



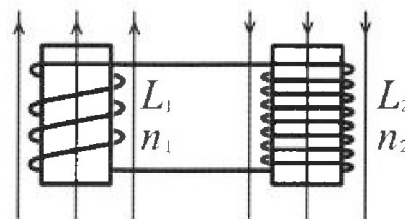
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

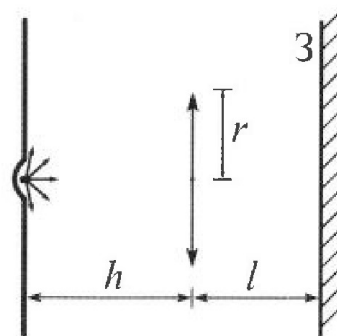


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



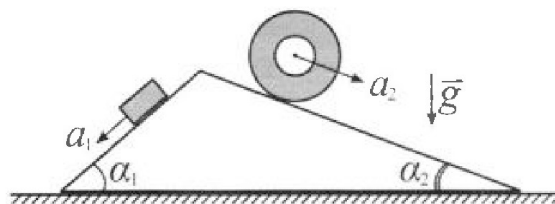
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

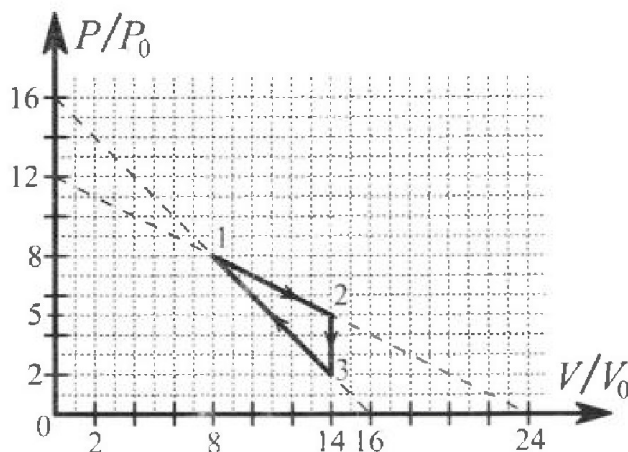


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

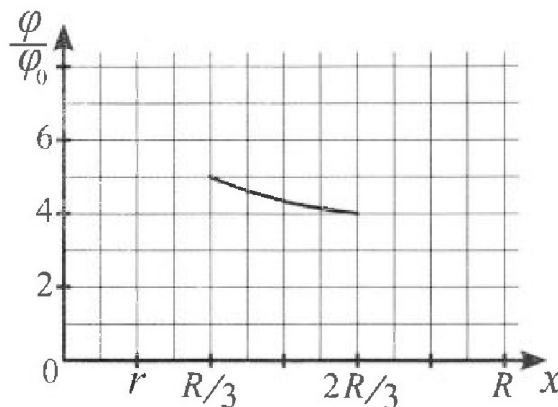
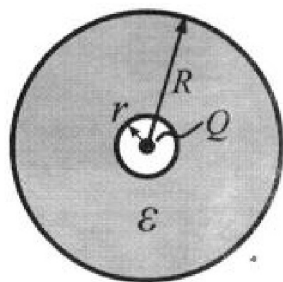
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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!

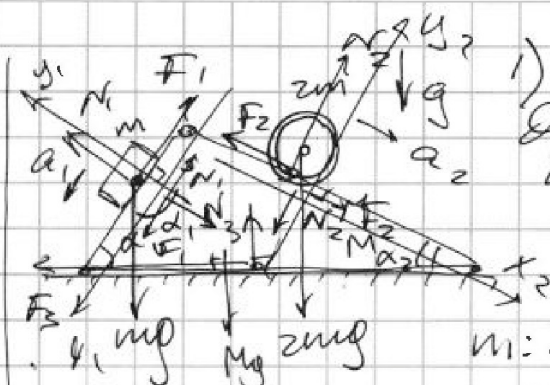
$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

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

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

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

- 1) $F_1 = ?$
- 2) $F_2 = ?$
- 3) $F_3 = ?$



1) Разберем движение движущихся масс.

