



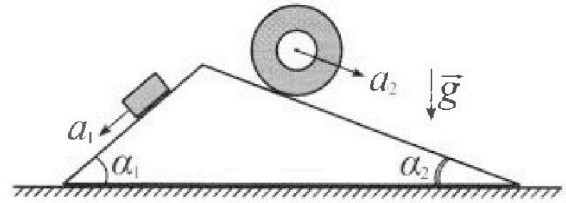
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

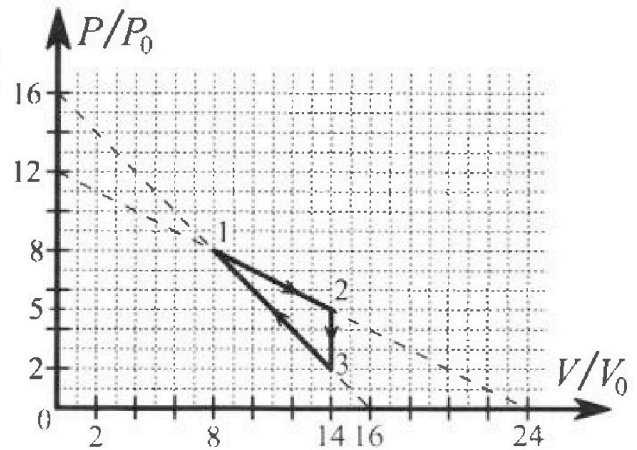


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

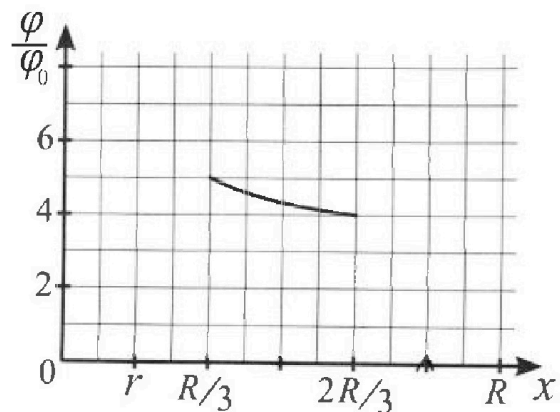
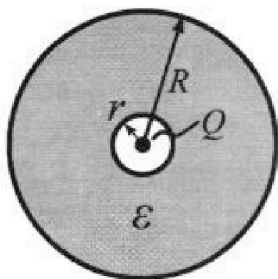
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

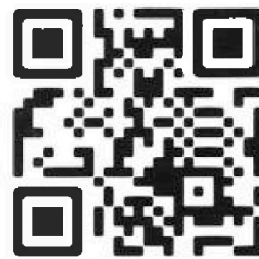
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



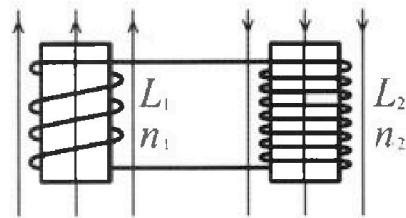
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

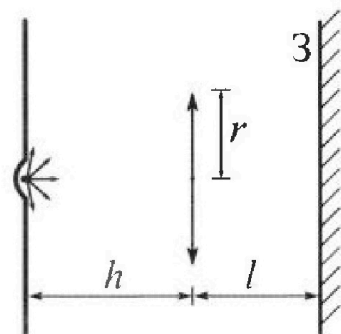


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

m

Решим:

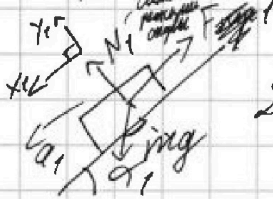
1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$

3) $F_3 = ?$

Решим:

Решим, используя законы Ньютона на брусок:



2.3.з.: $Ox_1: mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = ma_1$

$Oy_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

м.к. силы трения $F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13} \right) = mg \left(\frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{5 \cdot 13} \right) = mg \left(\frac{39 - 30}{5 \cdot 13} \right) = mg \cdot \frac{9}{65}$$

Решим, используя действующие на цилиндр:



2.3.з.: М.к. притока/ухода нет, то м. А не подходит.

