



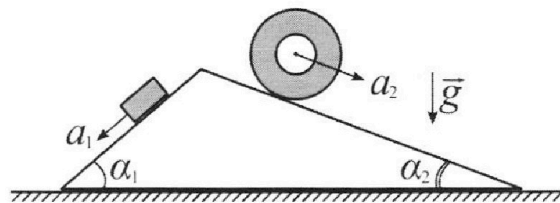
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



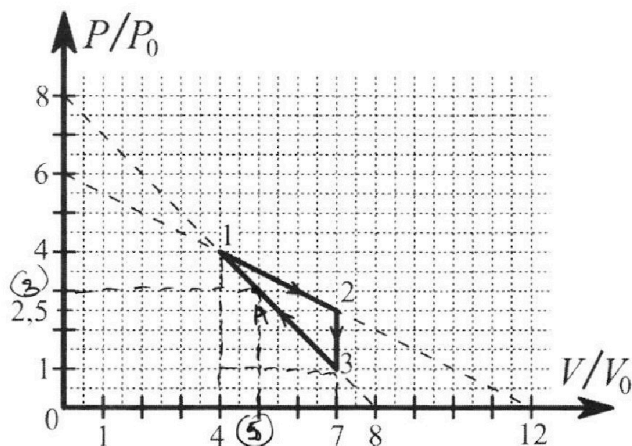
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

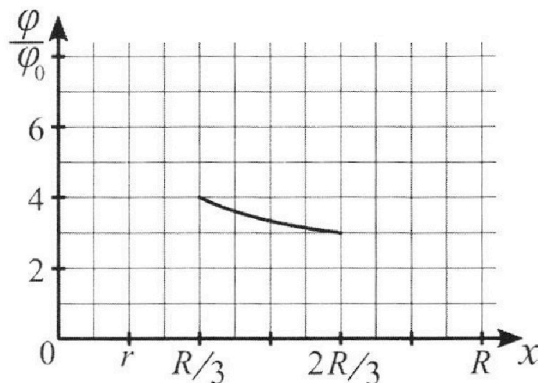
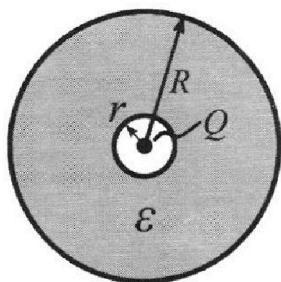


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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



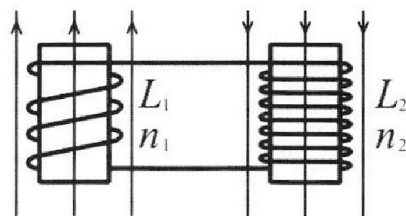
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

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



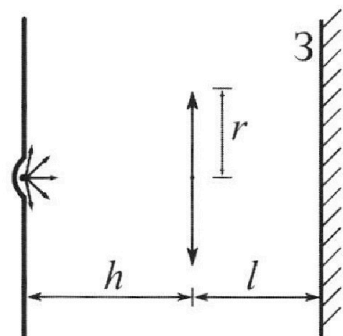
4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $F = h/2$ . 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. 3. 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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



