

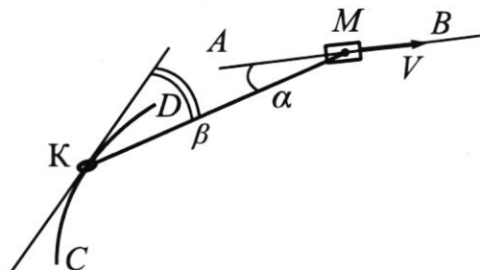
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

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.



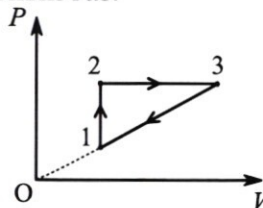
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

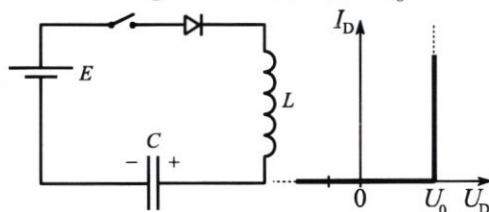
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

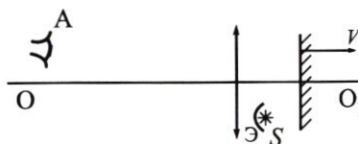


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

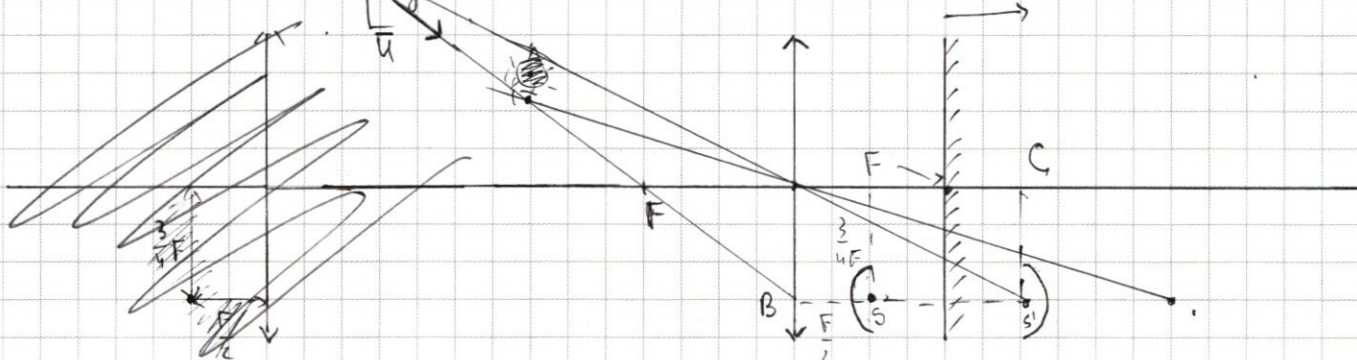
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5. Условие: $f, \angle, \vec{u}$ - ?

Дано: F , остальное из рисунка.



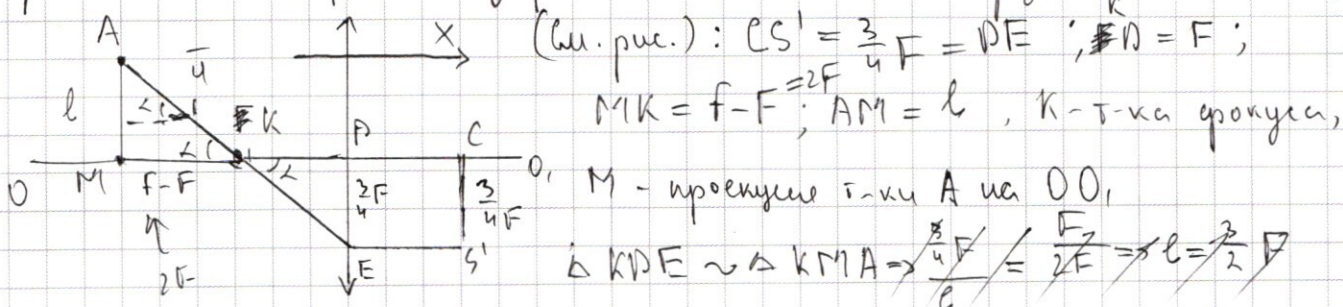
1. Симметрично отн. зеркалу отразим источник S . Если необходимо обозначим его как S' . Попробуем найти $d = 1,5F$, $d > F$, $d < 2F$, значит изображение действительное.

По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = 1f = \frac{F \cdot d}{d - F}$

$f = \frac{F \cdot \frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}F} = 3F \Rightarrow \boxed{f = 3F}$ Именно на таком расстоянии от тонкой линзы будет видно изображение. $\vec{u}$ - не A .

2. Угол скорости S' : в CO зеркале ск-ть S - это $\vec{v}$, а ск-ть S' - это $\vec{v}$, переходя обратно в зеркало CO получим, что ск-ть S' - это $2\vec{v}$.

3. Заметим, что по мере удаления от линзы, т-ки изображения лишь сдвигаются вниз по отрезку AB , вплоть до т-ки F . Это интересный кинематический факт. Значит скорость изображения $\vec{u} \uparrow \uparrow \overline{AB}$ (если представить AB как вектор).



(см. рис.): $CS' = \frac{3}{4}F = 0,75F$; $AK = F$;

$MK = F - F = 0$; $AM = l$, K - т-ка проекции,

M - проекция т-ки A на OO ,

$\triangle KDE \sim \triangle KMA \Rightarrow \frac{KE}{KA} = \frac{DE}{MA} \Rightarrow \frac{F}{l} = \frac{0,75F}{l} \Rightarrow l = \frac{3}{2}F$

Продолж. зад 15)

Т.е. треугольники подобны, то $\angle AKM = \angle EKD = \alpha$, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$

То есть угол $\hat{M}$ и $\hat{D}$ и OD , — это α (см. рис.)

