

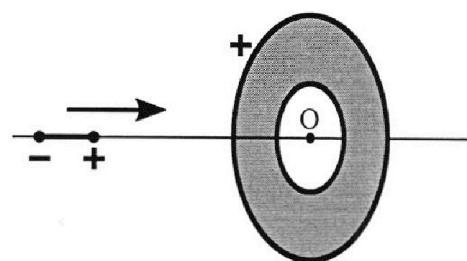


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**  
**Вариант 11-03**



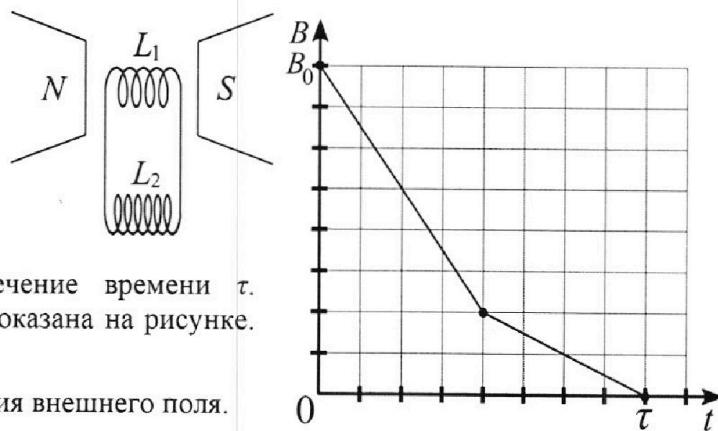
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**3.** В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна  $V_0$ . Диполю сообщают начальную скорость  $\frac{3}{2}V_0$ .



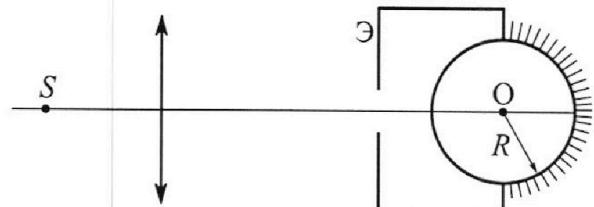
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

**4.** Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 3L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку  $L_1$  за время выключения внешнего поля.

**5.** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  расположены центр  $O$  прозрачного шара и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 1,1F$  (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран  $\mathcal{E}$  с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно  $b = 10,5F$ , то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус  $R$  шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на  $\Delta = 5,5F$ , изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



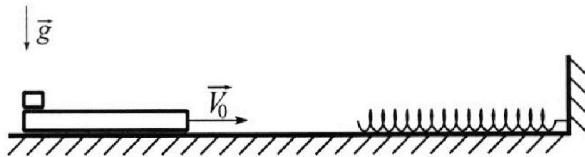
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-03