$m: 23 \text{ Н}$

$$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$x: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \rightarrow$$

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

$$F_1 = \mu N_1 \rightarrow F_1 = \mu mg \cos \alpha_1$$

$$\rightarrow \mu mg \cos \alpha_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} \rightarrow \mu = \frac{3 \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13}}{g \cdot \frac{4}{5}} \rightarrow$$

$$\rightarrow \mu = \frac{3 \cdot \frac{3}{5} - \frac{6 \cdot 10}{13}}{g \cdot \frac{4}{5}} \rightarrow \mu = \frac{39 - 30}{52} \rightarrow \mu = \frac{9}{52}$$

$$\rightarrow F_1 = \mu mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6g}{13} \rightarrow F_1 = \left(\frac{3 \cdot 13}{5} - \frac{6 \cdot 15}{13} \right) mg \rightarrow$$

$$\rightarrow F_1 = \frac{39 - 30}{65} mg \rightarrow F_1 = \frac{9}{65} mg$$

$$2m: 23 \text{ Н}: y_2: N_2 + 2mg \cos \alpha_2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow N_2 = 2mg \cos \alpha_2; x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left(g \cdot \frac{5}{13} - \frac{g}{4} \right) =$$

$$= 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) \rightarrow F_2 = 8mg \cdot \frac{7}{52 \cdot 26} \rightarrow$$

$$\rightarrow F_2 = \frac{7}{26} mg$$



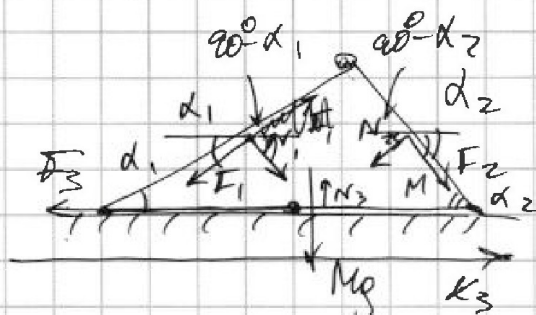
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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



2) Разложим отталкивающую силу, представив ее в соответствии с ЗЗН:

ЗЗН для шарика:

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

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

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

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

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

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

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

$$= \text{мп} \cdot \frac{13 \cdot 12(-10) - 5 \cdot 10(-39)}{25 \cdot 169} =$$

$$= \frac{10(-13 \cdot 12 + 5 \cdot 39)}{25 \cdot 169} = \frac{10 \cdot 79}{25 \cdot 169} \text{ мп}$$

$$= \frac{10 \cdot 79}{25 \cdot 169} \text{ мп} = \frac{782}{5 \cdot 169} \text{ мп} = \frac{782}{845} \text{ мп} = F_3$$

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

2) $F_2 = \frac{7}{26} \text{ мп}$,

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



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

$$\begin{aligned} p(V) &= p(V_0) \\ p(8V_0) &= 8p_0 \\ p(14V_0) &= 8p_0 \end{aligned}$$

$$p(V) = \alpha V + \beta \rightarrow \begin{cases} 8p_0 = 8\alpha V_0 + \beta \\ 8p_0 = 14\alpha V_0 + \beta \end{cases}$$

$$\rightarrow 3p_0 = -6\alpha V_0 \rightarrow \boxed{\alpha = -\frac{1}{2}p_0 V_0^{-1}}$$

$$\rightarrow 8p_0 = -4p_0 + \beta \rightarrow \beta = 12p_0$$

$$\rightarrow \boxed{p(V) = -\frac{1}{2}p_0 \frac{V}{V_0} + 12p_0}$$

• Запишем первое начало
термодинамики в дифференциальной форме:

$$\begin{aligned} \delta Q &= \frac{3}{2} N R dT + p dV = \frac{3}{2} N R d\left(\frac{pV}{NR}\right) + p dV = \\ &= \frac{3}{2} N R d\left(-\frac{1}{2}p_0 \frac{V^2}{V_0} + 12p_0 V\right) - \frac{1}{2}p_0 \frac{V}{V_0} dV + 12p_0 dV \\ &= -\frac{3}{4} N R p_0 \frac{2V dV}{V_0} + 2 \cdot 6 N R p_0 dV - \frac{p_0}{2V_0} V dV + 12p_0 dV \end{aligned}$$

$$\rightarrow \delta Q = -\frac{3}{2} \frac{NR p_0}{V_0} V dV + 12 NR p_0 dV - \frac{p_0}{2V_0} V dV + 12p_0 dV$$

$$\hookrightarrow \delta Q = p_0 dV (12 + 18) - \frac{2p_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow \delta Q = 30p_0 dV - \frac{2p_0}{V_0} V dV \rightarrow$$

$$\rightarrow \int \delta Q = 30p_0 \int dV - \frac{2p_0}{V_0} \int V dV \rightarrow$$



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!

