

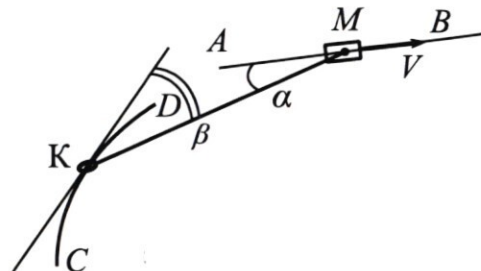
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



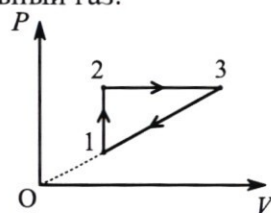
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

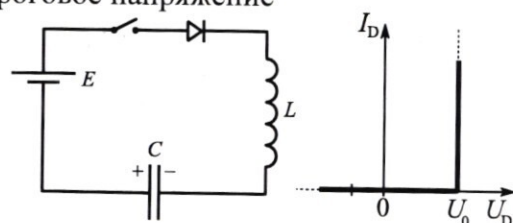
скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

- 1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?
- 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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ 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.

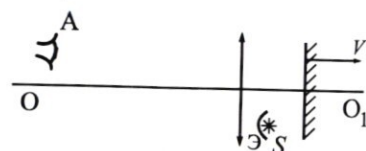


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

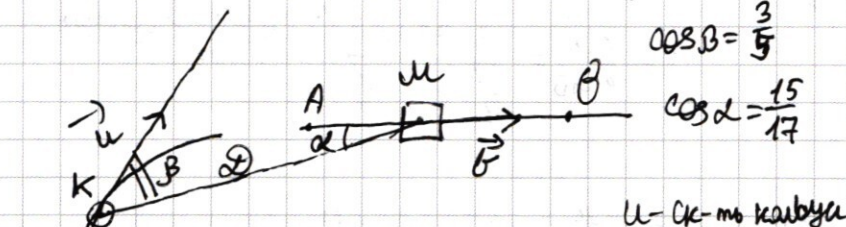
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$$v = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

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

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

u - ск-ть капыла

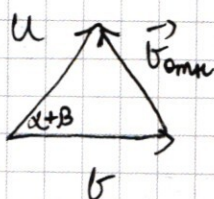
Проекции скоростей шара M и капыла K на линию, проходящую через точку, равны. (т.к. длина проекции не меняется)

Скорость капыла K направлена по касательной к окружности, то есть под углом β к линии.

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

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} = \frac{30 \cdot 5}{3} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Скорость капыла направлена под углом $\alpha + \beta$ к AB.



Те-ма косинусов: $v_{\text{отн}}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{225}{289}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

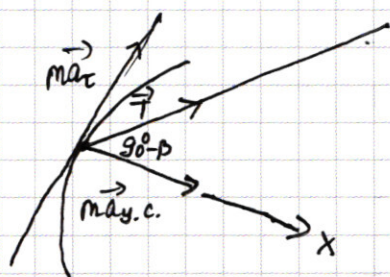
$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{45 - 32}{85} = \frac{13}{85}$$

$$v_{\text{отн}}^2 = 34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{85} = 34^2 + 50^2 - 20 \cdot 26 =$$

$$= 2500 + 1156 - 520 = 3136 = 56^2$$

$$v_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Расчетный калыо к



мат

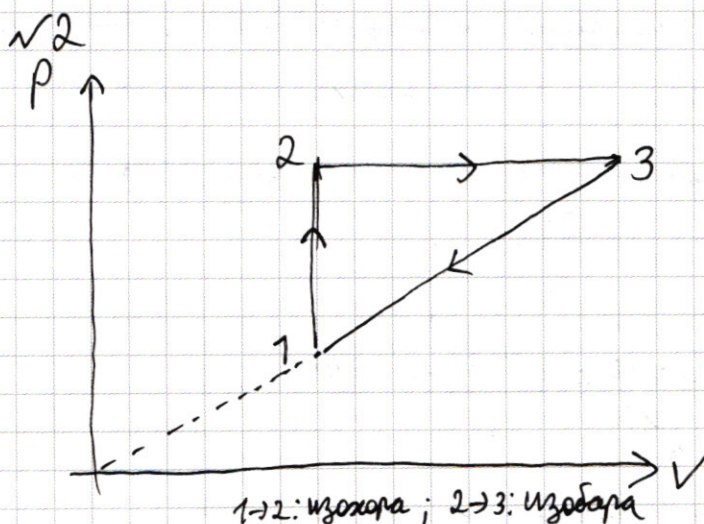
Ох:

$$m a_{y.c.} = T \sin \beta$$

$$m \cdot \frac{u^2}{\rho} = T \sin \beta$$

$$T = \frac{m u^2}{\rho \sin \beta} = \frac{0,3 \cdot 2500 \cdot 10^{-4}}{\frac{5}{4} \cdot 0,53 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{0,25 \cdot 0,3}{0,53} \approx 0,14 \text{ Н}$$