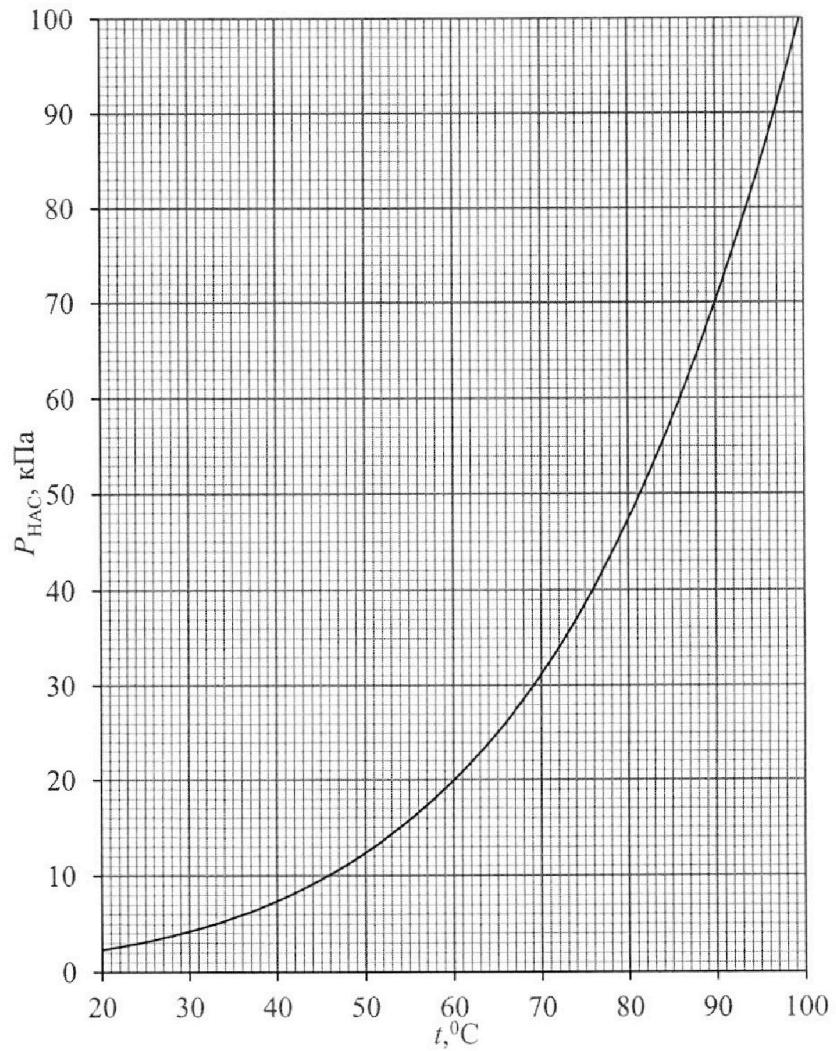
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой  $M = 2$  кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой  $m = 1$  кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью  $V_0 = 1$  м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости  $k = 36$  Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,3$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.



- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении  $p_0 = 105$  кПа, температуре  $t_0 = 97$  °C и относительной влажности  $\varphi_0 = 1/3$  (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры  $t = 33$  °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара  $P_1$  при 97 °C.

- 2) Найти температуру  $t^*$ , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра  $V/V_0$  в конце и в начале остывания.

Объём жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

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.

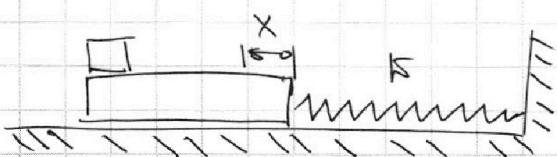


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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.



х - сжатие пружины в момент начала относительного движения  
Рассмотрим силы на доску:

$$F_x \leftarrow \text{---} \rightarrow f_{Tp} \quad M_{ag} = kx - f_{Tp}$$

$\cancel{M_{ag}}$

рассмотрим силы на доску:

$$\begin{array}{l} m_{ag} \\ \cancel{f_{Tp}} \end{array} \quad m_{ag} = f_{Tp}.$$

В момент, когда начнет относительное

движение доска и доски  $a_d = a_g$  и  $f_{Tp} = \mu mg$ .

$$\begin{cases} M_{ag} = kx - \cancel{f_{Tp}} \mu mg \\ m_{ag} = \mu mg \end{cases}$$

$$a_g = \frac{\mu mg}{m} = \mu g.$$

$$\mu Mg = kx - \mu mg.$$

$$kx = \mu g(M+m)$$

$$x = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м.}$$

~~Задача~~ Т.к. доска и доска не движутся относительно

одного другого, то мы можем говорить, что это единая система масс ~~3~~  $(M+m)$ .

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  
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!

Проверка выполнения Задачи:

$$\frac{(M+m) V_0^2}{2} = \frac{(M+m) u^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m) \dot{x}^2}{2} = \text{const}$$

~~$\Rightarrow \frac{k}{M+m} x^2 + \dot{x}^2 = \text{const.}$~~

~~$x = \cos(\varphi + \omega t)$~~   $x = \cos\left(\varphi + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right) \cdot x_{\max}$

при  $t=0$ ,  $x=0$  ~~и~~  $\dot{x}>0$ , значит  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ .

~~$\frac{kx_{\max}^2}{2} + \dot{x}_{\max}^2 = \frac{(M+m)V_0^2}{2}$~~

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0$$

$$0,25 = \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0 \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right).$$

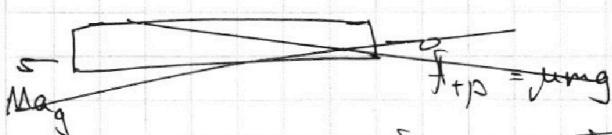
$$\cos\left(-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

~~$-\frac{\pi}{2} + \sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \pm \frac{\pi}{6} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$~~

~~$\sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \frac{\pi}{3}$~~   $T, \text{т.е. } \omega t \in [0; \frac{\pi}{2}], \text{тогда } \sqrt{\frac{k}{M+m}} t = \frac{\pi}{3}$

$$t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

~~Рассмотрим сдвиг на доску в момент максимума сжатия пружины  $x_0$ .~~



~~Задано сдвигом  $x_0$~~

~~Задано изменение импульса  $p = m v_0$  для каждого другого друга:~~

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

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!

$$(M+m)v_0 - mg = \int kx dt$$

Задача:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2}, \quad x_0 - \text{максимальное сжатие пружины.}$$

$v$  - скорость диска в момент максимального сжатия

$v_x$  - скорость диска в момент разогрева пружина сжатия на  $x$ .

$v = v_x - \int_{tp}^t t, \text{ где } t - \text{ время между сжатием на } x_0 \text{ и } x.$

$$v_x = \int_0^t kx dt = - \int_{tp}^t \epsilon dt.$$

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

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

$P_2$  - парциальное давление воздуха при  $t = 97^\circ\text{C}$

$$P_1 + P_2 = P_0$$

~~1~~  $\rightarrow$   $\rightarrow$  - суммарное количество вещества.

$$\varphi_0 \rightarrow = \frac{1}{3} \rightarrow - \text{ количество воды в чандре}$$

$$\rightarrow - \varphi_0 \rightarrow = \frac{2}{3} \rightarrow - \text{ количество воздуха в чандре.}$$

$$P_1 V_0 = \frac{1}{3} \rightarrow R t_0 \quad | \Rightarrow P_0 = \frac{\rightarrow R t_0}{V_0} \Rightarrow P_{\cancel{1}} = \frac{1}{3} P_0 = 35 \text{ кПа.}$$

$$P_2 V_0 = \frac{2}{3} \rightarrow R t_0 \quad | \Rightarrow P_2 = P_0 - P_1 = 70 \text{ кПа.}$$

Заметим, что новая температура выше чем  $t^*$

Все выше записанные формулы работают, если при температуре  $\geq t^*$   $P_{\cancel{1}} = 35 \text{ кПа}$ .

При  $P = 35 \text{ кПа}$  давление насыщенного пара  $P = 35 \text{ кПа}$  температура  $t^* = 72,5^\circ\text{C}$  (из графика).

При  $t = 33^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара  $P_{\cancel{3}} = 5 \text{ кПа}$ .

Значит давление воздуха  $P_4 = P_0 - P_3 = 100 \text{ кПа}$ .

$$P_4 V = \frac{2}{3} \rightarrow R t \quad | \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\frac{2}{3} \rightarrow R t}{\frac{2}{3} \rightarrow R t_0} = \frac{t P_2}{t_0 P_4} = \frac{70 \cdot 306}{370 \cdot 100} = \frac{1071}{1850}$$

$$P_2 V_0 = \frac{2}{3} \rightarrow R t_0$$

$$\text{Ответ: } P_1 = 35 \text{ кПа; } t^* = 72,5^\circ\text{C; } \frac{V}{V_0} = \frac{1071}{1850}.$$

В решении мы считали, что суммарное давление в чандре постоянно и равно  $P_0$ , т.к. считали, что ~~давление~~ давление в чандре постоянно и масса парника и его сегмент тоже.



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.

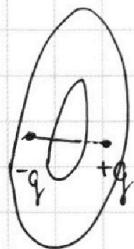
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

Рассмотрим момент прохождения центра диска  
центра диска:

Заметим, что Т.к. заряды  $-q$  и  $+q$   
находятся на одинаковых расстояниях  
от центра диска, то их потенциалы  
равны  $\varphi$ .



