



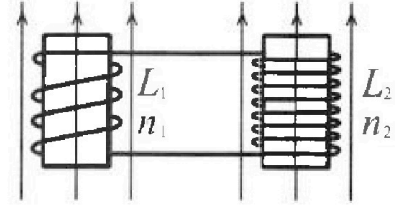
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

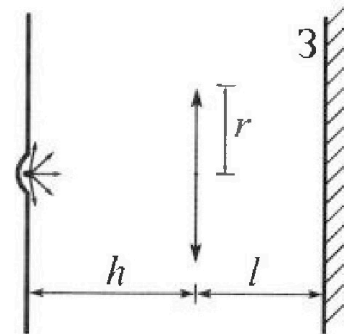


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 уменьшаться 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



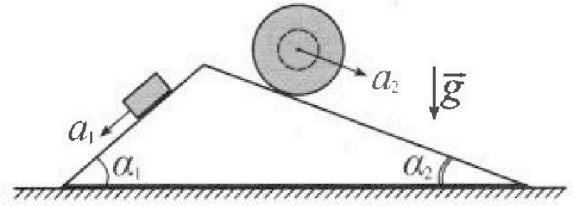
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ).



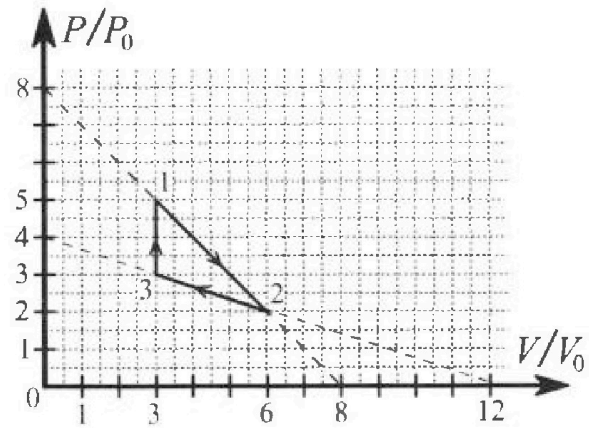
Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром 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.

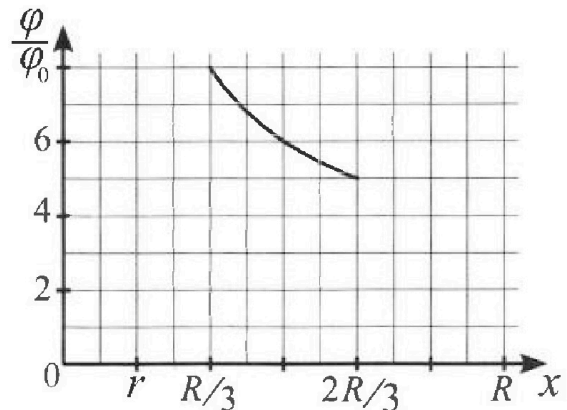
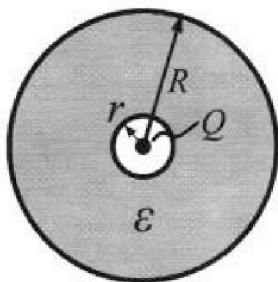
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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.

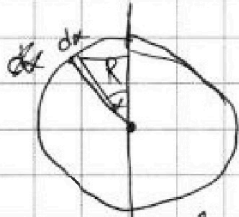
- 1  2  3  4  5  6  7

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!

~~$C = \text{const}$ ,  $m(x) = C \cdot x^2$ ,  $f(x)$~~

~~$m(x) = 4\pi x^2 dx \rho$ , где  $\rho$  — плотность шара~~



ось вращения

$\sigma$  — поверхностная плотность шара (или же сфера)

$\sigma = \frac{5m}{4\pi R^2}$ ,  $R$  — радиус шара.