2.3.з.: $Ox_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \left(\frac{20 - 13}{13 \cdot 4} \right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

$$F_2 = 2mg \sin \alpha_2 = \frac{10}{13} mg$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

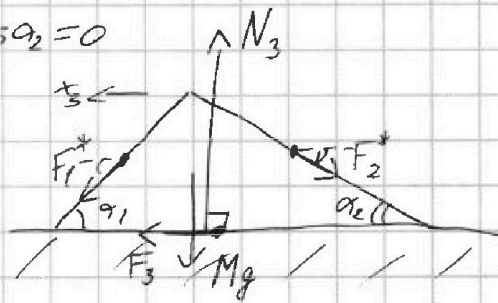
Рассм. силы, действующие на клин, ~~но 3з.д. от~~
~~равны по модулю, но против~~ от тм на
 нем на него действуют силы $F_1^* = F_1$ и $F_2^* = F_2$, но
 они напр. ^{противоположно} ~~смы~~ (по 3з.д.)

$$2 \text{ 3.д. } : \sum \mathcal{M}_3: F_1^* \cos \alpha_1 + F_3 - F_2^* \cos \alpha_2 = 0$$

$$- F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = F_3$$

$$F_3 = mg \left(\frac{7}{13} \cdot \frac{6}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{7 \cdot 6}{13^2} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} \right)$$



$$F_3 = mg \left(\frac{10}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) = mg \left(\frac{120}{169} - \frac{36}{325} \right)$$

Ответ: 1) $F_1 = mg \cdot \frac{9}{65}$ 2) $F_2 = mg \cdot \frac{10}{13}$ 3) $F_3 =$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\sqrt{2} \quad Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 7 \text{ тонне}$$

$$A_S = 9 \text{ тонне}$$

$$\eta = \frac{A_S}{Q_H} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U}{A_S} = 1$ 2) $\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{24}{7}$ 3) $\eta = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~Вопрос~~ ^{№2} Найти:

1) $\frac{\Delta U_{12}}{A_{\Sigma}}?$

2) $\frac{T_{max}}{T_3}?$

3) $\eta?$

Решение: По чис. ~~№2~~ $i=3$

$A_{\Sigma} = S_{up} = p_0 V_0 \cdot \frac{8+5}{2} \cdot 6 - \frac{8+2}{2} \cdot 6 = 3(8+5-8-2) = p_0 V_0 \cdot 9$
площадь
высоты графика p(V)

Рассм. процесс 1-2) $p_1 = 8p_0$ $V_1 = 8V_0$
 $p_2 = 5p_0$ $V_2 = 14V_0$

~~p(V)~~ $pV = \nu RT$; $T_2 = \frac{70 p_0 V_0}{R}$
 $\frac{pV}{T} = const$ для проц. 1-2

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

~~64~~ $\frac{64}{T_1} = \frac{70}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{64}{70} T_2 = \frac{32 T_2}{35} = 64 p_0 V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot p_0 V_0 \cdot (64 \cdot 70 - 64) =$
 $= \frac{3}{2} \cdot p_0 V_0 \cdot 8 = 9 p_0 V_0$

$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\Sigma}} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$

Пусть $p(V) = Va + b$ в проц. 1-2, где a и b -
 любые зависимости $p(V)$ в макс. какой-то
член

~~$8p_0 = 8V_0 a + b$~~
 ~~$5p_0 = 14V_0 a + b$~~

$516p_0 = 0 \cdot a + b$
 $24p_0 = 24V_0 \cdot a + b$

$b = 16p_0$

$24V_0 \cdot a = -16p_0$

$a = \frac{-16p_0}{24V_0} = -\frac{2}{3} \frac{p_0}{V_0}$

$p(V) = -\frac{2}{3} \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0$
 в проц. 1-2



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$N_2 \quad T = \frac{pV}{\sqrt{R}}$$

Выпукл. 1-2

$$T = \frac{pV}{\sqrt{R}} = \frac{V}{\sqrt{R}} \cdot \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0\right) = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{V^2}{V_0} + 16V\right) - \text{квадр. завис.}$$

$$T_{\max} \text{ в вершине, } V_0 = \frac{16V_0 \cdot \frac{16 \cdot V_0}{3}}{2 \cdot \frac{2}{3}} = 12V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{144V_0^2}{V_0} + 192V_0\right)$$

$$T_{\max} = \frac{p_0}{\sqrt{R}} (-96V_0 + 192V_0) = \frac{p_0}{\sqrt{R}} \cdot 96V_0 = \frac{p_0 V_0 \cdot 96}{\sqrt{R}}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\sqrt{R}} = \frac{14 \cdot 2 \cdot p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{\frac{96}{\sqrt{R}}}{\frac{28}{\sqrt{R}}} = \frac{48 \cdot 29}{7} = \frac{29}{7}$$

$$Q_{12} = \underbrace{9 p_0 V_0}_{\text{Средн}} \Delta U_{12} + A_{12} = 9 p_0 V_0 + \frac{8+5}{2} \cdot \frac{6}{2} = 9 p_0 V_0 + \frac{13 \cdot 8}{2} p_0 V_0 =$$