Т.е. центр тяжести к оси OD , под таким углом, что $\boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}}$

$$3. \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5} \text{ (угол острый)}$$

$$\# \text{ Ф-ла тонкой линзы: } \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$U_x, \text{ где } x \parallel OD, \text{ : } U_x = \frac{Fd}{d-F} \text{ х выпукло; } U_x = f'(d)$$

$\nwarrow$ см. рис.

$$f'(d) = \frac{F \cdot d' \cdot (d-F) - (d-F)' \cdot Fd}{(d-F)^2} = \frac{F \cdot v \cdot (d-F) - v \cdot Fd}{(d-F)^2}$$

$$f'(d) = \frac{Fv(d-F-d)}{(d-F)^2} = \frac{-F^2 \cdot v}{(d-F)^2}, \text{ замнож.}$$

$$|U_x| = \frac{F^2 v}{(d-F)^2} \Rightarrow |U_x(3F)| = \frac{F^2 v}{(2F)^2} = \frac{v}{4}$$

$$\frac{U_x}{u} = \cos \alpha \Rightarrow u = \frac{U_x}{\cos \alpha} = \frac{v \cdot 5}{4 \cdot 4} = \boxed{\frac{5v}{16}}$$

$$\text{Ответ: } 1) 3F; \quad 2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}; \quad 3) u = \frac{5v}{16}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

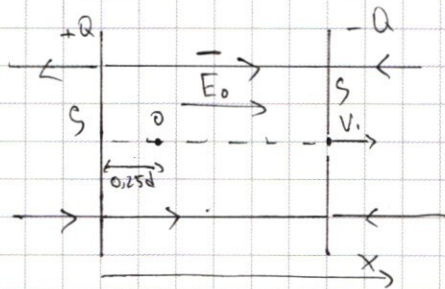
Дано: d, S, γ, T

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

V_1 - ?

Q - ?

V_2 (на бес.) - ?



Известно, что напр. от пластин,

$$\text{это } E = \frac{|G|}{2\epsilon_0}, \text{ у нас две}$$

разнозаряженные пластины

с opp. зарядами, значит выходы конденсатора по принципу

$$\text{суперпозиции полей: } E_0 = \frac{|G|}{2\epsilon_0}, E_0 = \frac{Q}{S\epsilon_0}, Q > 0,$$

направление показано на рисунке.

1. $m\bar{a} = \bar{E}_0 q \Rightarrow \bar{a} = \bar{E}_0 \gamma = \text{const}$, т.е. уравнения гр-ны для равноуск. движ.: направим ось вырабо. $\bar{a}$ пополюсу о го 1 частицы

прошла р-ие $0,75d$; $0,75d = \frac{V_0 + V_1}{2} \cdot T$, $V_0 = 0 \Rightarrow \boxed{V_1 = \frac{1,5d}{T}}$

2. По гр-ле: $0,75S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$, $0x: 0,75d = \frac{V_1^2}{2E_0\gamma} \Leftrightarrow 1,5dE_0\gamma = V_1^2$,

но $E_0 = \frac{Q}{S\epsilon_0} \Rightarrow \frac{1,5dQ}{S\epsilon_0} \gamma = \frac{(1,5d)^2}{T^2} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{1,5d \cdot S\epsilon_0}{T^2 \cdot \gamma}}$

3. ЗСЭ: $\frac{mV_2^2}{2} = q\varphi + \frac{mV_1^2}{2} \quad | : \frac{m}{2} \Leftrightarrow V_2^2 = \frac{2q\varphi}{m} + V_1^2 = 2\gamma\varphi + V_1^2$

Т.е. на бесконечности потенциал равен нулю.

См. ответ на след. стр.

~~Частица не достигнет бесконечности, т.к. у нее будет действующая пост~~

сила от конденсатора пока нет: $a = 0$, $\gamma = 0$.

Пусть в т-ве о $\varphi_0 = 0$, тогда $\cancel{E_0 d} = \varphi_1 - \varphi_0 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{Q}{S\epsilon_0} \cdot 0,75d$

ВЗКЭ ① ЗСЭ: $q_1\varphi + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow 2\gamma\varphi + V_1^2 = V_2^2$

$\frac{2 \cdot \frac{Q}{S\epsilon_0} \cdot 0,75d}{2} + \frac{2,25d^2}{T^2} = V_2^2$; $\frac{2 \cdot (1,5d) \cdot \frac{Q}{S\epsilon_0}}{T^2} + \frac{2,25d^2}{T^2} = V_2^2 = \frac{4,5d^2}{T^2} = V_2^2$

Задача 1.

Дано: $V = 68 \text{ м/с} = 0.68 \text{ м/с}$

$m = 0.1 \text{ кг}$; $R = 1.9 \text{ м}$

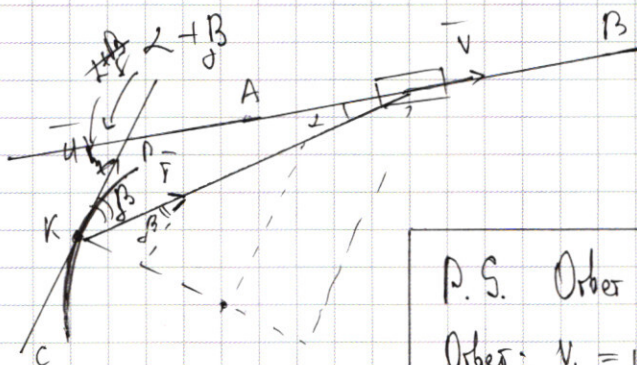
$l = \frac{5}{3} R$

$\cos \alpha = \frac{15}{17}$; $\cos \beta = \frac{4}{5}$

Иск. конуса) -?