Заметим, что выאר  $k$  от каждого гравитационного элемента  $dx \cdot R$  зависит от расстояния до оси, т.е.  $R \sin \alpha$ , а масса элемента  $dm = R dx \sigma 2\pi R \sin \alpha$ , т.е.

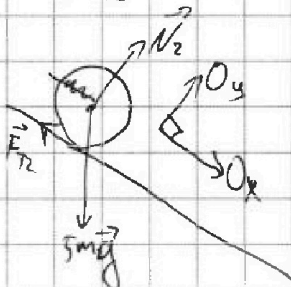
$$k_{сферы} = \int_0^\pi 2\pi R \sin \alpha \cdot R dx \sigma \cdot R \sin \alpha =$$

$$= 2\pi R^3 \sigma \int_0^\pi \sin^2 \alpha d\alpha$$

$$M = k_{сферы} \cdot \omega = k_{сферы} \cdot \frac{a_2}{R} = 2\pi R^3 \sigma \cdot a_2 \int_0^\pi \sin^2 \alpha d\alpha =$$

$$= \frac{5m}{4\pi R^2} \cdot R^3 \cdot 2\pi a_2 \int_0^\pi \sin^2 \alpha d\alpha = \frac{5m}{2} a_2 \int_0^\pi \sin^2 \alpha d\alpha =$$

$= F_2 \cdot R$



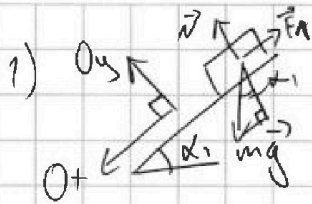


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$O_x: m a_1 = m g \cdot \sin \alpha_1 - F_f =$$

$$= m g \sin \alpha_1 - \mu m_1 = m g \sin \alpha_1 - \mu m g \cos \alpha_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_1 = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} = \frac{g \cdot \frac{3}{5} - g \cdot \frac{7}{17}}{g \cdot \frac{4}{5}} = g \frac{51 - 35}{5 \cdot 17} =$$

$$= g \frac{16 \cdot 5}{4 \cdot 5 \cdot 17} = \frac{4}{17} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_f = \mu_1 \cdot m g \cos \alpha_1 = \frac{4}{17} m g \cdot \frac{4}{5} = m g \frac{16}{75}$$

2) Шар разбивается без начальной скорости  $\Rightarrow F_2$  укладывается на радиусы  $y$  шара

Обозначим кон  $k$  - меру плотности вращающейся массы

~~$k g$  для глыбы толщиной  $dy$  и радиусом  $R \sin \alpha$  равен~~

~~$$k g = \int_0^{R \sin \alpha} 2\pi x dx \cdot \rho dy \cdot x = \rho dy 2\pi \int_0^{R \sin \alpha} x^2 dx = \frac{\rho dy 2\pi R^3 \sin^3 \alpha}{3}$$~~

~~для получения глыбы интегрируем по  $dy$~~

~~$$dy = R(\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha)) = R(\cos \alpha - \cos \alpha \cos d\alpha + \sin \alpha \sin d\alpha) = R \sin \alpha d\alpha \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow k_{\text{шара}} = 2 \int_0^R \frac{\rho 2\pi R^3 \sin^3 \alpha dy}{3} = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\rho 2\pi R^4 \sin^4 \alpha d\alpha}{3}$$~~

~~Плотность шара распределена от центра шара к краям~~

~~квадратично, т.е.  $\rho(x) \sim x^2$ , а  $k = x \cdot \rho(x)$~~



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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3 P_0 V_0}{Q_+}$$

$$Q_+ = Q_{31} + Q_{+12} + Q_{+23}$$

участки линейных процессов, где тепло подводится.

