



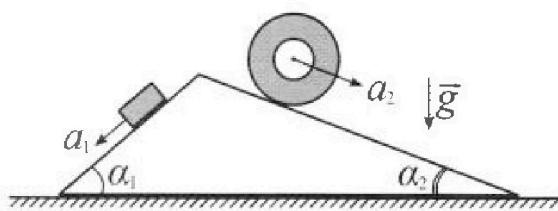
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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 $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

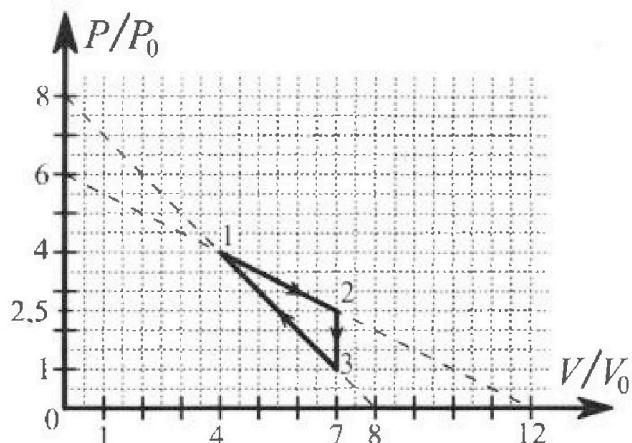


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

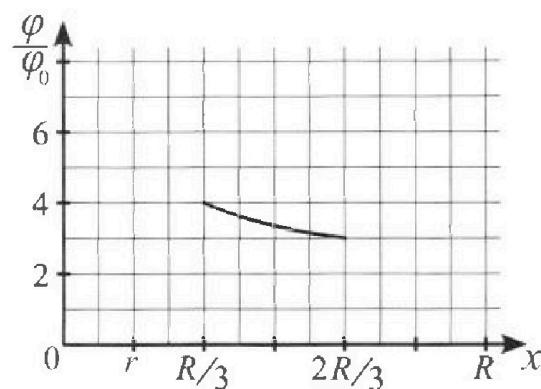
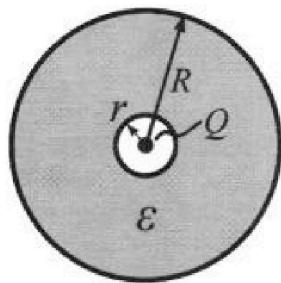
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

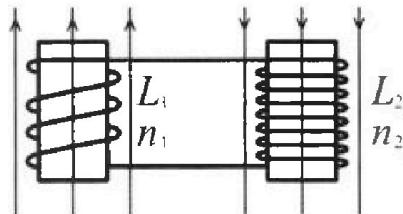


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

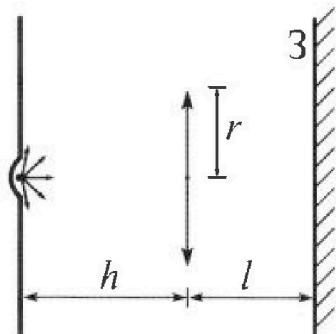
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ 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.

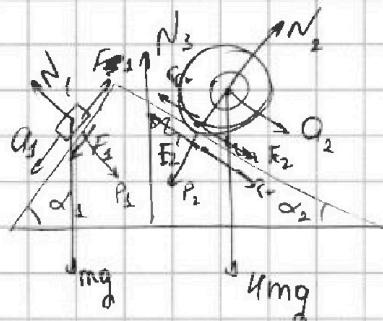
Ответы дайте в [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

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.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



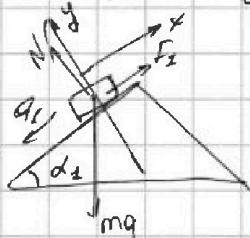
$$\int g$$

Кили остається в пасе:

по II закону Ньютона:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N}_3 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0.$$

1) F_1 найдем из условия подействия силы трения и массы:



(по III закону Ньютона ^{силы} ^{одинаковы} ^{действия} и ^{взаимно} ^{равны} между собой)

тому:

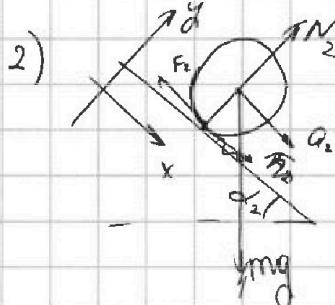
$$II: m\vec{a}_1 = \vec{F}_1 - mg + \vec{N}_1$$

$$\vec{F}_1 // mg \Rightarrow \vec{mg} \perp \vec{F}_1 \text{ по } ox: F_1 - ma_1 - mg \sin \alpha_1 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = m(a_1 + g \sin \alpha_1) = m(\frac{25}{73}g + \frac{3}{7}g) =$$

$$= m(\frac{25+39}{65}g) = \frac{64}{85}mg.$$

$$Oy: N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg.$$



$$II: \text{ по } ox: 4ma_2 = -F_2 + 4mg \sin \alpha_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_1) =$$

$$= 4m(\frac{5}{73}g - \frac{5}{24}g) = \frac{114}{184}mg =$$

$$= \frac{11}{48}mg.$$

$$Oy: N_2 = 4mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13}mg.$$

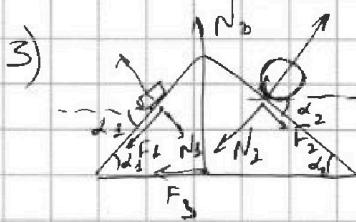


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\text{II: } \begin{aligned} & \text{ox: } F_3 + F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 + \\ & + N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 = 0 \end{aligned}$$

$$F_3 = \frac{64}{65}mg \quad N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{48}{75}mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{11}{78}mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{64}{65}mg \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{12}{25}mg - \frac{240}{169}mg + \frac{22}{78}mg - \frac{256}{73 \cdot 25}mg = \\ = \left(\frac{12 \cdot 13 - 256}{13 \cdot 25} - \frac{218}{169} \right) mg = \left(\frac{156 - 256}{13 \cdot 25} - \frac{218}{169} \right) mg =$$

$$= mg \left(-\frac{1}{13} \right) / \left(\frac{100}{25} + \frac{218}{169} \right) = mg \left(\frac{1}{13} \right) / \left(4 + \frac{218}{169} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{1}{13} \right) / \left(\frac{52 + 218}{13} \right) = mg \left(\frac{1}{13} \right) / \left(\frac{260}{13} \right) = -\frac{1}{13} (20) mg.$$

$$= -\frac{20}{13} mg \Rightarrow F_3 = \frac{20}{13} mg.$$

Ответ: $F_1 = \frac{64}{65}mg$; $F_2 = \frac{11}{78}mg$; $F_3 = \frac{20}{13}mg$.

