

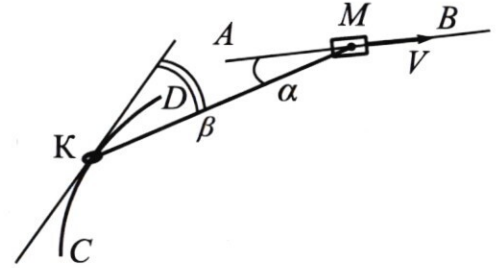
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 11-01

Класс 11

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

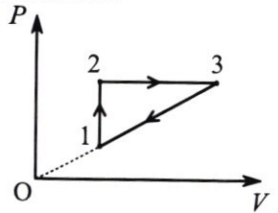
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



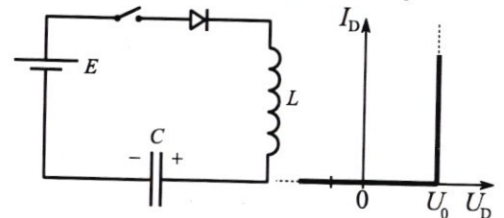
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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

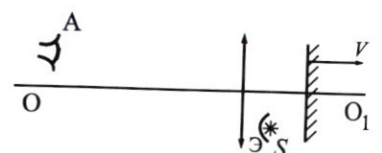
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

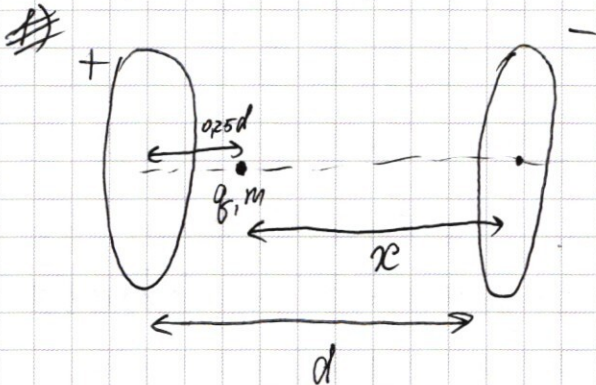
- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

$S, d, \frac{q}{m} = \gamma, T$ - дано.



E - напряжённость эл.
поля конденс. между обкл.

1) v_1 - ?

2) Q - ?

3) v_2 - ?

1) На частицу в поле E действует постоянная сила F , $F = E \cdot q \Rightarrow$ можем записать II з. Н.

$$\begin{cases} F = ma \\ F = E \cdot q \end{cases} \Rightarrow a = \frac{E \cdot q}{m} - \text{ускорение частицы}$$

III. к. частица дв. с пост уск. "a" можем записать, что исконая ск-ть $v_1 = aT$.

Рассм. ком. проод. частица - x , $x = d - 0,25d = 0,75d$,

$$x = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{aT^2}{2} = 0,75d$$

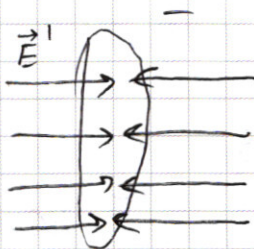
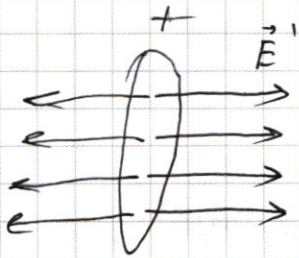
$$a = \frac{1,5d}{T^2} \Rightarrow v_1 = aT = \frac{1,5d}{T}$$

2) $a = \frac{E \cdot q}{m} \Rightarrow E = \frac{a}{\gamma}$

E' - напр., кот созд. катодная обкладка $E' = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, где

$$\sigma = \frac{Q}{S} - \text{пов. м-ть заряда обкл.}$$

Рассм. поля:



