

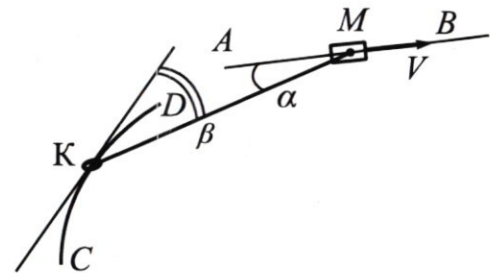
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без

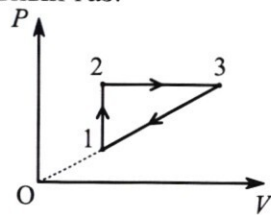
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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

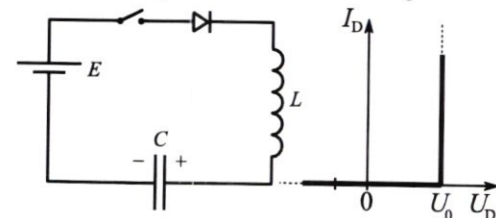


3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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



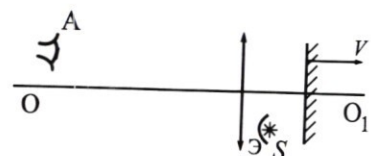
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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

№ 1.

- 1) кинемат. связь: проекции скоростей кольца и муфты на нить равны

пусть $\vec{u}$ - скорость кольца в этот момент отн. Земли

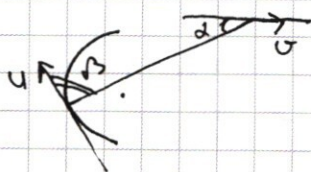
$$u \cos \beta = v \cos \alpha$$

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

$$u = 68 \text{ м/с} \cdot \frac{15.5}{17.4} = 75 \text{ м/с}$$

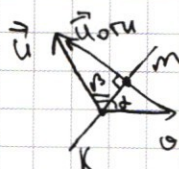
- 2) чтобы найти скорость кольца относительно муфты, перейдем в СО муфты
виз. системы сверху:

УСО:



$$\vec{u} = \vec{v} + \vec{u}_{отн}, \quad \vec{u}_{отн} - \text{отн. скорость кольца}$$

к/м - миска, нить



из рисунка $|u_{отн}| = v \sin \alpha + u \sin \beta$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow u_{отн} = 68 \text{ м/с} \cdot \frac{8}{17} + 75 \text{ м/с} \cdot \frac{3}{5} = 77 \text{ м/с}$$

продолж. с. 5

N 2.

$$1) 1-2: V = \text{const} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} > 1, \text{ з.ч. } T_2 > T_1$$

$$C_v = \frac{3}{2} R \text{ для одноатомного газа}$$

$$2-3: p = \text{const} \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} > 1, \text{ з.ч. } T_3 > T_2$$

$$C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$2) p = \text{const} \Rightarrow A_{2-3} = p_2 \cdot (V_3 - V_2) = 2R(T_3 - T_2)$$

$$Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3} = \frac{5}{2} 2R(T_3 - T_2)$$

$$\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q^+}$$

1-3 прямая из 0 $\Rightarrow$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_1 + \Delta P}{V_1 + \Delta V}$$

$$P_1 \Delta V = \Delta P V_1$$

$$Q^+ = 4 P_1 \Delta V + \frac{5}{2} \Delta P \Delta V = 4 P_1 \Delta V + 5 A$$

$$\frac{1}{\eta} = 8 \frac{P_1}{\Delta P} + 5 \rightarrow \min, \text{ чтобы } \eta \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \\ \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_3}{V_1} \end{array} \right| \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_2}, T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$A = \frac{1}{2} \Delta p \Delta V - \text{площадь}$$

цикла

$$Q^+ = Q_{1-2} + Q_{2-3}$$

$$Q^+ = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) + \frac{5}{2} 2R(T_3 - T_2)$$

$$Q^+ = \frac{3}{2} \Delta P V_1 + \frac{5}{2} P_1 \Delta V$$

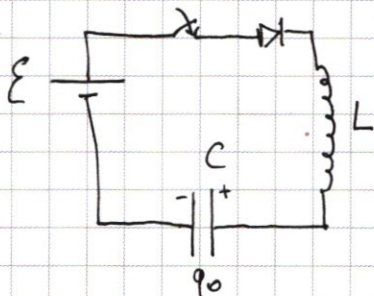
$$Q^+ = \frac{3}{2} \Delta P V_1 + \frac{5}{2} P_1 \Delta V + \frac{5}{2} \Delta P \Delta V$$

$$\frac{P_1}{\Delta P} \rightarrow \min \Rightarrow P_1 = \Delta P$$

$$\frac{1}{\eta} = 13 \Rightarrow \eta = \frac{1}{13}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.