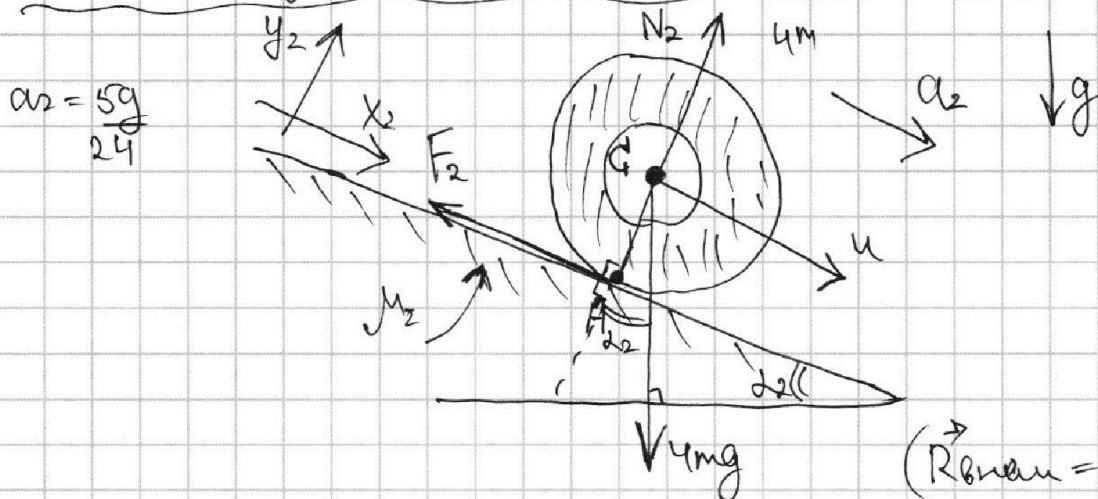
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 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!

2) Рассм. цилиндр массой  $4m$ :



Th. о движении ц. м.:  $4m\vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{N}_2 = 4m\vec{a}_2$

$$x_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2$$

$$y_2: N_2 = 4mg \cos \alpha_2$$

$$F_2 = \mu_2 N_2 = 4\mu_2 mg \cos \alpha_2$$

$$F_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4m \cdot \frac{5g}{246} = \frac{20}{13} mg - \frac{5}{6} mg =$$

$$= mg \left( \frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right) = mg \left( \frac{120 - 65}{78} \right) = \frac{55}{78} mg$$

~~$\frac{16}{13}$~~   
 ~~$\frac{16}{13}$~~   
 ~~$\frac{16}{13}$~~

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

$$N_2 = 4mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg$$



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 4

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

N 1

$a_1 = \frac{5g}{13}$

$m; 4m$

$a_2 = \frac{5g}{24}$

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

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

1) Рассм. брусок массой  $m$ :

1)  $F_1 = ?$

2)  $F_2 = ?$

3)  $F_3 = ?$

$ma_1 = mgs \sin \alpha_1 - \mu_1 mg \cos \alpha_1$

$a_1 = g \sin \alpha_1 - \mu_1 g \cos \alpha_1$

$\mu_1 = \frac{g \sin \alpha_1 - a_1}{g \cos \alpha_1} = \frac{g \sin \alpha_1 - \frac{5g}{13}}{g \cos \alpha_1} = \frac{\frac{3}{5} - \frac{5}{13}}{\frac{4}{5}} =$

$= \frac{3 - \frac{25}{13}}{4} = \frac{39 - 25}{4 \cdot 13} = \frac{14}{52} = \frac{7}{26}$

$F_1 = mgs \sin \alpha_1 - ma_1 = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5g}{13}) = mg(\frac{39 - 25}{65}) =$