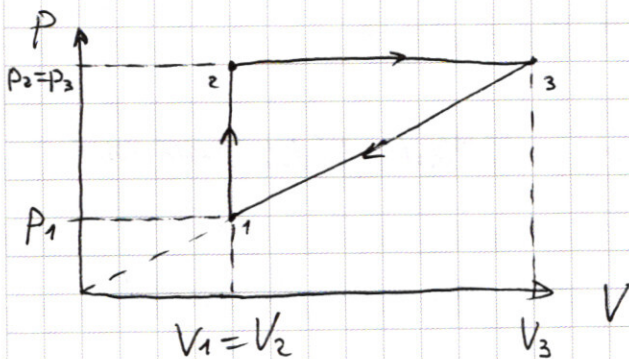
$$\Rightarrow E = 2E' = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{1,5d}{\gamma T^2}$$

$$Q = \frac{1,5\epsilon_0 Sd}{\gamma T^2}$$

3) пол. заряды обкл. созд. поле от себя, а отриц., к себе \Rightarrow старшие конденс. они созд. поля в разных напр. но одинак. по модулю \Rightarrow ~~поле нет~~ \Rightarrow не действует сила \Rightarrow заряд будет дв-ся равномерно-равномерно со ск-тью $v_1 \Rightarrow v_2 = v_1$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{1,5d}{T}$; 2) $Q = \frac{1,5\epsilon_0 Sd}{\gamma T^2}$; 3) $v_2 = \frac{1,5d}{T}$

на.



1) n -отн. мал. темп. -?

2) $\frac{Q_p}{A_p}$ -?

3) η_m -?

1) В пр-се 1-2 повыш. внутр. эн., работа нулевая \Rightarrow ~~повышение~~ повышение темп.

В пр-се 2-3 повыш. внутр. эн. \Rightarrow повыш. темп.
В пр-се 3-1 понижение внутр. эн. \Rightarrow пониж. темп.

Нужно найти отн. мал. темп-стей пр-ов 1-2 и 2-3.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_{12} - \text{мал. темп. метл. темп. при-соса 1-2 (изохорный)} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{23} - \text{мал. темп. метл. темп. при-соса 2-3 (изобарный)} \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$\eta = \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$$

2) Q_p - кал. метл. в изоб. при.

A_p - работа газа в изоб. при. (A_{23})

$$Q_p = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) + (V_3 - V_2) p_2 =$$

изм. внутр. эн. в при-сосе 2-3

$$= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_2 V_2 + V_3 p_2 - p_2 V_2 = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

$$A_p = (V_3 - V_2) p_2 = p_3 V_3 - p_2 V_2$$

$$\frac{Q_p}{A_p} = \frac{\frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)}{p_3 V_3 - p_2 V_2} = \frac{5}{2}$$

$$3) \eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

Q_- - отв. кал. метл. (по модулю)

Q_+ - подв. кал. метл.

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) =$$

к.м.п. 1-2 к.м.п. 2-3

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_2$$

При-сос 1-3 - мен. зав. $\Rightarrow V = \alpha p \Rightarrow V_1 = \alpha p_1, V_3 = \alpha p_3$

$$Q_+ = \frac{5}{2} \alpha p_3^2 - \frac{3}{2} \alpha p_1^2 - p_3 V_1 = \frac{5}{2} \alpha p_3^2 - \frac{3}{2} \alpha p_1^2 - \alpha p_1 p_3$$

$$Q_- = |Q_{13}| = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_3 + p_1) (V_3 - V_1) =$$

к.м.п. 3-1

$$= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_3 - \frac{1}{2} p_3 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \alpha p_3^2 - \frac{3}{2} \alpha p_1^2 + \frac{1}{2} \alpha p_3^2 + \frac{1}{2} \alpha p_1 p_3 - \frac{1}{2} \alpha p_1 p_3 - \frac{1}{2} \alpha p_1^2 =$$

$$= 2\rho_3^2 - 2\rho_1^2$$

~~$$\frac{Q_-}{Q_+} = \frac{2k(\rho_3^2 - \rho_1^2) \cdot 2}{5\rho_3^2 - 3\rho_1^2}$$~~

$$\frac{Q_-}{Q_+} = \frac{4k(\rho_3^2 - \rho_1^2)}{5\rho_3^2 - 3\rho_1^2} = \frac{4(\rho_3^2 - \rho_1^2)}{(\rho_3 - \rho_1)(5\rho_3 + 3\rho_1)} = \frac{4(\rho_3 + \rho_1)}{5\rho_3 + 3\rho_1}$$