Угол -? (м. конуса от
луча)

Г -?



P.S. Ответ к задаче 3.

Ответ: $V_1 = \frac{1.5d}{T}$; $Q = \frac{1.5d \epsilon_0 \cdot S}{T^2 \gamma}$

$V_2 = \frac{d}{T} \cdot 1.5 \sqrt{2}$

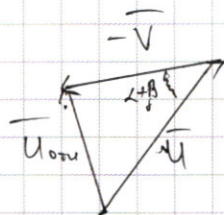
1. Проекция скорости луча и конуса на ширь равны: $U \cos \beta = V \cos \alpha$

$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{3}{4} \text{ м/с} = 0.75 \text{ м/с}$; $U = 0.75 \text{ м/с}$

2. 3-й компонент скорости: $\vec{V}_{abc} = \vec{V}_{пер} + \vec{V}_{отл}$. В шире суммируем:

$\vec{V}_{abc} = U$; $\vec{V}_{пер} = V$, $\vec{V}_{отл} = U_{отл}$

$U_{отл} = U - V$. Заметим, что острый угол между U и $V \rightarrow \alpha + \beta$



Тогда $\sin \alpha = \frac{8}{17}$, $\sin \beta = \frac{3}{5}$, $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$

Тогда по т-м кос-в: $U_{отл}^2 = U^2 + V^2 - 2 \cdot U \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta)$

$U_{отл}^2 = \frac{17^2}{25^2} + \frac{9}{16} - 2 \cdot \frac{17}{25} \cdot \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} - \frac{24}{17 \cdot 5} \right) = \frac{289}{625} + \frac{9}{16} - 2 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5} \cdot \frac{14}{25} \cdot \frac{3}{4}$

$= \frac{289}{625} + \frac{9}{16} - \frac{54}{125} = \frac{289 - 270}{625} + \frac{9}{16} = \frac{29}{625} + \frac{9}{16} = \frac{464 + 5625}{5^3 \cdot 4^2} \Rightarrow U_{отл} = \sqrt{\frac{6089}{5}} \cdot \frac{1}{20}$

3. По 2-му 3-му Угол. в проекции на ОХ: (м. рас.): $T \sin \beta = m a_{y.c.}$

$a_{y.c.} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m v^2}{R \cdot \sin \beta}$, $T = \frac{0.1 \text{ кг} \cdot 9 \text{ м}^2}{1.9 \text{ м} \cdot \frac{3}{5}} = \frac{0.9 \cdot 5}{1.9 \cdot 1.9} \text{ Н} = \frac{1.5}{1.9 \cdot 1.9} = \frac{15}{304} \text{ Н}$

$T = \frac{15}{304} \text{ Н}$

Ответ: $U = 0.75 \text{ м/с}$; $U_{отл} = \frac{1}{20} \sqrt{\frac{6089}{5}}$; $T = \frac{15}{304} \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По опис. КПД $\eta = \frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}}}$, $A_{\text{г}}$ - работы газа, $Q_{\text{н}}$ - подводимая теплота.

$$\left. \begin{aligned} p_3 &= k p_1 \\ p_1 &= k p_3 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_3 V_3 &= \nu R T_3 \end{aligned} \quad \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow T_1 = T_3 \quad \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3}$$

$$\begin{aligned} p_3 &= k p_1 \\ V_3 &= k V_1 \end{aligned} \quad \text{где } k = \text{const} \Rightarrow \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_3 V_3 &= k^2 p_1 V_1 = \nu R T_3 \end{aligned} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = k^2 \Rightarrow T_3 = k^2 T_1$$

$$A_{\text{г}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + \nu R (T_3 - T_1) + \frac{\nu R (T_1 - T_3)}{2} = \nu R T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) + \frac{k^2 - 1}{2}$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{\nu R}{2} \left(\frac{3}{2} (T_2 - T_1) + 5 (T_3 - T_1) \right) \rightarrow 2 p_1 V_1 (k^2 + 1)$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{\nu R}{2} T_1 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{p_2}{p_1} - 1 \right) + 5 (k^2 - 1) \right) \rightarrow$$

Преобразуем получим $\frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{T_3 + T_1 - 2T_2}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} = \frac{T_1(k^2 + 1) - 2T_2}{3T_1(k^2 - 1) + 2T_3 - 2T_2}$

Ответ: $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$; $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$; $2 = \frac{1}{4}$

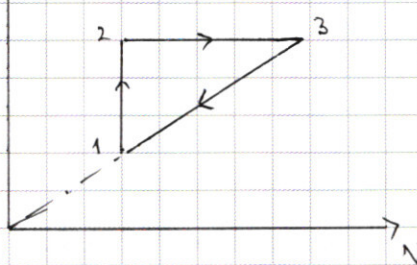
$$A_{\text{г}} = \frac{(V_3 - V_2) p_2}{2} + \frac{(V_3 - V_2)(p_2 - p_1)}{2} = \frac{(V_3 - V_2)}{2} \left(\frac{3}{2} p_2 - \frac{p_1}{2} \right)$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{(V_3 - V_2)(p_2 - p_1)}{2}$$

$$\frac{A_{\text{г}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{k^2 - 1}{4(k^2 + 1)}; \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \eta = \frac{1}{4}$$

Задача 2. Дано: $i=3; j=1$; $3-1: p=kV$; найти $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$; $\frac{Q_{12}}{A_{23}} = ?$; $\eta_{\max} = ?$

$P \uparrow$



Первое начало термодинамики: $Q = A + \Delta U$

A - работа, U - внутр. энергия, Q - теплота,

C - молярная теплоемкость.