Задача содержит энергии:

$$\frac{m\left(\frac{3}{2}v_0\right)^2}{2} = \varphi q + (-q)\varphi + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \frac{3}{2}v_0$$

$v$  - скорость диска при прохождении центра отверстия  
центра диска

~~Изменение  $\varphi$~~

Т.к. минимальная касательная скорость равна  $v_0$ , знаем  
что зеленое есть ~~точка~~ в которой потенциальная энер-  
гия диска равна  $\frac{mv_0^2}{2}$ , при этом это максимальная  
потенциальная энергия диска.

Значит минимальную скорость диска ~~нельзя~~ найти из

$$3C3: \frac{m\left(\frac{3}{2}v_0\right)^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_{min}^2}{2} \Rightarrow v_{min}^2 = \frac{5}{4}v_0^2 \Rightarrow v_{min} = \frac{\sqrt{5}}{2}v_0$$

1  
минимальная энергия



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

Поле заряженного диска:  $E_k = \frac{kqz}{(R^2+z^2)^{3/2}}$

$$q = 2\pi R dR \sigma$$

$r$  - радиус отверстия;  $R$  - радиус диска

$$E_g = \int_{-R}^{R} \frac{k \cdot 2\pi R dR \sigma z}{(R^2+z^2)^{3/2}} = -2\pi z \sigma k \left( \frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} \right) = 2\pi z \sigma k \left( \frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} \right).$$

$E_g$  - поле диска с радиусом  $R$  с отверстием радиуса  $r$ .

Заметим, что потенциальная энергия максимальна когда  $\rightarrow$  заряд  $+q$  находится в центре диска.

$$\text{Значит } \frac{m v_0^2}{2} = \int_0^\infty E_g q dz + \int_r^\infty E_g (-q) dz$$

Заметим, что максимальная скорость достигнута

будет при минимальной потенциальной энергии.

Во время пролета минимальная потенциальная энергия

~~будет~~ достигнется когда заряд  $-q$  находится в центре диска, и равна эта энергия:

$$\int_0^\infty E_g (-q) dz + \int_r^\infty E_g q dz = -\frac{m v_0^2}{2}$$

Заменим  $3C3$ .

$$\frac{m(\frac{3}{2}v_0)^2}{2} = -\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_{\max}^2}{2}.$$

$$v_{\max}^2 = \frac{13}{4} v_0^2 \Rightarrow v_{\max} = \frac{\sqrt{13}}{2} v_0.$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{3}{2} v_0; \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

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.

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

СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

~~$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2 = nS_B$~~

Токи через катушки равны в любой момент времени, значит  $\dot{I}_1 = \dot{I}_2 =$

$$L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_1 = nS_B \Rightarrow (L_1 + L_2) \dot{I}_1 = nS_B$$

$$I_0 = \int_0^T \dot{I}_1 dt$$

~~$I_0 = \frac{nS_1}{L_1 + L_2} \int_0^T B dt$~~

~~$\int_0^T B dt$  - площадь под графиком  $B(t)$ .~~

~~$\int_0^T B dt = \frac{24}{64} B_0 \tau = \frac{3}{8} B_0 \tau$~~

~~$I_0 = \frac{nS_1}{4L} \cdot \frac{3}{8} B_0 \tau = \frac{3nS_1 B_0 \tau}{32L}$~~

~~$\int_0^T B dt = 1,5 \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{1}{2} \tau + 0,5 \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{1}{2} \tau = \frac{3}{4} B_0 + \frac{1}{4} B_0 = B_0$~~

~~$\int_0^T B dt = \Delta B \Rightarrow I_0 = \frac{nS_1}{4L} \Delta B$~~

~~$I_0 = \frac{nS_1}{4L} B_0$~~

q - заряд накопленный через катушку  $L_1$

$$q = \int_0^T I dt = \int_0^T \frac{nS_1}{4L} \Delta B dt = \frac{nS_1}{4L} \int_0^T \Delta B dt$$

~~$\int_0^T \Delta B dt$  - площадь под графиком  $B(t)$~~

~~$\int_0^T \Delta B dt = \frac{24}{64} B_0 \tau = \frac{3}{8} B_0 \tau$~~

~~$q = \frac{3nS_1}{32L} B_0 \tau$~~

Ответ:  $I_0 = \frac{nS_1 B_0}{4L}$ ;  $q = \frac{3nS_1 B_0 \tau}{32L}$ .