Пусть $\rho_3 = n\rho_1$, тогда $\frac{Q_-}{Q_+} = \frac{4(n\rho_1 + \rho_1)}{5n\rho_1 + 3\rho_1} = \frac{4n + 4}{5n + 3}$

~~$$\frac{5n+3}{5n+3} = \frac{4n+4}{5n+3}$$~~

$$n \rightarrow \infty \quad \frac{Q_-}{Q_+} \rightarrow \frac{4}{5}$$

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Ответ: 1) $n = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{Q_r}{A_r} = \frac{5}{2}$; 3) $\eta_m = 0,2$

н.п.

$$v = 68 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

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

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

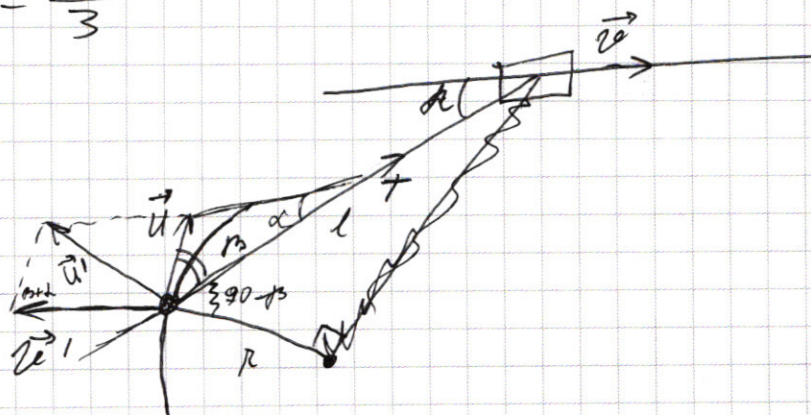
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

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

1) u - ?

2) u' - ?

3) T - ?



1) ск-ть кольца по кас. к дуге.

2) u' - ? 3) T - ? $u \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} =$

$$= 68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 75 \left(\frac{\text{км}}{\text{с}} \right)$$

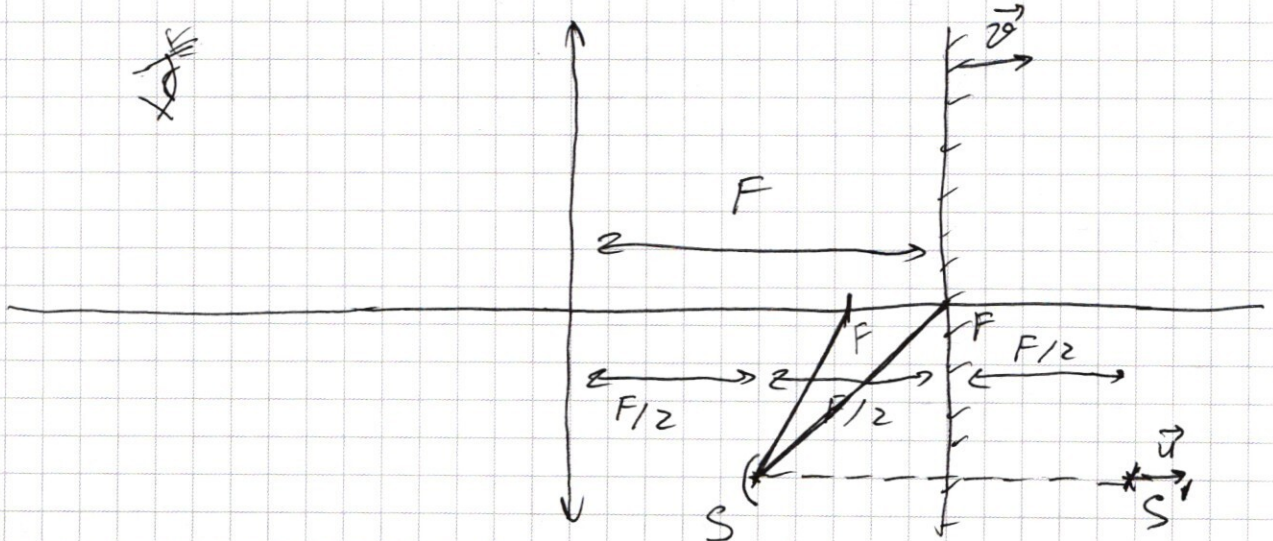
2) перейдем в сист. отсч. связ. с мурдой, тогда кольцо будет иметь ещё ск-ть \vec{v}' ($|\vec{v}'| = |\vec{v}|$, $\vec{v}' \perp \vec{v}$).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) В уст. решётке ^{на} катушке ~~нет~~ нет магнетизма. \Rightarrow
~~но~~ U_2 дана по формуле E , но диод блокирует
 $U_0 \Rightarrow U_2 = E - U_0 = 9 - 1 = 8 \text{ В}$