1) сразу после замыкания ключа:

$$\mathcal{E} = U_0 + \mathcal{E}_{\text{ind}} + U_1$$

$$\mathcal{E} = U_0 + L \frac{dI}{dt} + U_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L}$$

$$\frac{dI}{dt} = 30 \text{ A/c}$$

~~когда ток в цепи максимален, ток через катушку максимален (последовательное соединение элементов)~~

~~т.е. $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$ напряжения на катушке нет~~

~~в этот момент $\mathcal{E} = U_0 + U_C$~~

$$U_C = \mathcal{E} - U_0$$

~~значит~~

2) когда в цепи есть ток, диод открыт и систему источник + диод можно заменить источником с ЭДС $\mathcal{E}' = \mathcal{E} - U_0$

$$q\mathcal{E}' = \frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2}, \quad q - \text{заряд, протекающий через источник за } t$$

I - ток в момент t

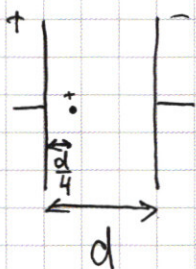
U - напр. на конденсаторе в момент t

~~значит~~

$$U = \frac{q_0 + q}{C} = \frac{CU_0 + q}{C} = U_0 + \frac{q}{C}$$

продолж. с. 5

N 3.



1) положительно заряженная гасица в однородном поле конденсатора движется равноускоренно т.к. она движется вдоль оси симметрии, нет сил, смещающих ее параллельно обкладкам

$\frac{3}{4}d$ - путь, пройденный гасицей до вылета

$$\frac{3}{4}d = \frac{aT^2}{2}, \quad a - \text{ускорение гасицы}, \quad a = \frac{3}{2} \frac{d}{T^2}$$

$$\boxed{v_1 = 0 + aT = \frac{3d}{2T}}$$

2) $m\vec{a} = \vec{F}$ - II закон Ньютона

$\vec{F} = q\vec{E}$, $\vec{E}$ - поле конденсатора вблизи оси симметрии

$$E = \frac{Q}{Cd}, \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d} - \text{емкость конденсатора}$$

$$\frac{qQ}{Cd} = m \cdot \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{d^2}{T^2} \cdot \frac{C}{\gamma} = \frac{3\epsilon_0 S d}{2T^2 \gamma}$$

3) т.к. внешних сил нет, $K + q\varphi = \text{const}$, K - кин. энергия гасицы

φ - ее потенциал

$$0 + q \cdot \varphi_0 = \frac{mv_2^2}{2} + q\varphi_\infty$$

φ_0 - потенциал в начальной момент времени

$$\varphi_0 = \frac{3}{4}d \cdot E = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{2} \frac{d^2}{T^2 \gamma}$$

$\varphi_\infty = 0$ на бесконечно большом расст. потенциал равен 0

$$\frac{qqd^2}{8T^2\gamma} = \frac{mv_2^2}{2}$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{3d}{2T}$

2) $Q = \frac{3\epsilon_0 S d}{2T^2 \gamma}$

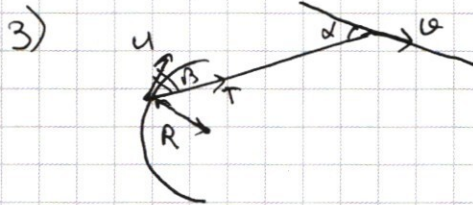
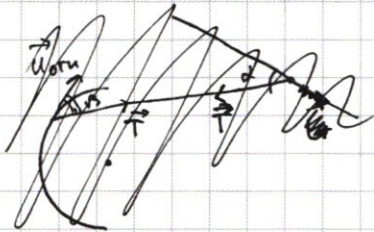
3) $v_2 = \frac{3d}{2T \gamma}$

$$\frac{gd^2}{4T^2\gamma^2} = v_2^2 \Rightarrow$$

$$\boxed{v_2 = \frac{3d}{2T \gamma}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) ~~виз системы сверху в СО~~ ~~мгн~~ ~ 1 продолж.