Обм: 1) $u = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $t_{\text{откл.}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T = 0,14 \text{ Н}$



$$pV = \nu R T$$

1) ТТ на участках 1-2 и 2-3.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12} \text{ (м.к. } \Delta V = 0 \Rightarrow A_{12} = 0) \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{23}$$

$$A_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = p_3 V_3 - p_2 V_2 = \nu R (T_3 - T_2)$$

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

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{1,5 \nu R}{2,5 \nu R} = \frac{3}{5}$$

$$2) \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1,5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) 1→3: $p = \alpha V$

$$p = \frac{\sqrt{RT}}{V}$$

$$V = \frac{\sqrt{RT}}{p}$$

$$p = \frac{\alpha \sqrt{RT}}{p} \Rightarrow \frac{p^2}{T} = \text{const}$$

$$\frac{p_1^2}{T_1} = \frac{p_3^2}{T_3} \Rightarrow \frac{p_1^2}{p_3^2} = \frac{T_1}{T_3}$$

1→2: $V = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const}$

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

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

$$\frac{p_1^2}{p_2^2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{p_1^2}{p_3^2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$T_1 \cdot T_3 = T_2^2$$

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

$Q_{31} = -|A_{31}| + \Delta U_{31} = -|A_{31}| - \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_1) = -(|A_{31}| + 1.5 \sqrt{R} (T_3 - T_1))$

$A_{31} = \frac{p_3 V_3 - p_1 V_1}{2} = \frac{\sqrt{R} (T_3 - T_1)}{2}$ (разность площадей прямоугол. Δ)

$$|Q_{31}| = 2 \sqrt{R} (T_3 - T_1)$$

$$Q^- = |Q_{31}| = 2 \sqrt{R} (T_3 - T_1)$$

$$Q_{12} = 1.5 \sqrt{R} (T_2 - T_1)$$

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

$$Q_{23} = 2.5 \sqrt{R} (T_3 - T_2)$$

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = 1 - \frac{Q^-}{Q^+} = 1 - \frac{2(T_3 - T_1)}{1.5(T_2 - T_1) + 2.5(T_3 - T_2)}$$

$$\eta = 1 - \frac{4(T_3 - T_1)}{3(T_2 - T_1) + 5(T_3 - T_2)}$$

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

$$\eta = 1 - \frac{4(T_3 - T_1)}{5T_3 - 3T_1 - 2T_2} = 1 - \frac{4(T_3 - T_1)}{4(T_3 - T_1) + T_3 + T_1 - 2\sqrt{T_1 T_3}} =$$

$$= 1 - \frac{4(T_3 - T_1)}{4(T_3 - T_1) + (\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2} = 1 - \frac{4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})}{4(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1}) + \sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}} =$$

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

Answer: $\text{Max } \eta = 1 - \frac{4}{5} = 20\%$ (достигается при $T_3 \gg T_1$)

Answer: 1) 0,6; 2) 15; 3) 20%

N3

$q = \frac{Q}{\epsilon_0} = ES$ (Гauss)
 $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$
 $q = \frac{Q}{\epsilon_0} = ES$ (Гauss)
 $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$
 $E_1 = E_2 = E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow E_0 = E_1 + E_2 = \frac{2Q}{\epsilon_0 S}$
 $ma = qE_0$

$$ma = qE \cdot 2$$

$$ma = 2q \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

Далее доложу. Обкладки заряжены. Проникнет ли в центр? b_3 - скорость частицы в центре

$$\frac{b_1^2}{2a} = 0,7d$$

$$\frac{b_3^2}{2a} = 0,2d$$

$$\Rightarrow \frac{b_3^2}{b_1^2} = \frac{2}{7} \quad b_3 = \sqrt{\frac{2}{7}} b_1$$