Средн
по формуле для
средних p(V) в вып. 1-2

$$= 9 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0 > 0$$

Рассм. вып. 2-3) $A_{23} = 0$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \sqrt{V_3 - V_2} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (28 - 70) p_0 V_0 = -\frac{3}{2} \cdot \frac{42 \cdot p_0 V_0}{28} = -73 p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -73 p_0 V_0 < 0$$

Рассм. вып. 3-1) $A_{31} = -\underbrace{S_{\text{вып. 3-1}}}_{\text{Средн по формуле для p(V) в вып. 3-1}} = -\frac{8+2}{2} \cdot (14-8) p_0 = -5 \cdot 6 p_0 = -39 p_0 V_0$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot \frac{36}{28} p_0 V_0 = 50 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = 28 p_0 V_0 > 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

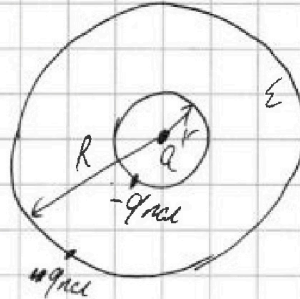
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано: ϵ, r, R, Q
 Найти:
 1) $\varphi(\frac{5R}{6})$?
 2) ϵ ?

Решение: из задания $r = \frac{R}{6}$

Под действием ~~поле~~ поле шарика с зарядом Q , на внешней и внутренней поверхности диэлектрика появляются такие заряды, что на сумме потенциалов равнозначны поля $q_{нас}$ и $-q_{нас}$ сооб.



Найдём зависимость $\varphi(x)$, где x - расстояние от центра шара от центра шара.

При $x < r$: $\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{нас}}{r} + \frac{kq_{нас}}{R}$

При $r < x < R$: $\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{нас}}{x} + \frac{kq_{нас}}{R}$

При $x > R$: $\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{нас}}{x} + \frac{kq_{нас}}{x} = \frac{kQ}{x}$

~~$\varphi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R} - \frac{kq_{нас}}{5R} = \frac{6k(Q - q_{нас})}{5R}$~~

~~Векторы расставим $\frac{5R}{6}$ берём x , то $\vec{E} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{нас}}{x^2}$, тогда $\vec{E}(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{(\frac{5R}{6})^2} - \frac{kq_{нас}}{(\frac{5R}{6})^2} = \frac{36k(Q - q_{нас})}{25R^2}$~~

Найдём зависимость $E(x)$:

При $x < r$: $E(x) = \frac{kQ}{x^2}$

При $r < x < R$: $E(x) = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{нас}}{x^2}$

При $x > R$: $E(x) = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{нас}}{x^2} + \frac{kq_{нас}}{x^2} = \frac{kQ}{x^2}$

$q_{нас} = Q(1 - \frac{1}{\epsilon})$ м.к. $\frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kq_{нас}}{x^2} \Rightarrow q_{нас} = Q(1 - \frac{1}{\epsilon})$

~~$\varphi(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R} - \frac{6kq_{нас}}{5R} + \frac{kq_{нас}}{R}$~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) &= \frac{6kQ}{5R} - \frac{6kq_{\text{max}}}{5R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6(1-\varepsilon)}{5} + \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon}\right) \right) = \\ &= \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6}{5} + \frac{6}{5} + 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{5\varepsilon} + 1 \right)\end{aligned}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{3kq_{\text{max}}}{R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{3k}{R}(3Q - 2q_{\text{max}})$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kq_{\text{max}}}{2R} + \frac{kq_{\text{max}}}{R} = \frac{k}{2R}(3Q - 3Q - q_{\text{max}})$$

$$\frac{5}{4} = \frac{3Q - 2q_{\text{max}}}{\frac{3}{2}Q - \frac{q_{\text{max}}}{2}}$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{3}{2}Q - \frac{5}{4} \cdot \frac{q_{\text{max}}}{2} = 3Q - 2q_{\text{max}}$$

$$\frac{15}{8}Q - \frac{5}{8}q_{\text{max}} = 3Q - 2q_{\text{max}}$$

$$\frac{16-5}{8}q_{\text{max}} = \frac{24-15}{8}Q$$

$$q_{\text{max}} = \frac{9}{11}Q = \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)Q$$

$$\frac{9}{11} = 1 - \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{2}{11} \Rightarrow \varepsilon = \frac{11}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{1}{5\varepsilon} + 1 \right)$ 2) $\varepsilon = \frac{11}{2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