$= \frac{14}{65} mg$

2 3 4:  $x_1: ma_1 =$

$= mgs \sin \alpha_1 - F_1$

$y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1$

$F_1 = \mu_1 N_1 = \mu_1 mg \cos \alpha_1$

поверхность





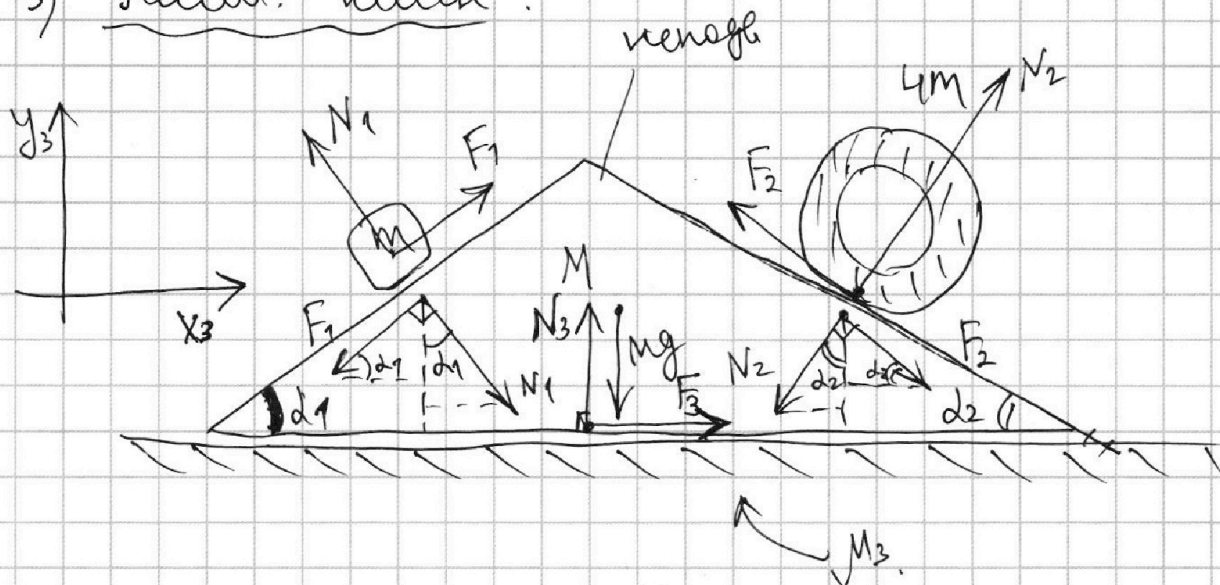
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
3 из 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!

3) Рассм. кинн:



$F_3$  - сумма трения по кас.

Условие поворота кинн:

$$x_3: F_3 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1 = 0$$

$$\boxed{F_3} = N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 + F_1 \cos \alpha_1 =$$

$$= \frac{5}{13} N_2 - \frac{12}{13} F_2 - \frac{3}{5} N_1 + \frac{4}{5} F_1 =$$

$$= \frac{5}{13} \cdot \frac{48}{13} mg - \frac{12}{13} \cdot \frac{55}{78} mg - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} mg + \frac{4}{5} \cdot \frac{14}{65} mg =$$

$$= mg \left( \frac{240}{169} - \frac{660}{1014} - \frac{12}{25} + \frac{56}{325} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{240}{13 \cdot 13} - \frac{660}{13 \cdot 13 \cdot 6} - \frac{12}{5 \cdot 5} + \frac{56}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{1440 - 660}{13 \cdot 13 \cdot 6} + \frac{-156 + 56}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) =$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

$$= mg \left( \frac{980}{13 \cdot 13 \cdot 6} - \frac{100}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) =$$

$$\cancel{= mg \left( \frac{980}{13 \cdot 13 \cdot 6} - \frac{100}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right)} = mg \left( \frac{13 \cdot 8 \cdot 10}{13 \cdot 13 \cdot 6} - \frac{25 \cdot 4}{25 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \left( \frac{10}{13} - \frac{4}{13} \right) = \boxed{\frac{6}{13} mg} > 0.$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{14}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{55}{78} mg$