Здесь и далее: 3 -и М.К. $\rightarrow$ значит, что было

использовано соотношение: $pV = \nu RT$

$$1-2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; A_{12} = 0 (V = \text{const}), \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1),$$

$$C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\nu (T_2 - T_1)} \quad (\text{т.к. } C = \frac{Q}{\Delta T}), \quad C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$T_2 > T_1, \text{ т.к. } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu (p_2 - p_1), \text{ но } p_2 > p_1 \text{ по графику.}$$

$$2-3: Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \Rightarrow Q_{23} = p(V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2), \text{ но по М.К.}$$

$$p(V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$T_3 > T_2 \rightarrow$ темп. повыш.

$\hookrightarrow$ т.к. $V_3 > V_2$

$$3-1: p = kV \rightarrow \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_1}{V_3} \Rightarrow p_1 V_3 = p_3 V_1$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}; A_{31} = -S_{\text{тр}}, S_{\text{тр}} - \text{площадь под графиком,}$$

$$A_{31} = - (V_3 - V_1) \left(\frac{p_1 + p_3}{2} \right) = -\frac{1}{2} (V_3 p_1 + V_3 p_3 - V_1 p_1 - V_1 p_3), \text{ но т.к.}$$

$$p_1 V_3 = p_3 V_1, \text{ то } A_{31} = -\frac{1}{2} (V_3 p_3 - V_1 p_1) \stackrel{3-\text{и М.К.}}{=} \frac{\nu R (T_1 - T_3)}{2}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) \Rightarrow Q_{31} = 2 \nu R (T_1 - T_3), C_{31} = 2R, \text{ но}$$

$T_3 > T_1 \Rightarrow$ температура уменьшалась.

Значит в первом вопросе спрашивается

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}; \quad \boxed{\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}}$$

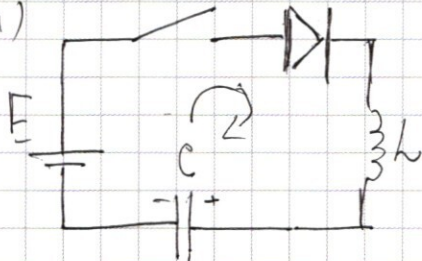
$$2. Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2); A = \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$$

см. стр. 6.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

24)



Дано: $C = 10 \text{ нФ}$, $U_1 = 5 \text{ В}$, $E = 9 \text{ В}$, $L = 0,1 \text{ Гн}$
 $U_0 = 13 \text{ В}$.

1) $\frac{dI}{dt} = ?$; $I_{\text{max}} = ?$; $U_2 = ?$

Т.к. $E > U_0$, ток спонтанно потечёт в направлении по часовой стрелке.

Обход контура - по часовой стрелке.

Груз после замыкания ключа конденсатор не успеет в замкнутом контуре.

Т.е. $\mathcal{E}_C = -\frac{L dI}{dt}$, $\mathcal{E}_L = -E \Rightarrow L \frac{dI}{dt} = E \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E}{L} = \text{const.}$

(на момент груза после замыкания)

$$\left[\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= \frac{9 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}} = \frac{90 \text{ А}}{\text{с}} \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{E}{L} \end{aligned} \right]$$

$C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = CU$, $q' = I$,

$(CU)' = I = C U' = \underline{I}$, $U' \rightarrow \text{max}$ груз не успеет нормализовать ток

в/з контура.

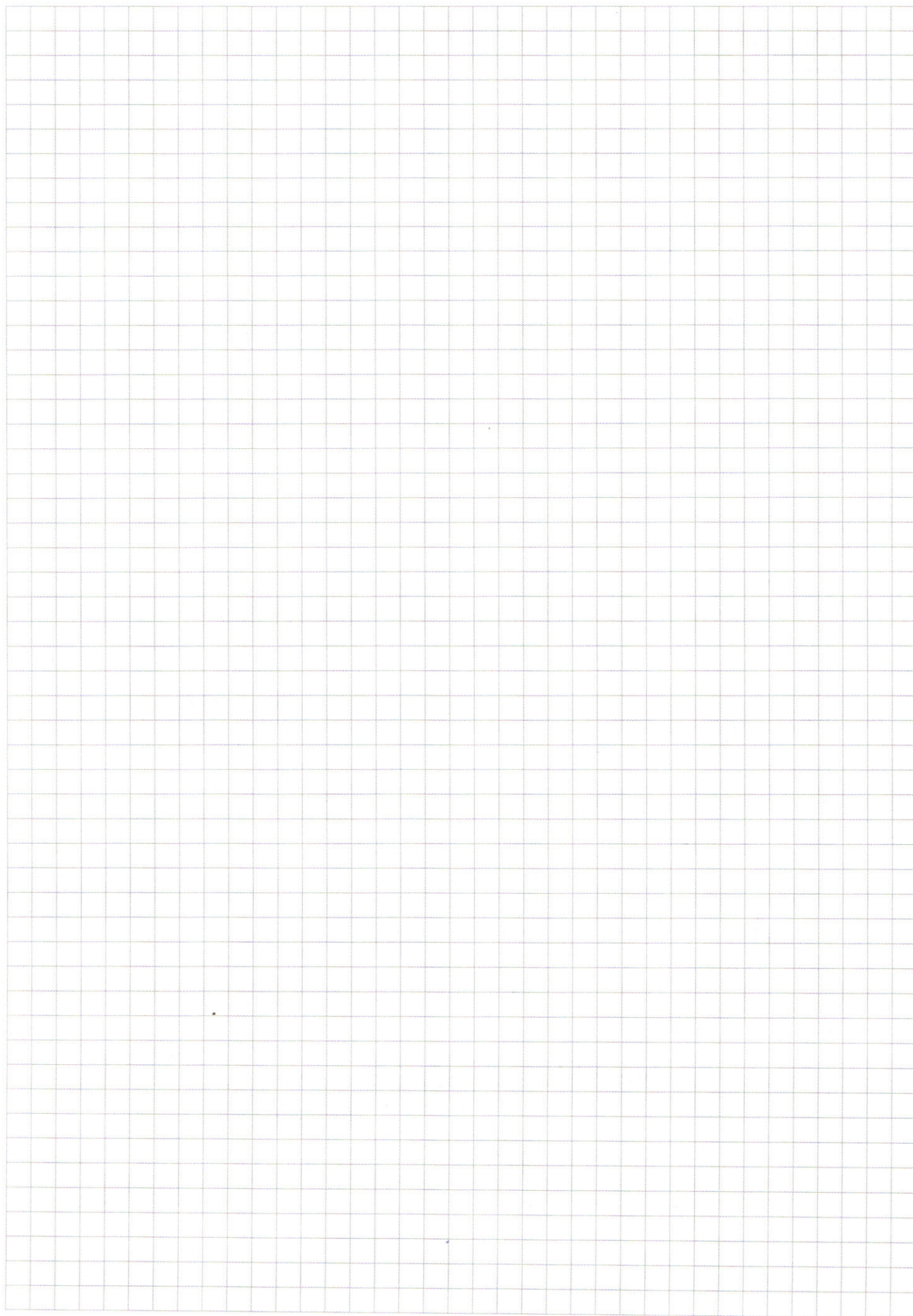
$A_{\text{св}} = -\frac{CU_1^2}{2} + \left(\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} + \frac{CU_2^2}{2} \right)$; $q_1 = CU_1$; $q_2 = CU_2$; $\Delta q = q_2 - q_1 = C(U_2 - U_1)$

