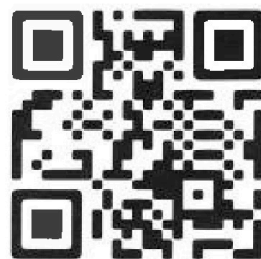


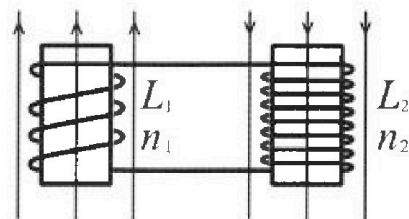
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

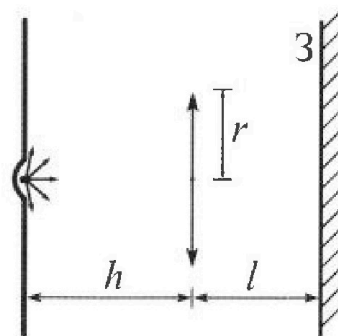


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



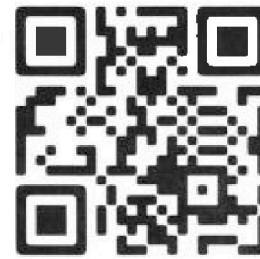
- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



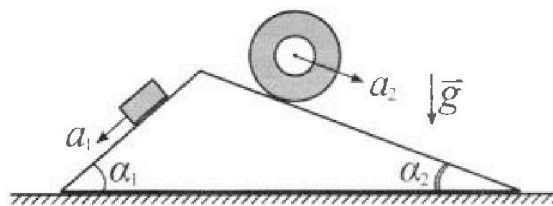
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

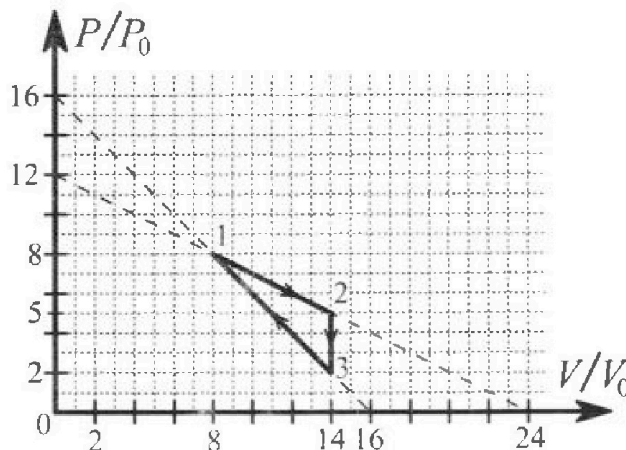


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

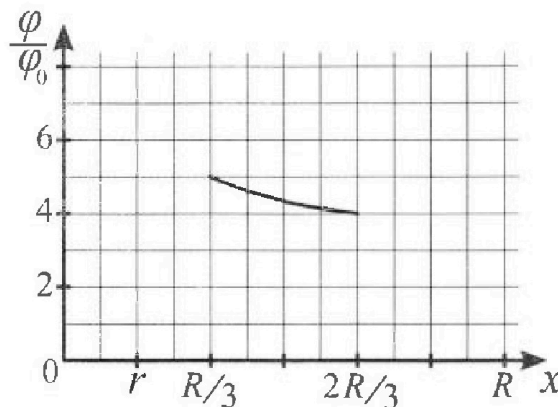
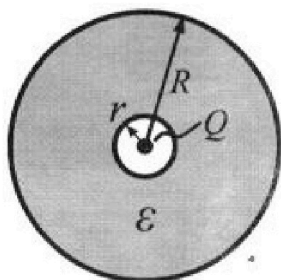
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .





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!

$a_1 = \frac{6g}{13}$
 $a_2 = \frac{g}{4}$
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$
 $\sin \alpha_2 = \frac{1}{3}$

1) Решит.
Движению движущий элемент еще не начал.

$m_1: 23 \text{ Н}$

$g_1: N_1 = \mu g \cos \alpha_1$
 $\mu: \mu g \sin \alpha_1 - F_1 = m a_1 \rightarrow$
 $\rightarrow F_1 = \mu g \sin \alpha_1 - m a_1$
 $F_1 = \mu N_1 \rightarrow F_1 = \mu \mu g \cos \alpha_1$
 $\rightarrow \mu \mu g \cos \alpha_1 = \mu g \sin \alpha_1 - m a_1$
 $\rightarrow \mu = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} \rightarrow \mu = \frac{3}{4} - \frac{3}{13} \cdot \frac{5}{42}$
 $\rightarrow \mu = \frac{3 \cdot 13 - 15 \cdot 5}{4 \cdot 26} \rightarrow \mu = \frac{39 - 30}{52} \rightarrow \mu = \frac{9}{52}$