3)  $F_3 = \frac{6}{13} mg$

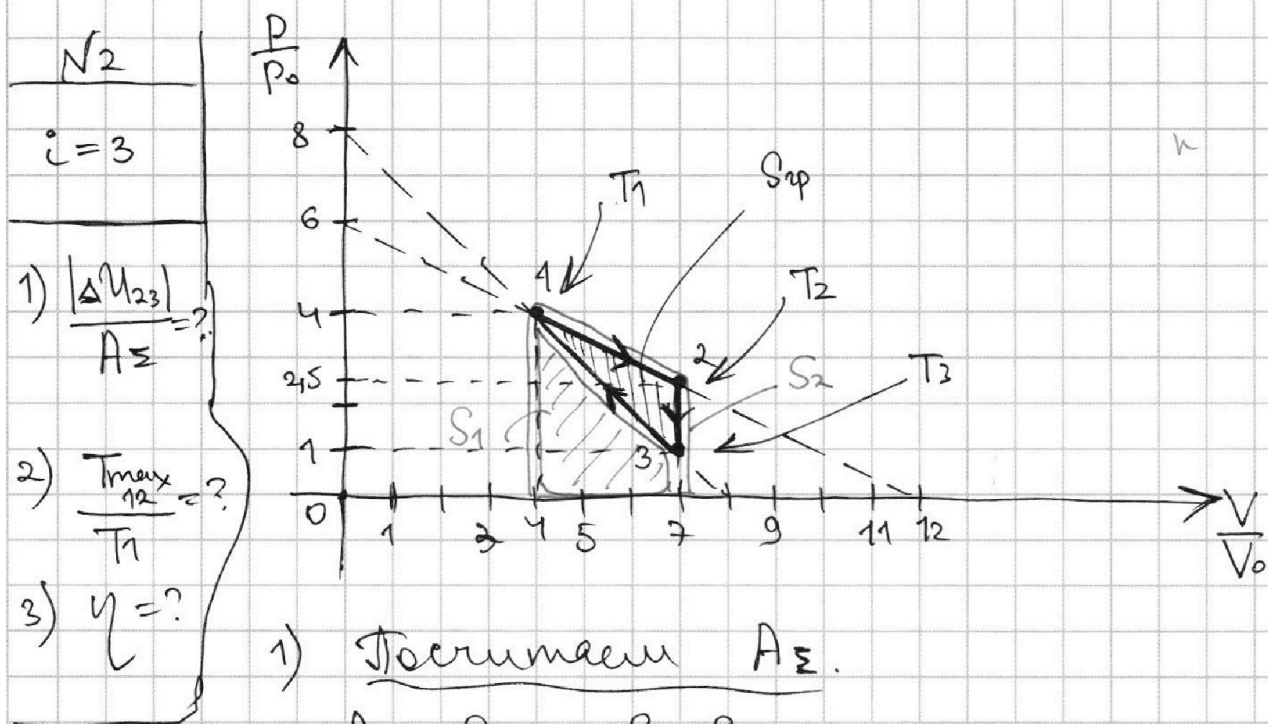


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 7

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!



$$A_{\Sigma} = S_{cp} = S_2 - S_1$$

~~$$S_1 = \frac{1}{2} (4p_0 + p_0) (2V_0 - 4V_0) = \frac{1}{2} \cdot 4p_0 \cdot 3V_0 = 6p_0V_0$$~~

~~$$S_2 = \frac{1}{2} (4p_0)$$~~

$$S_1 = \frac{1}{2} (4p_0 + p_0) (2V_0 - 4V_0) = \frac{1}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 = \frac{15}{2} p_0V_0$$

$$S_2 = \frac{1}{2} (4p_0 + 2.5p_0) (7V_0 - 4V_0) = \frac{1}{2} \cdot 6.5p_0 \cdot 3V_0 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{13}{2} p_0V_0 = \frac{3 \cdot 13}{4} p_0V_0 = \frac{39}{4} p_0V_0$$

$$A_{\Sigma} = S_{cp} = S_2 - S_1 = \frac{39}{4} p_0V_0 - \frac{15}{2} p_0V_0 = p_0V_0 \left( \frac{39}{4} - \frac{30}{4} \right) = \frac{9}{4} p_0V_0 = 2.25 p_0V_0$$





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.