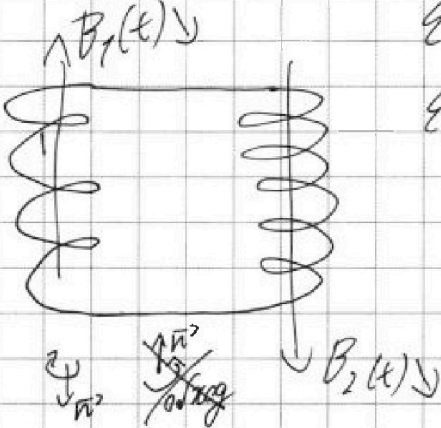
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

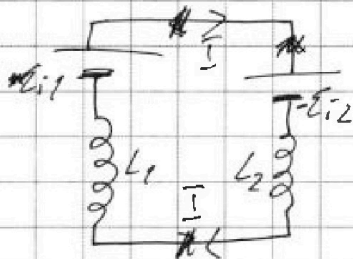
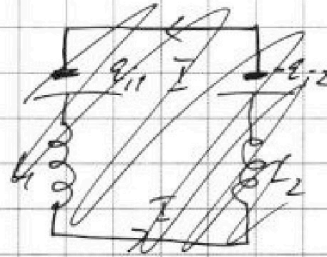
№4

2)



$$\mathcal{E}_{i1} = -\dot{\Phi}_1 = -\left(\frac{\Delta B_1}{\Delta t} N_1 S\right) = \frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -\dot{\Phi}_2 = -\left(\frac{\Delta B_2}{\Delta t} N_2 S\right) = \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t}$$



В любой момент времени верно: $\mathcal{E}_{i1} - (-\mathcal{E}_{i2}) = (L_1 + L_2) \dot{I}$

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t} + \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t} = (L_1 + L_2) \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$NS(\Delta B_2 - 4\Delta B_1) = (L_1 + L_2) \Delta I$$

Почти в начале тока не было, тогда $I_{нач} = 0$

Пускаем. Это значит, что начальная магнитная индукция, до конечного

$$NS(\sum \Delta B_2 - 4\sum \Delta B_1) = (L_1 + L_2) \sum \Delta I$$

$$NS\left(\frac{9B_0}{3} - B_0 - 4\left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0\right)\right) = (L_1 + L_2)(I_k - I_{нач})$$

$$NS\left(-\frac{2B_0}{3} - 9B_0 + 12B_0\right) = (L_1 + L_2)(I_k)$$

$$I_k = \frac{NS}{7L} \cdot \left(\frac{7}{3}B_0\right) = \frac{7NSB_0}{57L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{9NS}{17L}$ 2) $I_k = \frac{7NSB_0}{57L}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$L_1 = L$
 $L_2 = 4L$
 $N_1 = N$
 $N_2 = 4N$
 S

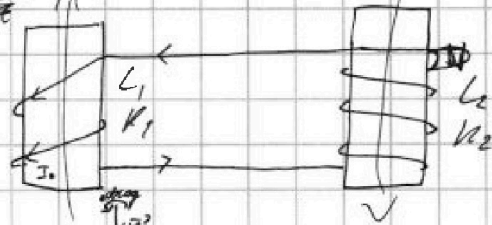
Найти:

1) $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$
 I_0
 2) $B_0 \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t}$
 $3 \alpha \rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t}$
 I_1

Решение:

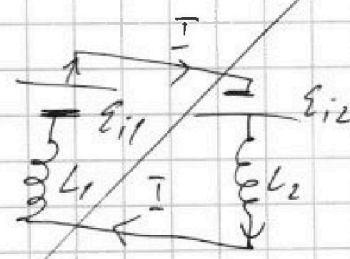
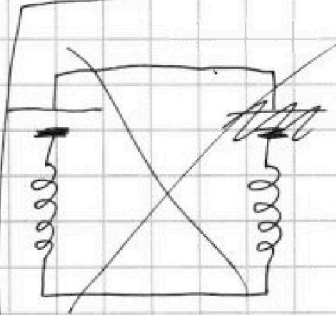
$L_1 I_1 = \Phi_1$
 $U_1 = \mathcal{E}_{i1} = -(\Phi_1)' =$
 $= -(\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}) =$
 $= -(\frac{\Delta N_1 S \Delta B}{\Delta t}) =$
 $= N_1 S \alpha = N S \alpha$
 $I_1 = \frac{N S \alpha}{L_1} = \frac{N S \alpha}{L}$
 $L_1 I_1 = \mathcal{E}_{i1} = N S \alpha$

Взв сверху: Φ_1 Φ_2



1) $\mathcal{E}_{i0} = -(\Phi_0)' = -(\frac{\Delta B}{\Delta t} N_1 S) =$
 $= \alpha N S$

