

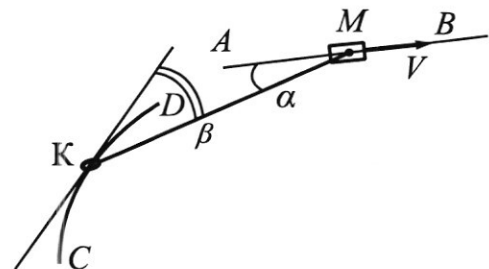
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-02

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

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.



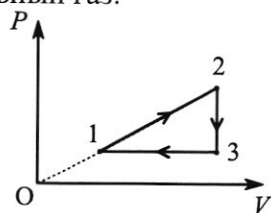
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

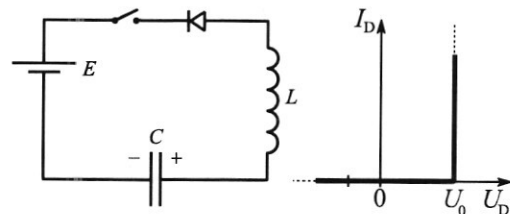
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

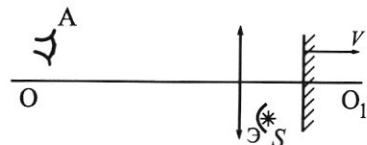


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

попереч. увел. $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{5F}{2} \cdot \frac{3}{5F} = \frac{3}{2}$

продол. увел. $\beta = \Gamma^2 = \frac{9}{4}$

$$\sigma_z'' = \Gamma^2 \cdot 2\sigma = \frac{9}{2} \sigma$$

~~$\sigma_y'' = 0$ (т.к. $\sigma_y' = 0$)~~

~~$\sigma_y'' = \frac{8F}{15} \cdot \frac{dF}{dt} = \frac{8F}{15} \cdot \left(\frac{f(t)}{d(t)} \right) = \frac{8F}{15}$~~

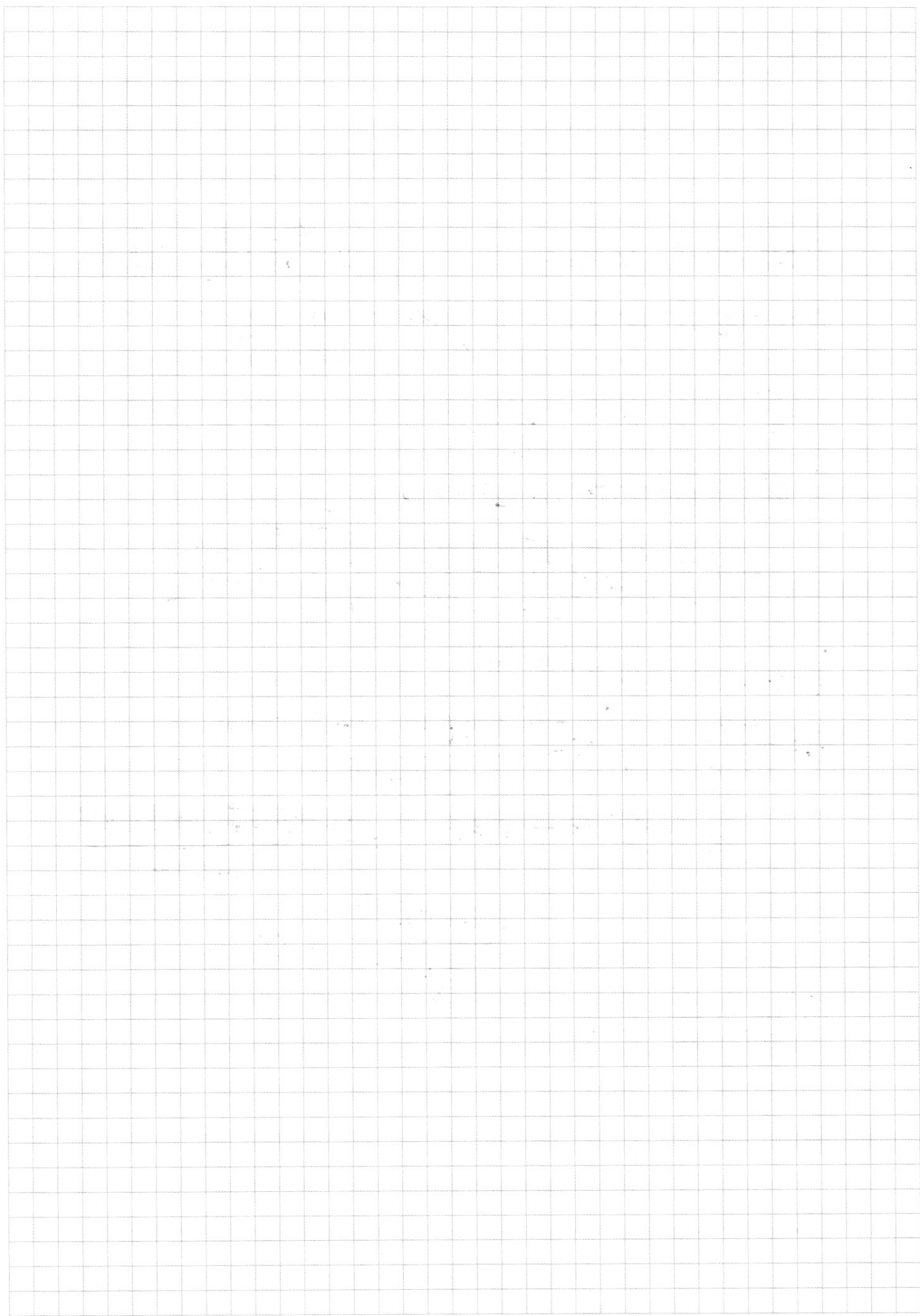
$\dot{d} = -2\sigma$ (впр. на $0z$)