$$\rightarrow Q(V) = 30p_0(V - 8V_0) - \frac{2p_0}{V_0} \left(\frac{V^2}{2} - \frac{64V_0^2}{2} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow Q(V) = 30p_0V - 240p_0V_0 - \frac{p_0}{V_0}V^2 + 64p_0V_0$$

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{p_0}{V_0}V^2 + 30p_0V - 176p_0V_0$$

$$V_B = -\frac{30p_0}{-2\frac{p_0}{V_0}} = 15V_0 \rightarrow \text{всё происходит}$$

с тем же процессом из тем же
в действии является введенное

$$Q_{12} = Q(14V_0) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot 196V_0^2 + 30 \cdot 14p_0V_0 - 176p_0V_0$$

$$\rightarrow Q_{12} = (-196 + 420 - 176)p_0V_0 \rightarrow$$

$$\rightarrow Q_{12} = 48p_0V_0$$

4) Аналогично процессу

31

$$p(p_0) = p_0$$

$$8p_0 = \alpha p \quad p(14V_0) = 2p_0$$

$$\rightarrow \begin{cases} 8p_0 = \alpha' V_0 + \beta' \\ 2p_0 = 14\alpha' V_0 + \beta' \end{cases} \rightarrow 6p_0 = -6\alpha' V_0$$

$$\alpha' = -\frac{p_0}{V_0}$$

$$\rightarrow p_0 = -\frac{p_0}{V_0}V_0 + \beta' \rightarrow \beta' = 16p_0$$

$$\rightarrow \text{выражаем } p(V) = -\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0$$

$$\rightarrow dQ = \frac{3}{2} d\left(-\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0V\right) - \frac{p_0}{V_0}dV + 16p_0dV$$

$$\rightarrow dQ = -\frac{3p_0}{2V_0}dV + 24p_0dV - \frac{p_0}{V_0}dV + 16p_0dV$$

$$\rightarrow dQ = -2\frac{p_0}{V_0}V + 40p_0dV +$$



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!

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

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

$$\rightarrow Q(V) = -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 40P_0V - 364P_0V_0 \quad V_B = \frac{186P_0}{-2\frac{P_0}{V_0}} < 0 \rightarrow$$

на прот. 31 т.е. оно должно быть
свободно. $Q_{31} = Q(18V_0) = 64P_0V_0 - 196P_0V_0 + 40P_0V_0$
необходимо
отрицательное. $Q_{31} = -388P_0V_0$

Ответ: 1) $\frac{|Du_{12}|}{A_\varepsilon} = 1$
2) $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{5}{2}$

в процессе 31 $Q_{23} = \frac{2}{2} \sqrt{R} (28P_0V_0 - 60P_0V_0)$
 $= \frac{2}{2} P_0V_0 (-32) = -48P_0V_0$

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

Ответ: 1) $\frac{|Du_{12}|}{A_\varepsilon} = 1$

2) $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{5}{2}$



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
 будущее. В этом случае,
 замечая, $(a_2 = g_2)$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$3) \left(\varphi\left(\frac{8R}{6}\right)\right) = \frac{\kappa a}{\frac{8R}{6}} + \frac{\kappa g_1}{\frac{8R}{6}} + \frac{\kappa a_2}{R} =$$



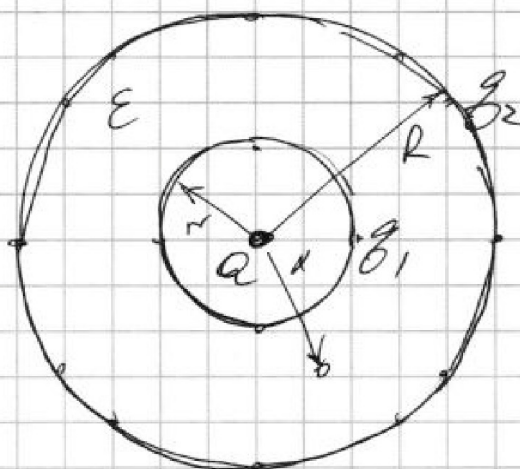
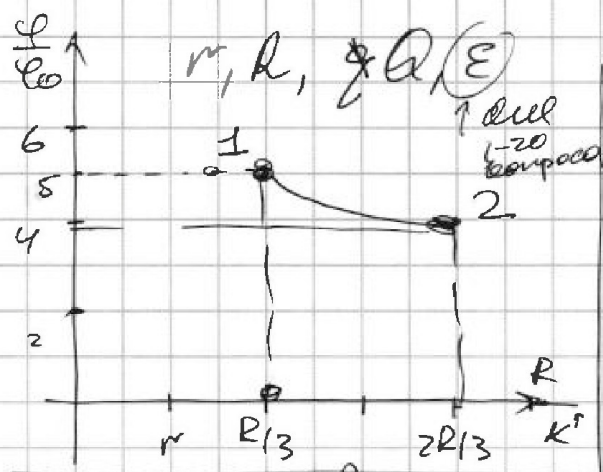
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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) $\varphi\left(\frac{8R}{6}\right) = ?$
- 2) $\varepsilon = ?$