$$\frac{b_3 T}{2} = 0,2d$$

$$T = \frac{0,4d}{b_3} = \frac{2d \cdot \sqrt{7}}{5 \cdot \sqrt{2} b_1} = \frac{2\sqrt{14}d}{5b_1} = \frac{\sqrt{14}d}{5b_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) \quad ma = \frac{2qQ}{\epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{b_1^2}{14d}$$

$$\frac{mb_1^2}{14d} = \frac{2qQ}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{mb_1^2 \epsilon_0 S}{28dq} = \frac{5mb_1^2 \epsilon_0 S}{14dq} = \frac{5b_1^2 \epsilon_0 S}{14d\gamma}$$

$$3) \quad W_1 = \frac{kqQ}{d}$$

Потенциальная энергия системы при вылете. Запишем закон сохр-ия энергии

$$W_1 = K = -\frac{mb_1^2}{2} + \frac{mb_2^2}{2} = \frac{5mb_1^2 \epsilon_0 S}{14dq} = \frac{5mb_1^2 \epsilon_0 S \cdot 4\pi}{14d^2} = \frac{10mb_1^2 S\pi}{7d^2}$$

$$\frac{kqQ}{d} = -\frac{mb_1^2}{2} + \frac{mb_2^2}{2}$$

$$\frac{kq}{d} \cdot \frac{5mb_1^2 \epsilon_0 S}{14dq} = -\frac{mb_1^2}{2} + \frac{mb_2^2}{2}$$

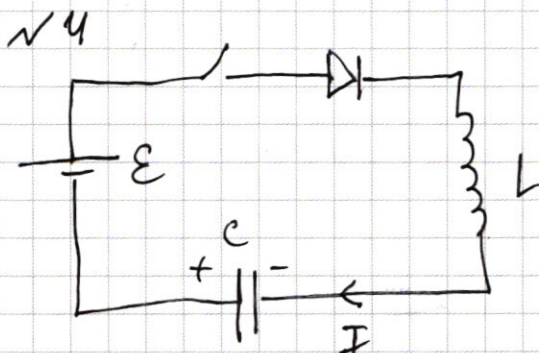
$$\frac{5b_1^2 S}{4\pi d^2 \cdot 14} = -\frac{b_1^2}{2} + \frac{b_2^2}{2}$$

$$\frac{5b_1^2 S}{56\pi d^2} = -\frac{b_1^2}{2} + \frac{b_2^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$-\frac{5}{28} \cdot \frac{b_1^2 S}{\pi d^2} = b_1^2 - b_2^2 \Rightarrow b_2 = \sqrt{b_1^2 + b_1^2 \frac{5S}{28\pi d^2}} = b_1 \sqrt{\frac{28\pi d^2 + 5S}{28\pi d^2}}$$

Ответ: 1) $T = \frac{\sqrt{4d}}{5b_1}$; 2) $Q = \frac{5b_1^2 \epsilon_0 S}{4d\gamma}$ (заряд каждой из пластин по модулю);

3) $b_2 = b_1 \sqrt{\frac{28\pi d^2 + 5S}{28\pi}} \cdot \frac{1}{f}$



$U_1 = 2\text{В}$, $C = 40\text{мкФ}$, $\mathcal{E} = 6\text{В}$, $L = 0,1\text{Гн}$
 $U_0 = 1\text{В}$

1) Сразу после замыкания:

$$U_L = \mathcal{E} - U_1$$

$$L \cdot I'(0) = U_L$$

$$I'(0) = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L} = 40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$$

2) Как только во цепи появится ток диод откроется.

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

$q_0 = C(\mathcal{E} - U_0)$ - начальный заряд на конденсаторе

ЗСЭ:

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

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

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

$$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} + \frac{q C(\mathcal{E} - U_0)}{C} + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = qU_0 - \frac{q^2}{2C}$$