Ответ: 1) $\frac{dF}{dt} = 40 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2) $I_{\text{max}} = 0,6 \text{ А}$; 3) $U_2 = 8 \text{ В}$.

№ 5.



1) ~~можно~~ Π . к. зеркало на расст. F то мы не ~~будем~~
 сможем увидеть отражённое ^{от зерк.} изображение, но
 сможем увидеть изображение изображения в зеркале.
 $d = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F$ - расст. от предм. до линз.

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2} F \cdot F}{\frac{3}{2} F - F} = \frac{\frac{3}{2} F}{\frac{1}{2}} = 3F \text{ - расст. наблюдения}$$

2) П.к. зеркало движется от предмета ^(перп.), то изобр. предмета движется от зеркала (перп. к зеркалу), то оно движется параллельно н.отм.оси. $\Rightarrow \cos \varphi = 1$
 φ - искаженный угол.

$$3) f = \frac{dF}{d-F}$$

u - см-ть ~~на~~ изобр.
 v' - см-ть предмета
 $(v' = 2v)$

$$f + ut = \frac{(d-v't)F}{d-v't-F}$$

$$ut = \frac{(d-v't)F}{d-v't-F} - \frac{dF}{d-F} = \frac{(d-v't)F(d-F) - dF(d-v't-F)}{(d-F)(d-v't-F)} =$$

$$= \frac{dF(d-v't) - F^2(d-v't) - dF(d-v't) + dF^2}{(d-F)(d-v't-F)}$$

$$ut = \frac{F^2 v't}{(d-F)(d-v't-F)}$$

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} \quad \text{— увеличение}$$

$$u = \frac{\Gamma v' F^2}{(d-v't-F)} \quad \text{п.к. изобр. вдвигнется малеем временем} \quad t \rightarrow 0$$

$$u = \Gamma^2 v' = 2 \Gamma^2 v = 2 \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 v = 2 \frac{9F^2}{4F^2} v = 8v$$

Ответ: 1) $f = 3F$; 2) $\cos \varphi = 1$; 3) $u = 8v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$u'^2 = v'^2 + u^2 - 2v'u \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$u' = \sqrt{6^2 + 75^2 - 2 \cdot 6 \cdot 75 \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \sqrt{\frac{25-16}{25}} \sqrt{\frac{289-225}{289}} \right)} =$$

$$= 7$$

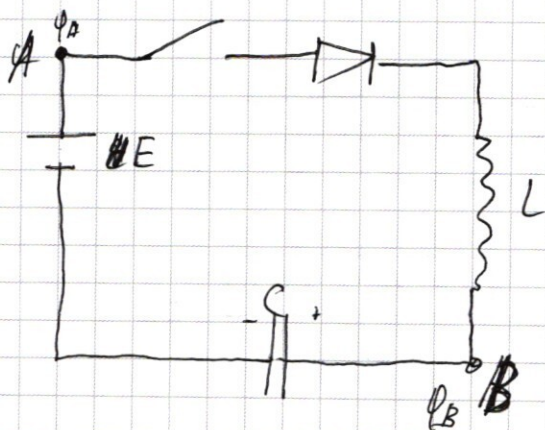
3) по 23. Н.

$$m \frac{u^2}{R} = T \cos(90 - \beta)$$

$$T = \frac{m u^2}{R \sin\beta} = \frac{0,1 \cdot 75^2}{1,9 \cdot \sqrt{\frac{289-225}{289}}} = \frac{0,1 \cdot 5625}{1,9 \cdot \frac{8}{17}} = \frac{5625 \cdot 17}{19 \cdot 8} = 63 \text{ Н}$$

Ответ: 1) $u = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ 2) $u' =$ 3) $T = 63 \text{ Н}$

Н.Н.