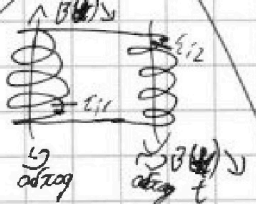
$\mathcal{E}_{i0} = (L_1 + L_2) I_0$
 $I_0 = \frac{\alpha N S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha N S}{L + 4L}$



2) На L_1 $B_1(t)$, на L_2 $B_2(t)$

$\mathcal{E}_{i1} = -(\Phi_1)' = -N_1 (\frac{\Delta B_1}{\Delta t} S) =$
 $= \frac{\Delta B_1 N_1 S}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_{i2} = -(\Phi_2)' = -N_2 (\frac{\Delta B_2}{\Delta t} S) =$
 $= \frac{\Delta B_2 N_2 S}{\Delta t}$



В любой момент времени равенство

$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = (L_1 + L_2) I' = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$S (\Delta B_1 + 4 \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \Delta I$

$S N (\Delta B_1 + 4 \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \Delta I$



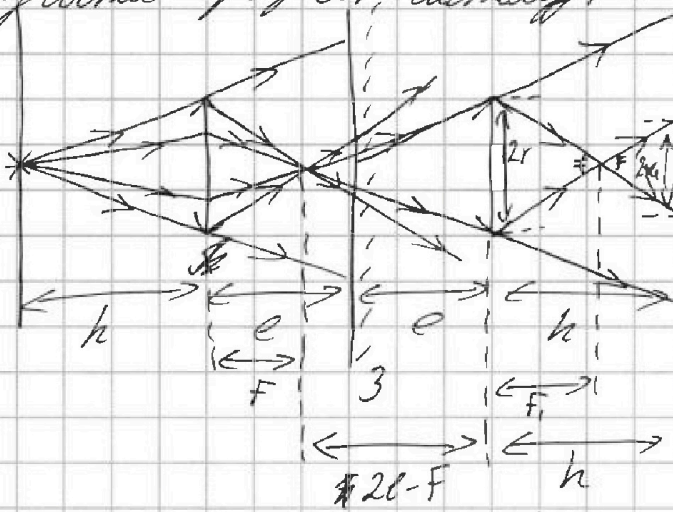
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5 Кольца через вершину штыря:



Узловой:

$$\frac{2r}{2l-F} = \frac{2y_1}{2l-F+h}$$

$$y_1 = r \cdot \frac{2l-F+h}{2l-F}$$

$$= \frac{\frac{4}{3} - \frac{1}{2} + 1}{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}} \cdot r = \frac{11}{5} r$$

$$= \frac{11}{5} r = 11 \mu\text{m}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2l-F} + \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h}$$

$$= \frac{9}{5h} \Rightarrow F_1 = \frac{5h}{9}$$

Узловой:

$$\frac{2r}{F_1} = \frac{2x_1}{h-F_1}$$

$$x_1 = r \cdot \frac{h-F_1}{F_1} = r \cdot \frac{4}{5} = 4 \mu\text{m}$$

$$S_c = \pi(x_1^2 - y_1^2) = \pi(16 - 121) = \pi \cdot 105 \mu\text{m}^2$$

Ответ: $S_3 = \frac{200\pi}{3} \mu\text{m}^2$
 $S_c = 105\pi \mu\text{m}^2$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

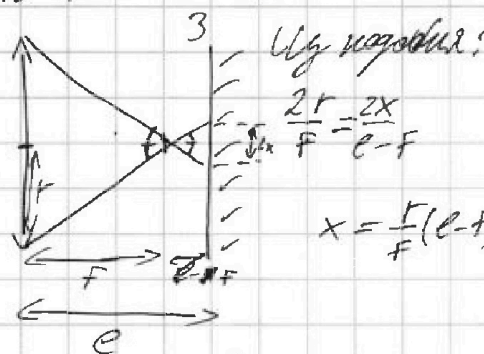
Дано:
 $r = 5 \text{ см}$
 $F = \frac{k}{3}$
 $e = \frac{2k}{3}$

Найти:
1) S_3 - ?
2) S_2 - ?