$$dQ_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + P_0 dV = \frac{3}{2} (P_0 (8 - \frac{V+dV}{V_0})(V+dV) - P_0 (8 - \frac{V}{V_0})V) + P_0 dV (8 - \frac{V}{V_0}) = \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V_0 V + 8V_0 dV - V^2 - VdV - VdV - dVdV}{V_0} - 8V_0 V + V^2 \right)$$

$$+ P_0 dV (8 - \frac{V}{V_0}) = \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V_0 dV - 2VdV}{V_0} \right) + P_0 dV (8 - \frac{V}{V_0}) =$$

$$= \frac{P_0 dV}{V_0} (12V_0 - 3V + 8V_0 - V) = \frac{P_0 dV}{V_0} (20V_0 - 4V)$$

Значит на  $\frac{V}{V_0} \in [0; 5]$  тепло подводится в прог.  $1 \rightarrow 2 \Rightarrow$

$$P_{23}(V) = P_0 (4 - \frac{V}{3V_0})$$

$\Rightarrow Q_{+12}$  максимум на  $\frac{V}{V_0} \in [3; 5]$

$$dQ_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + P_0 (4 - \frac{V}{3V_0}) (-dV) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( (V-dV) \left( 4 - \frac{V-dV}{3V_0} \right) - V \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) \right) - P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) |dV| =$$

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

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

$$- P_0 |dV| \left( \frac{12V_0 - V}{3V_0} \right) = \frac{P_0 |dV|}{3V_0} (-18V_0 + 3V - 12V_0 + V) =$$

$$= \frac{P_0 |dV|}{3V_0} (-30V_0 + 4V) \Rightarrow \text{на участке } \frac{V}{V_0} \in [0; 7,5] \text{ в}$$

процессе  $2 \rightarrow 3$  тепло отводится  $\Rightarrow Q_{23+} = 0$ , т.к.  $2 \rightarrow 3$  в

участке представлен только на  $\frac{V}{V_0} \in [3; 5]$ .



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!

1)  $A_{\square} = P_0 V_0$  - работа, соответствующая площади квадрата  $1 \times 1$  на картинке.

$A$  - рад. ушка, как равняется площадь внутри ушка, пополамной на  $A_{\square}$ .

$$A = A_{\square} \frac{(5-2)(6-3)}{2} - A_{\square} \frac{(6-3)(3-2)}{2} = \frac{3 \cdot 2}{2} A_{\square} = 3 A_{\square} = 3 P_0 V_0$$

$\Delta U_{31}$  - изменение внутренней энергии при проу.  $3 \rightarrow 1$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3), \text{ м.к. } PV = \nu RT$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 3 V_0 - 3 P_0 \cdot 3 V_0) = P_0 V_0 \cdot 9 = 9 A_{\square}$$

значит  $\frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9 A_{\square}}{3 A_{\square}} = 3$

2)  $P_{12}(V)$  - зависимость давления в процессе 12 от  $V$ .

$$P_{12}(V) = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right)$$

$$P_{12}(V) \cdot V = \underbrace{\nu R T}_{\text{const}} \quad \Rightarrow \quad T_{\max} = \max(P_{12}(V) \cdot V)$$

$$\left( P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right)'_V = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)'_V = P_0 \left( 8 - 2 \frac{V}{V_0} \right) = 0$$

$$P = 2 \frac{V}{V_0} \Rightarrow V = 4 V_0 \Rightarrow T_{\max} = \frac{P_0 \left( 8 - \frac{4 V_0}{V_0} \right) 4 V_0}{\nu R} =$$

$$= \frac{P_0 V_0 (16)}{\nu R}$$

$$T_2 = \frac{P_0 V_0 \cdot 2 \cdot 6}{\nu R} = \frac{12 P_0 V_0}{\nu R} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \left( \frac{4}{3} \right)$$



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!

$$Q_4 = \frac{3}{2} PR(T_1 - T_{412}) + \int_3^5 P_{12}(V) dV + \frac{3}{2} VR(T_1 - T_3) =$$

там, где переменной находим методом на 1-22.