$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$E = 9 \text{ В}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$1) \frac{dI_L}{dt} - ?$$

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

$$3) U_2 - ?$$

1) $\varphi_A - \varphi_B = E - U_1 = 9 - 5 = 4 \text{ В} \Rightarrow$ диод пропустит ток.
(в нач. мом.) $\varphi_A - \varphi_B > U_0$

$$E - L \frac{dI}{dt} = U_1 \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E - U_1}{L} = \frac{9 - 5}{0,1} = 40 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}}\right)$$

2) работа ~~из~~ источника тока пошла на энергию катушки и изм. энерг. конденс.

$q_1 = CU_1$ - нач. заряд конденс.

$q_2 = C(E - U_0)$ - кон. заряд конденс.

$$A = E(q_2 - q_1) = E(C(E - U_0) - CU_1) = EC(E - U_0 - U_1)$$

$W_1 = \frac{CU_1^2}{2}$ - нач. эн. конденс.

$W_2 = \frac{C(E - U_0)^2}{2}$ - кон. эн. конденс.

$W_L = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$ - эн. катуш.

$$A = W_L + (W_2 - W_1)$$

$$EC(E - U_0 - U_1) = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} + \frac{C}{2}((E - U_0)^2 - U_1^2)$$

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = EC(E - U_0 - U_1) - \frac{C}{2}(E - U_0 + U_1)(E - U_0 - U_1) =$$

$$= C(E - U_0 - U_1) \left(E - \frac{E - U_0 + U_1}{2} \right)$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2C(E - U_0 - U_1) \left(E - \frac{E - U_0 + U_1}{2} \right)}{L}}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} (9 - 5 - 1) \left(9 - \frac{9 - 1 + 5}{2} \right)}{0,1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 1,5}{0,1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 9}{0,1}} = 20 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 0,6 \text{ (А)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = \frac{1}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2 - p_1 V_1 + p_1 V_1)$$

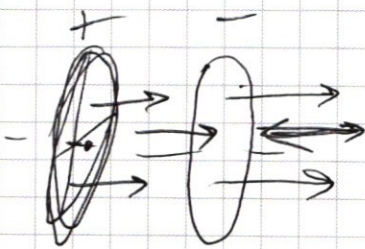
$$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - (p_1 + p_3)(V_3 - V_2) \frac{1}{2} =$$

~~$$\frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_2 =$$~~

~~$$= p_3 V_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{1}{2} p_1 V_2 + \frac{1}{2} p_3 V_2$$~~

$$= p_3 V_3 - p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_2 = 2p_3^2 - 2p_1^2 - \frac{1}{2} 2p_1 p_3 + \frac{1}{2} 2p_1 p_3 = 2(p_3^2 - p_1^2)$$

3. ~~$\frac{q}{m} = \gamma$~~ $\frac{q}{m} = \gamma$



$$x = 0,75 d$$

$$\frac{E}{a} = \frac{1}{\gamma}$$

$$Eq = ma$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

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

$$S = \frac{Cd}{\epsilon_0}$$

~~$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{q}{\epsilon_0 \frac{Cd}{\epsilon_0}} = \frac{q}{Cd}$$~~

1) $a = \gamma E$

$$q_1 = aT = T \gamma E$$

~~$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q_0}{\epsilon_0 S} = \frac{q_0}{Cd} = \frac{U}{d}$$~~

$$0,75d = \frac{aT^2}{2}$$

$$a = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$q_1 = \frac{1,5d}{T}$$