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

СТРАНИЦА  
6 ИЗ 7

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!

$$p(V) = 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0}$$

Аппроксимация  
точка на  
графике 3-1

$$p_A = 8p_0 - \frac{p_0 V_A}{V_0}$$

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$p = -\frac{5}{3} \frac{p}{V} = -\frac{p_0}{V_0} \rightarrow \frac{p}{V} = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0}$$

$$p_A = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} V_A$$

$$8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V_A = \frac{3}{5} \frac{p_0}{V_0} V_A \quad | \cdot V_0$$

$$8V_0 = V_A + 0,6V_A \rightarrow V_A = \frac{8V_0}{1,6} = \frac{8 \cdot 5V_0}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = 5V_0$$

подлог смещается на отвод,  
отбегенное  
~~подлогенное~~

6) Найдем ~~зависимость~~  $Q_{A1}$  на 3-1.

$$Q_{A1} = \Delta U_{A1} + A_{A1} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_A) + \frac{1}{2} (4p_0 + 3p_0) \cdot$$

$$\begin{aligned} \cdot (4V_0 - 5V_0) &= \frac{3}{2} \cdot (16p_0 V_0 - 15p_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 7p_0 \cdot (-V_0) = \\ &= \frac{3}{2} p_0 V_0 - \frac{7}{2} p_0 V_0 = -2p_0 V_0 \end{aligned}$$





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  
3 ИЗ 7

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!

$$p = p(V) = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$pV = \nu RT \rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} =$$

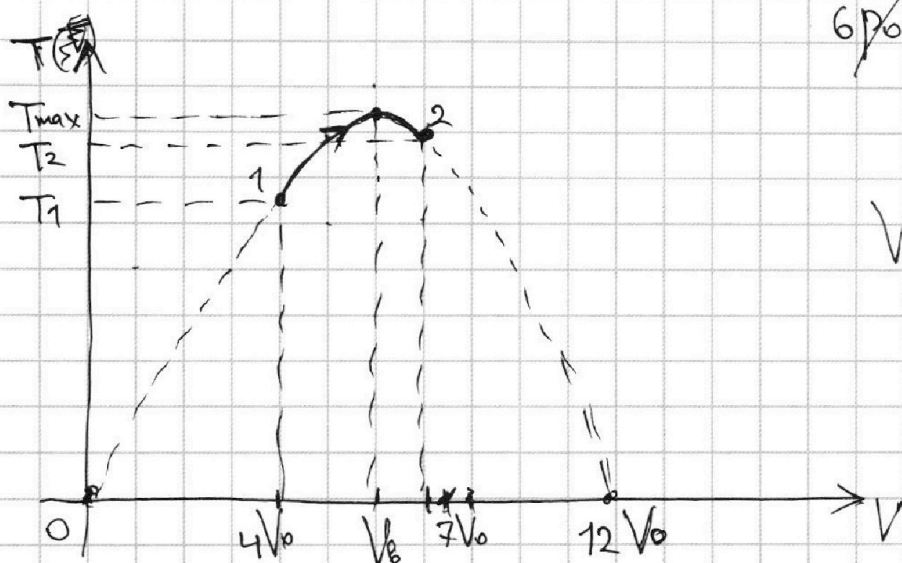
$$= \frac{V}{\nu R} \left( 6p_0 - \frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0} \right) = \frac{1}{\nu R} \left( 6p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 \right)$$

↑  
квадратичная ф-ция  
T(V), вершиной вверх.

$$6p_0 = \frac{1}{2} p_0 \frac{V}{V_0}$$

$$12V_0 = V$$

$$V_0 = \frac{12V_0 + 0}{2} = 6V_0$$



$$T_{\max} = T(V_0) = T(6V_0) = \frac{1}{\nu R} \left( 6p_0 \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot \frac{18}{36} V_0^2 \right) =$$

$$= \frac{1}{\nu R} (36p_0 V_0 - 18p_0 V_0) = \frac{18p_0 V_0}{\nu R}$$

$$T_1 = T(4V_0) = \frac{4V_0}{\nu R} \left( 6p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{4V_0}{V_0} \right) = \frac{4V_0}{\nu R} \cdot 4p_0 =$$

$$= \frac{16p_0 V_0}{\nu R}$$



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.