$$= \frac{3}{2} (P_0 \cdot 5 \cdot V_0 \cdot 3 - P_0 (8 - \frac{5V_0}{V_0}) 5V_0) + P_0 V_0 (5-3) (\frac{5+3}{2}) + \frac{3}{2} P_0 V_0 (5-3-3 \cdot 3) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 (\frac{3}{2} (15 - 15)) + 2 \cdot 4 + \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 2 = P_0 V_0 (8 + 9) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_4} = \frac{3P_0 V_0}{P_0 V_0 \cdot 17} = \left( \frac{3}{17} \right)$$



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!

$$\Leftrightarrow \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 3 - \frac{3}{2} \right) = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R} = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

~~$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{2Q}{8\pi\epsilon_0 R}$~~

$\epsilon = 1$

$$\frac{5\epsilon_0}{3\epsilon_0} = \frac{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}}{\frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{1 + \frac{1}{2\epsilon}}{\frac{3}{2\epsilon}} \Rightarrow 5 = 2\epsilon + 1 \Rightarrow \epsilon = 2$$





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!

1) Диэлектрик создаст противоположное к  $\vec{E}$  электрическое поле, которое ослабит циркуляцию в  $E$  раз, ко шайба

Внутри диэлектрика  $\Rightarrow$  для  $x \in [R; +\infty)$  выходящая

$\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}$ , т.к. перераспределение зарядов на диэлектрике становится

$$\text{равным.} \Rightarrow E(x) = \frac{\Phi_E}{S(x)} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 4\pi x^2} \Rightarrow \varphi_1(R) = \int_{\infty}^R \frac{Q dx}{\epsilon_0 4\pi x^2} =$$

$$= \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_{\infty}^R = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}, \cos(\pi)$$

Возникает, так как напряженность и вектор перемещения противоположны.

для  $x \in [r; R)$  выходящая  $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow E(x) = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi x^2} \Rightarrow \varphi_2\left(\frac{3R}{4}\right) = \int_R^{\frac{3R}{4}} \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi} \cdot \frac{dx}{x^2} =$$

$$= \frac{-Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi} \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_R^{\frac{3R}{4}} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi R} \left(\frac{4}{3} - 1\right) = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi R \cdot 3}$$

То границу суперпозиции удовлетворяет:

$$\varphi_{\text{общ}}\left(\frac{3R}{4}\right) = \varphi_1(R) + \varphi_2\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0 4\pi R} \left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{4Q}{\epsilon\epsilon_0 12R}$$

2) Разности потенциалов ~~в шайбе~~  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  равна  $3\epsilon_0$ , а

$$\text{5} \epsilon_0 \text{ равно } \varphi_{\text{общ}}\left(\frac{2R}{3}\right) = \varphi_1(R) + \varphi_2\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{3}{2} - 1\right)$$

$$\varphi_{\text{общ}}\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi_{\text{общ}}\left(\frac{2R}{3}\right) = \varphi_2\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi_2\left(\frac{2R}{3}\right) \quad \ominus$$



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 4

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) Возмущаемая  $\oint_S \frac{dB}{dt} dS = \oint_L I dL$ , так как  
контуры круговые, то  $S = \pi r^2$ ,  $2\pi r = L \Rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$   
 $\Rightarrow L = 2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2\sqrt{\pi S}$ , так как ни  $B$  ни  $I$  не  
зависят от геометр. положения, то  $\frac{dB}{dt} S = I \cdot 2\sqrt{\pi S}$