$\rightarrow \mu: F_1 = \mu g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6g}{13} \rightarrow F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) \mu g$
 $\rightarrow F_1 = \frac{39 - 30}{65} \mu g \rightarrow F_1 = \frac{9}{65} \mu g$

$2m: 23 \text{ Н}; g_2: N_2 = 2 \mu g \cos \alpha_2 = 0$
 $\rightarrow N_2 = 2 \mu g \cos \alpha_2$; $\mu_2: 2 \mu g \sin \alpha_2 - F_2 = 2m a_2$
 $\rightarrow F_2 = 2m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left(g \cdot \frac{1}{3} - \frac{g}{4} \right) =$
 $= 2 \mu g \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \right) \rightarrow F_2 = 2 \mu g \cdot \frac{1}{12} \rightarrow$
 $\rightarrow F_2 = \frac{1}{6} \mu g$

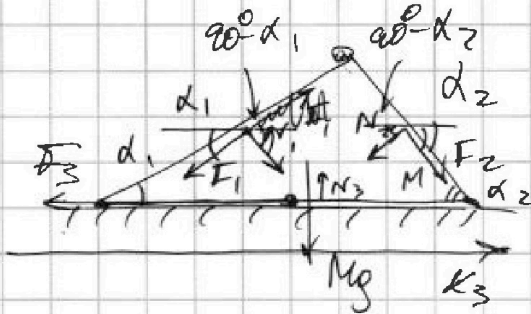


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



2) Разложим отдельные шнеки, представив шнеки в соответствии с ЗЗН:

ЗЗН для шнека:

$$K_3: F_2 \cos \alpha_2 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 + F_{3x_3} = 0$$

$$F_{3x_3} = F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1$$

$$\rightarrow F_{3x_3} = \frac{9}{65} \text{ мН} \cdot \frac{4}{5} + 2 \text{ мН} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} \text{ мН} \cdot \frac{12}{13} -$$

$$- \text{ мН} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \rightarrow F_{3x_3} = \text{ мН} \left(\frac{36}{65 \cdot 5} + \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{7 \cdot 12}{26 \cdot 13} - \right.$$

$$\left. - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} \right) = \text{ мН} \left(\frac{36 \cdot 13 + 24 \cdot 125 - 7 \cdot 6 \cdot 25 - 12 \cdot 169}{25 \cdot 169} \right) \cdot 13 =$$

$$= \text{ мН} \left(\frac{13(36 - 12 \cdot 13) - 25(24 \cdot 5 + 42)}{28 \cdot 169} \right) =$$

$$= \text{ мН} \frac{13 \cdot 12(3 - 13) - 25 \cdot 2(60 + 21)}{28 \cdot 169} =$$

$$= \text{ мН} \cdot \frac{13 \cdot 12(-10) - 5 \cdot 10(-39)}{28 \cdot 169} =$$

$$= \frac{10(-13 \cdot 12 + 5 \cdot 39)}{28 \cdot 169} = \frac{10 \cdot 79}{28 \cdot 169} \text{ мН}$$

$$= \frac{10 \cdot 79}{28 \cdot 169} \text{ мН} = \frac{782}{5 \cdot 169} \text{ мН} = \frac{782}{845} \text{ мН} = F_3$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} \text{ мН}$,

2) $F_2 = \frac{7}{26} \text{ мН}$,

3) $F_3 = \frac{782}{845} \text{ мН}$, $F_3 = \frac{782}{845} \text{ мН}$.

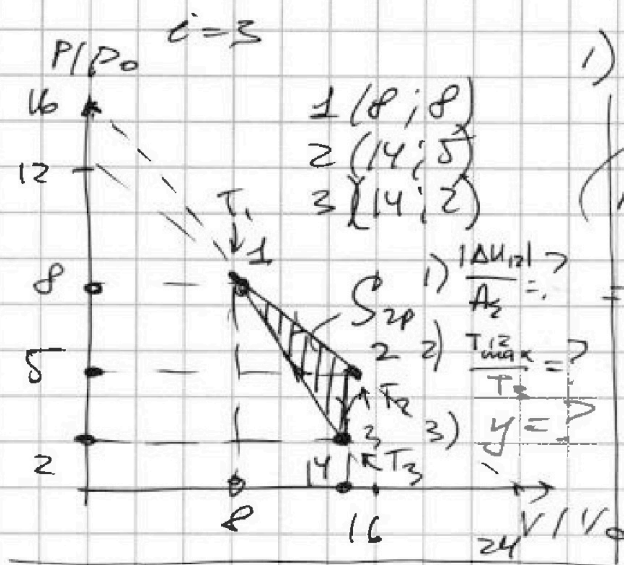


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) Рассчитаем работу цикла:

$$A_2 = \int P dV = p_0 V_0 \int_{P_0}^P \frac{dV}{V_0} = p_0 V_0 S_{23}$$

$$= \frac{8+2}{2} \cdot 6 = 13 \cdot 3 - 10 \cdot 3 = 9$$

$\rightarrow A_2 = 9 p_0 V_0$ (работа газа сумм)

