



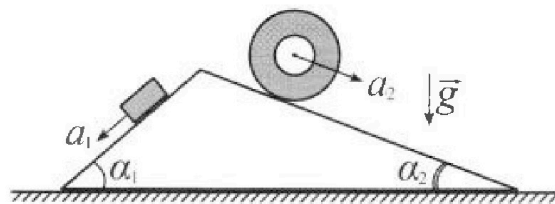
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

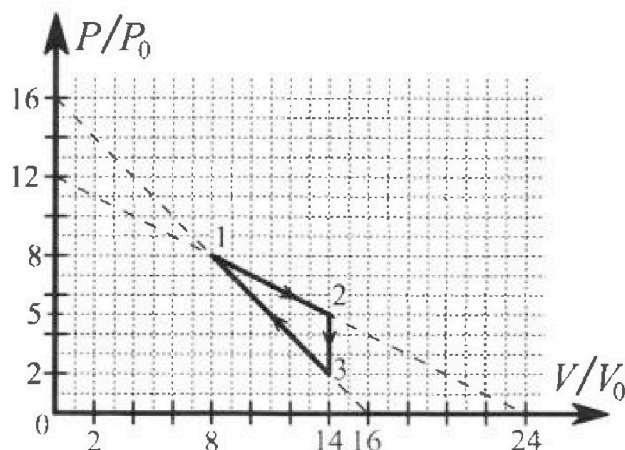


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

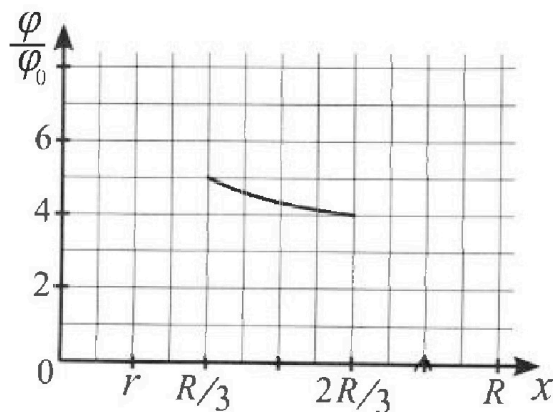
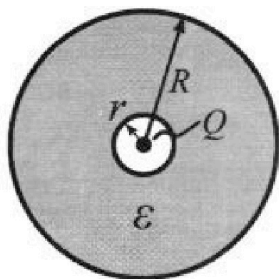
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



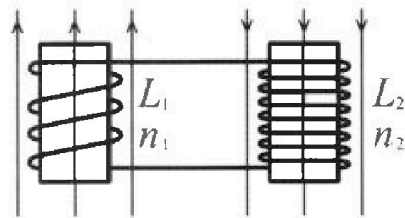
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

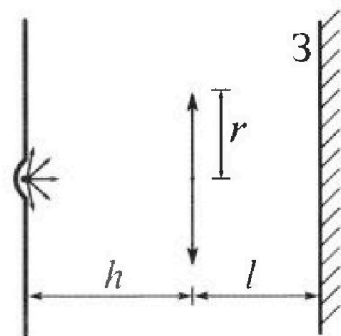


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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

Найти:

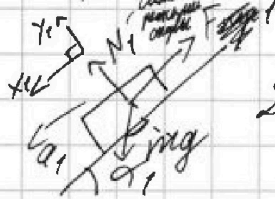
$$1) F_1 - ?$$

$$2) F_2 - ?$$

$$3) F_3 - ?$$

Решение:

Рассм. шм, действ. на блок:



$$2.3. \text{з.}: O_{x_1}: mg \sin \alpha_1 - F_{\text{тр}1} = ma_1$$

$$O_{y_1}: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

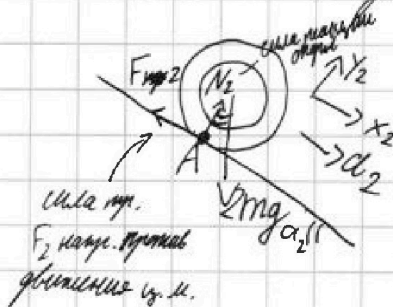
$$\text{м.т. силы трения } F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha_1$$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$= m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13} \right) = mg \left(\frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{5 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{39 - 30}{5 \cdot 13} \right) = mg \cdot \frac{9}{65}$$

Рассм. шм действующие на цилиндр:



2.3.з.: М.т. пренебрегаем, нет, то м. А не подходит.

$$2.3. \text{з.}: O_{x_2}: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \left(\frac{20 - 13}{13 \cdot 4} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{7}{26}$$

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



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!

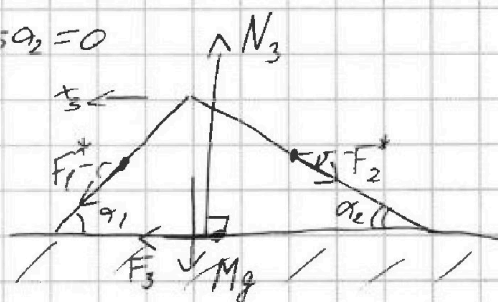
Рассм. силы, действующие на клин, ~~но 3 з. л. они~~
равны по модулю, но ~~от~~ ^{от} ~~мкл~~ ^{мкл} на
нем на него действуют силы $F_1^* = F_1$ и $F_2^* = F_2$, но
они напр. ^{противоположны} ~~против~~ сил (по 3 з. л.)

$$2 \text{ з. л. } 0_x: F_1^* \cos \alpha_1 + F_3 - F_2^* \cos \alpha_2 = 0$$

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

$$F_3 = mg \left(\frac{7}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) =$$

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



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

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!

$\sqrt{2}$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = 7 \frac{2}{8} \text{ pдт/с}$$
$$A_8 = 9 \text{ pдт/с}$$
$$\eta = \frac{A_8}{Q_H} = \frac{9}{7 \frac{2}{8}} = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

Ответ: 1) $\frac{A_8}{Q_H} = 1$ 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~~ ^{N2} Найти:

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

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

3) $\eta?$

Решение: По чис. ~~2~~ ³

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

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

~~Реш~~ $pV = \nu RT$; $T_2 = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} T_1$
 $\frac{pV}{T} = \text{const}$ для проц. 1-2

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

$\frac{8 \cdot 8}{T_1} = \frac{5 \cdot 14}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{64}{70} T_2 = \frac{32}{35} T_2 = 64 p_0 V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot p_0 V_0 \cdot (64 - 70) =$
 $= \frac{3}{2} \cdot p_0 V_0 \cdot \frac{6}{3} = 9 p_0 V_0$

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

Пусть $p(V) = Va + b$ в проц. 1-2, где a и b -
некоторые числа. Тогда запишем $p(V)$ в этих проц.:

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

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

$b = 16p_0$

$24V_0 \cdot a = -16p_0$

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

$p(V) = -\frac{2}{3} \frac{p_0}{V_0} \cdot V + 16p_0$
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!

$$N^2 T = \frac{pV}{\nu R}$$

Выпущ. 1-2

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

$$T_{\max} \text{ в вершине, } V_0 = \frac{16 V_0}{2 \cdot \frac{2}{3}} = \frac{16 \cdot 3 V_0}{4} = 12 V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{p_0}{\nu R} \left(-\frac{2}{3} \cdot \frac{12 V_0}{V_0} + 16 V_0\right)$$

$$T_{\max} = \frac{p_0}{\nu R} (-8 + 192 V_0) = \frac{p_0}{\nu R} \cdot 96 V_0 = \frac{p_0 V_0}{\nu R} \cdot 96$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{14.2 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{96}{14.2} = \frac{48 \cdot 2}{7} = \frac{24}{7}$$