$CE(U_2 - U_1) = \frac{C}{2}(U_1 - U_2)(U_1 + U_2) + \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$ т.к. груз разряжен.

$C(U_2 - U_1)(E - \frac{U_1 + U_2}{2}) = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad | : C \Rightarrow \begin{cases} U_2 - U_1 = 0 \\ 2E - U_1 - U_2 = 0 \Rightarrow U_2 = 2E - U_1 \end{cases}$

$U_2 = 18 \text{ В} - 5 \text{ В}$
 $U_2 = 13 \text{ В}$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{90 \text{ А}}{\text{с}}$ $U_2 = 13 \text{ В}$

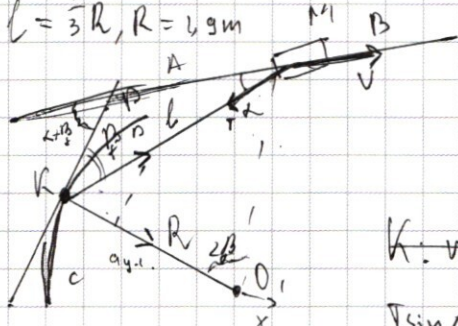


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У1) $l = \frac{5}{3}R, R = 1,9 \text{ м}$



$V = 68 \text{ м/с}; l = \frac{5}{3}R, R = 1,9 \text{ м},$

$\cos \alpha = \frac{15}{17}; \cos \beta = 4/5$

1) $V_{\text{н}} = ?$; 2) $V_{\text{н}} = ?$ 3) $T = ?$

$K: m\vec{a} = \vec{T} + \dots$

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

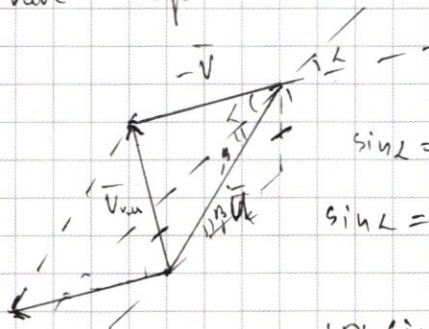
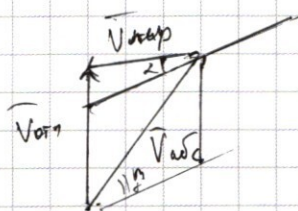
$\begin{array}{r} 16 \\ \times 29 \\ \hline 144 \\ 32 \\ \hline 464 \end{array}$

1. Проекция скорости тел на ширь движения, то есть:

$U \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta}$

$U = \frac{68 \text{ м}}{100 \text{ с}} \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = \frac{75}{88} \cdot \frac{68}{100} \text{ м/с} = \frac{3}{4} \text{ м/с} = 0,75 \text{ м/с}$

2. $\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{пер}} + \vec{V}_{\text{отн}} \Rightarrow \vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{абс}} - \vec{V}_{\text{пер}}$



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

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{289 - 225}{17^2}} = \frac{8}{17}$

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

$V_{\text{н}}^2 = V^2 + U^2 - 2VU \cos(\alpha + \beta)$

$V_{\text{н}}^2 = 0,75^2 + 0,68^2 - 2 \cdot 0,75 \cdot 0,68 \cdot \cos\left(\frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8 \cdot 3}{17 \cdot 5}\right) \rightarrow \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$