$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}$ (по сур. кр. 1-2)

2) Рассчитаем температуру T_2 :

то сур. Менд. - идеальная, $p_1 V_1 = \nu R T_1$
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$

$$\begin{cases} 8 p_0 \cdot 8 V_0 = \nu R T_1 \\ 8 p_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T_1 = \frac{64 p_0 V_0}{\nu R} \\ T_2 = \frac{112 p_0 V_0}{\nu R} \end{cases} \rightarrow \left[\frac{T_2}{T_1} \right]$$

$\frac{T_{max}^{12} - T_2}{T_2} = \frac{70 p_0 V_0}{\nu R}$

$$|dU_{12}| = \frac{i}{2} \nu R |dT_{12}| = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{112 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{64 p_0 V_0}{\nu R} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow |dU_{12}| = \frac{3}{2} \nu R \cdot \frac{48 p_0 V_0}{\nu R} \rightarrow |dU_{12}| = 72 p_0 V_0$$

Оценка, $\frac{|dU_{12}|}{A_2} = \frac{72 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} \rightarrow \frac{|dU_{12}|}{A_2} = 8$

3) то сур. Менд., $p_3 V_3 = \nu R T_3 \rightarrow 2 p_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_3 \rightarrow$

$$\rightarrow \left[T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R} \right] \rightarrow \frac{T_{max}^{12}}{T_3} = \frac{70 p_0 V_0}{\nu R} \cdot \frac{\nu R}{28 p_0 V_0} = 2.5$$



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
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!

$$\rightarrow \boxed{\frac{r_{max}^2}{r_3} = \frac{s}{2}}$$

• В этом процессе

$$\begin{aligned} p(V) &= \alpha V + \beta \\ p(8V_0) &= 8P_0 \\ p(14V_0) &= 8P_0 \end{aligned}$$

$$- p(V) = \alpha V + \beta \rightarrow \begin{cases} 8P_0 = 8\alpha V_0 + \beta \\ 8P_0 = 14\alpha V_0 + \beta \end{cases}$$

$$\rightarrow 3P_0 = -6\alpha V_0 \rightarrow \boxed{\alpha = -\frac{1}{2}P_0 \frac{1}{V_0}}$$

$$\rightarrow 8P_0 = -4P_0 + \beta \rightarrow \beta = 12P_0$$

$$\rightarrow p(V) = -\frac{1}{2}P_0 \frac{V}{V_0} + 12P_0$$

• Запишем первое начало

и второе начало

$$\delta Q = \frac{3}{2}DRdT + p dV = \frac{3}{2}DRd\left(\frac{pV}{DR}\right) + p dV =$$

$$= \frac{3}{2}DRd\left(-\frac{1}{2}P_0 \frac{V^2}{V_0} + 12P_0 V\right) - \frac{1}{2}P_0 \frac{V dV}{V_0} + 12P_0 dV =$$

$$= -\frac{3}{4}DRP_0 \frac{2V dV}{V_0} + 3 \cdot 6DRP_0 dV - \frac{P_0}{2V_0} V dV + 12P_0 dV$$

$$\rightarrow \delta Q = -\frac{3}{2}DRP_0 \frac{V dV}{V_0} + 18DRP_0 dV - \frac{P_0}{2V_0} V dV + 12P_0 dV$$

$$\hookrightarrow \delta Q = P_0 dV (12 + 18) - \frac{2P_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow \delta Q = 30P_0 dV - \frac{2P_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow \int \delta Q = 30P_0 \int dV - \frac{2P_0}{V_0} \int V dV \rightarrow$$



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!

$$\rightarrow Q(V) = 30\rho_0(V - 8V_0) - \frac{2\rho_0}{\sqrt{V_0}} \left(\frac{V^2}{2} - \frac{64V_0^2}{2} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q(V) = 30\rho_0 V - 240\rho_0 V_0 - \frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 64\rho_0 V_0$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0$$

$$V_B = -\frac{30\rho_0}{-2\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}}} = 15V_0 \rightarrow \text{век информации}$$