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

Сумма
изменения кин.
энергии p(V) выпущ. 1-2

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

Рассм. выпущ. 2-3) $A_{23} = 0$

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

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

Рассм. выпущ. 3-1) $A_{31} = -S_{\text{цикл}} = -\frac{8+2}{2} \cdot (14-8) p_0 V_0 = -5 \cdot 6 p_0 V_0 = -30 p_0 V_0$

изменение кин. энергии
p(V) выпущ. 3-1

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} (64 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) = \frac{3 \cdot 36}{2} p_0 V_0 = 54 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = 24 p_0 V_0 > 0$$



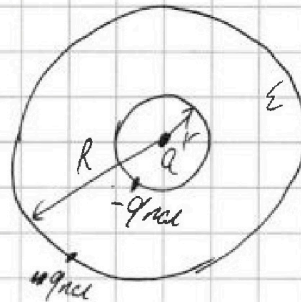
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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: ξ, r, R, Q
Решение: из графика $r = \frac{R}{6}$
Под действием ~~поле~~ шарика с зарядом Q ,
на внешней и внутренней
поверхности диэлектрика
появятся такие заряды, что их сумма равна
нулю (разности вол за $q_{\text{вн}}$ и $-q_{\text{вн}}$ соотв.)



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

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

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

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

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

~~Поскольку расстояние $\frac{5R}{6}$ больше r , то для нахождения
в этом случае $\varphi(\frac{5R}{6}) = E(\frac{5R}{6}) = \frac{kQ}{5R}$~~

Найдём зависимость $E(x)$:

При $x < r$: $E(x) = \frac{kQ}{x^2}$

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



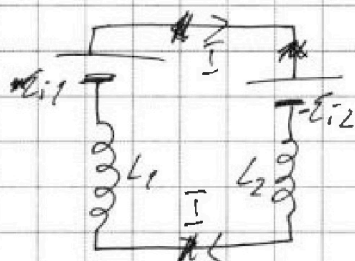
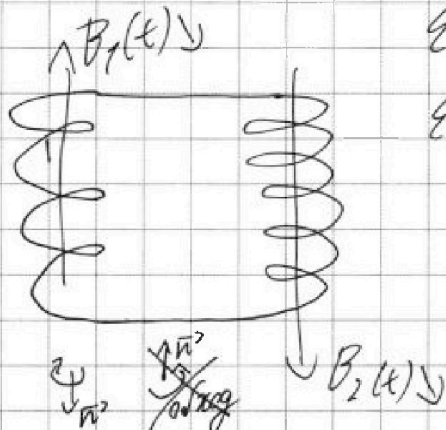
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

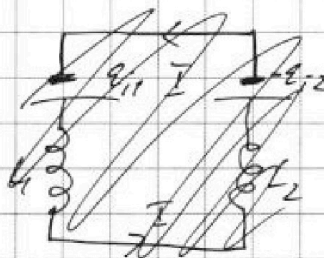
№4

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 $I_{нач} = 0$

Получим. Это значит, что начальное значение функции, что конечного

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

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

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

$$I_k = \frac{NS}{17L} \cdot \left(\frac{7}{3} B_0\right) = \frac{7NSB_0}{51L}$$

Ответ: 1) $I_0' = \frac{9NS}{17L}$ 2) $I_k = \frac{7NSB_0}{51L}$



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:

$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 4L \\ n_1 &= n \\ n_2 &= 4n \\ S & \end{aligned}$$

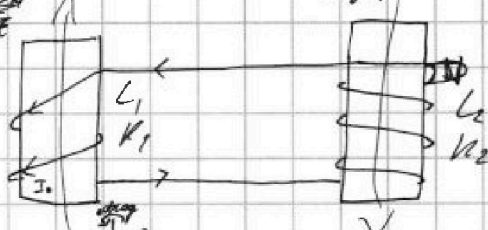
Найти:

$$\begin{aligned} 1) \frac{\Delta B}{\Delta t} &= \alpha \\ \vec{I}'_0 &? \\ 2) B_0 &\rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} \text{ на } L_1 \\ &\rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} \text{ на } L_2 \\ \vec{I}'_K &? \end{aligned}$$