СТРАНИЦА

7 из 7

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!

7) Зависимость  $T(V)$  в пр-се 3-1.

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} \left( 8p_0 - \frac{p_0 V}{V_0} \right) V$$

нуль пр-ну  $V=0$ ;  $8V_0$

$$8p_0 = \frac{p_0 V}{V_0} \rightarrow V = 8V_0$$

$$T_A = T(5V_0) = \frac{1}{\nu R} \left( 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot 5V_0 \right) \cdot 5V_0 = \frac{3p_0}{\nu R} \cdot 5V_0 = \frac{15p_0 V_0}{\nu R}$$

8) Найти максимальное  $Q_{3A}$  на 3-1.

$$\begin{aligned} Q_{3A}^{\text{max}} &= \Delta U_{3A} + A_{3A} = \frac{3}{2} \nu R (T_A - T_3) + \frac{1}{2} (3p_0 + p_0) (5V_0 - 2V_0) \\ &= \frac{3}{2} (15p_0 V_0 - 7p_0 V_0) + \frac{1}{2} \cdot 4p_0 \cdot (3V_0) = 12p_0 V_0 - 4p_0 V_0 = \\ &= 8p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$9) Q_H = Q_{3A}^{\text{max}} + Q_{12} = 8p_0 V_0 + 12p_0 V_0 = 20p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{9p_0 V_0}{4 \cdot 20p_0 V_0} = \frac{9}{80}$$

Ответ:

- 1)  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\Sigma}} = 7$
- 2)  $\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{9}{8}$
- 3)  $\eta = \frac{9}{80}$



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

СТРАНИЦА  
4 из 7

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!

$$\left(\frac{T_{\max}}{T_1}\right) = \frac{18 p_0 V_0 \cdot \frac{V_R}{V_R \cdot 16 p_0 V_0}}{\frac{18}{16} \cdot \frac{9}{8}} = \left(\frac{9}{8}\right)$$

$$T_2 = T(2V_0) = \frac{7V_0}{V_R} \left(6p_0 - \frac{7}{2}p_0\right) = \frac{5 \cdot 7}{2} \frac{p_0 V_0}{V_R} = \frac{35}{2} \frac{p_0 V_0}{V_R}$$

3) Найдем, где процесс завершается  
объемом в пр-се 1-2.

Касание адиабаты будет экв-се  
точкой смены процесса на обор.

$$p(V) = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p_B = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_B, \text{ где т.В. - максимальная точка на графике}$$

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$p = \text{const} \cdot V^{-\frac{5}{3}}$$

$$p' = \text{const} \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot V^{-\frac{5}{3}-1} = -\frac{5}{3} \frac{p}{V} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$\frac{p}{V} = \frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} \rightarrow p_B = \frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} V_B$$

$$\frac{3}{10} \frac{p_0}{V_0} V_B = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V_B \quad | \cdot V_0$$

$$0,3 V_B = 6 V_0 \rightarrow V_B = \frac{6 V_0 \cdot 10}{8 \cdot 2} = \frac{15}{2} V_0 = 7,5 V_0$$





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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
5 из 7

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!

Т.к.  $75V_0$  точка не принадлежит графику 1-2, то всегда будет повод.

4) Разберёмся с кантовым процессом в отечественности.

$$Q_{12} \geq 0$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} N_2 (T_2 - T_1) + S_2 = \\ &= \frac{3}{2} \left( \frac{35}{2} p_0 V_0 - 16 p_0 V_0 \right) + \frac{39}{4} p_0 V_0 = \\ &= \frac{3}{2} p_0 V_0 \left( \frac{35 - 32}{2} \right) + \frac{39}{4} p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = \\ &= \left( \frac{9}{2} + \frac{39}{4} \right) p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 > 0. \end{aligned}$$

5) Разберёмся с процессом 3-1

$$\begin{aligned} p(V) &= \alpha V + \beta \\ \begin{cases} 4p_0 = 4\alpha V_0 + \beta \\ p_0 = 7\alpha V_0 + \beta \end{cases} &\Rightarrow \beta p_0 = -\beta \alpha V_0 \end{aligned}$$

$$\beta = 8p_0$$

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

$$p(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 7

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!