$f = \frac{Fd}{d-F}$ $\dot{f} = \frac{-F \cdot 2\sigma \cdot (d-F) + 2\sigma Fd}{(d-F)^2} =$

~~$2 \cdot 2\sigma F - d \cdot F$~~ $= \frac{-2\sigma Fd + 2\sigma F^2 - 2\sigma F^2}{(d-F)^2} =$

$= \frac{2\sigma F^2}{\left(\frac{2F}{3}\right)^2} = \sigma$

$\sigma_y'' = \frac{8F}{15} \cdot \frac{d\Gamma}{dt} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{3}{2} = \frac{4F}{5}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C U_2^2 + 2C(\varepsilon + U_1)(U_{c1} - U_2) - (L I_m^2 + C U_{c1}^2) = 0$$

$$C U_2^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_2 - (L I_m^2 + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_{c1}) = 0$$

решим ур-ие отн. U_2 :

$$D = 4C^2(\varepsilon + U_1)^2 + 4C(L I_m^2 + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_{c1})$$

$$U_2 = \frac{2C(\varepsilon + U_1) \pm \sqrt{4C^2(\varepsilon + U_1)^2 + 4C(L I_m^2 + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_{c1})}}{2C}$$

$$U_2 = \varepsilon + U_1 \pm \sqrt{\varepsilon^2 + \frac{L}{C} I_m^2 + U_{c1}^2 - 2(\varepsilon + U_1)U_{c1}}$$