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

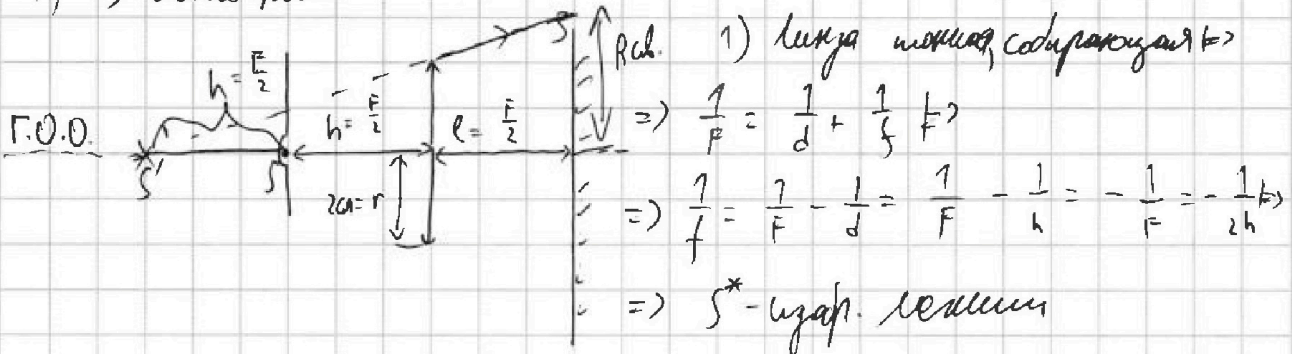
6

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!

1) S-источник



слево от линзы (стекла, но локальный максимум эффект достигается за счёт параллельных лучей, но  $S^*$  будет виден только, если смотреть на линзу (право  $F$ ) свет от  $S^*$  образует круг на зеркале (радиусом  $R_{ск}$ ). Из подобия треугольников (верх.  $S^* R_{ск} = \frac{3}{2} r = 3 \text{ см}$ .  $R_T$  - радиус круга тени, там называли радиус круга, в который не попадает свет идущий не через линзу.

Из подобия треугольников (S и Г.О.О. и r получаем

$$R_{тени} = 2r = 4 \text{ см} \Rightarrow S_{тени} = \pi R_T^2 - \pi R_{ск}^2 = \pi(4^2 - 3^2) = \pi(16 - 9) = \pi \cdot 7 \text{ [см}^2\text{]}$$

2)  $R_{2T} = 2 \cdot R_T = 8 \text{ см}$  - радиус на стекле, куда не попадает свет, он не прошедший линзу.