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

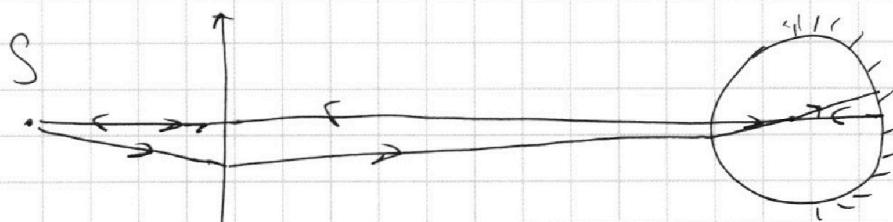
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

Запомни, что если изображение источника совпадает с источником, значит все лучи после отражения ~~встречаются~~ с лучами до отражения, т.к. для каждого луча на ~~один~~ есть свой нормальный он нападет, но ~~нормали~~ луч должен быть неперпендикулярен ~~и~~ нормали в ~~точке~~ падения. Значит лучи должны пересекаться в центре изображения.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{11F} + \frac{1}{\alpha} \Rightarrow \alpha = 11F.$$

~~Задание 1~~



Чтобы другое изображение в некотором месте ~~было~~ <sup>↓</sup> получено от предмета, находящегося в некотором месте, надо ~~быть~~ <sup>↑</sup> иметь изображение источника от этого предмета находящегося в некотором месте. Расстояние от места ~~где~~ <sup>↑</sup> где изображение.

$$b + R = 10,5 F + R$$

$$b+R = a \Rightarrow R = a - b = 0,5F$$

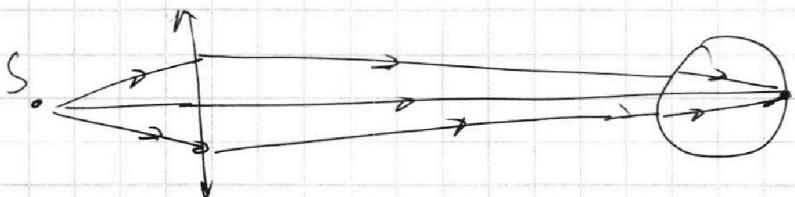
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

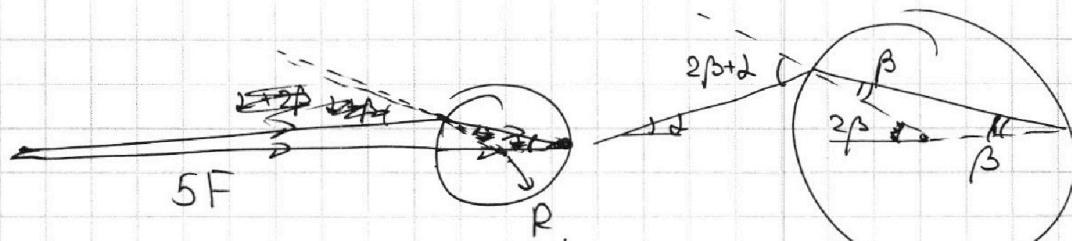
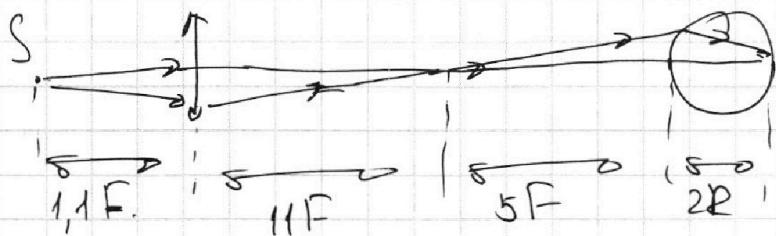
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Второй вариант когда изображение источника совпадает с источником это когда все лучи параллельны в дальней от линзы только одна:



Однако в этом случае все зависит от предполагаемой меры.