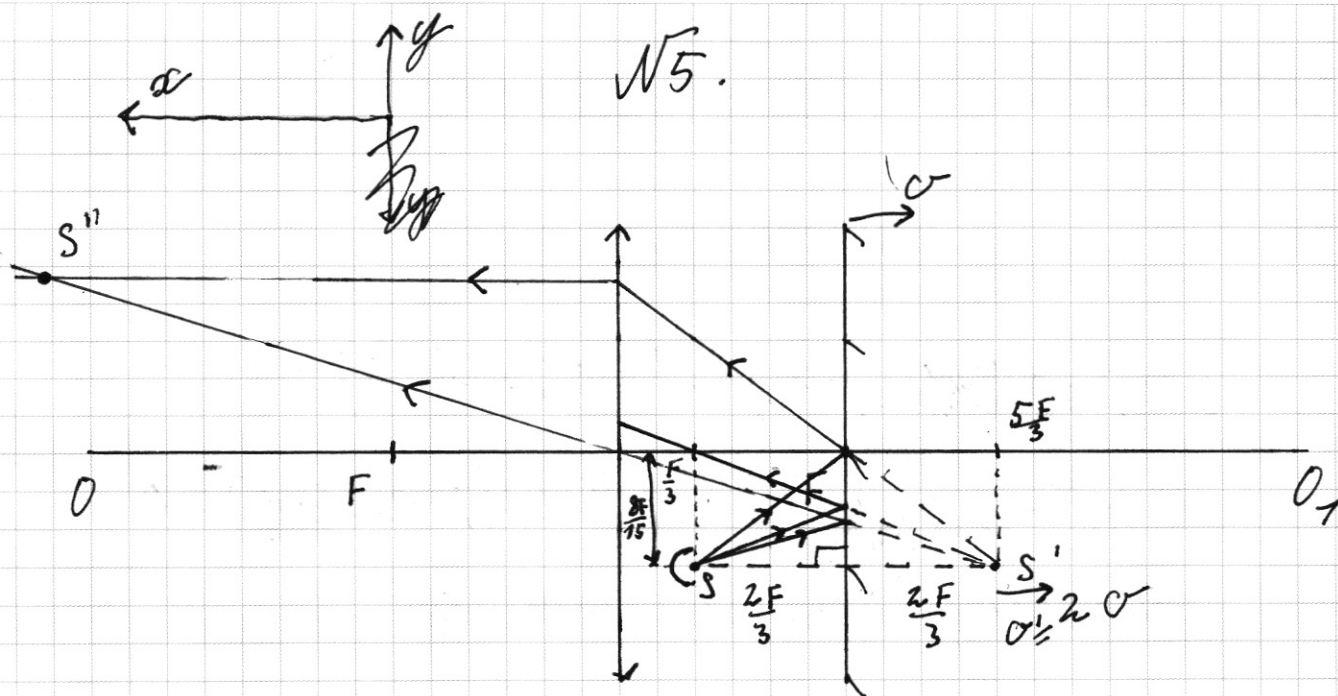
$$C U_2^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_2 - (L I_m^2 + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_{c1}) = 0$$

$$C U_2^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_2 - (\cancel{C U_1^2} + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_{c1}) + C U_{c1}^2 - 2C(\varepsilon + U_1)(U_1 - \varepsilon - U_0) - 2C(\varepsilon + U_1)(\varepsilon + U_0) = 0$$

$$C U_2^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_2 - (C U_1^2 - 2C(\varepsilon + U_1)(U_1 - \varepsilon - U_0 + \varepsilon + U_0)) = 0$$

$$C U_2^2 - 2C(\varepsilon + U_1)U_2 - (C U_1^2 - 2C U_1(\varepsilon + U_1)) = 0$$

решим ур-ие отн. U_2 :



1) Изобр. S' расположено на расст.
 $d = \frac{5F}{3}$ от м-та линзы

ф-ла точкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

~~изобр. действ. т.к. $d > F$
 что линза выпуклой~~

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd}$$

$$f = \frac{Fd}{-F + d} = \frac{F \cdot F \cdot \frac{5}{3}}{\frac{-3F + 5F}{3}} = \frac{\frac{5}{3} F^2 \cdot 3}{2F} = \frac{5F^2}{2F} = \frac{5F}{2}$$

$$f = \frac{5F}{2}$$

2) ВСО зеркала изобр. S' движ. со скоростью
 σ вправо $\Rightarrow$ в СО линзы S' движ. со скор.
 2σ вправо

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I_m = \sqrt{10^{-4} \cdot ((36 - 16) - 8 \cdot 2)} = \sqrt{10^{-4} (20 - 16)} =$$

$$= 0,01 \cdot 2 \sqrt{2} = \frac{2\sqrt{2}}{100} = \frac{\sqrt{2}}{50} \text{ А} \approx 0,028 \text{ А}$$