1) Взяв нулевой потенциал за ∞

на бесконечности, следовательно будет следующим образом:

$$\begin{cases} x < r: \varphi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ_1}{r} + \frac{kQ_2}{R} \\ r \leq x < R: \varphi(x) = \frac{k(Q+Q_1)}{x} + \frac{kQ_2}{R} \\ x \geq R: \varphi(x) = \frac{k(Q+Q_1+Q_2)}{x} \end{cases}$$

В нулевой точке в действительности

$$\frac{kQ}{\varepsilon R^2} = \frac{kQ_1}{R^2} + \frac{kQ}{\varepsilon R^2} \Rightarrow Q_1 = -\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} Q$$

то же самое справедливо, $Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow Q_2 = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} Q$$

2) т.е. при задании $\left[\frac{\varphi}{\varepsilon}\right](x)$ на заданном отрезке, коэффициент - может от $x = \frac{r}{\varepsilon}$ до $x = \frac{2R}{\varepsilon}$ меняться, а из функции можно,



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!

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

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

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

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.

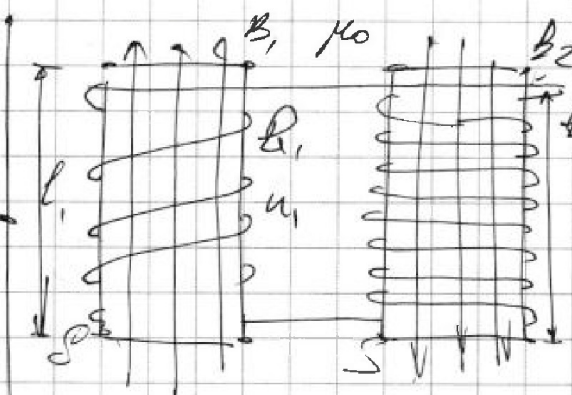
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$\begin{aligned} S_1 &= S_2 = S \\ L_1 &\neq L_2 \\ L_2 &= 16L_1 \\ n_1 &= n \\ n_2 &= 4n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1) \left| \frac{dI}{dt} \right| & \text{ и } \mu \\ \frac{dB}{dt} &= \alpha (\alpha > 0) \\ &= ? \end{aligned}$$

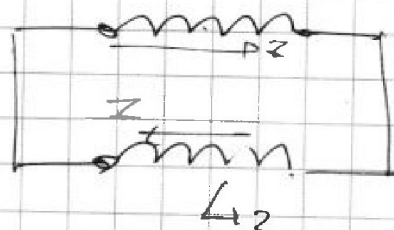


1) Если
изменяется
ток в первом
соленоиде
то во втором
создается
ЭДС самоиндукции
и ЭДС взаимной
индукции.

$$\begin{aligned} 2) \text{ } i = ? \quad & 1: P_1 = P_{\text{вн}} + P_{\text{абсб}} \\ & (P_{\text{абсб}} = \mu \mu_0 \frac{n_1^2}{L_1} I^2 S = \mu \mu_0 \frac{n^2}{16L_1} I^2 S) \\ 2: \text{ Аналогично, } & (P_{\text{абсб}} = \mu \mu_0 \frac{n_2^2}{L_2} I^2 S = \mu \mu_0 \frac{16n^2}{L_2} I^2 S) \\ \rightarrow & \boxed{P_1 = P_{\text{вн}} + \mu \mu_0 \frac{n^2}{16L_1} I^2 S} \quad ; \quad \boxed{P_{\text{вн}} = B_1 I I} \\ & \boxed{P_2 = P_{\text{вн}} + \mu \mu_0 \frac{16n^2}{L_2} I^2 S} \quad \boxed{P_{\text{вн}} = B_2 I I} \end{aligned}$$