Значит это тот вариант которого требует от нас во втором пункте:



$$n \sin(\beta + \lambda) = \sin \beta.$$

$$\beta \ll 1 \quad \lambda \ll 1.$$

$$n = \frac{\beta}{2\beta+2}; \quad 2R\beta = 5F \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{2R}{5F} \beta = \frac{F}{5F} \beta = \frac{\beta}{5}.$$

$$n = \frac{5\lambda}{11\lambda} = \frac{5}{11}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{F}{2}; \quad n = \frac{5}{11}.$$



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!

$$\frac{mv^2}{r} = 2\pi \rho \log \left( \sqrt{r^2 + \left(\frac{v}{g}\right)^2} \right) = \sqrt{R^2 + \left(\frac{v}{g}\right)^2}$$

---

$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 - 1 =$$

$$= \frac{9}{4} - 1 = \frac{5}{4} = 1,25$$

$$\pi(R^2 - r^2)$$

$$\cancel{m2r^2} = \cancel{r^2}$$

$$\frac{m v_0^2}{z} = -2\bar{J} \sigma_b \kappa g(r) \quad (r > R)$$

$$= \left[ 2\int_{r^2}^{r^2+2^2} \left( \frac{1}{\sqrt{r^2+x^2}} - \frac{1}{\sqrt{12^2+x^2}} \right) dx \right] + C$$

$$= \frac{2\bar{J}_1 2GK}{\sqrt{R^2 + Z^2}}$$

$$\int 2\pi r \sigma kq \left( \frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{k^2+r^2}} \right) dz =$$

$$= \oint 2\pi \sigma kq \left( \sqrt{r^2 + z^2} - \sqrt{R^2 + z^2} \right) |dz|$$

$$\text{---} \cancel{J} = -2\sqrt{120} \cdot \frac{1}{\sqrt{P^2 + Z^2}}$$

$$z \sigma_{\pi} \int_p^R \frac{d(R^2 + z^2)}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$2\sqrt{15} \text{ kg} (r^z - R^z)$$

$$P = \frac{152\pi R^4 P_{20}}{(R^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \int_{r}^{R} z \sqrt{1 + R^2(z^2 + R^2)} dz = r$$