Решение: П.к. лампочка светит на дв.м. ст. а, но ее свет отражается
рассеивает на расм. F

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

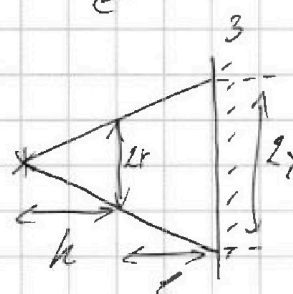
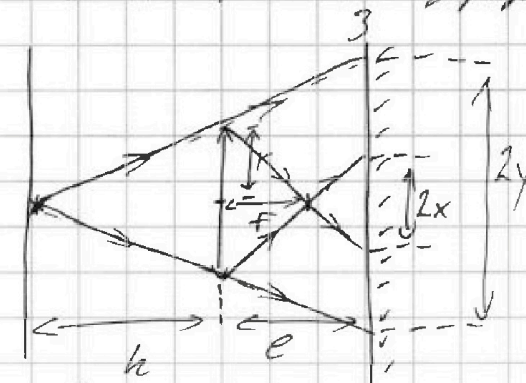
$$\frac{3}{k} = \frac{1}{k} + \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{k}{2}$$



Углы падения:

$$\frac{2r - 2x}{k} = \frac{e - F}{F}$$

$$x = \frac{F(e - F)}{k} = r \cdot \frac{\frac{2}{3}k - \frac{1}{3}k}{\frac{2}{3}k} = r \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{3} \text{ см}$$



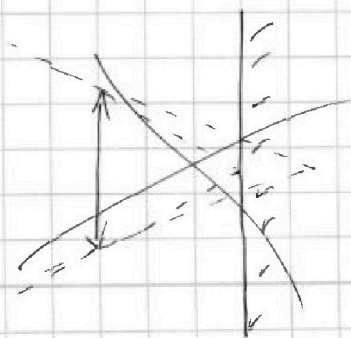
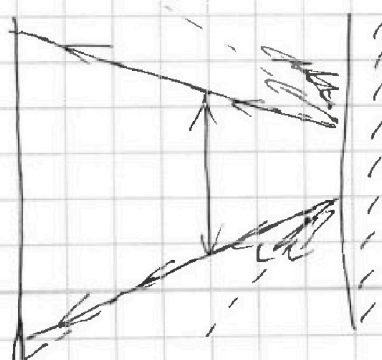
$$\frac{2r - 2y}{k} = \frac{e + k}{k}$$

$$y = r \cdot \frac{e + k}{k} = r \cdot \frac{\frac{2}{3}k + k}{k} = \frac{5}{3}r = \frac{25}{3} \text{ см}$$

Площа S_3 - несветящая часть зеркала равно
 $\pi r^2 - \pi x^2$

$$S_3 = \pi r^2 - \pi x^2 = \pi \left(\frac{625}{9} - \frac{25}{9} \right) = \pi \cdot \frac{600}{9} = \frac{200\pi}{3} \text{ см}^2$$

Вспомогательная линия перпендикулярна зеркалу:
отражения от





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~$b = 24$~~ ~~16~~
 ~~$a = 24$~~

~~$0 = \dots$~~

$16 = V \cdot a + b$

$b = 16$

$0 = b + 24 \cdot a$

$a = -\frac{b}{24} = -\frac{2}{3}$

~~$T = pV = -\frac{2}{3}V^2 + 16V$~~

$a = -\frac{2}{3}$ $b = 16$

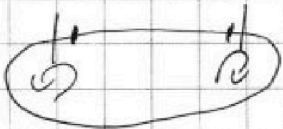
$V_0 = \frac{16}{\frac{4}{3}} = 12$

~~$-\frac{2}{3} \cdot 12^2 + 16 \cdot 12 =$~~
 ~~$-48 + 192 =$~~
 ~~144~~

$-12 \cdot 12 \cdot \frac{2}{3} + 192 = -12 \cdot 8 + 192 =$
 $= -120 + 24 + 192 = -120 + 216 = 96$

~~$\frac{96}{48} = 2$~~
 ~~$\frac{24}{12} = 2$~~
 ~~7~~

~~$-\frac{2}{3} \cdot 12^2$~~





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} \cdot \frac{9}{65}$$

$$F_2 \cos \alpha_2 = \frac{12}{13} \cdot \frac{7}{26}$$

$$mg \sin \alpha - F_1 = ma_1$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha - a_1) = \frac{3}{5} \cdot \frac{6}{13} - \frac{3}{5} \cdot \frac{6}{13} = \frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20 - 13}{26 \cdot 2} = \frac{7}{26}$$

$$\frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{9}{65} = \frac{42}{325} - \frac{36}{325} = \frac{42 - 36}{325} = \frac{6}{325}$$

N3

$$E = E_0 + E_{ind}$$

$$E_{ind} = E \cdot \frac{1}{\epsilon}$$

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_{ind} = E - E \cdot \frac{1}{\epsilon} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\frac{kQ}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon}$$