2) Рассчитаем теперь мощность, которую потребляет магнитное поле при изменении тока с скоростью α

$$\begin{aligned} \bullet \quad \varphi_1' &= (B_1 S)' + \left(\mu \mu_0 \frac{n^2}{16L_1} I^2 S \right)' \rightarrow \\ \rightarrow \left(\varphi_1' &= S \alpha + \mu \mu_0 \frac{n^2}{16L_1} S \frac{dI}{dt} \right) \\ \bullet \quad \varphi_2' &= 0 + \left(\mu \mu_0 \frac{16n^2}{L_2} S \frac{dI}{dt} \right) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Изучим, } L_{11} &= -L_{22} \rightarrow \\ \rightarrow \text{ тогда } \varphi_1' &= -\varphi_2' \\ \rightarrow S \alpha + L_1 \frac{dI}{dt} &= -L_2 \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$\rightarrow S\alpha = -\frac{dI}{dt}(16L_1 + L_2) \rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{S\alpha}{17L_1}}$$

3) Обведёмся на второй вопрос
тусть этот процесс происходит
за время τ . В таком случае,
вольт-секунда (i) остаётся всё ещё
верной

$$\Phi_1' = S \frac{dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\Phi_2' = S \frac{dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

уменьшаем (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 вольт-секунду (ii)
за время τ :

$$\int_{B_0}^{B_0 + \frac{9B_0}{4}} S dB_1 + L_1 \int_0^{\tau} dI = - \int_{B_0}^{B_0 + \frac{9B_0}{4}} S dB_2 - L_2 \int_0^{\tau} dI$$

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

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

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

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

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

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



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

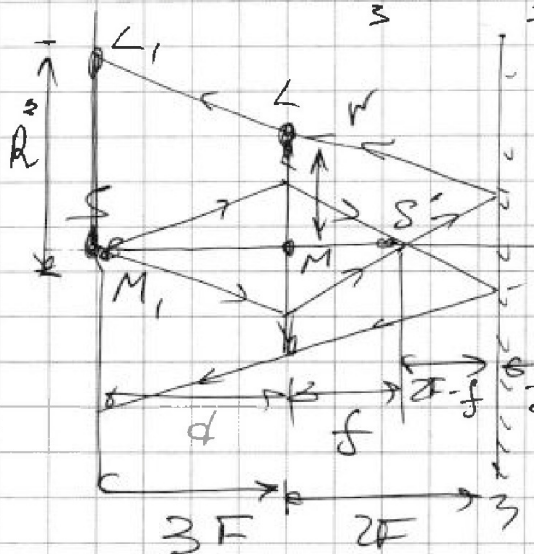
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

тогда: $S_{\text{меш}} = \pi R^2 - \pi f^2 =$

$$= \pi (R-f)(R+f) = \pi \left(\frac{5}{3}r - \frac{1}{3}r \right) \left(\frac{5}{3}r + \frac{1}{3}r \right) =$$

$$= \pi \cdot \frac{4}{3}r \cdot \frac{6}{3}r = \frac{8}{3}\pi r^2 \rightarrow$$

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



2) Если же канал
идет сверху
и будет обтекать,

$$\triangle KLM \sim \triangle KLM_1 \rightarrow$$

$$\frac{R'}{5F+2F-f} = \frac{r}{2F+2F-f} \rightarrow$$

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

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

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

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

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

2) $S_{\text{меш}} = 121\pi \text{ см}^2$



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
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!

$h = \frac{h}{3}$
 $l = \frac{2h}{3}$
 $v = 5cm$

1) $S_{\text{об.в.}} = ?$
 2) $S_{\text{меш.в.}} = ?$

1) Рассеивание света происходит из-за того, что световые лучи, прошедшие через линзу, не собираются в одной точке, а расходятся. Это происходит из-за того, что линза имеет отрицательную оптическую силу.

то формирует изображение 1.

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

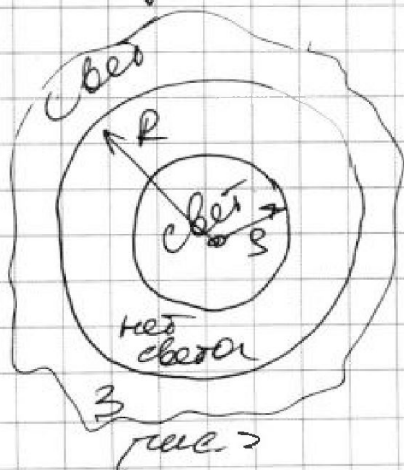
$$\rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} \rightarrow f = \frac{F \cdot 3F}{3F-F} \rightarrow \boxed{f = \frac{3}{2}F}$$