- сдвиг вектора информации из точки
B, действующий в направлении введенного

$$Q_{12} = Q(14V_0) = -\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} \cdot 196V_0^2 + 30 \cdot 14\rho_0 V_0 - 176\rho_0 V_0$$

$$\rightarrow Q_{12} = (-196 - 176 + 420)\rho_0 V_0 \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{12} = 48\rho_0 V_0$$

4) Аналитическое выражение функции

31

$$\rho = \rho_0 = \alpha P \quad P(8V_0) = 8\rho_0$$

$$P(14V_0) = 2\rho_0$$

$$\rightarrow \begin{cases} 8\rho_0 = \alpha \cdot 8V_0 + \beta \\ 2\rho_0 = \alpha \cdot 14V_0 + \beta \end{cases} \rightarrow 6\rho_0 = -6\alpha V_0$$

$$\alpha = -\frac{\rho_0}{V_0}$$

$$\rightarrow \rho = -\frac{\rho_0}{V_0} V + \beta \rightarrow \beta = 16\rho_0$$

$$\rightarrow \text{выражение } P(V) = -\frac{\rho_0}{V_0} V + 16\rho_0$$

$$\rightarrow \int Q = \int \left(-\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 30\rho_0 V - 176\rho_0 V_0 \right) dV = -\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} \frac{V^3}{3} + 16\rho_0 V_0 V$$

$$\rightarrow \int Q = -\frac{3\rho_0}{2\sqrt{V_0}} V^2 + 24\rho_0 V_0 V - \frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V + 16\rho_0 V_0 V$$

$$\rightarrow \int Q = -2\frac{\rho_0}{\sqrt{V_0}} V^2 + 40\rho_0 V_0 V +$$

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!

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{2P_0}{V_0} \left(\frac{V^2}{2} - \frac{196V_0^2}{2} \right) + 40P_0V_0(V - 14V_0)$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 196P_0V_0 + 40P_0V - 560P_0V_0$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 40P_0V - 364P_0V_0 \quad V_B = \frac{180P_0}{-2\frac{P_0}{V_0}} = 0 \rightarrow$$

→ на прот. 31 было получено 304 свободной. $Q_{31} = Q(8V_0) = 64P_0V_0 - 196P_0V_0 + 40P_0V_0$
 необходима $Q_{31} = -388P_0V_0$

Ответ: 1) $\frac{|DU_{12}|}{A\varepsilon} = 1$
 2) $\frac{r_{max}^{12}}{r_3} = \frac{5}{2}$

→ в среднем $Q_{23} = \frac{2}{2} \sqrt{R} \frac{(28P_0V_0 - 60P_0V_0)}{\sqrt{R}}$
 $= \frac{2}{2} P_0V_0 (-32) = -48P_0V_0$

$$y = 1 - \frac{(-Q_{31} + Q_{23})}{Q_{12}} = 1 - \frac{268}{48}$$

Ответ: 1) $\frac{|DU_{12}|}{A\varepsilon} = 1$
 2) $\frac{r_{max}^{12}}{r_3} = \frac{5}{2}$



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!

то процесс при $\kappa = \frac{2R}{3}$ направляется в
дальнейшем. В процессе
замедляется, ~~то~~ ($a_2 = g_2$)

$$\varphi_1 = \kappa \left(\frac{R}{3} \right) = \frac{\kappa a}{3} + \frac{\kappa g_1}{3} + \frac{\kappa a_2}{3} =$$

$$= \frac{\kappa (3(a + g_1) + a_2)}{3} = \frac{\kappa (3a + \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a - \frac{3(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} a)}{3} =$$

$$= \frac{\kappa a}{3} \left(3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right) \rightarrow \boxed{\varphi_1 = \frac{\kappa a}{3} \left(3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}$$

$$\varphi_2 = \kappa \left(\frac{2R}{3} \right) = \frac{\kappa a}{\frac{3}{2}} + \frac{\kappa g_1}{\frac{3}{2}} + \frac{\kappa a_2}{\frac{3}{2}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \varphi_2 = \frac{\kappa (3a + 3g_1 + 2a_2)}{2R} = \frac{\kappa (3a - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a)}{2R} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\varphi_2 = \frac{\kappa a}{2R} \left(3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{\frac{\kappa a}{3} \left(3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{\frac{\kappa a}{2R} \left(3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)} = \frac{5}{4} \rightarrow \frac{5}{4} = \frac{\frac{\kappa a}{3} \left(3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{\frac{\kappa a}{2R} \left(3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right)} \rightarrow$$