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

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

$$T \approx 5 \text{ мН}$$

Ответ: 1) 75 см/с
2) 77 см/с
3) 5 мН.

~ 4 продолж.

3) в установившемся режиме ток в системе не идет

т.е. $\frac{dI}{dt} = 0$

$$U_2 = \mathcal{E} - U_0 = 8 \text{ В}$$

2) $\mathcal{E} = L \frac{dI}{dt} + U_0 + U_C$ U_C - напряж. на конденсаторе

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_C}{L}$$

№5.

$$1) \frac{4}{3F} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

$$a = -3F$$

№2 продолж.

максимальная эффективность процесса 1-3 $C=2R$

т.к. процесс политропический ($pV^n = \text{const}$, $n=-1$)

$$\eta = \frac{C - C_p}{C - C_v} = -1 \Rightarrow C = 2R$$

$$|Q_{31}| = -2R \cdot D \cdot (T_1 - T_3) \quad (T_1 < T_3)$$

$$|Q_{31}| = 2DR(T_3 - T_1) = |Q^-|$$

$$Q^+ = \frac{3}{2} 2R \sqrt{T_1} (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) + \frac{5}{2} 2R \sqrt{T_3} (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) =$$

$$= \frac{2R}{2} (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) (3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3})$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+} = 1 - \frac{2DR(T_3 - T_1)}{\frac{2R}{2} (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) (3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3})} = 1 - \frac{4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}} =$$

$$= \frac{\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}}, \text{ при } T_1 \neq T_3 \text{ (имеет 1, 2, 3 не может на одной изотерме)}$$

$$\eta' = \frac{(\frac{1}{2\sqrt{T_1}} - \frac{1}{2\sqrt{T_3}})(3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}) + (\frac{3}{2\sqrt{T_1}} + \frac{5}{2\sqrt{T_3}})(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})}{(3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3})^2} = 0$$

$$\frac{\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}}{2\sqrt{T_1 T_3}} (3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}) + \frac{3\sqrt{T_3} + 5\sqrt{T_1}}{2\sqrt{T_1 T_3}} (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}) = 0$$

$T_3 = T_1$ - при условии, что 1 и 3 не может на одной изотерме.

при $2\sqrt{T_1} = \sqrt{T_3} \rightarrow \eta \rightarrow \max$

$$\eta = \frac{3\sqrt{T_1}}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}}$$

при $\sqrt{T_3} = 2\sqrt{T_1} \rightarrow \eta \rightarrow \max$

$$\eta = \frac{\sqrt{T_1}}{13\sqrt{T_1}} = \frac{1}{13}$$

Ответ: 1) $\frac{C_v}{C_p} = 0,6$

2) 2,5

3) $\frac{1}{13} \approx 0,08$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{CU^2}{2}$$

$$\frac{LI_m^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$$

$$q \mathcal{E}' = \frac{LI^2}{2} + \frac{(q+q_0)^2}{2C}$$

$$\dot{q} \mathcal{E}' = \dot{I} \cdot L \dot{q} + \frac{q \cdot \dot{q}}{C} + \frac{\dot{q} q_0}{C}$$