Решение:

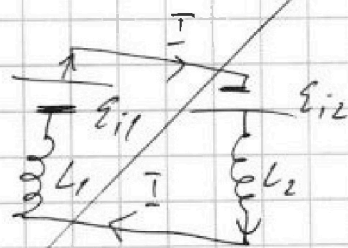
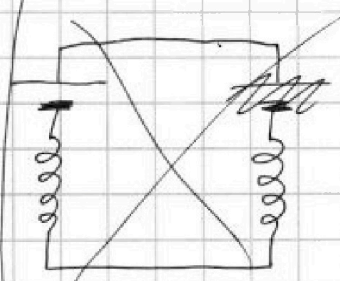
$$\begin{aligned} L_1 \vec{I}' &= \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_1 &= \mathcal{E}_{i1} = -(\Phi_1)' = \\ &= -\left(\frac{\Delta B_1}{\Delta t} \right) n_1 S = -\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) n S \\ &= n_1 S \alpha = n S \alpha \\ \vec{I}'_0 &= \frac{n S \alpha}{L_1} = \frac{n S \alpha}{L} \\ L_1 \vec{I}'_K &= \mathcal{E}_{i1} = n \end{aligned}$$

Вид сверху:



$$\begin{aligned} 1) \mathcal{E}_{i0} &= -(\Phi_0)' = -\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) n_1 S = \\ &= \alpha n S \end{aligned}$$

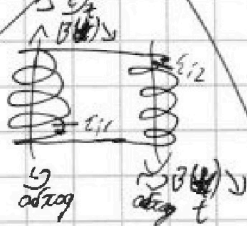
$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{i0} &= (L_1 + L_2) \vec{I}'_0 \\ \vec{I}'_0 &= \frac{\alpha n S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n S}{L + 4L} \end{aligned}$$



2) На L_1 $B_1(t)$, на L_2 $B_2(t)$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{i1} &= -(\Phi_1)' = -\frac{\Delta B_1}{\Delta t} n_1 S = \\ &= \frac{\Delta B_1}{\Delta t} n_1 S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{i2} &= -(\Phi_2)' = -\left(\frac{\Delta B_2}{\Delta t} \right) n_2 S = \\ &= \frac{\Delta B_2}{\Delta t} n_2 S \end{aligned}$$



В любой момент время равенств:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} &= (L_1 + L_2) \vec{I}' = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} \\ \frac{\Delta B_1}{\Delta t} n_1 + \frac{\Delta B_2}{\Delta t} n_2 &= (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} \\ S n_1 (\Delta B_1 + 4 \Delta B_2) &= (L_1 + L_2) \Delta I \end{aligned}$$



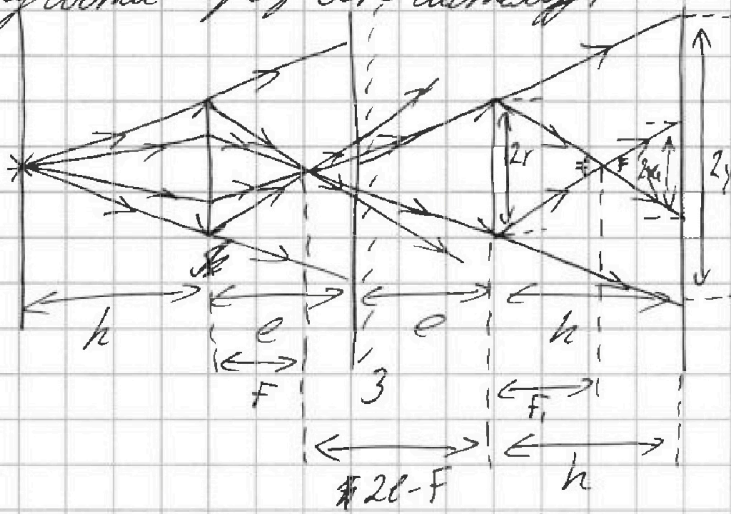
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 Ког света через века шотелу:



Уз погодина:

$$\frac{2r}{2l-F} = \frac{2r_1}{2l-F+h}$$

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

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

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

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

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

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

Уз погодина:

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

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

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

Отвѣт: $1) S_3 = \frac{200\pi}{3} \mu m^2$
 $2) S_c = 105\pi \mu m^2$



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:

$$r = 5 \text{ см}$$

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

$$e = \frac{2h}{3}$$

Найти:

$$1) S_3 - ?$$

$$2) S_3 - ?$$

Решение: П.к. падающая световая луч на двоякой опти. а, но свет излучается
лучет на расм. F

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

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

Уг. подобия:

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

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

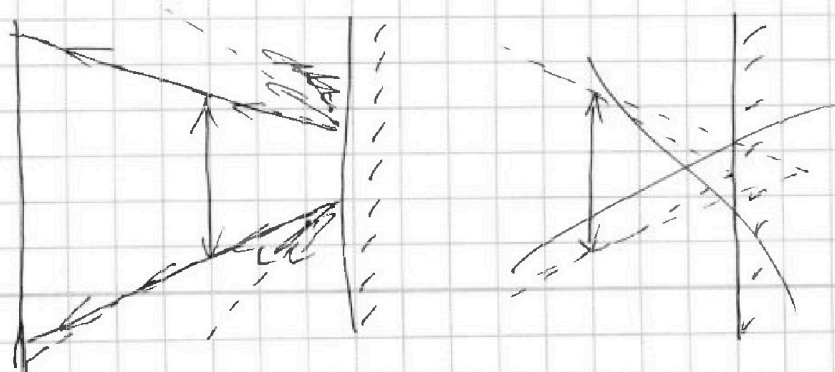
$$\frac{2r}{h} = \frac{2y}{e+h}$$

$$y = r \cdot \frac{e+h}{h} = r \cdot \frac{\frac{2}{3} + 1}{1} = \frac{5}{3} r = \frac{25}{3} \text{ см}$$

Тогда S_3 - несветящая часть зеркала равно
 $\pi y^2 - \pi x^2$

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

Витные света после отражения от зеркала:





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.



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!

$$b = \cancel{16} \cdot 24$$
$$a = 24$$

$$0 = \cancel{16} \cdot 24$$

$$16 = V \cdot a + b$$

$$b = 16$$

$$0 = b + 24 \cdot a$$

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

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

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

$$Vb = \frac{16^4}{4 \cdot 3} = 412$$

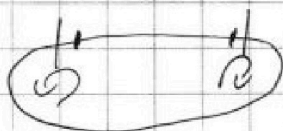
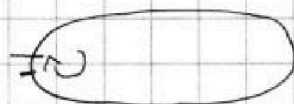
$$-\frac{2}{3} \cdot 12^4 + 16 \cdot 12 =$$
$$-128 + 192 = 64$$

$$-12 \cdot 12^{\frac{4}{2}} + 192 = -12 \cdot 8 + 192 =$$

$$= -120 + 24 + 192 = -120 + 216 = 96$$

$$\frac{96 \cdot 24}{4 \cdot 3} =$$
$$7$$

$$-\frac{2}{3} \cdot 12^4$$





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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{9}{65} = \frac{42}{169} - \frac{36}{325} = 42 \cdot 25 - 36 \cdot 169$$