Рассчитаем  $|\Delta U_{23}|$ .

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (\nu R T_3 - \nu R T_2)$$

Мен.-кван.: (3)  $p_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_3$

(2)  $\frac{5}{2} p_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_2$

(1)  $4p_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_1$

$$\begin{aligned} \Delta U_{23} &= \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - \frac{35}{2} p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left( \frac{14}{2} - \frac{35}{2} \right) = \\ &= -\frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot \frac{21}{2} = -\frac{63}{4} p_0 V_0 \end{aligned}$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

$$\left( \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\Sigma}} \right) = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0 \cdot 4}{4 \cdot 9 p_0 V_0} = \frac{63}{9} = 7$$

2) найдем зависимость  $T(V)$  в пр-се 1-2.

$$p = aV + \beta$$

(1)  $4p_0 = a \cdot 4V_0 + \beta$

(2)  $\frac{5}{2} p_0 = a \cdot 7V_0 + \beta$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} p_0 = -\beta a V_0$$

$$a = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

$$4p_0 = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot 4V_0 + \beta \rightarrow$$

$$4p_0 + 2p_0 = \beta \Rightarrow \beta = 6p_0$$





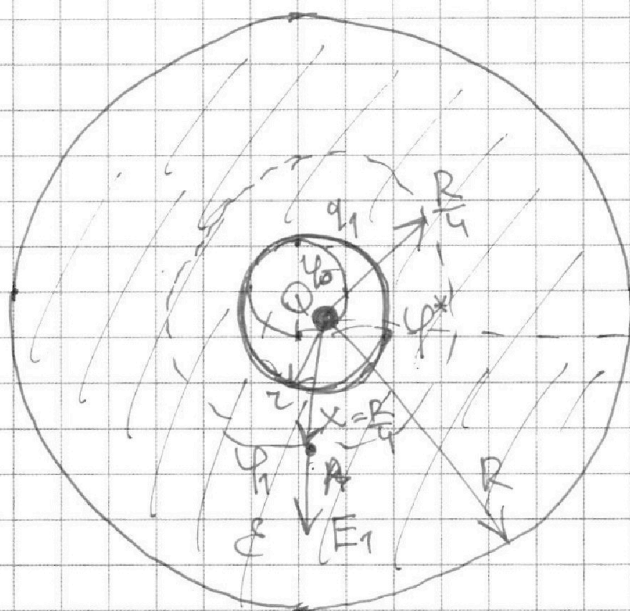
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$\sqrt{3}$   
 $\epsilon, z, R$   
 $Q$   
 $\varphi(x) = ?$   
 $x = \frac{R}{4}$



$\varphi_0$

$\varphi \rightarrow 0$

Из графика:  $\varphi = \frac{R}{6}$

Вследствие экв-л компризации на  
внутренней пов-ти гравитация образуется  
заряд  $q_1$ ,

~~$E_1 = \frac{kQ}{x^2} = \frac{4kQ}{R^2}$~~

$\varphi^* = \frac{kQ}{r}$

$\varphi_1 = \frac{kQ}{x} = \frac{4kQ}{R}$

Ответ: 1)  $\varphi(x) = \varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \varphi_1 = \frac{4kQ}{R}$





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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

$N4$   
 $L_1 = L$   
 $L_2 = 4L$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = 2n$

1)  $I_1 = ?$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$

2)

через манометр

через манометр

$B$   
 $L$   
 $n$

$B$   
 $4L$   
 $2n$

$B + \Delta B$   
 $L$   
 $n$

$B$   
 $4L$   
 $2n$

$L; n \rightarrow S$

$\mathcal{E}_i = L'I + I'L + \Phi'_{\text{внеш}}$   
 $\Phi_{\text{внеш}} = BnS \cdot 1$   $\Phi = BS \cos \alpha$   
 $\mathcal{E}_i = L'I + I'L + \Phi'_{\text{внеш}} = I_1' L + (BnS)' =$   
 $= I_1' L + nS \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = I_1' L + nS \alpha$

ток в катушке скачком не меня-



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!