$I_m = 0,02 \text{ А}$

$I_m = \frac{\sqrt{2}}{50} \text{ А} \approx 0,028 \text{ А}$

3) ~~Вопрос в задаче некорректен, когда~~

ЗСЗ для составлений, когда ток был максимальным и когда он прекратился:

$$A_{\text{г1}} + \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} + A_{\text{к1}} = \frac{CU_2^2}{2}$$

$A_{\text{к1}} = -q_{\text{пр1}} \cdot \mathcal{E}$, $A_{\text{к1}}$ — работа ист. вращающ. вр. между мом. макс. тока и

момента закрытия диода, $q_{\text{пр1}}$ — заряд, протекающий за это время

$$A_{\text{г1}} = -q_{\text{пр1}} \cdot U_1 \text{ — работа диода}$$

$$CU_2 = CU_1 - q_{\text{пр1}}$$

$$q_{\text{пр1}} = C(U_1 - U_2), q_{\text{пр1}} > 0$$

$$\frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} - \left(\frac{U_1}{\mathcal{E}}\right) C(U_1 - U_2) = \frac{CU_2^2}{2}$$

$$\begin{aligned}
 D &= 4C^2(\varepsilon + u_1)^2 + 4C^2(u_1^2 - 2u_1(\varepsilon + u_1)) = \\
 &= 4C^2(\varepsilon^2 + \cancel{2\varepsilon u_1} + \cancel{u_1^2} + u_1^2 - \cancel{2\varepsilon u_1} - \cancel{2u_1^2}) = \\
 &= 4C^2\varepsilon^2
 \end{aligned}$$

$$u_2 = \frac{2C(\varepsilon + u_1) \pm 2C\varepsilon}{2C}$$

$$u_2 = \varepsilon + u_1 \pm \varepsilon$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

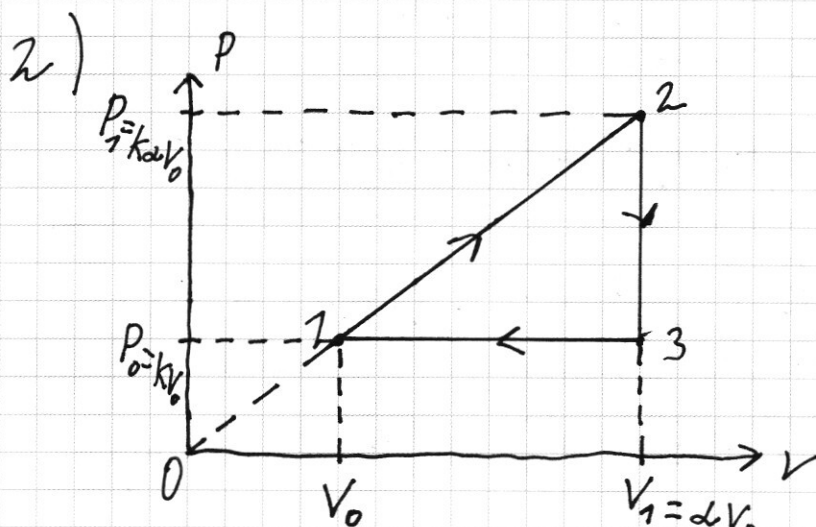
 $\sqrt{2}.$ $7am, i=3$

1) Потнижение темп-ты газа происходит ~~в~~ при изохорном ~~сжатии~~ потнижении давл. 2-3 и изобарном сжатии 3-7.

Тогда из соотношения ~~связи~~ ^{потен. д. в.:} $C = C_{23} = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R$

Тогда из баланса энергии: $C_{37} = C_p = C_v + R = \frac{1+2}{2} R = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$



Стягива $\frac{V_1}{V_0} = \alpha, (\alpha > 1)$
а на yr-кел-2 $P = kV$.