~~$$E = \frac{q_1 d}{T^2 \gamma} = \frac{1,5d^2}{T^2 \gamma \epsilon_0 S}$$~~

$$2) v_1 = \frac{1,5d}{T}$$

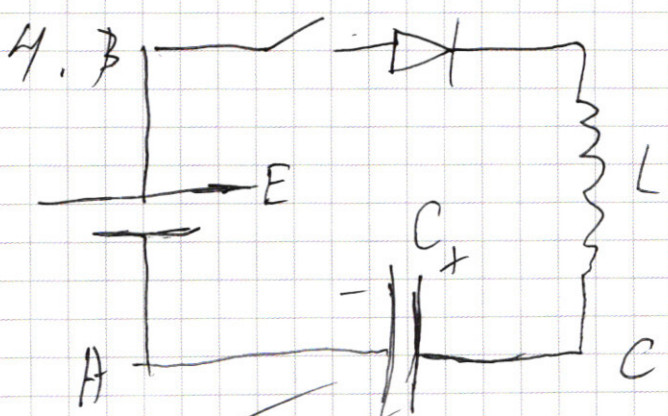
$$a = \frac{1,5d}{T^2}$$

~~$$mg = F = \frac{Qq}{\epsilon_0 S}$$~~

$$E = \frac{1,5d}{\gamma T^2} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{Cd}$$

$$\frac{1,5 Cd^2}{\gamma T^2} = Q = \frac{1,5 \epsilon_0 S}{\gamma T^2}$$

$$3) v_2 = v_1$$



$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 117 \\ \hline 289 \end{array}$$

~~$$E - L \frac{dI}{dt} =$$~~

~~$$U_A - U_B = E$$~~
~~$$U_C - U_A = U_n$$~~

~~$$U_B - U_C = U_n + E = L \frac{dI}{dt}$$~~

$$E - L \frac{dI}{dt} = U_n$$

~~$$E \Delta q = \frac{L I_{max}^2}{2} + \Delta W_c$$~~

$$1) \frac{dI}{dt} = \frac{E - U_n}{L}$$

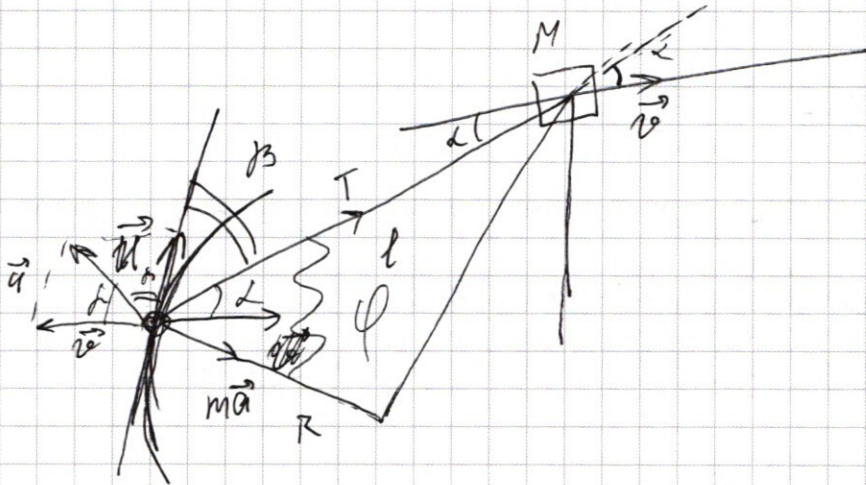
$$W_0 = \frac{C U_n^2}{2}$$

$$W_k = \frac{C E^2}{2}$$

$$\Delta q = C(E - U_n)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



~~$$Mg \cos \alpha = m u \cos \beta$$

$$u = \frac{M}{m} \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$~~

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

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{4} =$$

$$= 75$$

~~$$u^2 = u'^2 + v^2 - 2u'v \cos \alpha$$~~

~~$$u'^2 - 2u'v \cos \alpha + v^2 - u^2 = 0$$~~

~~$$D_1 = v^2 \cos^2 \alpha - v^2 + u^2 = -v^2 \sin^2 \alpha + u^2 = v^2 (\cos^2 \alpha - 1) + u^2$$~~