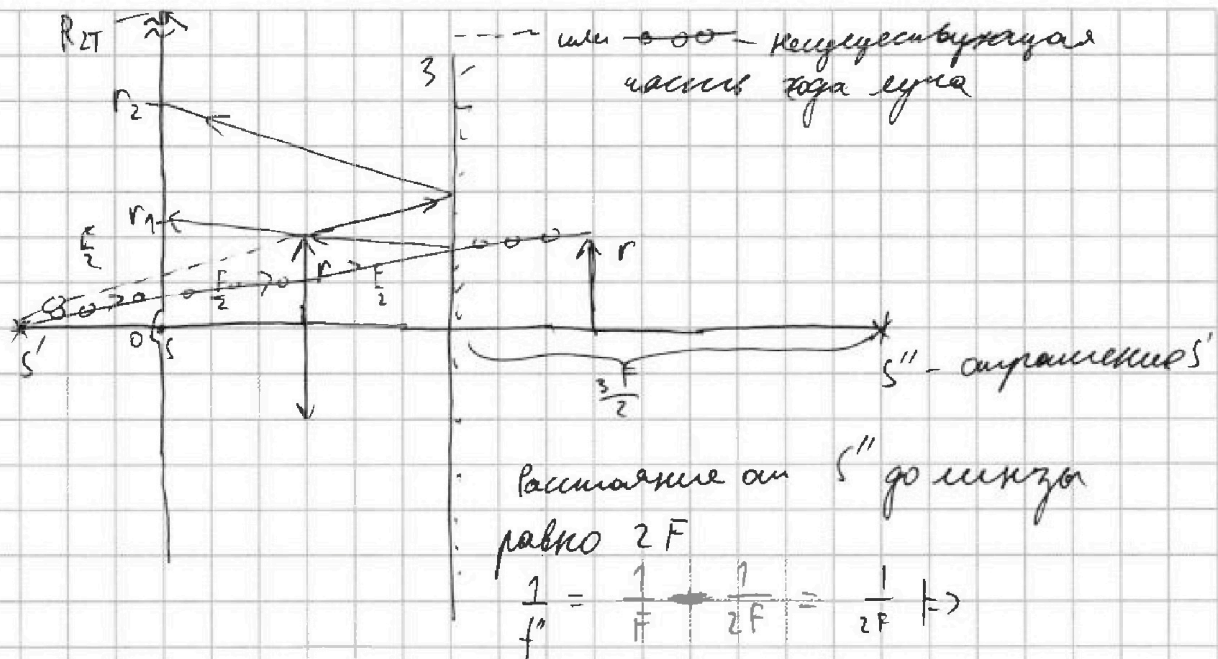


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\Rightarrow S''$  - изобр.  $S''$ .  $\Rightarrow$  луч, прошедший через край линзы как  $r$  от Г.О.О. из  $S''$  пойдет до  $S''$  линзой  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  из подобия треугольников свет очертит на сетке круг света  $r_{\text{вн}} = r \cdot \left(1 - \frac{F/2}{2F}\right) = \frac{3}{4}r = 7,5 \text{ см}$

Также другие лучи ~~из~~ выходящие из  $S''$ , но не проходящие через линзу, не падают на сетку; с помощью свойств  $S'$   $\Rightarrow r_2$  и  $r_1$  - внешн. и внутр. радиусов дисков.

Из подобия:  $r_2 = r \cdot \frac{5F/2}{2F/2} = 5 \text{ см}$

$$r_1 = \frac{r}{2} \cdot \frac{5F/2}{2F/2} = 2,5 \text{ см} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{Стенки на сетке} = \pi R_{2T}^2 - \pi r_2^2 + \pi r_1^2 - \pi r_{\text{вн}}^2 =$$

$$= \pi(8^2 - 5^2 + 2,5^2 - 7,5^2) = \pi(64 - 25 + 6,25 - 56,25) = \pi \cdot 19,25 \text{ [см}^2\text{]}$$



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!

$$dQ_{23} = \frac{3}{2} R_0 T + P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV = \frac{3}{2} R_0 T + P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV$$

$$= \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) - P_0 \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) dV = \frac{3}{2} \left( P_0 V_0 \left( 4 - \frac{V-dV}{3V_0} \right) - P_0 V \left( 4 - \frac{V}{3V_0} \right) \right)$$

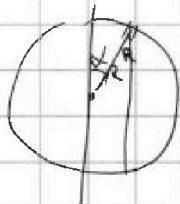
$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{12V_0 V - 12V_0 dV - V^2 + V dV + V dV - dV dV - 12V_0 V + V^2}{3V_0} \right) + dA$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{-12V_0 dV + 2V dV}{3V_0} \right) - P_0 \left( \frac{2V-dV}{3V_0} \right) dV = \frac{P_0 dV}{3V_0} (4V - 3V_0)$$

$$V = \frac{3}{4} V_0 \Rightarrow V = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$$

$$D = \epsilon \cdot E$$

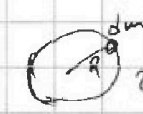
$$\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha) = \cos \alpha - \cos \alpha \cos d\alpha + \sin \alpha \cdot d\alpha$$



$$2\pi R \sin \alpha \cdot 2R$$



$$2\pi x \cdot x dx \cdot \rho = \frac{2}{3} \pi x^3 \rho \Big|_0^R = \frac{2}{3} \pi R^3 \rho$$



$$\sigma = \frac{dm}{ds}$$

$$\rho = \frac{dm}{dV}$$

$$\int \sin \alpha dx =$$

$$u = \sin \alpha$$

$$\frac{du}{d\alpha} = \cos \alpha$$

$$\rho \left( \frac{2}{3} R \right) = 5 \cdot \rho_0$$

$$\frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left( \frac{1}{x} \right) \Big|_{\frac{R}{3}}^{\frac{R}{2}} = \frac{3Q}{4\pi \epsilon_0 R} \left( 1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{16 \epsilon_0} \frac{Q}{4\pi R^2} = (8-3) \rho_0$$