$$\dot{I} = \frac{C \mathcal{E}' - q - q_0}{L}$$

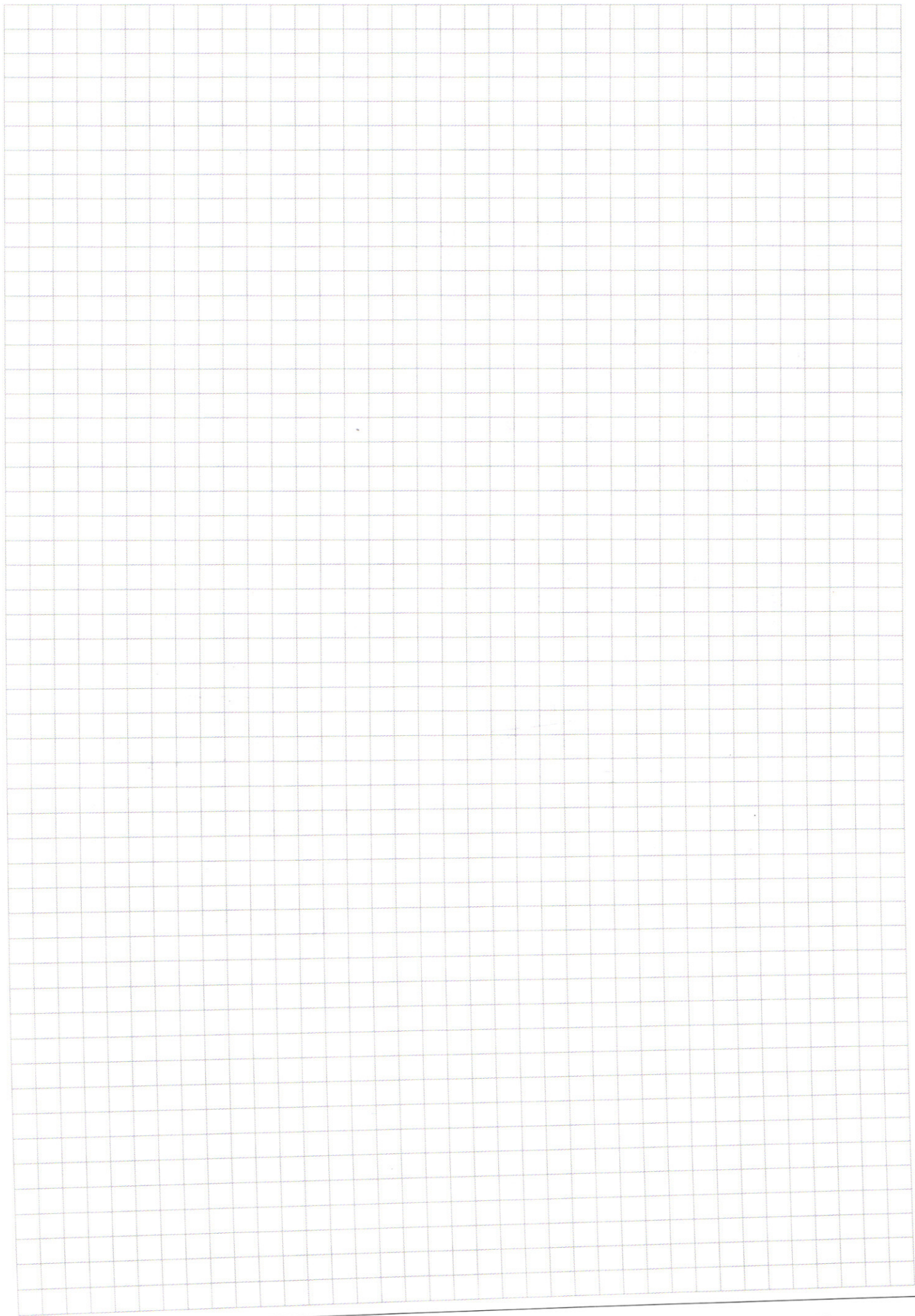
$$q \mathcal{E} = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{(q+q_0)^2}{2C}$$

$$\frac{1,00}{8,1} \cdot \frac{1,3}{0,076}$$

$$\sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \cdot 8$$

$$\sqrt{4 \cdot 10^{-4}} \cdot 8 =$$

$$16 \cdot 10^{-2}$$



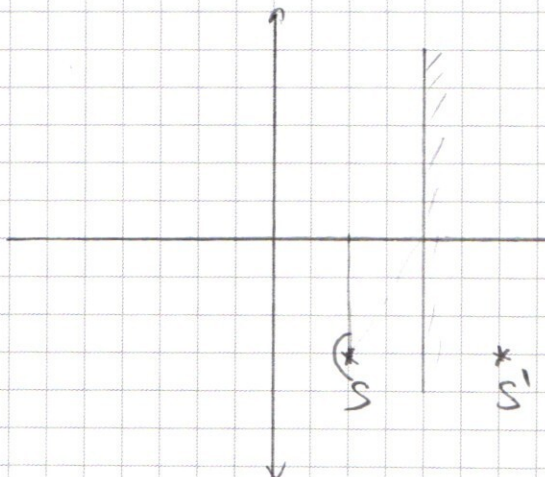
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5.