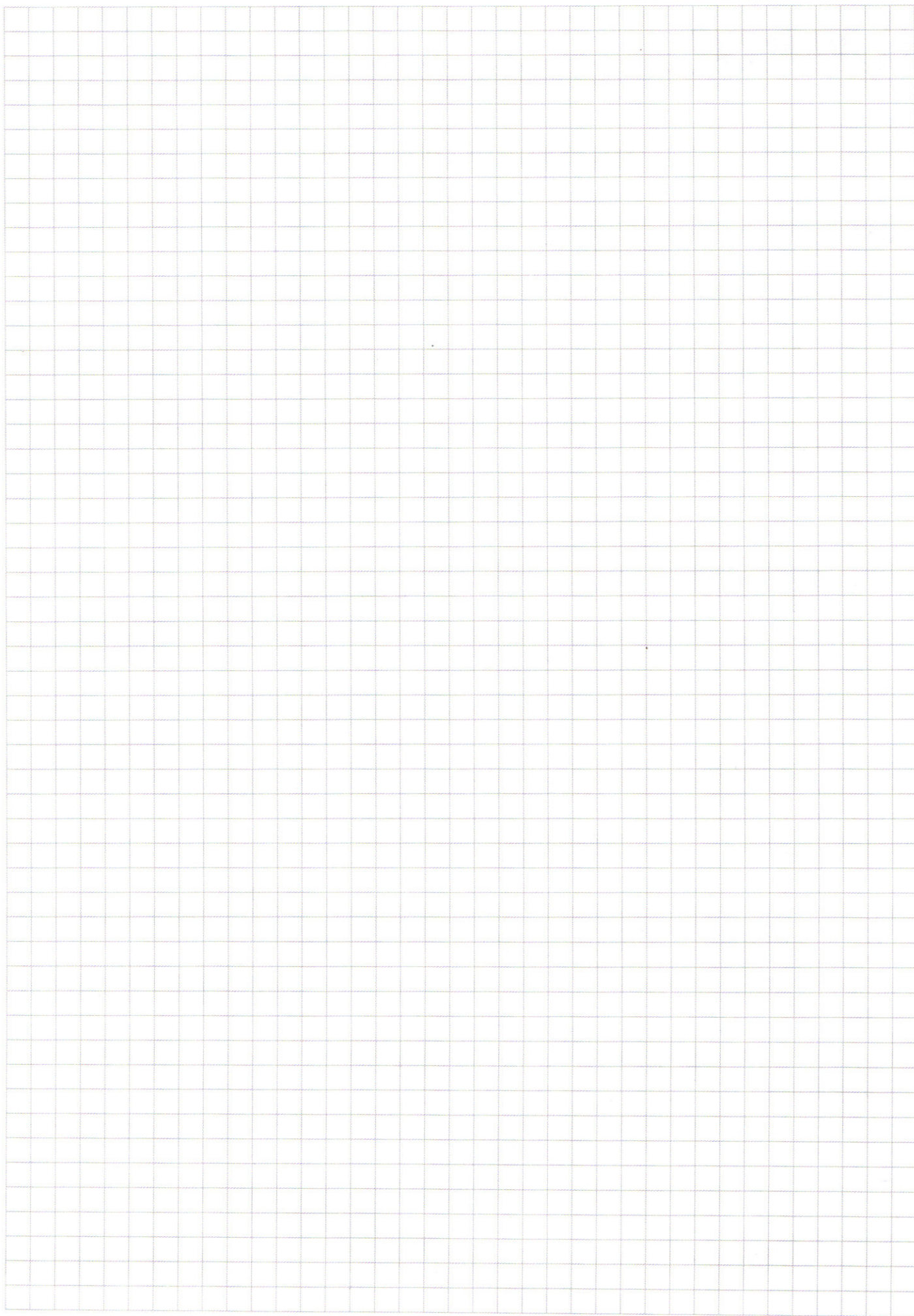
$V_{\text{н}}^2 = \frac{9}{16} + \frac{17^2}{25^2} - 2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{17}{25} \cdot \frac{369}{855} = \frac{9}{16} + \frac{289}{625} - \frac{54}{125} = \frac{69}{625} + \frac{9}{16}$

$\begin{array}{r} 69 \\ \times 16 \\ \hline 414 \\ 63 \\ \hline 1104 \end{array}$

$\begin{array}{r} 70 \cdot 6 = 420 \\ - 6 = 414 \\ \hline 6250 \\ 625 \\ \hline 5625 \\ + 414 \\ \hline 6039 \end{array}$

$\frac{54}{125}$

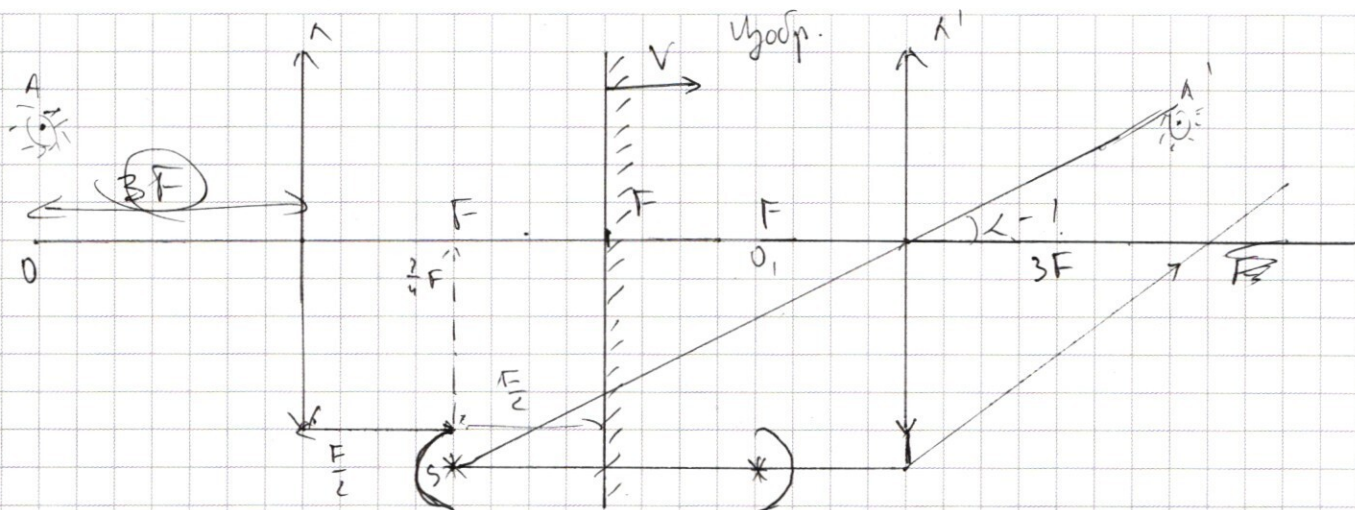
$1104 + 5625 =$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