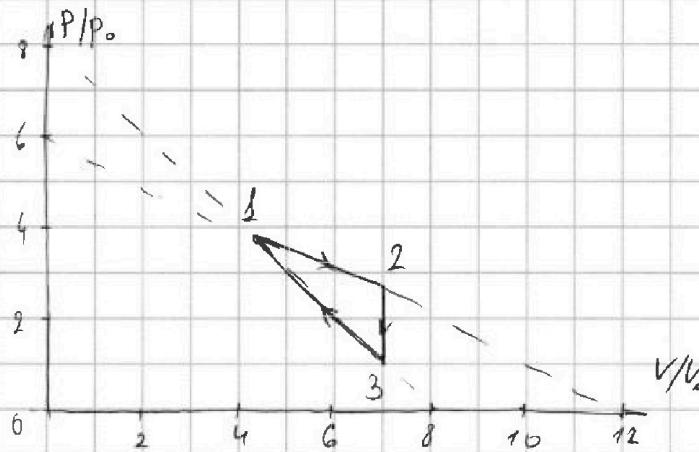


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\begin{aligned}
 1) \quad A_{\text{цикл}} &= S_{123} (\text{внагр. } p \cdot V) = \\
 &= A_{12} - A_{13} = \\
 &= 3V_0 \cdot \frac{2.5 + 4}{2} P_0 = \\
 &= \frac{65}{2} P_0 V_0 = \\
 &= \frac{65}{4} P_0 V_0 .
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta U_{23} &= \left| \frac{1}{2} VR \Delta T \right| = \left| \frac{1}{2} (VR T_3 - VR T_2) \right| = \left| \frac{3}{2} (P_0 \cdot 4V_0 - 2.5 P_0 \cdot 7V_0) \right| = \\
 &= \frac{23}{2} P_0 V_0 \cdot 4 \cdot \frac{3}{2} = \frac{63}{4} P_0 V_0 \Rightarrow \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{65}{4} P_0 V_0} = \\
 &= \frac{63}{39} = \frac{6 \cdot 9}{3 \cdot 13} = \frac{18}{13} .
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \quad T_1 : \quad \text{yp-e состояния} \quad \&: \quad g_{p_0} \cdot 4V_0 = VR T_1 \Rightarrow \\
 &\Rightarrow T_1 = \frac{16 P_0 V_0}{VR}
 \end{aligned}$$

$$6 \text{ процесс } 1-2: \quad P = 6P_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0}, \text{ г.н.}$$

$$0 = 6P_0 - \frac{1}{2} 12V_0 \cdot \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow 0.$$

$$\begin{aligned}
 P &= 6P_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \frac{dP}{dT} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = -\frac{1}{R} \\
 \frac{dQ}{dT} &= \cancel{\lambda dV + \frac{3}{2} \cancel{\rho R dT}} = \frac{3}{2} \cancel{\rho R} + P \cdot \cancel{\frac{dV}{dT}} = \frac{3}{2} \cancel{\rho R} \\
 \cancel{\lambda} &= \frac{\delta Q}{dT} = \cancel{\lambda dV + \frac{3}{2} \cancel{\rho R dT}} = \frac{3}{2} \cancel{\rho R} + P \cdot \cancel{\frac{dV}{dT}} = \frac{1}{R} + \frac{3}{2} \cancel{\rho R} \\
 &= \frac{3}{2} R + R \cdot \cancel{\frac{pdV}{pdV + Vdp}} = R \cdot \cancel{\frac{1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}}{1 + \frac{V}{P} \frac{dp}{dV}}} = \frac{1}{R} + \frac{3}{2} R
 \end{aligned}$$

$$P = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \cdot P_0$$

$$PV = VR T \Rightarrow T = \frac{PV}{VR} \Rightarrow T_{\max} \text{ при } PV_{\max}$$

$$PV = V(6P_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \cdot P_0)$$

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.



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$V \left(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0 \right) = 6p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V^2 - \text{квадратичная}$$

функция относительно V ; имеет максимум в вершине параболы $aV^2 + bV + c$ с координатой $V' = \frac{-b}{2a} =$

$$\text{Тогда } V' = -\frac{6p_0}{2 \left(\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \right)} = 6V_0 \Rightarrow p' = 6p_0 - \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 6V_0 = \\ = 3p_0$$

Такое $(3p_0; 6V_0)$ принадлежит процессу 1-2 \Rightarrow
 \Rightarrow является точкой с максимальной

температурой $\Rightarrow \cancel{T_{1-2}} = \frac{T_{max1-2}}{T_1} = \frac{\frac{18p_0 V_0}{V R}}{\frac{16p_0 V_0}{V R}} =$
 $= \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$.

$$3) \eta = \cancel{1 - \frac{A_{нагр}}{A_{исл-бо}}} \quad$$

Чтобы найти подведенную теплоту, а также
запечатлеть теплоемкости в процессах 1-2; 1-3.

(6 процессе 2-3 $d\rho < 0$; $V = \text{const} \Rightarrow \delta Q < 0$)

$$C_V = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{pdV + \frac{3}{2}RdT}{dT} = C_V + \frac{pdV}{dT} = C_V + \frac{R}{1 + \frac{V}{p} \cdot \frac{dp}{dV}}$$

$$C_V = \frac{3}{2}R; \quad 1-2: \rho = 6p_0 - \frac{1}{2}V \cdot \frac{p_0}{V_0};$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}; \quad \frac{V}{p} = -2 \frac{V_0}{p_0} \left(1 - \frac{6p_0}{p} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = C_V + \frac{R}{1 + \frac{V}{p} \cdot \frac{p_0}{6p_0}} = \frac{3}{2}R + R \cdot \frac{p}{2p - 6p_0} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p}{2p - 6p_0} = -\frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3(3p_0 - 9p_0)}{2p - 6p_0} = p \Rightarrow p = \frac{9}{4}p_0$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
3 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!