парабола (ветви вниз) $\Rightarrow$ $\text{Max } I$ достигается при $q = CU_0$

$$\frac{LI^2}{2} = CU_0^2 - \frac{CU_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$I = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot U_0 = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} \cdot 1 = \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} = 0,02\text{А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Когда режим в цепи установился $I=0$

$$\mathcal{E}q = q^2$$

$$qU_0 - \frac{q^2}{2C} = 0$$

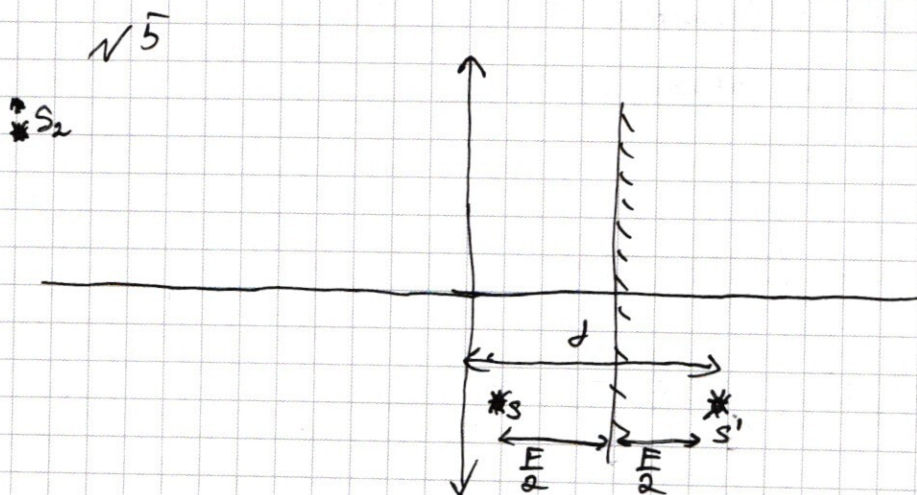
$$U_0 = \frac{q}{2C}$$

$$q = 2CU_0$$

$$q_k = q + q_0 = 2CU_0 + C(\mathcal{E} - U_0)$$

$$U_k = 2U_0 + \mathcal{E} - U_0 = \mathcal{E} + U_0 = 7\text{В}$$

Ответ: 1) $40 \frac{\text{В}}{\text{Гн}}$; 2) $0,02 \text{ А}$; 3) 7В



Человек в м. А будет изображение S^*

S' является источником для линзы:

$$S' \text{ находится на расстоянии } d = \frac{F}{2} + \frac{F}{2} + \frac{F}{4} = \frac{5}{4}F$$

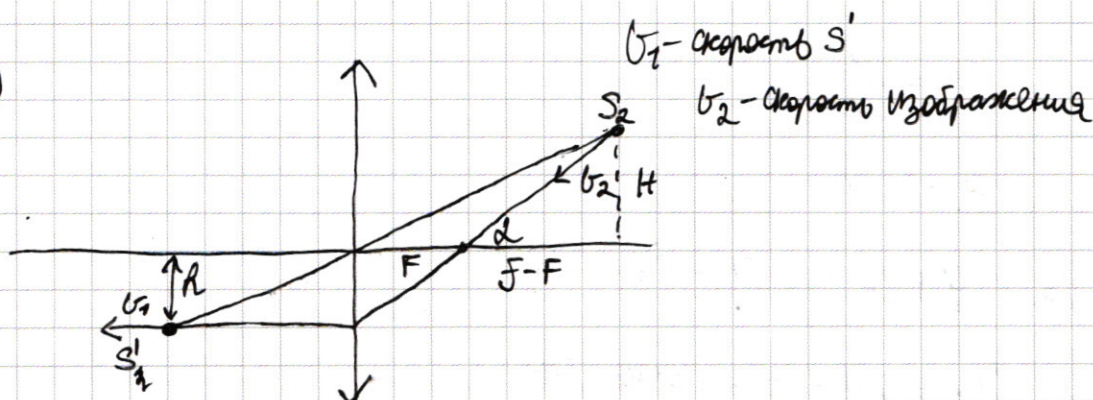
Упр-ние тонкой линзы:

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F}$$

$$f = 5F$$

2)



$$R = \frac{3}{4}F$$

$$\frac{R}{H} = \frac{d}{f} = \frac{1}{4} \Rightarrow H = 4R = 3F$$

$$f - F = 4F$$

$$\tan \alpha = \frac{H}{f - F} = \frac{3}{4}$$

3) S^* в системе отсчета зеркала движется влево со скоростью v .