$$\frac{5}{4} = \frac{2 \left(3 - \frac{2(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} \right)}{3 - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}} \rightarrow \frac{5}{4} = \frac{2(3\varepsilon - 2\varepsilon + 2)}{3\varepsilon - \varepsilon + 1} \rightarrow$$

$$\frac{5}{4} = \frac{2(\varepsilon + 2)}{2\varepsilon + 1} \rightarrow 10\varepsilon + 5 = 8(\varepsilon + 2) \rightarrow$$

$$10\varepsilon + 5 = 8\varepsilon + 16 \rightarrow 2\varepsilon = 11 \rightarrow \boxed{\varepsilon = 5,5}$$

$$3) \left(\varphi \left(\frac{R}{6} \right) \right) = \frac{\kappa a}{\frac{6}{3}} + \frac{\kappa g_1}{\frac{6}{3}} + \frac{\kappa a_2}{\frac{6}{3}} =$$

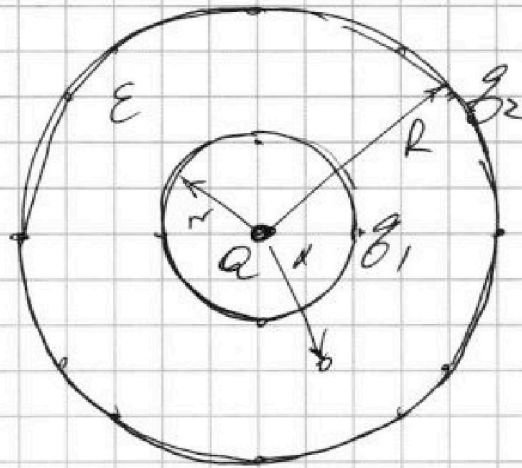
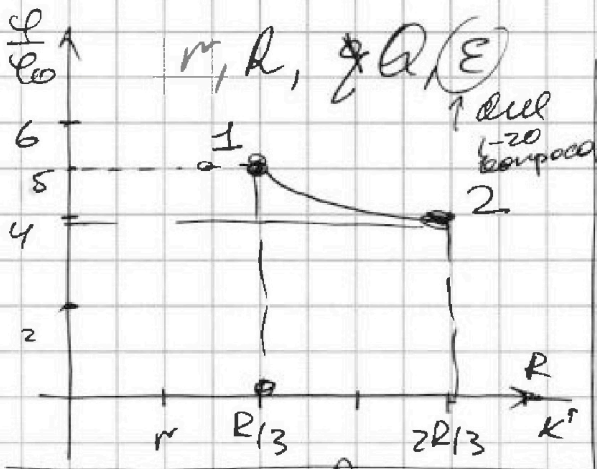


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



- 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = ?$
- 2) $\epsilon = ?$

1) Вдвиг нулевой шара

на поверхность, сферическая будет двигаться дальше:

$$\begin{cases} x < r: \varphi(x) = \frac{kq_a}{x} + \frac{kq_{g1}}{r} + \frac{kq_{g2}}{R} \\ r \leq x < R: \varphi(x) = \frac{k(q_a + q_{g1})}{x} + \frac{kq_{g2}}{R} \\ x \geq R: \varphi(x) = \frac{k(q_a + q_{g1} + q_{g2})}{x} \end{cases}$$

В нулевой точке в действительности

$$\frac{kq_a}{\epsilon r^2} = \frac{kq_{g1}}{r^2} + \frac{kq_a}{r^2} \Rightarrow q_{g1} = -\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} q_a$$

то же самое для сферы, $q_{g1} + q_{g2} = 0 \rightarrow$

$$\rightarrow q_{g2} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} q_a$$

2) т.е. при условии $\left[\frac{\varphi}{\epsilon_0}\right](x)$ на нулевой точке, коэффициент -100% от $x = \frac{r}{\epsilon}$ до $x = \frac{2R}{\epsilon}$ является шара, а из функции шара,



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!

$$= \frac{k(6a + 6a + 5a)}{5R} = \frac{k(6a - \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} a)}{5R} =$$

$$= \frac{k a}{5R} \left(\varepsilon - 1 + \frac{1}{\varepsilon} \right) = \left(\frac{k a}{5R} \left(\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right) \right)$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{k a}{5R} \left(\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right);$

2) $\varepsilon = 5,5.$



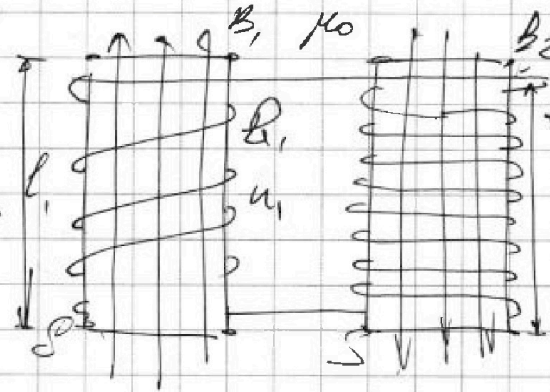
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

S, μ_0
 $L_1 \neq L_2$
 $L_2 = 16L_1$
 $n_1 = n$
 $n_2 = 4n$



1) Эффект взаимной индукции - явление, связанное с тем, что изменение тока в одной катушке вызывает ЭДС в другой катушке.

