C U_1$ стало $C(E - U_0)$ $\Rightarrow$ приток $(E - U_0 - U_1) \cdot C$

$$q^* = C(E - U_0 - U_1) = 3 \text{ В} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 120 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$$

II от времени ЗАМЫКАНИЕ до $I = I_{\text{max}}$
ЗСЭ:

$$E q^* = -W(0) + W(t) + Q^{\text{св}} \\ E q^* = -\frac{C U_1^2}{2} + \frac{C(E - U_0 - U_1)^2}{2} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = E q^* + \frac{C U_i^2}{2} - \frac{C (\varepsilon - U_0 - U_i)^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{1}{L} \left(2 E q^* + C U_i^2 - C (\varepsilon - U_0 - U_i)^2 \right)}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{1}{0,1} \left(2 \cdot 120 \cdot 10^{-3} \cdot 9 + 200 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 25 - \right.$$

$$\left. \cdot 40 \cdot 10^{-3} (3)^2 \right) \quad (A)$$

$$I_m = \sqrt{10 (18 \cdot 120 \cdot 10^{-3} + 1000 \cdot 10^{-3} - 360 \cdot 10^{-3})} \quad (A)$$

~~Im 3)~~

$$I_m = \sqrt{10 (2160 \cdot 10^{-3} + 1000 \cdot 10^{-3} - 360 \cdot 10^{-3})}$$

$$I_m = \sqrt{10 (2800 \cdot 10^{-3})}$$

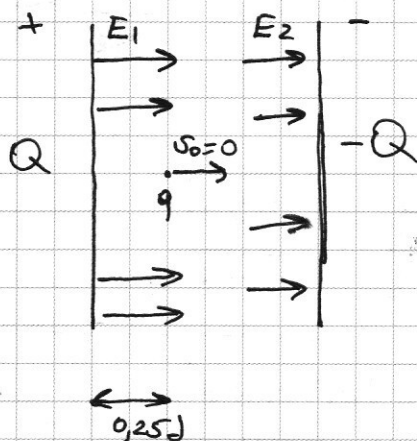
$$= (10^{-1} \sqrt{2800}) A = 10 \cdot 10^{-1} \sqrt{28} = 2\sqrt{7} A$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 3

Дано:

S
d
T



$$1) \text{ } E_1 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_2 = \frac{-Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{\Sigma} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

ЗСЭ:

$$\varphi_1 q + 0 = \varphi_2 q + \frac{mv^2}{2}$$

$$q(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{mv^2}{2}$$

$$q(E_{\Sigma} d) = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q}{m} \left(\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{3}{4} d \right)}$$

$\Rightarrow$

$$v = \sqrt{\frac{2q U_1 \cdot \frac{3}{4}}{m}}$$

~~$$U_1 = E_{\Sigma} d$$~~

$$U_1 = E_{\Sigma} d \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{1,5 q U_1}{m}} = \sqrt{1,5} \sqrt{U_1}$$

по Ф-м кинематики

$$0,75 J = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v = v_0 + at$$

$$v = at$$

$$0,75 J = \left(\frac{v_0 + v}{2} \right) \cdot T$$

$$a = E_{\Sigma} q$$

$$1,5 J = vT \Rightarrow v = \frac{1,5 J}{T}$$

$$1) \frac{1,5 \text{ Дж}}{T} = 5$$

$$(17.4)^2 + (5^2 \cdot 3) - 6^2 \cdot 10^2$$

$$2) \quad \sigma = aT \quad (\sigma_0 = 0)$$

$$1,5 \text{ Дж} = aT^2$$

$$a = \frac{1,5 \text{ Дж}}{T^2}$$

$$\frac{8}{48} \quad \frac{9}{53} \quad \frac{10}{58} \quad \frac{11}{63}$$

$$\frac{12}{62} \quad \frac{13}{34} = \frac{3}{16}$$

$$a = 1,5 \text{ Дж} T^2$$

$$a = \frac{E_{\text{эл}} q}{m_{\text{эл}} S}$$

$$E_{\text{эл}} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 S}$$

$$\frac{Qq}{m_{\text{эл}} S} = \frac{1,5 \text{ Дж}}{T^2}$$

$$Q = \frac{1,5 m_{\text{эл}} \epsilon_0 S}{q T^2} = \frac{1,5 \text{ Дж} \epsilon_0 S}{q T^2}$$

$$\begin{array}{r} 18 \cdot \\ \times 12 \\ \hline \end{array}$$

$$3) \quad 180 + 36 = 216^\circ$$

$$\varphi_\infty = 0$$

11

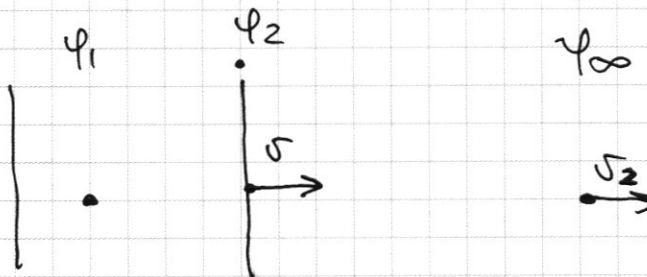
3C3:

$$\frac{1}{6} = \frac{k-1}{3+5k}$$

$$3160 - 360 = 2800$$

$$\varphi_1 q = \frac{m \sigma_2^2}{2}$$

$$\varphi_2 q + \frac{m \sigma^2}{2} = \frac{m \sigma_2^2}{2}$$



$$\begin{array}{r} 18 \cdot 10 + 18 \cdot 2 \\ \hline 180 \quad 36 = 2160 \end{array}$$

$$100 \cdot 36 = 3600$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 45 \\ \times 45 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3160 \\ + 5625 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6649 \overline{) 3} \\ - 0 \quad 1221 \\ \hline 6 \\ - 0 \quad 6 \\ \hline 4 \\ - 3 \quad 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ \times 83 \\ \hline 249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024964 \\ - 3602 \\ \hline 1024604 \\ + 82 \\ \hline 1024686 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 68 \\ \times 68 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ \times 83 \\ \hline 249 \\ + 664 \\ \hline 6889 \end{array}$$

$$\sqrt{6649} = 84 \approx 83$$