$$\text{dy} = 2\pi R dR \sigma$$

$$d(R^2 + z^2) = 2R dR.$$

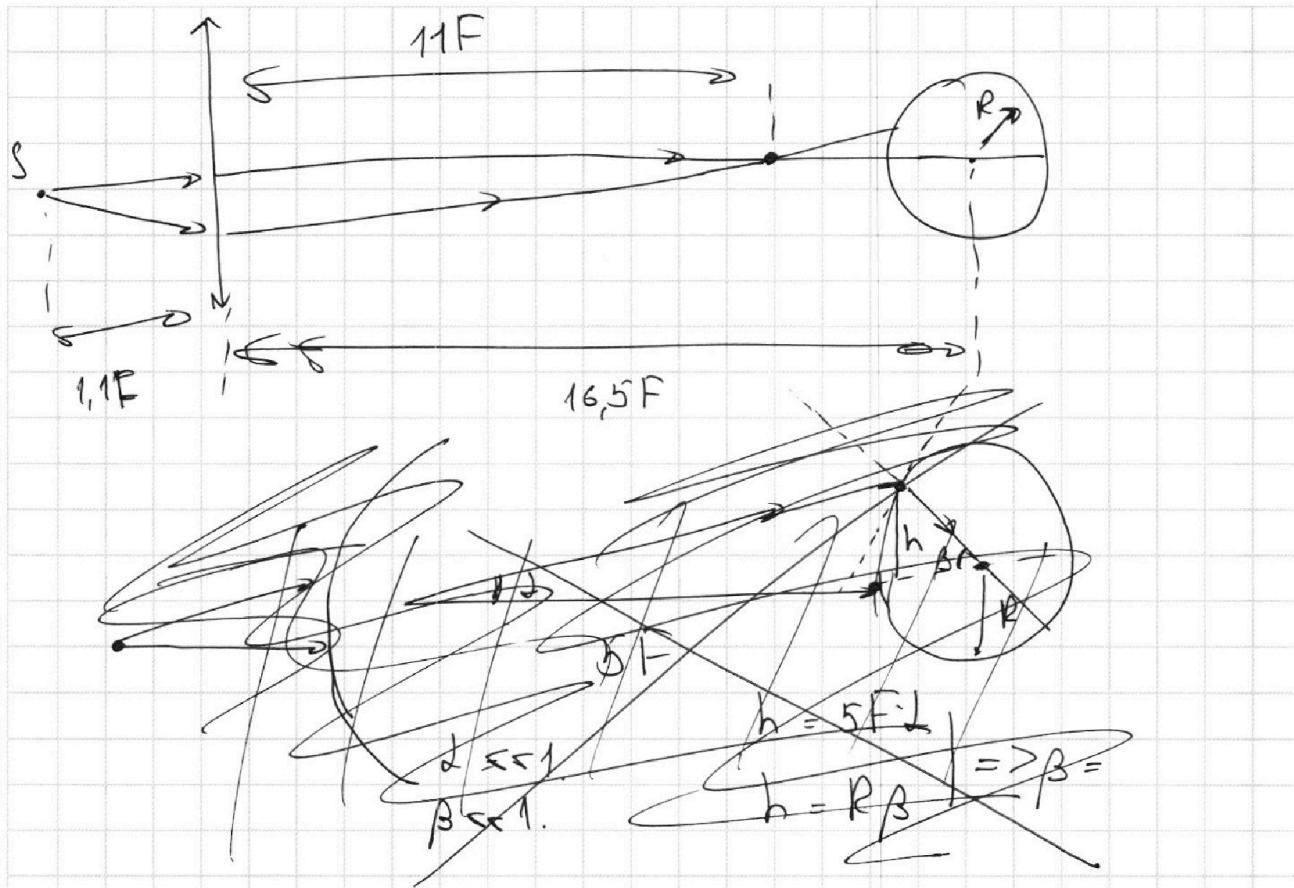


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

- 1      2      3      4      5      6      7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ \_\_

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

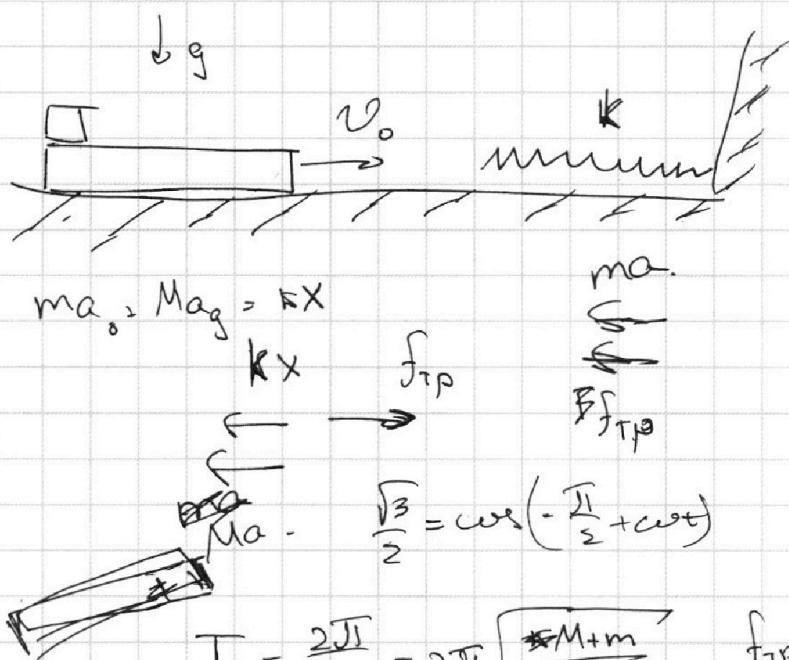


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



$$t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{3}$$

$$-\frac{\pi}{2} + \omega t = \pm \frac{\pi}{6}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

$$Mg = f_{Tp}$$

$$Mg = kx - f_{Tp}$$

~~$$(M+m)a = kx$$~~

~~$$(M+m)a = f_{Tp}$$~~

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}} a = \frac{f_{Tp}}{m}$$

$$x^2 + \omega^2 x^2 = \text{const} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$

$$\frac{M+m}{M+m} \omega^2 = \frac{k}{M+m}$$

$$\frac{(M+m)V^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$\mu g(M+m) = \frac{g}{36}$$

$$= \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{g}{36} = \frac{1}{u}$$