- 1) свет от источника может попасть на линзу только после отражения от зеркала
- когда луч от источника попадает на зеркало, он отражается под тем же углом, под которым попал на зеркало
- т.е. наблюдатель увидит изображение как от источника, расположенного симметрично S от зеркала на расст. от линзы $\frac{3F}{2}$



$$\frac{1}{\frac{3F}{2}} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

$$a = \frac{F}{3}$$

- 2) $\tan \alpha = 0,5$
- 3) $\varphi_{uz \perp} = \Gamma^2 \varphi = \left(\frac{F \cdot 2}{3 \cdot 3F} \right)^2 \varphi = \frac{4}{81} \varphi$
- $\varphi_{uz \parallel} = \frac{2}{81} \varphi$
- $\varphi_{uz} = \frac{2\sqrt{5}}{81} \varphi$

продолж. №4

$$\frac{CU_2^2}{2} = \cancel{\frac{q^2}{2C}} - \frac{(q+q_0)^2}{2C} + q\mathcal{E} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} U_2 = 0,16 \text{ A}$$

Ответ: 1) 30 A/C

2) 0,16 A

3) 8 В

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_1} \quad \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$T_2 = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$C - \frac{5R}{2} = \frac{3R}{2} - C$$

$$-2\left(\frac{1}{\sqrt{T_3}} - \frac{1}{\sqrt{T_1}}\right)(3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}) + \left(\frac{3}{2\sqrt{T_1}} + \frac{5}{2\sqrt{T_3}}\right)(4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1}))$$

$$\frac{4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{\sqrt{T_1} \sqrt{T_3}} \frac{3\sqrt{T_3} + 5\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_1} \sqrt{T_3}} = \frac{\sqrt{T_1} - \sqrt{T_3}}{\sqrt{T_1} \sqrt{T_3}} (3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3})$$

$$3T_3 + 5T_1 + 8\sqrt{T_1 T_3} = 3T_1 - 5T_3 + 2\sqrt{T_1 T_3}$$

$$8T_3 - 2T_1 + 6\sqrt{T_1 T_3} = 0$$

$$4T_3 + 3\sqrt{T_1 T_3} - T_1 = 0$$

$$K = 9T_1 + 16T_3 = 25T_1$$

$$\sqrt{T_3} = \frac{-3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_1}}{8} = \frac{\sqrt{T_1}}{4}$$

$$T_3 =$$

$$A_{23} = 2R(T_3 - T_2) = 2R\sqrt{T_3}(T_3 - \sqrt{T_1})$$

$$A_{31} \quad Q = \frac{3}{2} 2R\sqrt{T_1}(T_3 - T_1) + \frac{5}{2} 2R\sqrt{T_3}(T_3 - T_1)$$

$$(Q) = 2RD(T_3 - T_1)$$

$$1 - \frac{2DR(T_3 - T_1)}{\frac{2DR}{2}(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3})} =$$

$$= 1 - \frac{4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}} = \frac{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3} - 4\sqrt{T_3} - 4\sqrt{T_1}}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}}$$

$$\eta = \frac{\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}}{3\sqrt{T_1} + 5\sqrt{T_3}}$$

$$4(\sqrt{T_3})^2 + 3\sqrt{T_3} \cdot \sqrt{T_1} - (\sqrt{T_1})^2 = 0$$

$$0,4 \cdot 45275$$

$$0,1 \cdot \frac{9}{16} = \frac{3 \cdot 5}{16 \cdot 19}$$

$$1,9 \cdot \frac{3}{5}$$

$$\begin{array}{r} 1209 \\ - 1,000 \quad (209) \\ \hline 836 \quad 0,0048 \\ \hline 1640 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19 \\ 11 \\ \hline 209 \end{array}$$