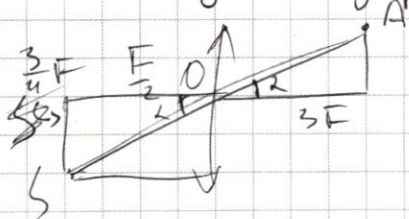


Если лучи от S попадут в изобр. A' , то A тоже упадет в S .
Т.е. надо найти f . $d = 1,5 F$, изр. реальный, изобр. тот же.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{F-d}{F \cdot d} \Rightarrow \frac{F-d}{dF}$$

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

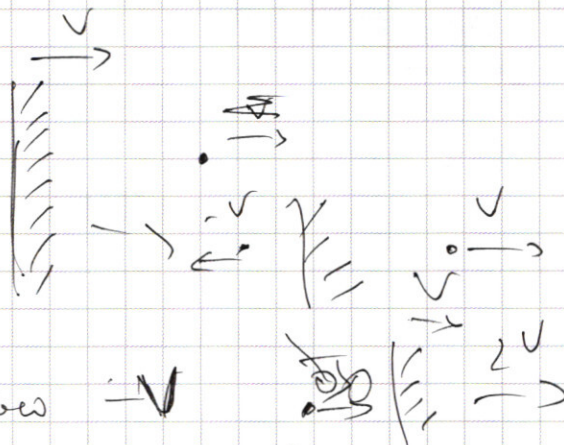
В ω линзы: изобр. формируется со к-го-то U .



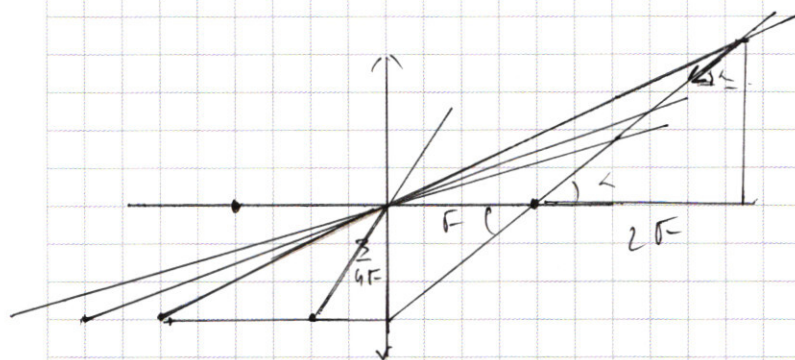
$$\frac{F}{2 \cdot 3F} = \frac{F}{2 \cdot 3F} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{F}{2} = \frac{1}{6} = \frac{3}{4} \cdot \frac{F}{m}$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{F}{2}} = \frac{\frac{3}{4}F \cdot 2}{F} = \frac{3}{2} = \tan \alpha'$$



В 10 мин: ^{уракует} ~~уракует~~ убили со ск-твом = ✓
Кре, ск-то убр 1 2 раза больше ск-ти мин ок уа-!



$$t_{yL} = \frac{3}{2}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad | : \cos^2 \alpha$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

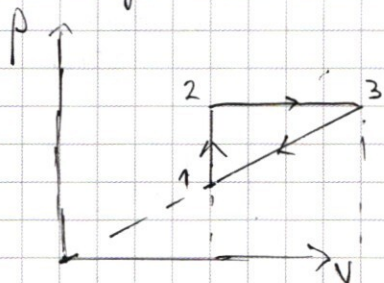
$$\frac{.95}{16} = \cos^2 \angle \Rightarrow \cos \angle = \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{2}{F} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$F = \frac{F_d}{d - F} = \frac{1}{r} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2.



Дано: $i=3$, $\partial=1$; $3-1: p=kV$

Иском: $\frac{C_{12}}{C_{23}}$? ; $2-3: \frac{Q_{23}}{A_{23}}$? ; $\eta_{\max}=?$

Первое начало термодинамики: $Q = A + \Delta U$,

A - работа, U - внутр. энергия, C - молярная теплоёмкость

$$1-2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; A_{12} = 0 \text{ т.к. } \Delta V = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1), \text{ но } \partial R T = pV \text{ по 3-му М.К.} \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} V (p_2 - p_1)$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{(T_2 - T_1) \partial}, Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) \Rightarrow C_{12} = \frac{\frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1)}{\partial (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R$$