~~9~~ $P_0 < \frac{10}{4} P_0 \Rightarrow$ температура в ~~последнее~~ 2-2 ~~входящем~~ ~~из~~ \rightarrow 2 ~~входящем~~ ~~из~~

~~10~~ P_0 $\frac{3}{2} k R$ $\frac{4}{9} P_0$

Процесс 1-2 адиабатический $\Rightarrow C = 0$ $pV^r = \text{const}$

$r = \frac{5}{3}$, т.к. $i = 3$.

Условие обнаружения температуры -
касание с адиабатой, тогда

~~10~~ ~~диф~~

$$pV^r = \text{const}$$

$$r \ln V + \ln p = \text{const}$$

$$r \frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = 0 \Rightarrow -r \frac{p}{V} = \frac{dp}{dV}$$

Процессы 1-2: $\frac{dp}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0}$ \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} = \frac{p}{V} \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow p = \frac{3}{10} \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$p = 6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot V = \frac{3}{10} \frac{P_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6P_0 = \frac{18}{10} \frac{P_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow V = \frac{60}{8} V_0 = 4,5 V_0$$

- для процесса 1-2 \Rightarrow температура ~~одного~~ ~~из~~ ~~изменяется~~ ~~одного~~ ~~из~~ ~~изменяется~~.

Процесс 3-1: $p = 8P_0 - V \cdot \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$.

$$-\frac{P_0}{V_0} = -\frac{p}{V} \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow p = \frac{3}{5} P_0 \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot V = \frac{3}{5} \frac{P_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow 8P_0 = \frac{8}{5} \frac{P_0}{V_0} \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{V}{5V_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = 5 \Rightarrow (3P_0; 5V_0) -$$

- ~~одинаковые~~ температуры



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

СТРАНИЦА
4 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!

$$Q_+ (3 \rightarrow 1) = \frac{1+3}{2} \cdot p_0 \cdot 3V_0 + \frac{3}{2} (-4p_0 V_0 + 3p_0 \cdot 5V_0) = \\ = \frac{3}{2} p_0 V_0 + 12 p_0 V_0 = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$\text{Тогда } \eta = 1 - \frac{A}{Q_+} = 1 - \frac{\frac{39}{4} p_0 V_0}{\frac{27}{2} p_0 V_0} = 1 - \frac{39}{54} = \\ = \frac{54-39}{54} = \frac{15}{54}.$$

Ответ: 1) $\frac{18}{15}$; 2) $\frac{9}{8}$; 3) $\frac{15}{54}$.

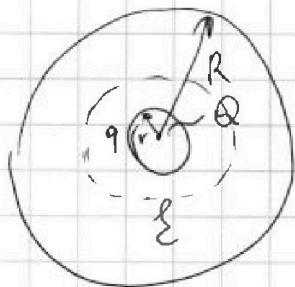


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

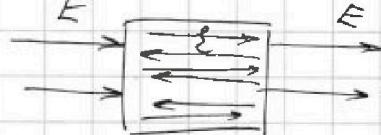
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



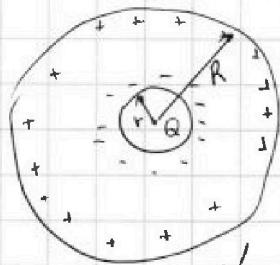
ϵ -диполистрическая проницаемость



$$E_1 = E - \frac{E}{\epsilon} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} E = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} E.$$

$\varphi(x)$.

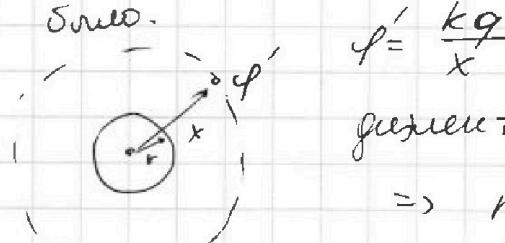
$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{kq}{R}$$



$$\varphi(R) = \frac{kq}{R}$$

$$\varphi = E \cdot r \Rightarrow \varphi = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} \varphi'$$

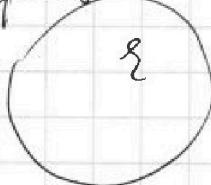
φ' - потенциал в том же, если бы диэлектрик не было.