$$\int_0^R \sqrt{2} \pi x dx \sigma = \pi x^2 \sigma$$

$$2\pi R^2 \rho \cdot \sin^2 \alpha R (\cos \alpha - \cos(\alpha + d\alpha))$$

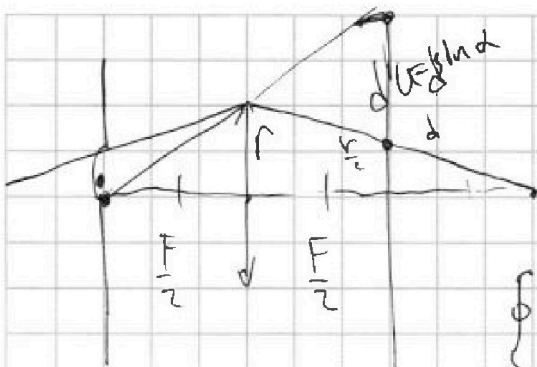


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$\frac{dB}{dt} S = \epsilon$$

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

$$[B] = \frac{Am \cdot c}{k \cdot m}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = \oint \vec{I} \cdot d\vec{L}$$

$$\left[ \frac{BS}{L} \right] = [B] = \frac{Am}{k \cdot m}$$

N2

1)  $A_{\square} = P_0 V_0$   
 $[I \cdot L] = \frac{k \cdot m}{c}$

$$A = \frac{3 \cdot 3 A_{\square} - 1 \cdot 3 A_{\square}}{2} = \frac{2 \cdot 3}{2} A_{\square} = 3 A_{\square}$$

$$\Delta Q = \Delta U + A_{\text{piston}} \Rightarrow \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (5 P_0 V_0 \cdot 3 - P_0 V_0 \cdot 3) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot 3 \cdot 2 = 9 P_0 V_0 \Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{9}{3} = 3 = n_{15}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{Am \cdot c}{k^2}$$

2)  $T_2 \nu R = 2 P_0 \cdot 6 V_0 = 12 P_0 V_0$

$$P = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) \Rightarrow PV = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)$$

$$E = \frac{k q \cdot r}{r^3}$$

$$\vec{E} = \frac{k q \cdot \vec{r}}{r^3}$$

$$\vec{B} = \frac{k q \cdot \vec{v} \times \vec{r}}{r^3}$$

$$\left( P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right)'_V = P_0 \left( 8V - \frac{V^2}{V_0} \right)'_V = P_0 \left( 8 - 2 \frac{V}{V_0} \right) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 4 V_0 \Rightarrow P_0 \left( 8 - 4 \right) 4 V_0 = 16 P_0 V_0 \Rightarrow \frac{T_{12}}{T_2} = \frac{8 \cdot 4 - 16}{3 \cdot 16}$$

3)  $dQ_{12} = P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) dV + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$

$$= \frac{3}{2} \left( P_0 \left( 8 - \frac{V+dV}{V_0} \right) (V+dV) - P_0 \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) V \right) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8V_0(V+dV) - V(V+dV) - 8V_0V + V^2}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \left( \frac{8VdV - VdV - VdV + dV \cdot dV_0}{V_0} \right) + P_0 dV \left( 8 - \frac{V}{V_0} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} P_0 \frac{V dV - 2VdV}{V_0} + P_0 dV \frac{8V_0 - V}{V_0} = \frac{P_0 dV}{V_0} \left( \frac{3}{2} V + 8V_0 - V \right) =$$

$$= \frac{P_0}{V_0} dV \left( -\frac{5}{2} V + 8V_0 \right) \Rightarrow 16V_0 - 5V = 0 \Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{16}{5} = V_0 \cdot (3,2)$$