~~$$\frac{(M+m)x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$~~

~~$$\omega t =$$~~

~~$$x = \cos(\varphi + \omega t) \cdot x_{\max}$$~~

$$x = 0 \text{ при } t = 0$$

$$\cancel{\frac{(M+m)\omega^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{(M+m)\omega^2}{2}}$$

$$\sqrt{\frac{3}{36}} = \frac{1}{\sqrt{12}} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0$$

$$0,25 = \sin(\omega t) \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\sin(\omega t) = \frac{2\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{k}} V_0$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\frac{(M+m)V_0}{2} = \frac{5x_{\max}^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$(M+m)V_0 - mV^2 = 5x_{\max}^2$$

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{(M+m)V_0^2 - mV^2}{5}}$$

$$L_1 I + L_2 I = B \sin S.$$

~~$\mu_B$~~   ~~$\mu_B$~~   $\frac{\mu_B}{\mu_{602g}} = \frac{1}{2}$

~~$PV = \gamma RT$~~

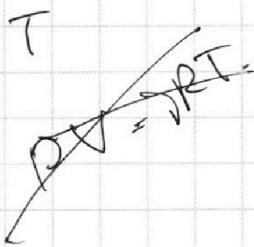
~~$PV = \frac{2}{3}\gamma RT$~~

$P_0 = P_B + P_{602g}$

~~$70V_0 = \frac{2}{3}\gamma RT \cdot t_0$~~

~~$100V = \frac{2}{3}\gamma RT \cdot t$~~

$\frac{V}{V_0} = \frac{\frac{2}{3}\gamma RT \cdot t}{\frac{2}{3}\gamma RT \cdot t_0}$



$P_{602g} = 50 \text{ Pa}$

$t^* = 72,5^\circ$

$P_{602g} = 100 \text{ Pa}$

$37 \times 50$

$\frac{240 \cdot 306}{300 \cdot 370} \cdot \frac{370^\circ}{2} = 1850$

$\frac{1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 3^2}{3 \cdot 2 \cdot 5^2 \cdot 37} = \frac{7 \cdot 17 \cdot 9}{2 \cdot 25 \cdot 37}$

$20 \times 60x = 75$ 
 $60x = 75$ 
 $x = \frac{75}{60} = 1,25$ 
 $\frac{1}{8} \cdot 6 = 6,6$ 
 $8 \cdot 6,6 = 48 + 48 = 96$ 
 $54,8 + 20 = 74,8$ 
 $15 \cdot 4 = 75,2$ 
 $60^\circ$

$P_1 = 35 \text{ kPa}$ 
 $97 + 273 = 370$

~~33210~~  
~~300.57~~

$7,5 \text{ cm} - 60^\circ$

$P_{602g} = \frac{\frac{2}{3}\gamma RT \cdot t^*}{V^*}$ 
 $P_0 V^* = \frac{2}{3}\gamma RT \cdot t^*$ 
 $P_{602g} = \frac{2}{3}\gamma RT \cdot t^*$

$6,6 \text{ cm}^{-3}$ 
 $\frac{306}{300 \cdot 370}$ 
 $\frac{210 \cdot 306}{300 \cdot 370}$

$\frac{210t}{300t_0} = \frac{V}{V_0}$ 
 $\frac{2}{3} \cdot \frac{63}{17} \cdot \frac{306}{441} = \frac{306}{2142}$ 
 $\frac{63}{17} \cdot \frac{306}{441} = \frac{306}{2142}$ 
 $\frac{63}{17} = \frac{306}{2142}$ 
 $63 = 306$ 
 $17 = 2142$ 
 $441 = 2142$ 
 $306 = 2142$ 
 $2142 = 2142$

$\boxed{N_2}$ 

- $P_1 = 35 \text{ kPa}$
- $t^* = 72,5^\circ C$
- $\frac{V}{V_0} = \frac{1071}{1850}$

$\frac{7 \cdot 366}{37 \cdot 100} = 2142$ 
 $= \frac{1071}{1850}$

$300 = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5$

$306 = 2 \cdot 17 \cdot 9$

$21 = 3 \cdot 7$

$37 = 37$



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"/> |

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!