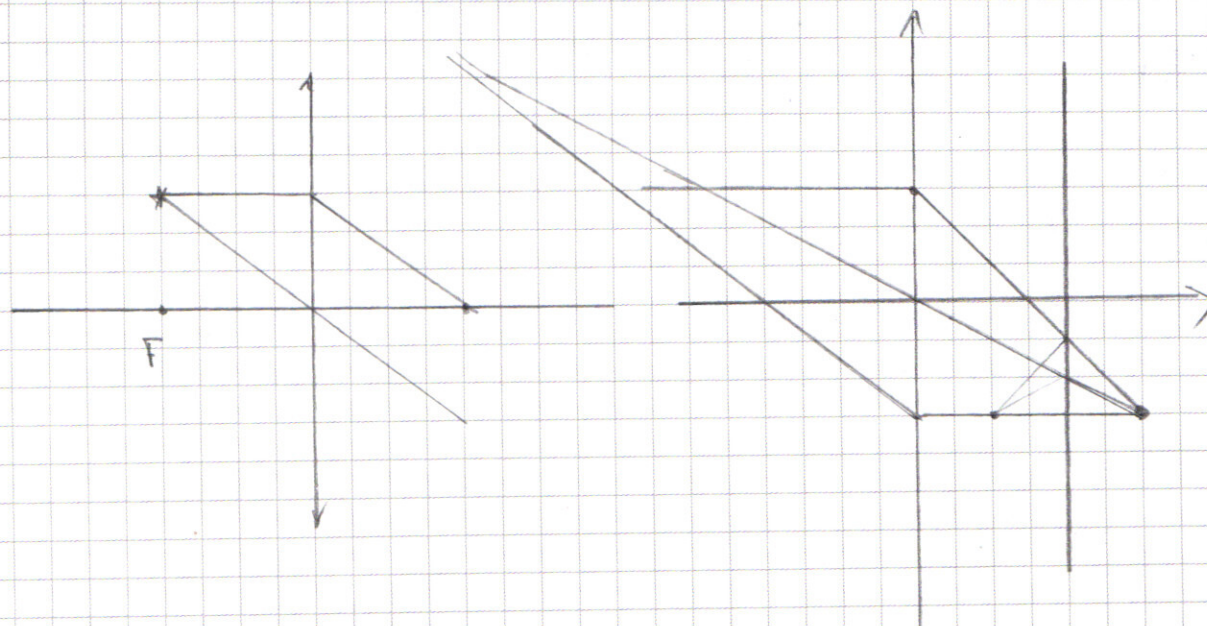
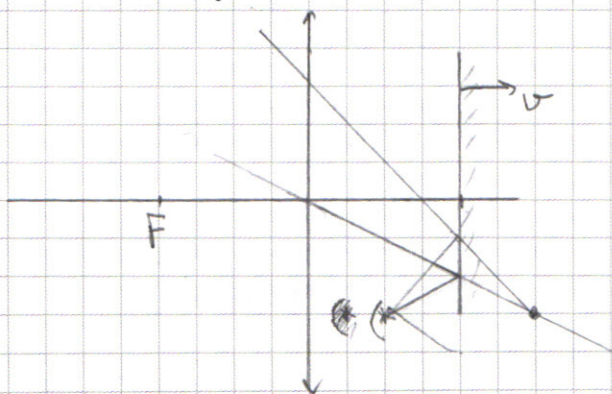
№5.

- 1) в этот момент зеркало расположено в фокусе,
 значит ~~изображение становится и будет между линзой и~~
~~зеркалом~~ источник виден только в зеркале

$$-\frac{1}{F} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

$$a = \frac{F}{2}$$

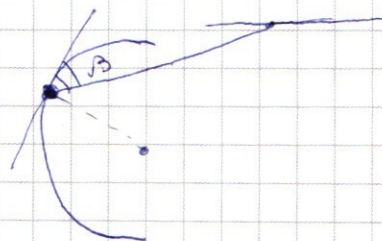
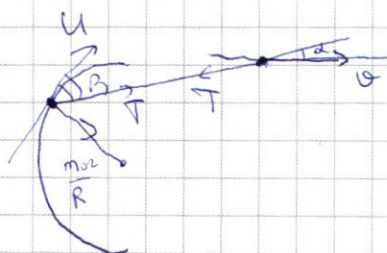
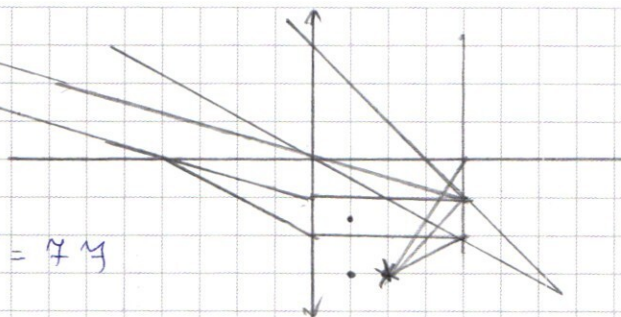
2)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1 - \frac{225}{289} = \frac{64}{289}$$