(работа в пр. 1-2
найдена как н-д
тран-и)

Радоманага б пр. 1-2 $A_{12} = \frac{1}{2} (P_1 + P_0) (V_1 - V_0) =$
 $= \frac{1}{2} (\alpha k V_0 + k V_0) (\alpha V_0 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot k V_0 (\alpha + 1) \cdot V_0 (\alpha - 1) = \frac{k V_0^2}{2} (\alpha^2 - 1)$

~~Второй~~

$$U_L = U_c - \varepsilon - U_0 \quad (\text{аналог. (1), } U_c - \text{напр. на конт.})$$

$$U_L = 0$$

$$U_{c1} = \varepsilon + U_0, \quad U_{c1} - \text{напр. на конт. - ре в мом., когда ток макс.}$$

Этот протекание тока "против час. стрелки" исп. ЭД с совершает отрицат. работу $A_u = -q_{\text{пр}} \varepsilon$, где $q_{\text{пр}}$ - протекший заряд исп. заряд, $q_{\text{пр}}$ макс. соверш. отриц. раб. $A_g = -q_{\text{пр}} U_1$

$$q_{\text{пр}} = C U_1 - C U_{c1} = C (U_1 - \varepsilon - U_0)$$

$$3 \text{ СЗ: } A_g + \frac{C U_1^2}{2} + A_u = \frac{C U_{c1}^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}, \quad I_m - \text{макс. ток}$$

$$2 A_g + C U_1^2 + 2 A_u - C U_{c1}^2 = L I_m^2$$

$$L I_m^2 = C (U_1^2 - U_{c1}^2) - 2 C (U_1 - \varepsilon - U_0) (\varepsilon + U_1)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L} \left((U_1^2 - U_{c1}^2) - 2 (\varepsilon + U_1) (U_1 - \varepsilon - U_0) \right)}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L} \left((U_1^2 - (\varepsilon + U_0)^2) - 2 (\varepsilon + U_1) (U_1 - \varepsilon - U_0) \right)}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} \cdot \left((6^2 - (3+1)^2) - 2 \cdot 4 \cdot (6 - 3 - 1) \right)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Обозначим угол между векторами $\vec{\sigma}_{acc}$ и тросом за β . Тогда перпенд. тросу составляющая скорости движ. кольца отн. муфты $\sigma_{acc \perp} = \sigma_{acc} \cdot \sin \beta$

$\hookrightarrow 0$, связанная с муфтой инерциальна (т.к. $\vec{\sigma} = \text{const}$).

Работа силы упр. T , дейст. на кольцо со стороны троса $\delta A = T \cdot dS \cdot \cos \beta = T \cdot \sigma_k dt \cdot \cos \beta$

$$\text{З.С.З. } W_{k0} + \delta A = W_{k1}$$

$\delta A = dW_k$, где dW_k - малое прираще кин. энерг. кольца

$$T \cos \beta \sigma_k dt = d \left(\frac{m \sigma_k^2}{2} \right)$$

$$T \cos \beta \sigma_k dt = \frac{m \cdot 2 \sigma_k d\sigma_k}{2}$$

$$T \cdot \cos \beta \cdot dt = m d\sigma_k$$

$$\frac{T}{m} \cos \beta = a_{\sigma}, \quad a_{\sigma} - \text{тангенц. уск. кольца}$$

намет частицы ~~не~~ (за пределами
конд-ра) на U_L и U_0 глётывают
никакие электростат. силы со
стороны конд-ра. Ит.о. скорость
частицы не изм. при намет
вне конд-ра $\Rightarrow \sigma_0 = \sigma_1$.

$$\boxed{\sigma_0 = \sigma_1}$$

√4.