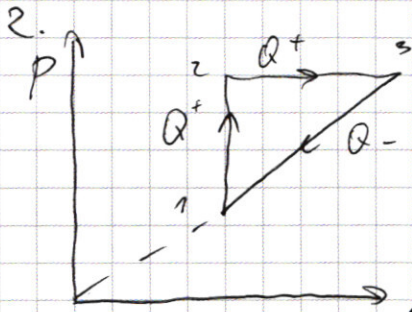
~~$$u' = \frac{v \cos \alpha \pm \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{2} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17} \pm \sqrt{75^2 - 68^2 \cdot \frac{2}{17}}}{2} = 68 \cdot \frac{15}{17}$$~~

$$\cos \varphi = \frac{R}{l}$$

~~$$68 \cdot \frac{15}{17} = \sqrt{68^2 \cdot \frac{2}{17} + 75^2}$$~~

$$T \cos \varphi = m \frac{u^2}{R}$$

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



$$1) \eta = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \boxed{\frac{5}{3}}$$

$$2) A_r = (V_3 - V_2)(p_2 - p_1) \frac{1}{2} = \frac{1}{2}(p_2 V_3 - p_2 V_2 - p_1 V_3 + p_1 V_2)$$

~~$$Q_p = \Delta p + A = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) + p_2(V_3 - V_2)$$

$$= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_2 V_2 + p_2 V_3 - p_2 V_2 =$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2 = \frac{5}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2)$$~~

~~$$Q_p = \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2$$~~

$$Q_p = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) + p_2(V_3 - V_2) =$$

$$= \frac{3}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_2 V_2 + p_2 V_3 - p_2 V_2 =$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2 = \frac{5}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

~~$$A_r = \frac{1}{2}(p_2 V_3 - p_2 V_2 + p_1 V_2 - p_1 V_3)$$~~

~~$$p_1 = \frac{2}{3} p_3$$~~

~~$$p_2 = \frac{2}{3} p_3$$~~

~~$$p_3 = \frac{2}{3} p_3$$~~

$$A_p = p_2(V_3 - V_2) = p_2 V_3 - p_2 V_2 = p_3 V_3 - p_2 V_2$$

$$\frac{Q_p}{A_p} = \frac{\frac{5}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2)}{p_3 V_3 - p_2 V_2} = \boxed{\frac{5}{2}}$$

$$3) \eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = \frac{A_r}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

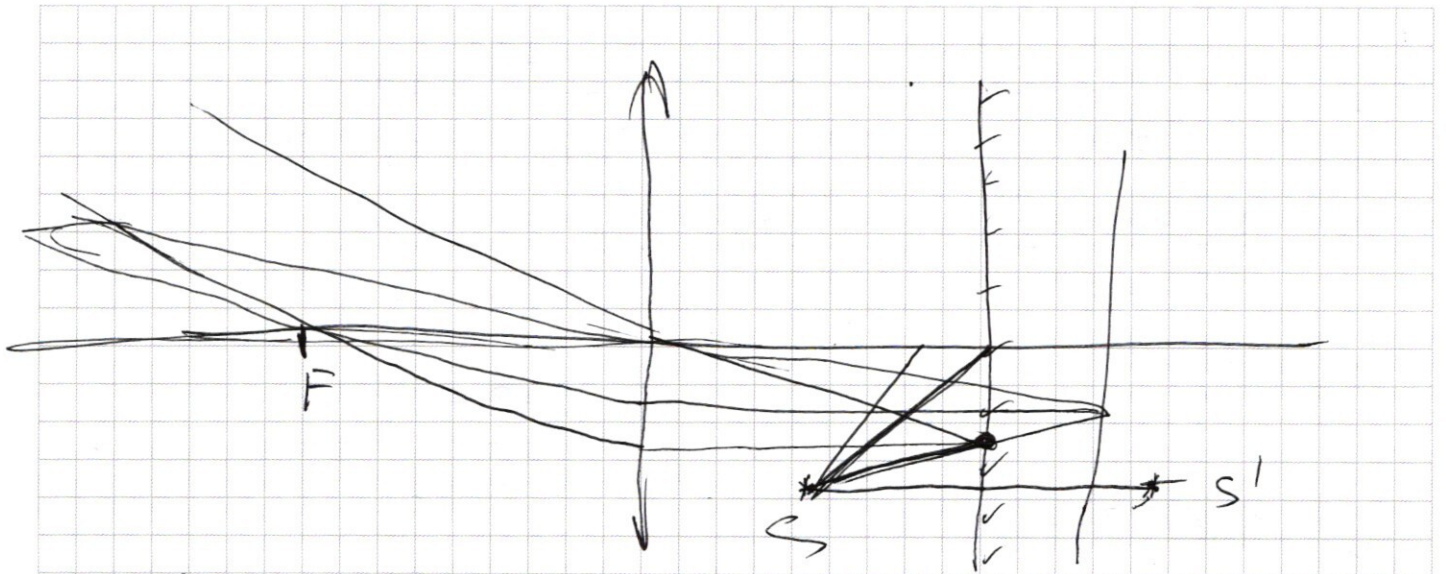
$$Q_+ = \frac{5}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) + \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2 + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{5}{2} \frac{2}{3} p_3^2 - \frac{3}{2} \frac{2}{3} p_1^2 - p_2 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{2}{3} p_3^2 - \frac{3}{2} \frac{2}{3} p_1^2 - p_3 V_1 = \frac{5}{2} \frac{2}{3} p_3^2 - \frac{3}{2} \frac{2}{3} p_1^2 - p_3 V_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