1) $\left| \frac{dI}{dt} \right|$ и μ_0
 $\frac{dB}{dt} = \alpha (\alpha > 0)$
 $= ?$

2) $i = ?$

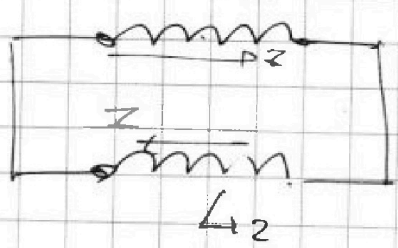
$I: \Phi_1 = \Phi_{вн} + \Phi_{собств}$
 $(\Phi_{собств} = \mu\mu_0 \frac{n_1^2}{L_1} I S = \mu\mu_0 \frac{n^2}{L_1} I S)$

$\Phi_2 = \Phi_{вн} + \Phi_{собств}$
 $(\Phi_{собств} = \mu\mu_0 \frac{n_2^2}{L_2} I S = \mu\mu_0 \frac{16n^2}{L_2} I S)$

$\Phi_1 = \Phi_{вн} + \mu\mu_0 \frac{n^2}{L_1} I S$; $\Phi_{вн} = B_1 S$
 $\Phi_2 = \Phi_{вн} + \mu\mu_0 \frac{16n^2}{L_2} I S$; $\Phi_{вн} = B_2 S$

2) Рассчитаем ЭДС самоиндукции и взаимной индукции в каждой катушке при изменении тока в первой катушке.

$\Phi_1' = (B_1 S)' + (\mu\mu_0 \frac{n^2}{L_1} I S)'$
 $\rightarrow (\Phi_1' = S \alpha + \mu\mu_0 \frac{n^2}{L_1} S \frac{dI}{dt})$
 $\Phi_2' = 0 + \mu\mu_0 \frac{16n^2}{L_2} S \frac{dI}{dt}$



L_1 и L_2 соединены, $L_{12} = -L_{21} \rightarrow$
 $\rightarrow L_{12} \Phi_1' = -L_{21} \Phi_2'$
 $\rightarrow S \alpha + L_1 \frac{dI}{dt} = -L_2 \frac{dI}{dt}$



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!

$$\rightarrow Sx = \frac{dI}{dt}(6L_1 + L_2) \rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{Sx}{7L_1}}$$

3) Обведём все вопросы вопроса. Пусть это уравнение исполнено за время τ . В таком случае, вольтметр (i) остаётся всё время включенным.

$$\circ \varphi_1' = S \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\varphi_2' = S \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

уравнение (i), $S \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} = -S \frac{dB_2}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt}$

$$\rightarrow S dB_1 + L_1 dI = -S dB_2 - L_2 dI \quad (ii)$$

Интегрируем уравнение (ii) за время τ :

$$\int_{B_0}^{B_1} S dB_1 + L_1 \int_0^{\tau} dI = - \int_{B_0}^{B_2} S dB_2 - L_2 \int_0^{\tau} dI$$

$$\rightarrow -S \cdot \frac{2}{3} B_0 + L_1 \tau = -S \left(\frac{9B_0}{4} - \frac{12B_0}{4} \right) - L_2 \tau \rightarrow$$

$$\rightarrow -S \cdot \frac{2}{3} B_0 + L_1 \tau = \frac{3B_0 S}{4} - L_2 \tau \rightarrow$$

$$\rightarrow \tau (-L_2 - L_1) = -\frac{2}{3} B_0 S - \frac{3}{4} B_0 S =$$

$$\rightarrow \tau (L_2 + L_1) = \frac{8 + 9}{12} B_0 S \rightarrow \tau = \frac{17 B_0 S}{12 (L_1 + L_2)}$$

$$\rightarrow \tau = \frac{17}{12} B_0 S \cdot \frac{1}{17L_1} \rightarrow \tau = \frac{B_0 S}{12L_1}$$

Ответ: 1) $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{Sx}{17L_1}$; 2) $\tau = \frac{B_0 S}{12L_1}$.

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.