Тогда S' движется вправо со скоростью v в этой С.О.

$$v_{S'} = v + v = 2v \text{ (ск-ть относительно земли)}$$

$$\left(\frac{f}{d}\right)^2 = \frac{v_{S_2}}{v_{S'}}$$

$$v_{S_2} = \left(\frac{f}{d}\right)^2 \cdot v_{S'} = 16 \cdot 2v = 32v$$

Ответ: 1) $f = 5F$; 2) $\alpha = \arctg \frac{3}{4}$; 3) $v_{S_2} = 32v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations on grid paper:

$q_7 d = \frac{1}{2} a$

$\frac{at^2}{2} = 0,2d$
 $t = \sqrt{\frac{0,4d}{a}}$

$ma = qE_0$
 $0,7d = \frac{at^2}{2}$
 $at = b_1$
 $t = \frac{b_1}{a}$
 $q_7 d = \frac{a}{2} \cdot \frac{b_1^2}{a^2} =$

$\frac{q_1 q_2}{(q_1 + q_2)^2} = ma = \frac{b_1^2}{2a}$
 $b_1^2 = 2a \cdot 0,7d =$
 $= 14ad$

$\frac{qE}{m}$

$q = \frac{q_0}{\epsilon_0} = ES$

$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$q_0 / \epsilon_0 = ES$

$qE_0 = ma$
 $\frac{a}{n} \cdot E_0 =$

$U_1 = \frac{C(E - U_0)^2}{2}$

$E_0 = \frac{2\delta}{S} = \frac{b_1^2}{b_3^2} = \frac{14}{4} = \frac{7}{2}$

$t = \frac{b_3}{a}$
 $b_3 = \sqrt{\frac{2}{7}} b_1$
 $S = \frac{b_3^2}{2a} = 0,2d$

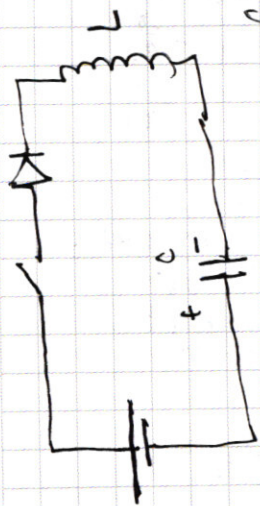
$E_0 = \frac{2\delta}{S} = \frac{2 \cdot 2\delta}{d^2}$
 $\frac{2 \cdot 2\delta}{d^2} = E$
 $a = \frac{b_3^2}{0,4d}$

$q_4 d = \frac{b_3^2}{a}$
 $t = \frac{b_3}{a}$
 $a = \frac{b_3^2}{0,4d}$

$2 \cdot \frac{2\delta}{d^2} = n \cdot \frac{0,4d}{t^2}$
 $t = \frac{b_3 - 0,4d}{b_3^2} =$
 $= \frac{0,4d}{b_3} =$
 $= \frac{0,4d}{\sqrt{\frac{2}{7}} b_1} =$
 $= \frac{2\sqrt{7}}{5\sqrt{2} b_1} =$
 $= \frac{2\sqrt{14}d}{100 b_1} = \frac{\sqrt{14}d}{5 b_1}$

$\frac{R_0 Q}{d}$

$\left(\frac{R_0 Q}{0,3d} + \frac{2\delta Q}{0,7d} \right)$
 $= \left(1 - \frac{10}{3} - \frac{10}{7} \right) \frac{R_0 Q}{d} =$
 $R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon}$
 $k\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon}$



$$\mathcal{E} - \mathcal{U} = \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} - \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_0 = LI + \mathcal{U}_0 \quad \mathcal{U}_0 = \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C}$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_0 = \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} - \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$$

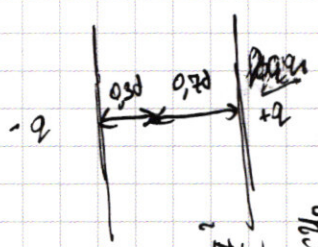
$$\mathcal{E} - \mathcal{U}_0 = \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} - \frac{C(\mathcal{E} - \mathcal{U}_0)^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{dx}{dt} = \mathcal{U} \quad \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{dt}$$

$$\mathcal{U} \cdot (R + \frac{1}{C}) = \frac{RQ^2}{m} \cdot dt$$

$$\mathcal{U} \cdot \mathcal{U}_0 = \frac{RQ^2}{m} \cdot \frac{dx}{dt} \quad \mathcal{U} = \mathcal{E} - \mathcal{U}_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{I}{dt}$$

$$\mathcal{U}_0 = \mathcal{E} - \mathcal{U}_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{I}{dt}$$



$$\frac{kqQ_0}{(0.3d)^2} + \frac{kqQ_0}{(0.7d)^2} = ma \quad \frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$kqQ_0 \left(\frac{1}{(0.3d+x)^2} + \frac{1}{(0.7d-x)^2} \right) = ma \quad \frac{kqQ_0}{(0.3d)^2} - \frac{kqQ_0}{(0.7d)^2} = \frac{ma}{2}$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