- 1) - - -
2)

$$\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+} = \frac{A}{Q_+}$$

$\begin{array}{r} \times 25 \\ 75 \\ \hline 342 \\ 525 \\ \hline 5622 \\ -56 \\ \hline -22 \\ -16 \\ \hline 60 \end{array}$	$\begin{array}{r} \times 02,7 \\ 8 \\ \hline 703 \\ 14 \\ \hline 4921 \\ 403 \\ \hline 11951 \\ -114 \\ \hline -55 \\ 38 \\ \hline 171 \end{array}$
---	---

$$\frac{24}{28} = \frac{12}{14} = \frac{6}{7} \frac{1}{5}$$

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_2 V_2$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

$$Q_+ = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_2) + \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{5}{2} p_2 V_2 + \frac{3}{2} p_2 V_2 - p_2 V_2$$

$$= \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_2$$

$$Q = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + (p_1 + p_3) \frac{1}{2} (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_1 - \frac{1}{2} p_3 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \Delta p_1^2 - \frac{3}{2} \Delta p_3^2 + \frac{1}{2} \Delta p_1 p_3 + \frac{1}{2} \Delta p_3^2 - \frac{1}{2} \Delta p_1^2 - \frac{1}{2} \Delta p_1 p_3 =$$

$$= \Delta p_1^2 - \Delta p_3^2$$

$$\frac{Q}{Q_+} = \frac{\Delta(p_1^2 - p_3^2)}{\frac{5}{2} \Delta p_3^2 - \frac{3}{2} \Delta p_1^2 - \Delta p_3 p_1} = \frac{2(p_1^2 - p_3^2)}{5p_3^2 - 3p_1^2 - 2p_3 p_1} =$$

$$= \frac{2(p_1^2 - p_3^2)}{5p_3^2 - 5p_3 p_1 + 3p_3 p_1 - 3p_1^2} = \frac{2(p_1^2 - p_3^2)}{5p_3(p_3 - p_1) + 3p_1(p_3 - p_1)}$$

$$= \frac{2(p_1 + p_3)}{5p_3 + 3p_1} = \frac{2(p_1 + n p_1)}{5n p_1 + 3p_1} = \frac{2(1+n)}{5n+3} = \frac{2n+2}{5n+3}$$

$$p_3 = n p_1$$

$$\eta = \frac{2(5n+3) - 5(2n+2)}{(5n+3)^2}$$

$$Q = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_3 V_3) - \frac{1}{2} (p_3 + p_1) (V_3 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \Delta p_1^2 - \frac{3}{2} \Delta p_3^2 - \frac{1}{2} p_3 V_3 - \frac{1}{2} p_1 V_3 + \frac{1}{2} p_3 V_1 + \frac{1}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \Delta p_1^2 - \frac{3}{2} \Delta p_3^2 - \frac{1}{2} \Delta p_3^2 - \frac{1}{2} \Delta p_1 p_3 + \frac{1}{2} \Delta p_1 p_3 + \frac{1}{2} \Delta p_1^2 =$$

=