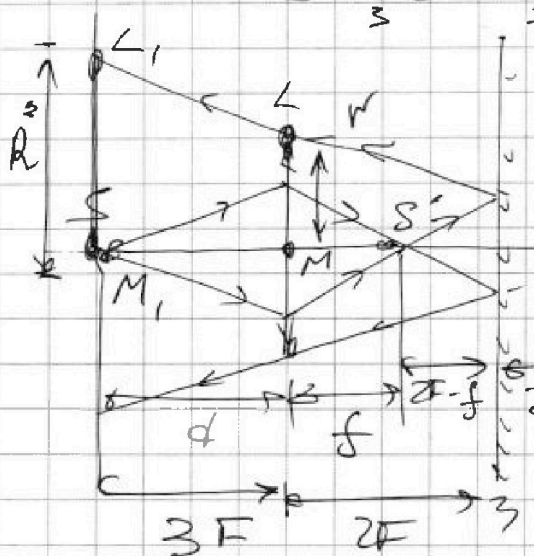
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\begin{aligned} \text{тогда: } S_{\text{мал}} &= \pi R^2 - \pi f^2 = \\ &= \pi (R-f)(R+f) = \pi \left(\frac{5}{3}w - \frac{1}{3}w\right) \left(\frac{5}{3}w + \frac{1}{3}w\right) = \\ &= \pi \cdot \frac{4}{3}w \cdot \frac{6}{3}w = \frac{8}{3}\pi w^2 \rightarrow \end{aligned}$$

$$\rightarrow S_{\text{мал}} = \frac{8}{3}\pi (5\text{ см})^2 \rightarrow S_{\text{мал}} = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2$$



2) Если же искомый малый квадрат вписан в $\Delta KLM \sim \Delta KLM_1 \rightarrow$

$$\frac{R'}{2F + 2F - f} = \frac{w}{2F + 2F - f} \rightarrow$$

$$\frac{R'}{(7 - \frac{3}{2})F} = \frac{w}{(4 - \frac{3}{2})F} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{R'}{\frac{11}{2}F} = \frac{w}{\frac{5}{2}F} \rightarrow R' = \frac{11}{5}w$$

Отсюда, $S_{\text{мал}} = \pi R'^2 = \frac{121}{25}\pi w^2 \rightarrow$

$$\rightarrow S_{\text{мал}} = 121\pi \text{ см}^2$$

- Ответ: 1) $S_{\text{мал}} = \frac{200}{3}\pi \text{ см}^2$;
2) $S_{\text{мал}} = 121\pi \text{ см}^2$



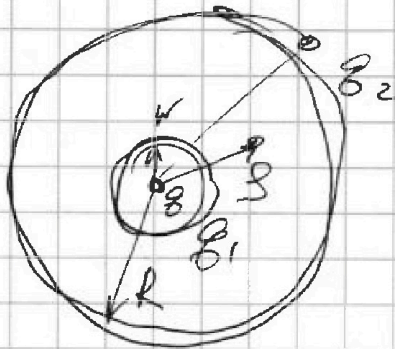
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновой лист



$$\frac{4R^2}{R^2} + \frac{4R^2}{R^2} = \frac{4R^2}{R^2}$$

$$\rightarrow R_1 = \frac{R}{\epsilon} - R$$

$$\rightarrow R_1 = -\frac{\epsilon-1}{\epsilon} R$$

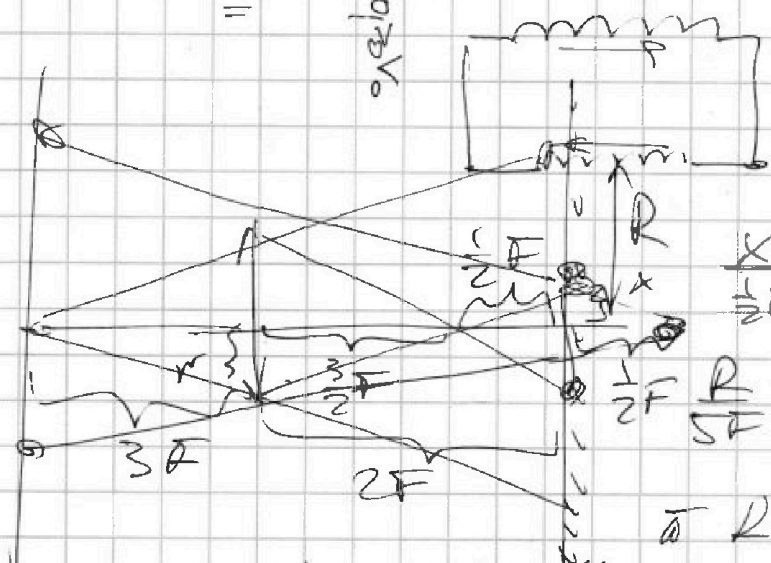
$$\frac{4R_1^2}{r^2} + \frac{4R_1^2}{R^2} + \frac{4R_1^2}{R^2}$$