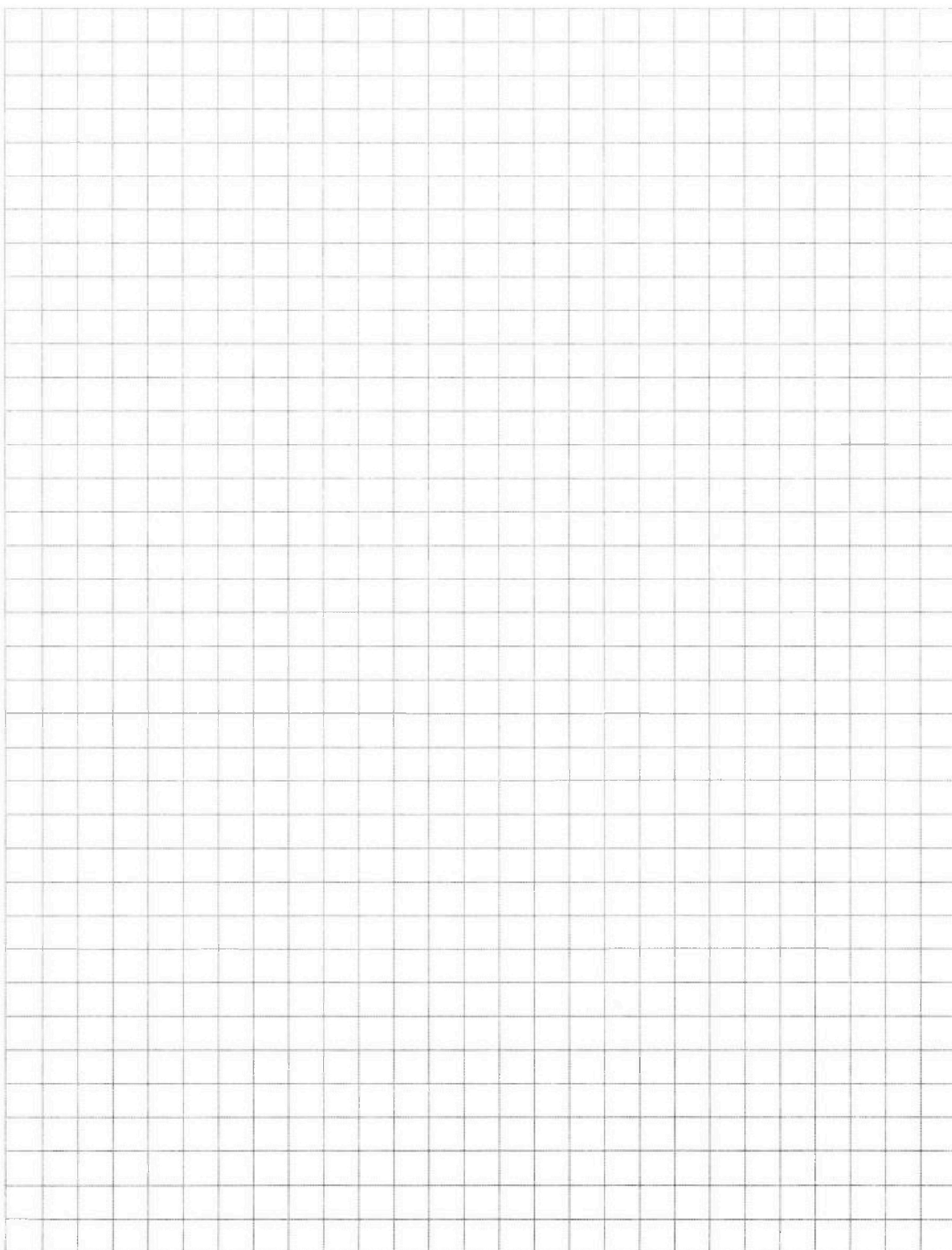


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!





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!