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

$$\frac{kQ}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon} - \frac{kq_{ind}}{\epsilon} + \frac{kq_{ext}}{R^2}$$

$$L I' = 0$$



N4

$$L = \mu \mu_0$$

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

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{h}{2}$$

$$\frac{F}{F} = \frac{x}{l - F} \Rightarrow x = r \cdot \frac{l - F}{F} = r \cdot \frac{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = r \cdot \left(\frac{4}{3} - 1\right) = \frac{r}{3}$$

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

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{2l - F} + \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{3}{h} - \frac{1}{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}h} - \frac{1}{\frac{1}{2}h} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15 - 6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$F_1 = \frac{5h}{9}$$

$$\frac{K}{F_1} = \frac{x}{h - F_1} \Rightarrow x = \frac{h - F_1}{F_1} \cdot r = \frac{\frac{5}{9}r - \frac{5}{9}r}{\frac{5}{9}r} \cdot r = \frac{4}{9}r$$

$$\frac{r}{h} = \frac{x}{h + x} \Rightarrow \frac{h + x}{h} = \frac{h + x}{h} = \frac{5}{3} \Rightarrow x = \frac{2}{3}r$$

$$\frac{r}{2l - F} = \frac{x}{h + 2l - F} \Rightarrow \frac{1}{2l - F} = \frac{x}{h + 2l - F} \Rightarrow \frac{1}{2l - F} = \frac{\frac{2}{3}r}{h + 2l - F} \Rightarrow 1 + \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = 6 + 8 - 3 = \frac{11}{5}$$

$$\frac{25}{9} + \frac{1}{9} = \frac{26}{9}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{5}{3} \times \frac{25}{9} = \frac{125}{27} = \frac{24}{3}$$

$$\frac{625}{9} - \frac{25}{9}$$

$$-\frac{16}{25} + \frac{121}{25} = \frac{105}{25}$$

$$\frac{6mg}{13} = \frac{3mg}{5} - F_1$$

$$\frac{2mg}{4} = \frac{2mg \cdot 5}{13} - F_2$$

$$F_1 = \frac{6mg}{13} - \frac{3mg}{5}$$

$$F_2 = \frac{mg}{2} - \frac{10mg}{13}$$

$$F_{1x} = \frac{6mg}{13} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3mg}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{24mg}{65} - \frac{12mg}{25}$$

$$F_{2x} = \frac{6mg}{13} \cdot \frac{mg}{2} - \frac{12 \cdot 10mg}{13 \cdot 13} = \frac{6mg}{13} - \frac{120mg}{13^2}$$

$$F_3 = F_{2x} - F_{1x} = \frac{6}{13} - \frac{120}{13^2} - \frac{24}{65} + \frac{12}{25}$$

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_{\text{век}}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon_0 x^2} = \frac{kQ}{x^2} - kq$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_0 \epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_0} - \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_0}$$

$$\frac{Q}{\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$p_1 = 8 \text{ Pa}$	$V_1 = 8 \text{ V}$	$T_1 = 64$
$p_2 = 5 \text{ Pa}$	$V_2 = 14 \text{ V}$	$T_2 = 70$
$p_3 = 2 \text{ Pa}$	$V_3 = 14 \text{ V}$	$T_3 = 28$

$$A_{12} = 6 \cdot \frac{13}{2} = 39$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (64 - 70) = \frac{3}{2} \cdot (-6) = -9$$

$$Q_{12} = 48$$

$$A_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (28 - 70) = \frac{3}{2} \cdot (-42) = -63$$

$$Q_{23} = -63$$

$$A_{31} = -6 \cdot 5 = -30$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (64 - 28) = \frac{3}{2} \cdot 36 = 54$$