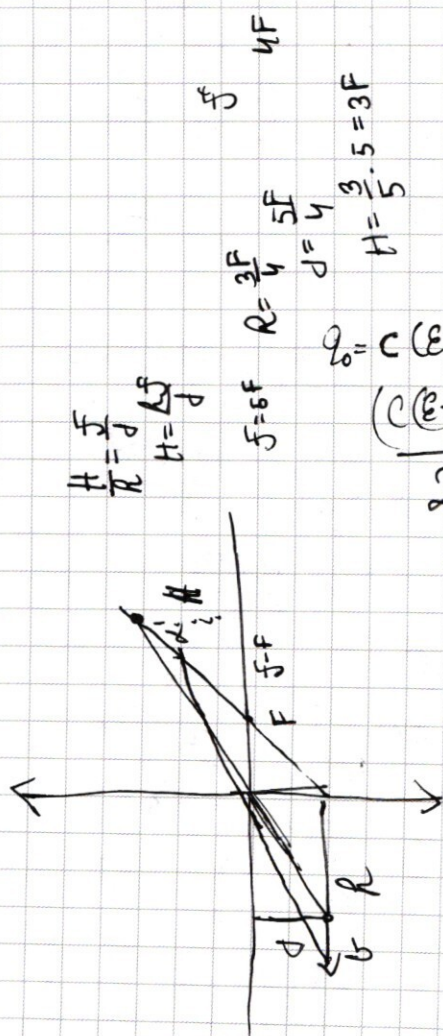
$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

$$\frac{kq}{(0.3d+x)^2} = ma$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\varepsilon(cu_x - cu_y) = \frac{cu_x^2}{2} - \frac{cu_y^2}{2}$$

$$2 \in \mathcal{C}(u_x - u_y) = \mathcal{C}(u_x - u_y)(u_x + u_y)$$

$$U_x = 2\text{€} - U_1 = 12 - 2 = 10\text{€}$$

$$Q_0 = C(E - U_0)$$

$$\frac{(C(\varepsilon - u_0) + q)^2}{2C} - \frac{(C(\varepsilon - u_0))^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \varepsilon q$$

$$\frac{q \cdot (2C(E - U_0) + q)}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \epsilon q$$

$$q(\epsilon - u_0) + \frac{q^2}{2\epsilon} + \frac{LI^2}{2} = \epsilon q$$

$$2U_0 = \frac{Q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} \quad | \cdot 2C$$

$$2CQ\mathcal{U}_0 = Q^2 + C I^2$$

$$\begin{aligned} \bar{I} &= 0 & 2C_{U_0} + C_{U_1} &= C(2U_0 + U_1) \\ Q &= 2C_{U_0} & 2U_0 + U_1 &= \end{aligned}$$

$$2u_0 + u_1 =$$

$$\frac{k_2 Q}{0,3d} + \frac{k_2 Q}{0,7d} - \frac{k_2 Q}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{(\frac{10}{3} + \frac{10}{7} - 1) k_2 Q}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$30 + 21 \cdot \frac{100}{21} - 1 = \frac{79}{21}$$

$$\frac{79}{21} \frac{k_2 Q}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$Q = \frac{21mv_1^2 d}{158 k_2}$$

$$\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 d} = \frac{5mv_1^2}{2d}$$

$$\frac{k_2 Q}{d} + \frac{mv_1^2}{2} =$$

$$R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{k_2 Q}{d} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{2Q}{d} \cdot \frac{21mv_1^2 d}{158 k_2} =$$