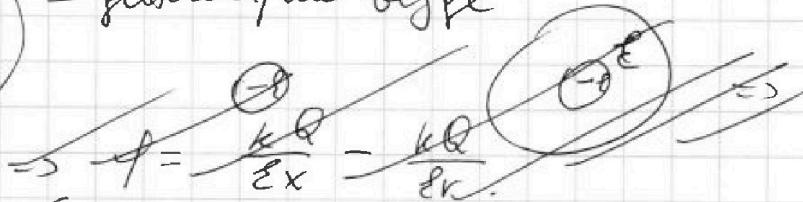
диэлектрик уменьшает $x-r$,

$$\Rightarrow \text{при } x \geq r : \varphi = \varphi' = \frac{kq}{x}$$

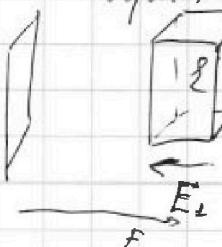
Суперпозиция: при $x \geq r$: $\varphi = \frac{kq}{x}$



- движущие заряды



при $x \geq r$:



$$\varphi = E \cdot x - E_1 \cdot (x-r) =$$

$$= E \left(x - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} (x-r) \right) =$$

$$= \frac{kq}{x^2 \epsilon} (\epsilon x - (\epsilon - 1)(x-r))$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$\varphi = \frac{kQ}{x} - kQ \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{x-r}{x^2}$$

При $x=R/4$:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon R}$$

$$\varphi = \frac{kQ \cdot 4}{4\pi\epsilon R} - \frac{Q \cdot \ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R^2} \cdot 16 =$$

$$= \frac{4kQ}{R} - \frac{16kQ \cdot \ell-1}{\ell \cdot R^2} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R^2} =$$

$$= \frac{4kQ}{R} \left(1 - \frac{4(\ell-1)}{\ell} \cdot \frac{\frac{R}{4}-r}{R^2} \right)$$

Tогда:

$$4 = \frac{3kQ}{R} - 9kQ \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{R}{3}-r}{R^2} \quad | = 3$$

$$3 = \frac{3kQ}{2R} - \frac{9}{4}kQ \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-r}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - \frac{9}{4} \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-r}{R}} \quad | = 3$$

$$\Rightarrow 2 - 2 \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-\frac{R}{6}}{R} = 3 - 9 \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{\frac{2}{3}R-\frac{R}{6}}{R}$$

$$2 - 2 \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{1}{2} = 3 - 9 \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \cdot \frac{1}{6}$$

$$2 - \frac{\ell-1}{\ell} = 3 - \frac{3}{2} \cdot \frac{\ell-1}{\ell} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \frac{\ell-1}{\ell} = 1 \Rightarrow \ell-1 = 2\ell \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ell = -1.$$

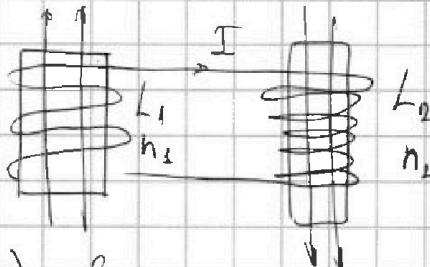
Объем: $\ell = -1$.

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\Phi = LI + B \cdot S_{\text{нек.}}$$

1) Если рассматривать катушку без внешнего поля, то

$$\cancel{\text{УУУУ}} \quad \Phi = LI \Rightarrow \mathcal{E}_{\text{нек.}} = \frac{d\Phi}{dt} = \cancel{LI}$$

$$B_{\text{внешн.}} = \mu_0 I n \Rightarrow \Phi = \mu_0 I n_2 S$$

B_1 - внешнее поле первое B_2 - внешнее поле второе

$$\Phi_1 = \mu_0 I n_1 S + B_1 S \quad \Phi_2 = B_2 S + \mu_0 I n_2 S$$

$$\text{Тогда } \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt} - \text{ по циркуляции} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dS + \mu_0 n_1 S \frac{dI}{dt} = \mu_0 \cancel{n_2 S} \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d + \mu_0 n \frac{dI}{dt} = \mu_0 \cdot 2n \frac{dI}{dt} \Rightarrow d = \mu_0 n \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$L_1 = \frac{\Phi_1}{I} \quad L_2 = \frac{\Phi_2}{I} \quad \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{d}{\mu_0 n}$$