• Из подобия $\triangle ABL \sim \triangle AL_1B_1$,

получаем, что $\frac{S}{2F-f} = \frac{v}{f} \rightarrow$

$$\rightarrow \frac{S}{\frac{1}{2}F} = \frac{v}{\frac{3}{2}F} \rightarrow 2S = \frac{2}{3}v \rightarrow \boxed{S = \frac{1}{3}v}$$

где S — радиус освещенного пятна на экране. (освещенного участка, идущего из центра)



• Из подобия $\triangle OAB$ и $\triangle OAB_1$ получаем:

$$\frac{v}{3F} = \frac{R}{5F} \rightarrow \boxed{R = \frac{5}{3}v}$$

• Из ф.м. 2 следует, что освещенность будет на экране — один и тот же (R-f).



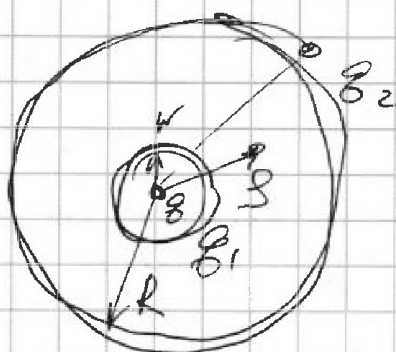
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$\frac{U_{\phi 1}}{r^2} + \frac{U_{\phi 1}}{R^2} = \frac{U_{\phi 1}}{E r^2}$$

$$\rightarrow \phi_1 = \frac{Q}{\epsilon} - Q$$

$$\rightarrow \phi_1 = -\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q$$

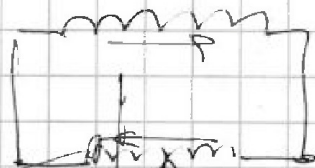
$$\frac{U_{\phi 1}}{r} + \frac{U_{\phi 1}}{R} + \frac{U_{\phi 2}}{R}$$

$$Q = (C_{\text{вн}} + C_{\text{вср}}) \phi =$$

$$\frac{U_{\phi 1}}{\epsilon x^2}$$

=

649012 + 0,0019



$$\frac{1}{\epsilon} - 1 = \frac{196}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{25}{372}$$

$$x = \frac{R}{3}$$

$$R = \frac{8}{31}$$

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

$$= \phi(R-x)(R+x) = \phi \cdot \frac{4}{3} r \cdot 2r = \frac{8}{3} \phi r^2$$

$$R' = \frac{4}{5} r$$

$$R'^2 = \frac{16}{25} r^2 = (21 \text{ см})^2$$

1
X

2
X

3
X

4
X

5
X

6
X

7
X

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!



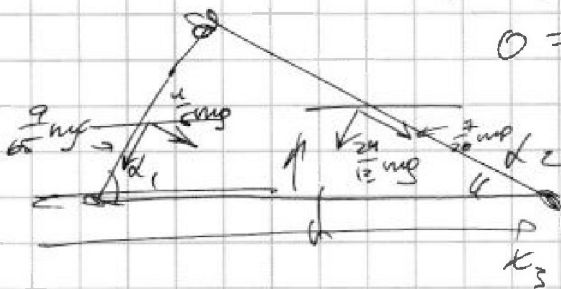
ЧЕРНОВОЙ РАБОТ

$$v_1 = \frac{4}{5} \text{ м/с}, \quad v_2 = \frac{12}{13} \cdot 2 \text{ м/с} + v_2 = \frac{24}{13} \text{ м/с}$$

$$F_1 = m_1 \left(\frac{3^{13}}{5} - \frac{6^{15}}{13} \right) = \frac{9}{65} \text{ м/с}$$

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

$$\rightarrow F_2 = 2m \left(\frac{20}{82} - \frac{13}{52} \right) g = \frac{4}{26} \text{ м/с}$$



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

$$0 = \frac{9}{13 \cdot 5} = \frac{4}{5} \text{ м/с}$$

$$0 = \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{15} \text{ м/с} =$$

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

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

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

$$= \frac{10(21 - 60) + 13 \cdot 12(13 - 3)}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$= \frac{13 \cdot 12(13 - 3) + 80(21 - 60)}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{156}{220}$$

$$= 80 \cdot 39$$

$$\begin{array}{r} 178 \\ - 156 \\ \hline 22 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \overline{) 113} \\ - 26 \\ \hline 71 \end{array}$$

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

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

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



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
☐

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!