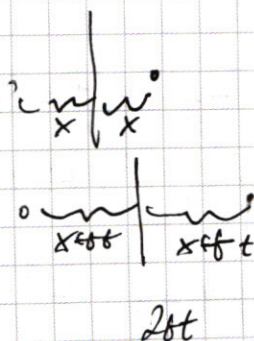
$$\frac{2Q}{SE_0} = E$$

$$\frac{2Q}{SE_0} = ma = m \cdot \frac{0,4d}{t^2} = \frac{0,9md}{t^2} = \frac{2Q}{SE_0} \gamma$$

$$at^2 = 0,4d$$

$$t^2 = \frac{0,2mdSE_0}{Q\gamma}$$

$$= \frac{mdSE_0}{5Q\gamma}$$



$$0,7d = \frac{at^2}{2}$$

$$1,4d = at^2 = \frac{v_1^2}{a}$$

$$v_1 = at$$

$$t = \frac{v_1}{a}$$

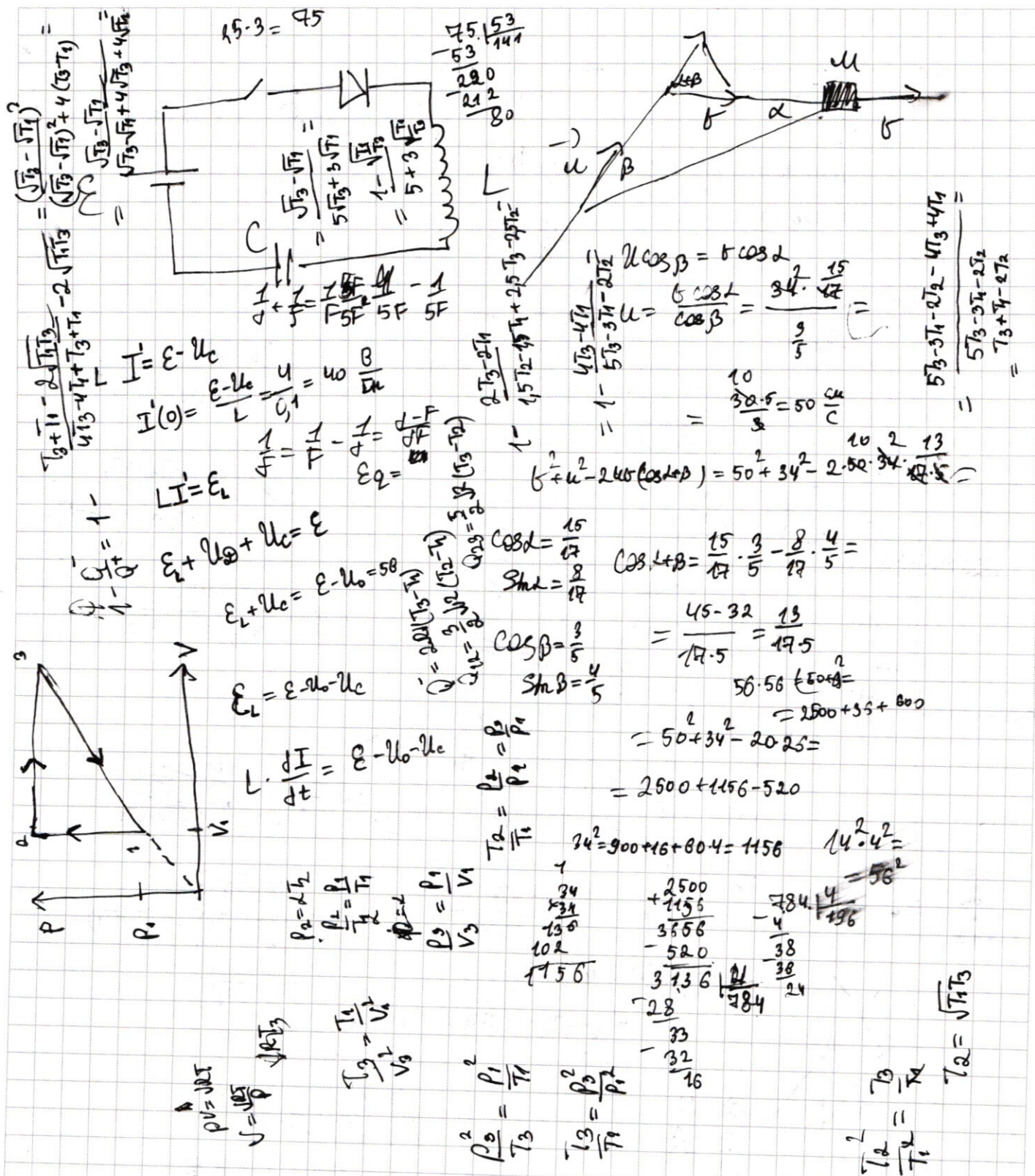
$$1,42d = v_1^2$$

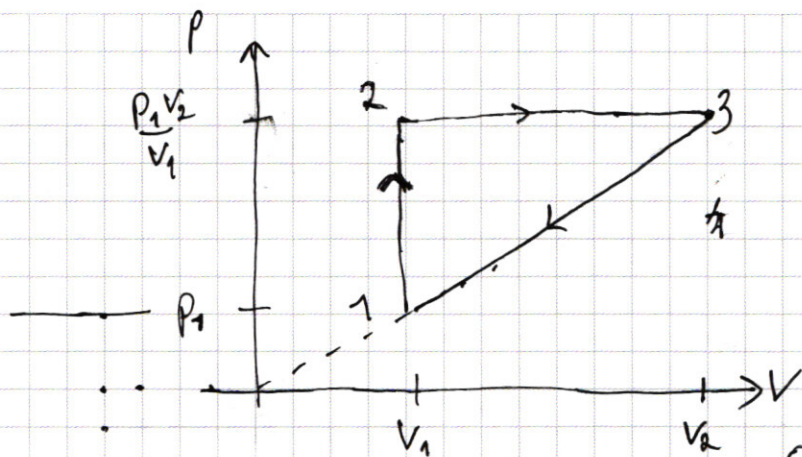
$$\frac{28QQd}{SE_0 m} = v_1^2$$

$$Q = \frac{mv_1^2 SE_0}{28Qd}$$

$$= \frac{1,425 mv_1^2 SE_0}{28Qd}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

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

3. Суммарная работа
в процессе

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$Q_{13}^- = 2 \nu R (T_3 - T_1)$$

$$\frac{P_1 V_2}{V_1} \cdot V_2 = \nu R T_3$$

$$\frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{T_3}{T_1}$$

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

$$= 1 - \frac{2 (T_3 - T_1)}{1.5 (T_2 - T_1) + 2.5 (T_3 - T_2)} =$$

$$= 1 - \frac{2 T_3 - 2 T_1}{3 T_2 - 3 T_1 + 5 T_3 - 5 T_2} =$$

$$= 1 - \frac{4 T_3 - 4 T_1}{5 T_3 - 3 T_1 - 2 T_2} =$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$$

$$\frac{V_2^2}{V_1^2} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