N3

$$E = E_{\text{ext}} + E_{\text{ind}}$$

$$E_{\text{ind}} = E \left(\frac{R}{R} \right)$$

$$\frac{E}{R} = E - E_{\text{ind}} = E - E_{\text{ind}} = E \left(1 - \frac{R}{R} \right)$$

$$\frac{kQ}{xR} = \frac{kQ}{xR}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 R^2}$$

$$\frac{kQ}{xR} = \frac{kQ}{xR} - \frac{kQ_{\text{ind}}}{xR} + \frac{kQ_{\text{ext}}}{R^2}$$

$$LI' = 0$$



N4

$$L = \mu \mu_0$$

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

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

$$\frac{F}{F} = \frac{x}{R-F} \Rightarrow x = r \cdot \frac{R-F}{F} = r \cdot \frac{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = r \cdot \left(\frac{4}{3} - \frac{1}{2} \right) = \frac{5}{6} r$$

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

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

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

$$\frac{R}{F_1} = \frac{x}{h-F_1} \Rightarrow x_1 = \frac{h-F_1}{F_1} \cdot r = \frac{\frac{8}{9}h - \frac{5}{9}h}{\frac{5}{9}h} \cdot r = \frac{3}{5} r$$

$$\frac{r}{h} = \frac{x}{h-F_1} \Rightarrow \frac{r}{h} = \frac{h-F_1}{h} \cdot \frac{r}{h} = \frac{5}{3} r$$

$$\frac{r}{2R-F} = \frac{x_1}{h-F_1} \Rightarrow \frac{r}{2R-F} = \frac{h-F_1}{h-F_1} \cdot \frac{r}{h-F_1} = \frac{1+\frac{4}{3}-\frac{1}{2}}{\frac{2}{3}-\frac{1}{2}} \cdot r = \frac{6+8-3}{8-3} = \frac{11}{5}$$

$$1 + \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = 6+8-3$$

$$\frac{11}{3} \cdot \frac{25}{9} + \frac{1}{9} = \frac{8}{3}$$



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
1 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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{Q}{\epsilon_0 \cos} = \frac{Q}{\epsilon_0 \sin} - \frac{Q}{\epsilon_0 \sin}$$

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

$$\begin{array}{lll} p_1 = 8 p_0 & V_1 = 8 V_0 & T_1 = 64 p_0 V_0 \\ p_2 = 5 p_0 & V_2 = 14 V_0 & T_2 = 70 \\ p_3 = 2 p_0 & V_3 = 14 V_0 & T_3 = 28 \end{array}$$