$$32 + 15 \cdot 3 = 32 + 45 = 77$$



$$1) \frac{5}{3}$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+}$$

$$2) \frac{5}{2}$$

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

$$Q^+ = \frac{3}{2}\Delta p V_1 + \frac{5}{2}p_2 \Delta V = \frac{3}{2}p_1 \Delta V + \frac{5}{2}(p_1 + \Delta p)\Delta V$$

$$\frac{p_2}{V_3} = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_1 + \Delta p}{V_1 + \Delta V}$$

$$p_1 \Delta V = \Delta p V_1$$

$$Q^+ = 4p_1 \Delta V + \frac{5}{2}\Delta p \Delta V$$

$$A = \frac{1}{2}\Delta p \cdot \Delta V$$

$$\eta = \frac{A}{4p_1 \Delta V + 5A}$$

$$1 - \frac{Q^-}{Q^+}$$

$$Q^+ - Q^- = A$$

$$Q^- = 4p_1 \Delta V + 2\Delta p \Delta V$$

$$\frac{1}{\eta} = \frac{4p_1 \Delta V}{\frac{1}{2}\Delta p \Delta V} + 5 = 8 \frac{p_1}{\Delta p} + 5 \Rightarrow \min$$

$\frac{p_1}{\Delta p}$

$$|Q_3| = 2R\Delta(T_3 - T_1) = 2(p_3 V_3 - p_1 V_1) = 2((p_1 + \Delta p)(V_1 + \Delta V) - p_1 V_1) =$$

$$= 2(p_1 \Delta V + \Delta p V_1 + \Delta p \Delta V) = 4p_1 \Delta V + 2\Delta p \Delta V$$

$$2\Delta p V_1 + 2p_1 \Delta V = 4p_1 \Delta V$$

$$L \frac{dI}{dt} + U_0 + U_1 = \mathcal{E}$$

$$Ed = U = \frac{Q}{C}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E} - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 5 - 1}{0,1} = 30 \text{ A/C}$$

$$\frac{\frac{\varphi}{\mu} \cdot \mu^3 \cdot k_2}{c^2 \cdot k_1} = \frac{\varphi \cdot \mu^2 \cdot k_2}{c^2 \cdot k_1} = \frac{\varphi \Delta \mu}{k_1}$$

$$\mathcal{E} = U_0 + U_C$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+}$$

$$\varphi = \frac{\mu_0 \mu^2}{\mu}$$



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

$$\Phi_M = B \cdot K_1$$

$$\varphi \cdot B$$

$$\frac{Q}{C} = \varphi$$

$$Q^- = 4p_1 \Delta V + 2\Delta p \Delta V$$

$$1 - \frac{2\Delta V(2p_1 + \Delta p)}{4\Delta V(4p_1 + \frac{5}{2}\Delta p)} = 1 - \frac{4p_1 + 2\Delta p}{4p_1 + \frac{5}{2}\Delta p} = \frac{\frac{1}{2}\Delta p}{4p_1 + \frac{5}{2}\Delta p} = \frac{\Delta p}{8p_1 + 5\Delta p}$$

$$8 \frac{p_1}{\Delta p} + 5 \rightarrow \min$$

$$-8 \frac{p_1}{\Delta p^2} \quad \left(\frac{C}{x}\right)' = \frac{-x'C}{x^2}$$

$$a = \frac{aT^2}{2} = \frac{3}{4}d$$

$$a = \frac{3}{2} \frac{d}{T^2}$$

$$a = \frac{qE}{m}$$

$$v_1 = at = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$$

$$p_1 = \Delta p$$

$$F = qE = ma$$

$$E \cdot d = U = \frac{Q}{C}$$

$$E = \frac{Q}{Cd}$$

$$qE \cdot \frac{3}{4}d = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$q \cdot \frac{Q}{C} \cdot \frac{3}{4} = m \frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2}$$

$$Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{d^2}{T^2} \cdot \frac{C}{q} \cdot m = \frac{3\epsilon_0 S d}{2T^2 q}$$