$$5 T_3 - 3 T_1 - 2 \sqrt{T_2 T_1} =$$

$$= T_3 + T_1 - 2 \sqrt{T_2 T_1} + 4 T_3 - 4 T_1 =$$

$$= 1 - \frac{4 T_3 - 4 T_1}{5 T_3 - 3 T_1 - 2 \sqrt{T_2 T_1}} =$$

$$= \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2 + 4 (T_3 - T_1)}{5 T_3 - 3 T_1 - 2 \sqrt{T_2 T_1} - 4 T_3 + 4 T_1}$$

$$= \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{5 T_3 - 3 T_1 - 2 \sqrt{T_2 T_1} - 4 T_3 + 4 T_1}$$

$$= 1 - \frac{4 (T_3 - T_1)}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2 + 4 (T_3 - T_1)}$$

$$\frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{T_3 - T_1} =$$

$$= \frac{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})^2}{(\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1})(\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1})} =$$

$$= \frac{\sqrt{T_3} - \sqrt{T_1}}{\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1}} = 1 - \frac{2 \sqrt{T_1}}{\sqrt{T_3} + \sqrt{T_1}}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

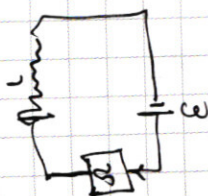
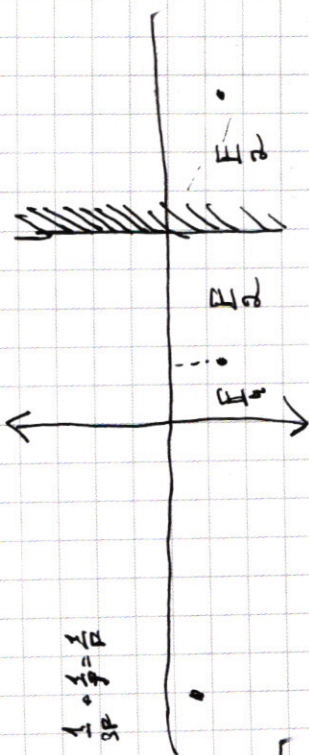
$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$

$$\frac{1}{1.5} = \frac{1}{1.5}$$



$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$

$$\frac{1}{2} I^2 R = \mathcal{E} I$$