1) Сразу после замыкания ключа.
~~напряж. на катушке U_L~~

~~Σ~~ $\Sigma - U_1 + U_{L0} + U_0 = 0$ (обход против
часовой стрелки)

$$U_{L0} = U_1 - \Sigma - U_0 \quad (1)$$

$$U = L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{U}{L}$$

скор. возр. тока после
замык. кн. $\dot{I} = \frac{U_{L0}}{L} = \frac{U_1 - \Sigma - U_0}{L}$

$$\dot{I} = \frac{6 - 3 - 1}{0,2} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ А/с}$$

$$\boxed{\dot{I} = 10 \text{ А/с}}$$

2) Макс. ток будет достигнут,
когда $U_L = 0$ (т.к. в предыдущ. мом.
вр. $U_L > 0 \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} > 0$, а в последующ.
мом. вр. $U_L < 0 \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} < 0$, до мом., когда
 $U_L = 0$ ток нарастает, а после убывает).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos \gamma = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{\left(1 - \frac{9}{25}\right) \left(1 - \frac{64}{289}\right)} =$$

$$= \frac{24}{85} - \sqrt{\frac{16}{25} \cdot \frac{225}{289}} = \frac{24}{85} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{24 - 60}{85} = -\frac{36}{85}$$

$$\sigma_{абс} = \sqrt{\sigma_k^2 + \sigma^2 + \frac{72}{85} \sigma \sigma_k} = \sqrt{\sigma^2 \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} \right)^2 + \sigma^2 + \frac{72}{85} \sigma \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}}$$

$$= \sigma \cdot \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + 1 + \frac{72}{85} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}} =$$

$$= 40 \cdot \sqrt{\left(\frac{3 \cdot 17}{5 \cdot 8}\right)^2 + 1 + \frac{72}{85} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8}} =$$

$$= 40 \cdot \sqrt{\left(\frac{51}{40}\right)^2 + 1 + \frac{72 \cdot 3}{25 \cdot 8}} = \sqrt{51^2 + 40^2 + \frac{72 \cdot 3 \cdot 40^2}{5 \cdot 40}} =$$

$$= \sqrt{51^2 + 40^2 + 216 \cdot 8} = \sqrt{2601 + 1600 + 1728} =$$

$$51^2 = 50 \cdot 51 + 51 = \frac{5100}{2} + 51 = 2550 + 51 = 2601$$

$$= \sqrt{4201 + 1728} = \sqrt{5929} \text{ см/с}$$

Скор. волны отн. света $\sigma_{абс} = \sqrt{5929} \text{ см/с}$

$$\sigma_{12} = \sigma_1$$

$$\sigma_1 T = \gamma \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{T^2}{2}$$

$$\sigma_1 = \frac{\gamma U}{2d} + \quad T = \frac{2d\sigma_1}{\gamma U}$$

2) ЗСЗ: $\frac{m\sigma_1^2}{2} + A_m = 0$ (внар. мом. частица
влетает в конденсатор и имеет кин. эн. $\frac{m\sigma_1^2}{2}$)

$$A_m = -F_k \cdot (d - 0,2d) = -F_k \cdot 0,8d \quad (\text{перемещ. напр. против сил } F_k)$$