$$Q_{31} = 24$$

$$Q_x = 63$$

$$Q_H = 72$$

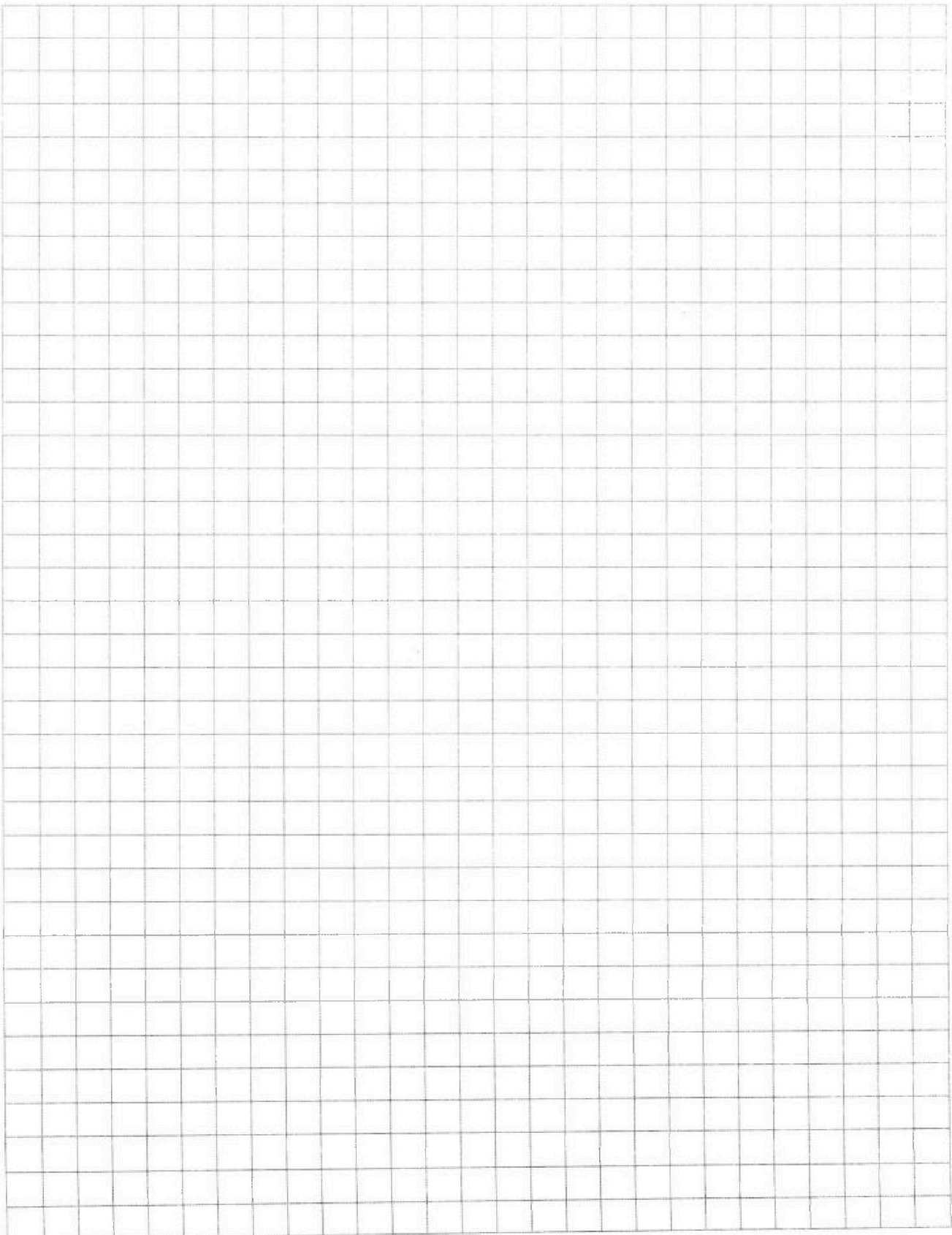


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_{11}(\Delta B_1 + 4\Delta B_2) = (L_1 + L_2)\Delta I$$

Присудим. Это составн. от ~~кажд~~ магн. момента времени до ~~каждого~~

$$S_{11}(\sum \Delta B_1 + 4\sum \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \cdot \sum \Delta I$$

$$S_{11}((\cancel{B_0} \frac{B_0}{3} - B_0) + 4(\frac{9B_0}{4} - 3B_0)) = (L_1 + L_2) \cdot (I_K - I_{K0})$$

$$S_{11}(\frac{2}{3}B_0 + 9B_0 - 12B_0) = (L_1 + L_2)(I_K - I_{K0}) \quad \text{ток в начале}$$

$$-S_{11} \cdot \frac{7B_0}{3} = (L_1 + L_2)(I_K - I_{K0})$$

Рассм. магн. момент времени; по ул. в этот момент

~~кажд~~ тока в цепи нет, тогда $I_{K0} = 0$, тогда:

$$-S_{11} \cdot \frac{7B_0}{3} = (L_1 + L_2) I_K$$

Ток не может быть меньше нуля, ~~тогда~~ ток ~~зависит~~ он был направлен в обратную сторону к той, которую

мы предположили, тогда:

$$S_{11} \cdot \frac{7B_0}{3} = (L_1 + L_2) I_K \Rightarrow I_K = \frac{S_{11} \cdot 7B_0}{3(L_1 + L_2)} = \frac{S_{11} \cdot 7B_0}{5L}$$

Ответ: 1) $I_0' = \frac{ans}{17L}$ 2) $I_K = \frac{S_{11} \cdot 7B_0}{5L}$