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

$$A_{23} = 0$$

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

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

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

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

$$Q_{12} = 48$$

$$Q_{23} = -63$$

$$Q_{31} = 24$$

$$Q_x = 63$$

$$Q_H = 72$$



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
☐

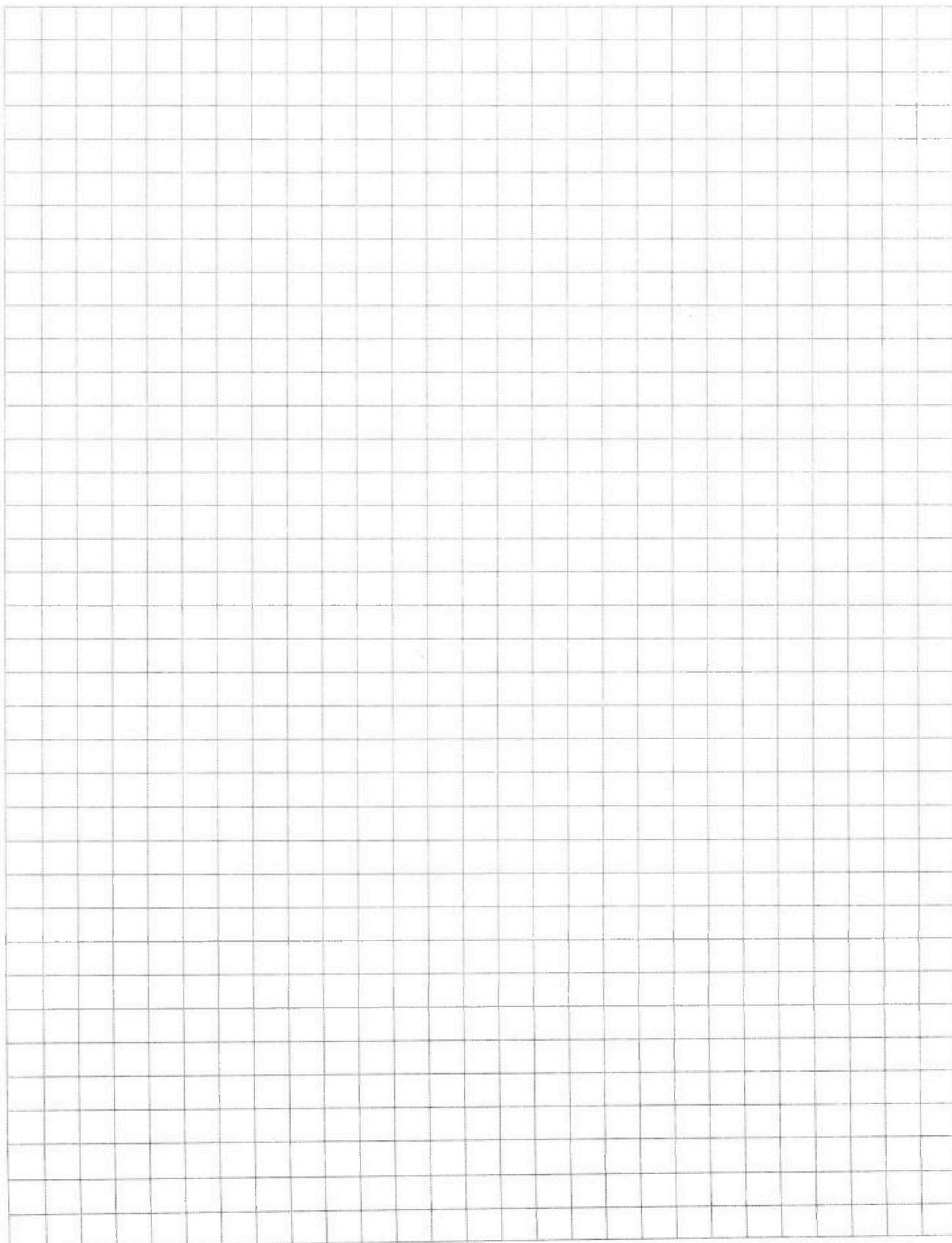
5
☐

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!

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

Присудим. Это состоит из ~~двух~~ ~~нечет~~ ~~момента~~ ~~вращения~~ ~~до~~ ~~какого-то~~

$$S_H (\sum \Delta B_1 + 4 \sum \Delta B_2) = (L_1 + L_2) \cdot \sum \Delta I$$

$$S_H \left(\left(\frac{2}{3} B_0 + 9 B_0 - 12 B_0 \right) + 4 \left(\frac{9 B_0}{4} - 3 B_0 \right) \right) = (L_1 + L_2) \cdot (I_K - I_{K0})$$

I_{K0} в начале

$$S_H \left(\frac{2}{3} B_0 + 9 B_0 - 12 B_0 \right) = (L_1 + L_2) (I_K - I_{K0})$$

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

Рассм. нач. моменты вращения; по ул. в этот момент ~~какая~~ ~~тока~~ ~~в~~ ~~цели~~ ~~нет~~, тогда $I_{K0} = 0$, тогда:

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

Ток не может быть меньше нуля, ~~но~~ ~~значит~~ ~~он~~ ~~был~~ ~~направлен~~ ~~в~~ ~~обратную~~ ~~сторону~~ ~~к~~ ~~той~~, ~~которую~~ ~~мы~~ ~~предположили~~, тогда:

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

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