$$\frac{m\sigma_1^2}{2} = 0,8F_k d$$

$$m\sigma_1^2 = 1,6 \cdot \gamma \frac{U}{d}$$

$$\sigma_1^2 = 1,6U \cdot \frac{\gamma}{m}$$

~~$$\sigma_1^2 = 1,6U \cdot \frac{\gamma}{m}$$~~

$$U = \frac{m\sigma_1^2}{\gamma} \cdot \frac{10}{16}$$

$$U = \frac{5}{8} \cdot \frac{\sigma_1^2}{\gamma}$$

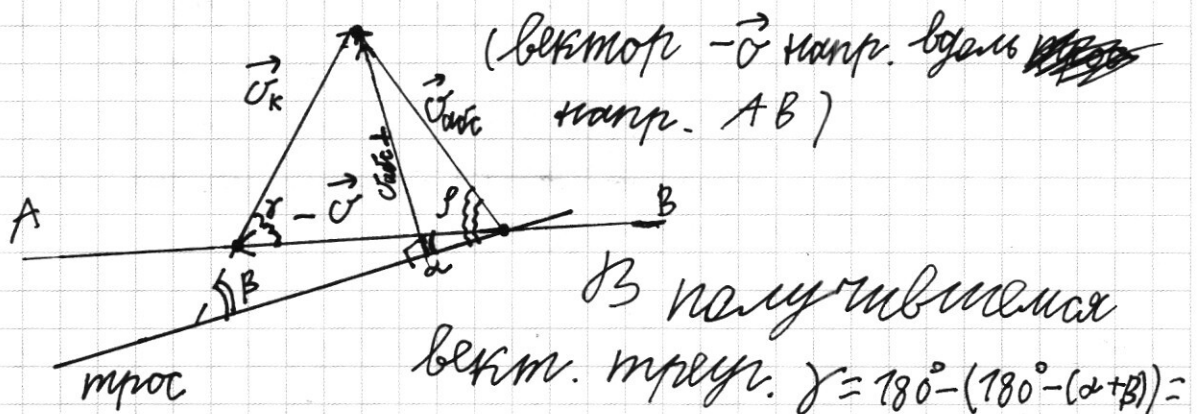
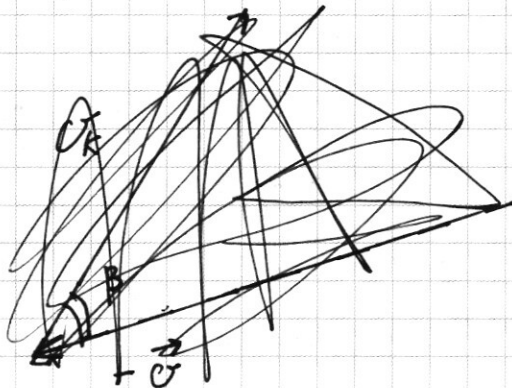
3) Тл. к. ~~была~~ сначала частица
была далеко от конденсатора, можно
считать, что она практически
не вызвала перераспределения
заряда на обкладках конденсатора,
при этом конденсатор не создаст
эл. пол вне зазора (см. выше).

А т. к. выше сказано, что эл. пол
зарядов конденсатора можно считать
нулевыми, то при дальнейшем

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

отн. муфты, $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_k$ - скорость
движ. ^{камеры в} лаб. со, связанной с прова-
лой и другой окр., а $\vec{v}_{отн} = -\vec{v}$ -
скорость движ. лаб со отн. муфты,

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_k - \vec{v}$$



По теор. кос.: $v_{абс} = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2v_kv\cos\gamma} = \alpha + \beta$

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

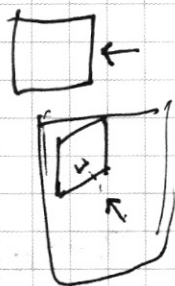
$$= \cos\alpha\cos\beta - \sqrt{(1-\cos^2\alpha)(1-\cos^2\beta)}$$

$$\eta_{max} = \lim_{d \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{4} \cdot \frac{d-1}{d+1} \right) = \frac{1}{4} \cdot \lim_{d \rightarrow \infty} \left(\frac{d-1}{d+1} \right) = \frac{1}{4}$$

$$\eta_{max} = \frac{1}{4} \text{ или } \eta_{max} = 25\%$$

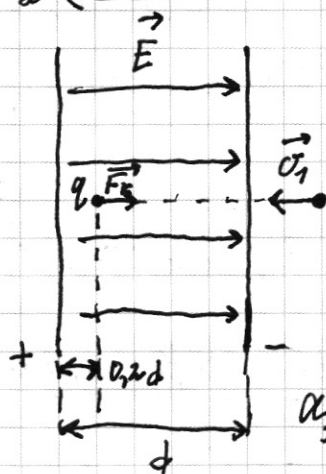
$\sqrt{3}$.

Тл. к. обкладки конден-ра имеют разные знаки, но одинаковы по модулю заряды, конден-р не создаст Эл. поле за пределами зазора между обкладками (по теор. Гаусса, при предъявлении краевыми эфф.).



1) ~~Частица~~ Частица влетает в конден-р перпенд. плоскости пластин и останавливается, заряд частицы положительн $\Rightarrow$ миним. напр. Эл. поле напр. против ~~вдоль~~ скорости частицы $\vec{v}$.