$$\frac{4R_1^2}{\epsilon R^2}$$

= 64R^2 + 9R^2 + 9R^2

$$P = (P_{\text{вн}} + P_{\text{внутр}}) S =$$

$$\frac{3F^2}{5F - F} = \frac{196}{\frac{1}{\epsilon} - 1} + \frac{176}{\frac{1-\epsilon}{\epsilon}} = \frac{225}{3F - F} = \frac{420}{372} = \frac{35}{31}$$



$$X = \frac{R}{3} \rightarrow X = \frac{12}{31}$$

$$\frac{1}{2F} \frac{R}{5F} = \frac{R}{3F} \rightarrow R = \frac{5}{31}$$

$$\frac{1}{2} R^2 - \frac{1}{2} X^2 = \frac{1}{\epsilon} + 1$$

$$= \frac{1}{2} (R^2 - X^2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{31} \cdot 225 = \frac{2}{31} \cdot 225 = \frac{450}{31}$$

$$\frac{F + \frac{3}{2} + i 3F}{\frac{3}{2}F + F} = \frac{R'}{\frac{1}{2}F} = \frac{5}{31} \rightarrow R' = \frac{5}{31}$$

$$\frac{1}{2} R'^2 = \frac{12}{25} \cdot 225 = (21 \cdot 21)$$



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!

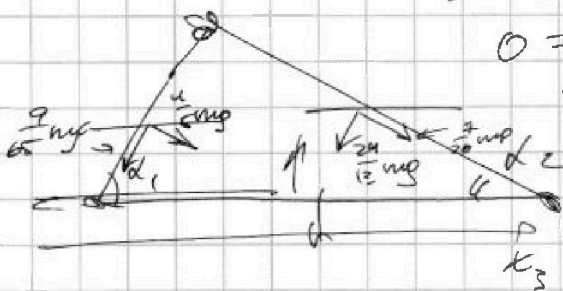
ЧЕРНОВОЙ РАБОТ

$$N_1 = \frac{4}{5} \text{ мп} ; N_2 = \frac{12}{13} \cdot 2 \text{ мп} + N_2 = \frac{24}{13} \text{ мп}$$

$$F_1 = \text{мп} \left(\frac{21 \cdot 13}{5} - \frac{6 \cdot 15}{13} \right) = \frac{9}{65} \text{ мп}$$

$$F_2 = 2 \text{ мп} (g \sin \alpha_2 - a_2) = 2 \text{ мп} \left(\frac{1}{13} g - \frac{1}{4} g \right)$$

$$F_2 = 2 \text{ мп} \left(\frac{20}{82} - \frac{13}{52} \right) g = \frac{4}{26} \text{ мп} \cdot g$$



$$0 = \frac{27}{26} - \frac{12}{13} \text{ мп} + \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \text{ мп}$$

$$0 = \frac{9}{13 \cdot 5} = \frac{4}{5} \text{ мп}$$

$$0 = \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} \text{ мп}$$

$$\begin{array}{r} 360 \\ - 96 \\ \hline 264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 169 \\ \hline 845 \end{array}$$

$$= \frac{42}{13 \cdot 13} \text{ мп} + \frac{12}{5 \cdot 5} \text{ мп} - \frac{36}{13 \cdot 5 \cdot 5} \text{ мп} - \frac{24 \cdot 125}{13^2 \cdot 5^2} \text{ мп}$$

$$= \frac{42 \cdot 25 + 12 \cdot 169 - 36 \cdot 13 - 24 \cdot 125}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{25(42 - 24 - 5) + 13(12 \cdot 13 - 36)}{13^2 \cdot 5^2} \text{ мп} = \frac{5}{845}$$

$$= \frac{80(21 - 60) + 13 \cdot 12(13 - 3)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{80(21 - 60) - 13 \cdot 12(13 - 3)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= 80 \cdot 39$$

$$13 \cdot 12 = 130 + 26 = 156$$

$$\begin{array}{r} 156 \\ - 64 \\ \hline 220 \end{array}$$

$$34 \cdot 5 = 130 + 45 = 175$$

$$\begin{array}{r} 175 \\ - 156 \\ \hline 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 331 \ 13 \\ - 26 \ 2 \\ \hline 71 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 145 \\ - 156 \\ \hline 34 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 156 \\ + 175 \\ \hline 331 \end{array}$$

$$169 \cdot 5 = 100 + 300 + 48 = 448$$



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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