~~$$\cancel{d} = \cancel{\mu_0 I n_1 S + B_1 S}$$~~

~~$$dI = L_1 I = \mu_0 I n_1 S + B_1 S$$~~

~~$$L_2 I = \mu_0 I n_2 S + B_2 S \quad \cancel{\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}}$$~~

~~$$\Rightarrow \mu_0 \frac{dI}{dt} + \frac{dI}{dt} = \mu_0 \frac{dI}{dt} \cdot 2n S + \frac{dI}{dt} B_2 S \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow S(B_1 + B_2)$$~~

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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) ~~$L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_1}{dt} S = L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_2}{dt} S$~~ $\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt}$ - по Кирхгофу

$$L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_1 S}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + \frac{dB_2}{dt} S$$

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

$$3L \cdot \Delta I = S \left(\frac{4B_0}{3} - \frac{B_0}{2} \right) = S \left(\frac{8B_0 - 3B_0}{6} \right) =$$

$$= \frac{5B_0 S}{6} \Rightarrow \Delta I = \frac{5B_0 S}{18L}$$

~~L_1~~ Учагаем:

$$L_1 I_0 + B_0 S = L_2 I_0 + 2B_0 S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L I_0 = B_0 S \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 S}{3L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{6B_0 S}{18L} - \frac{5B_0 S}{18L} = \frac{B_0 S}{18L}$$

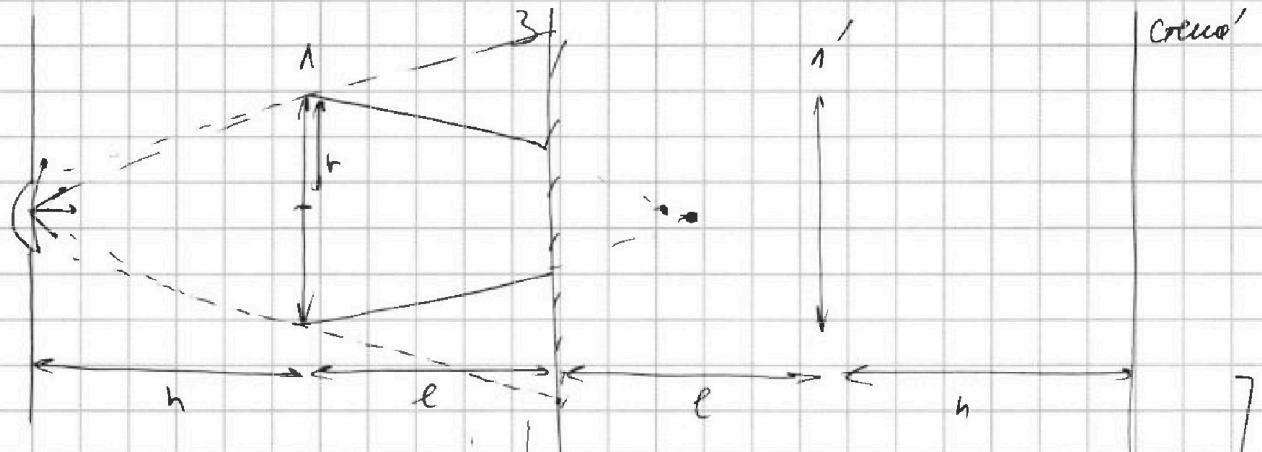
Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{\alpha}{\mu_0 n}$; $I = \frac{1}{18} \frac{B_0 S}{L}$.

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

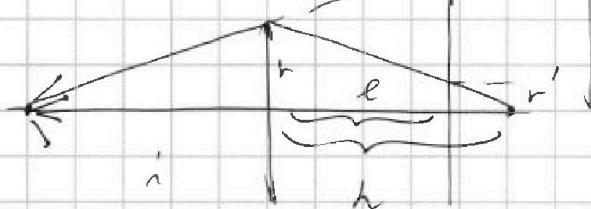
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{r} = \frac{1}{l} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{2}{h} - \frac{1}{l} = \frac{l-h}{lh} = \frac{l}{h}$$

Найдём неосвещённую часть зеркала:



напоследок
отразим пишущую
руку через зеркало
получим без превращений

$$\frac{r'}{r} = \frac{h-l}{h} = \frac{h-\frac{1}{2}h}{h} = \frac{1}{3} \Rightarrow r' = \frac{1}{3}r$$

Аналогично с другой стороны получим и то

всех неосвещённых $\Rightarrow S = \pi R^2 - \pi r'^2 = \pi \cdot 4 \cdot 6 =$

$$\frac{R}{r} = \frac{2}{\frac{1}{3}} = \frac{5}{3} \Rightarrow R = 5r \text{ см} \quad = \pi \cdot 24 \text{ см}^2$$

1) $24\pi(\text{см}^2)$.

2) Теперь найдем площадь неосвещённой
части стены



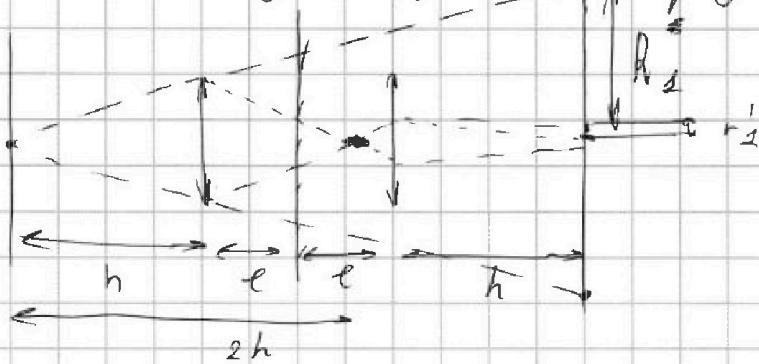
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Прогори $\frac{1}{3}$ пику в первый раз $f = h$.



$$\frac{R_1}{r} = \frac{2(h+l)}{h} = \frac{2(h + \frac{2}{3}h)}{h} = \frac{10}{3} \Rightarrow R_1 = 10 \text{ см.}$$

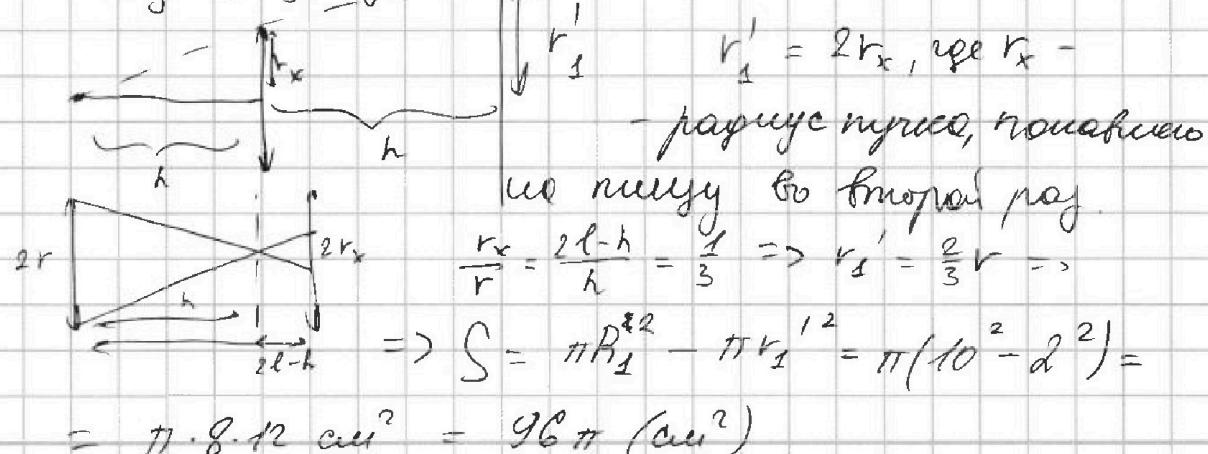
Теперь найдем новое расположение по пику:

$$f = h \Rightarrow d_1 = h + 2l - 2h = \cancel{2l - h} = \frac{4}{3}h - h = \frac{1}{3}h.$$

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

- минимальное расстояние f от пику.

Такое положение в системе:



Ответ: 1) $24\pi (\text{см}^2)$; 2) $96\pi (\text{см}^2)$



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.

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!