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



сила Кулона, глвст. на част.

$$F_k = qE = q \frac{U}{d}$$

$$\sigma_{1x} T + a_x \frac{T^2}{2} = 0$$

$$a_x = -\frac{F_k}{m} = -\frac{qU}{md} = -\gamma \cdot \frac{U}{d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 1) ФТ.К. длина троса постоянна, проложим скорости муфты и каньца на ось, напр. вдоль троса правый:

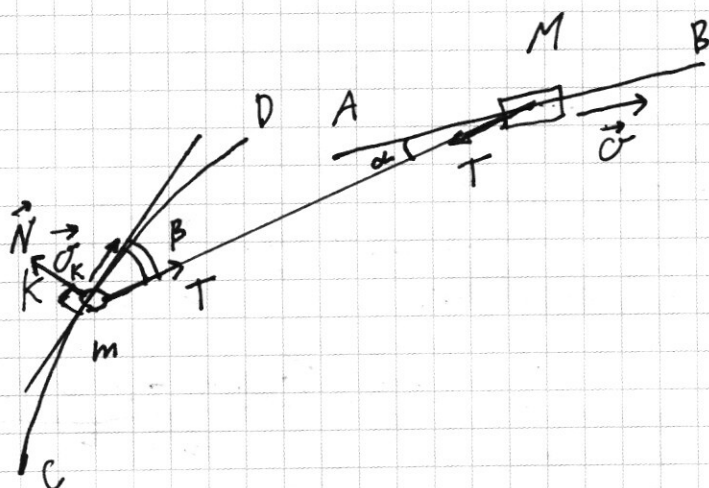
$$v_k \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha, \quad v_k - \text{модуль скорости каньца}$$

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

$$v_k = 40 \cdot \frac{\left(\frac{3}{5}\right)}{\left(\frac{8}{17}\right)} = 40 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 57 \text{ см/с}$$

$$v_k = 57 \text{ см/с}$$

2)



Чтобы найти скорость каньца отк. муфты, перейдем в С. муфты: $\vec{v}_{abc} = \vec{v}_{отк} + \vec{v}_{пер}$, где $\vec{v}_{abc}$ - искомая скорость каньца

Узл. внутр. энергии газа в
проц. 1-2 $\Delta U_{12} = \frac{i}{2} (V R T_2 - V R T_1) =$
 $P_1 V_1 = V R T_2$
 $P_0 V_0 = V R T_1$
 $= \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_0 V_0) = \frac{3}{2} (k \alpha V_0 \cdot \alpha V_0 - k V_0 \cdot V_0) =$
 $= \frac{3}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1)$

По I з-ну термодинамики: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$$Q_{12} = \frac{1}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1) + \frac{3}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1) = 2 k V_0^2 (\alpha^2 - 1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{2 k V_0^2 (\alpha^2 - 1)}{\frac{1}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1)} = 4 \quad \boxed{\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4}$$

3) Найти работу газа за цикл:

$$A_0 = \frac{1}{2} \cdot (V_1 - V_0) \cdot (P_1 - P_0) = \frac{1}{2} (\alpha V_0 - V_0) (\alpha k V_0 - k V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} V_0 (\alpha - 1) \cdot k V_0 (\alpha - 1) = \frac{k V_0^2}{2} (\alpha - 1)^2$$

$Q_{12} = 2 k V_0^2 (\alpha^2 - 1)$ - кол-во подведенной
за цикл теплоты (на графике
указана теплота отводится)

$$\eta = \frac{A_0}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} k V_0^2 (\alpha - 1)^2}{2 k V_0^2 (\alpha - 1)(\alpha + 1)} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}$$

$$\eta(\alpha) = \frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha + 1 - \alpha + 1}{(\alpha + 1)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(\alpha + 1)^2}$$

~~Далее~~

$$\eta'(\alpha) = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \cdot (\alpha + 1) - 1 \cdot (\alpha - 1)}{(\alpha + 1)^2} =$$

Поскольку $\alpha > 1$, то

$$\eta'(\alpha) > 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ КЭД максимален
при $\alpha \rightarrow +\infty$