$C_{12} > 0 \rightarrow$ температура повышалась. т.к. $Q > 0$

$$2-3: Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{12} \Leftrightarrow Q_{23} = p(V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \partial R (T_3 - T_2), \text{ но } pV = \partial R T$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \partial R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \partial R (T_3 - T_2) \Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} \partial R (T_3 - T_2)$$

$$C_{23} = \frac{\frac{5}{2} \partial R}{\partial} > 0 \rightarrow \text{температура повышалась. т.к. } Q > 0$$

$$3-1: p = kV \Leftrightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_3}{V_1}; Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}; A_{31} = \frac{V_3 + V_1}{2} \cdot \frac{p_3 - p_1}{2}$$

$$A_{31} = \frac{V_3 p_3 + V_1 p_3 - V_3 p_1 - V_1 p_1}{2}, \text{ т.к. } p_3 V_1 = V_3 p_1, \text{ то } A_{31} = \frac{V_3 p_3 - V_1 p_1}{2}$$

$$pV = \partial R T \Rightarrow A = \frac{\partial R}{2} (T_3 - T_1); \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \partial R (T_1 - T_3) \Rightarrow Q = 2 \partial R (T_3 - T_1)$$

$$Q < 0 \text{ цикле } A_{31} = -S_{\text{тр}}$$

$$\Rightarrow A_{31} = -\frac{(V_3 - V_1)(p_1 + p_3)}{2} = -\frac{1}{2} (V_3 p_1 + V_3 p_3 - V_1 p_1 - V_1 p_3); \text{ т.к. } p_3 V_1 = V_3 p_1,$$

$$\text{то } A_{31} = -\frac{1}{2} (V_3 p_3 - V_1 p_1) \Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \partial R (T_1 - T_3); A_{31} = \frac{1}{2} \partial R (T_1 - T_3) \text{ (по М.К.)}$$

$$Q_{31} = 2 \partial R (T_1 - T_3); C_{31} = \frac{2 \partial R}{\partial}, \text{ но } T_1 - T_3 < 0 \text{ поэтому п.4 не удовл.}$$

Значит ответ на 1-й вопрос: $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} \Rightarrow \boxed{\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}}$

2-3: $Q_{23} = \frac{5}{2}R(T_3 - T_2)$; $A_{23} = 3R(T_3 - T_2) \Rightarrow \boxed{\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}}$

По определению КПД $\eta = \frac{A_{\text{возг}}}{Q_{\text{н}}}$, где $A_{\text{возг}}$ - работа возг, $Q_{\text{н}}$ - теплота, подводимая к возг.
Теплота подводимая к возг на участках 1-2; 2-3: $Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23}$

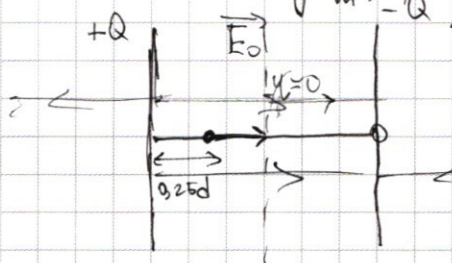
$Q_{\text{н}} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}R(T_3 - T_2) = \frac{3R}{2}(3T_2 - 3T_1 + 5T_3 - 5T_2) = \frac{3R}{2}(5T_3 - 2T_2 - 3T_1)$

$A_{\text{возг}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + 3R(T_3 - T_2) + \frac{3R}{2}(T_1 - T_3) = \frac{3RT_3}{2} + \frac{3RT_1}{2} - 3RT_2$
 $= 3R\left(\frac{T_3 + T_1}{2} - T_2\right) = \frac{3R}{2}(T_3 + T_1 - 2T_2)$

$\frac{A_{\text{возг}}}{Q_{\text{н}}} = \frac{T_3 + T_1 - 2T_2}{5T_3 - 2T_2 - 3T_1} =$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Дано: $d, S, \gamma = \frac{q}{m}; T$



$$E_n = \frac{|G|}{2\epsilon_0} ; E_0 = 2E_n = \frac{|G|}{\epsilon_0} \Rightarrow \boxed{E_0 = \frac{|G|}{\epsilon_0}}$$

$$|G| = \left| \frac{Q}{S} \right| = \frac{Q}{S}$$

$$v_1 = ? ; Q = ?$$

$$v_2 = \infty - ?$$

$$ma = E_0 \cdot q \Rightarrow a = E_0 \gamma ; v_1 = 0,75d = \frac{v_1^2}{2E_0 \gamma} \Rightarrow v_1^2 = 1,5dE_0 \gamma$$

$$0,75d = \frac{v_1}{2} T \Rightarrow v_1 = \frac{1,5d}{T} \text{ т.к. } \bar{S} = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t, \text{ если } a = \text{const.}$$

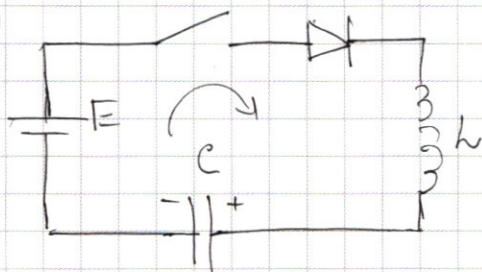
$$0,75d = 0 + \frac{aT^2}{2} \Leftrightarrow \frac{1,5d}{T^2} = a = E_0 \gamma \Rightarrow \frac{1,5d\epsilon_0}{T^2 \gamma} = \frac{Q}{S}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q = \frac{1,5d\epsilon_0 S}{T^2 \gamma}} ; \boxed{v_1^2 = 1,5d \cdot \frac{1,5d}{T^2} = \left(\frac{1,5d}{T} \right)^2} \quad \checkmark$$

ЗСЭ: $A = qEd$ ~~qQ~~ $qQ = \frac{mv_2^2}{2}$, $\gamma = \frac{q}{m}$

$$\frac{qQ}{2} = \frac{qQ}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \text{ (ошибка)} \quad \text{или} \quad \frac{mv_1^2}{2} = \frac{qQ}{2} + \frac{mv_2^2}{2}, \quad 2v_2 < v_1 \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = qQ - qQ$$

у4)



$$U_0 = 1B ; C = 40$$

$$\frac{dI}{dt} - ! ; I_{max} - !$$

$$U_z - !$$

$$\cancel{R} \quad \epsilon_m = - \frac{L dI}{dt}, \quad \epsilon_m = E$$

$$V = \text{const}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{DR T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1}$$