Зная, т.к. равно не меняется ин-  
дуктивность, значит, ток в цепи  
через малое время  $\Delta t$  нем.

$\mathcal{E}_{\text{с1}} = 4LI_1'$  — из метода поменучивания

$$4LI_1' = LI_1' + nSd$$

$$3LI_1' = nSd \rightarrow I_1' = \frac{nSd}{3L}$$

Ответ: 1)  $I_1' = \frac{nSd}{3L}$



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!

N5

$h$

$F = \frac{h}{2}$

$\tau = 3 \text{ см}$

$l = \frac{2h}{3}$

1)  $S_1 = ?$   
необх.

2)  $S_2 = ?$   
необх.

Diagram labels:  $S$ ,  $2F$ ,  $h$ ,  $d_1(h)$ ,  $d_2$ ,  $f_1(h)$ ,  $f_2$ ,  $S_1^*$ ,  $S_2^*$ ,  $S_3^*$ ,  $R_1$ ,  $R$ ,  $\tau$ ,  $h/3$ ,  $2h/3$ ,  $h/2$ .

1)  $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = \frac{d_1 F}{d_1 - F} = \frac{h \cdot \frac{h}{2}}{\frac{h}{2} - \frac{h}{3}} = h$

2)  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} \rightarrow f_2 = \frac{F d_2}{F - d_2} = \frac{\frac{h}{2} \cdot \frac{h}{3}}{\frac{h}{2} - \frac{h}{3}} = \frac{h}{3-2} = h$

3)  $\tan \alpha = \frac{\tau}{h}$ ;  $\tan \alpha = \frac{3R}{5h} \rightarrow R = \frac{5}{3} \tau$





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!

$\gamma = 2$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3R}{5h} ; \operatorname{tg} \beta = \frac{3R_2}{10h}$$
$$\frac{3R}{5h} = \frac{3R_2}{10h} \rightarrow R_2 = 2R$$
$$S_{\text{неосв.}} = \pi R_2^2 = 4 \cdot 4R^2 = 4\pi R^2 = 4\pi \cdot \frac{25}{9} r^2 =$$
$$= \frac{100}{9} \pi r^2 = \frac{100 \cdot 4}{9} \text{ см}^2 = 100\pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $S_{\text{неосв.}} = 24\pi \text{ см}^2$   
2)  $S_{\text{неосв.}} = 100\pi \text{ см}^2$



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  
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!

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3R_1}{h} ; \operatorname{tg} \beta = \frac{r}{h}$$

$$\frac{3R_1}{h} = \frac{r}{h} \rightarrow R_1 = \frac{r}{3}$$

$$S_1 = \pi R_1^2 = \pi \cdot \frac{r^2}{9} = \frac{1}{9} \pi r^2 - \text{площадь маленького освещённого круга.}$$

$$S_{\text{осв}} = \pi R^2 = \pi \cdot \frac{25r^2}{9} = \frac{25}{9} \pi r^2$$

$$S_{\text{неосв}} = S_{\text{осв}} - S_1 = \frac{25}{9} \pi r^2 - \frac{1}{9} \pi r^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{24}{9} \cdot \pi \cdot 9 \text{ см}^2 = 24 \pi \text{ см}^2$$

площадь неосвещённой части + маленького круга.

4) Из построений видно, что свет отражается от зеркала, поэтому свет не войдёт, значит, неосвещённая часть будет образована только лучами, отражёнными от зеркала.

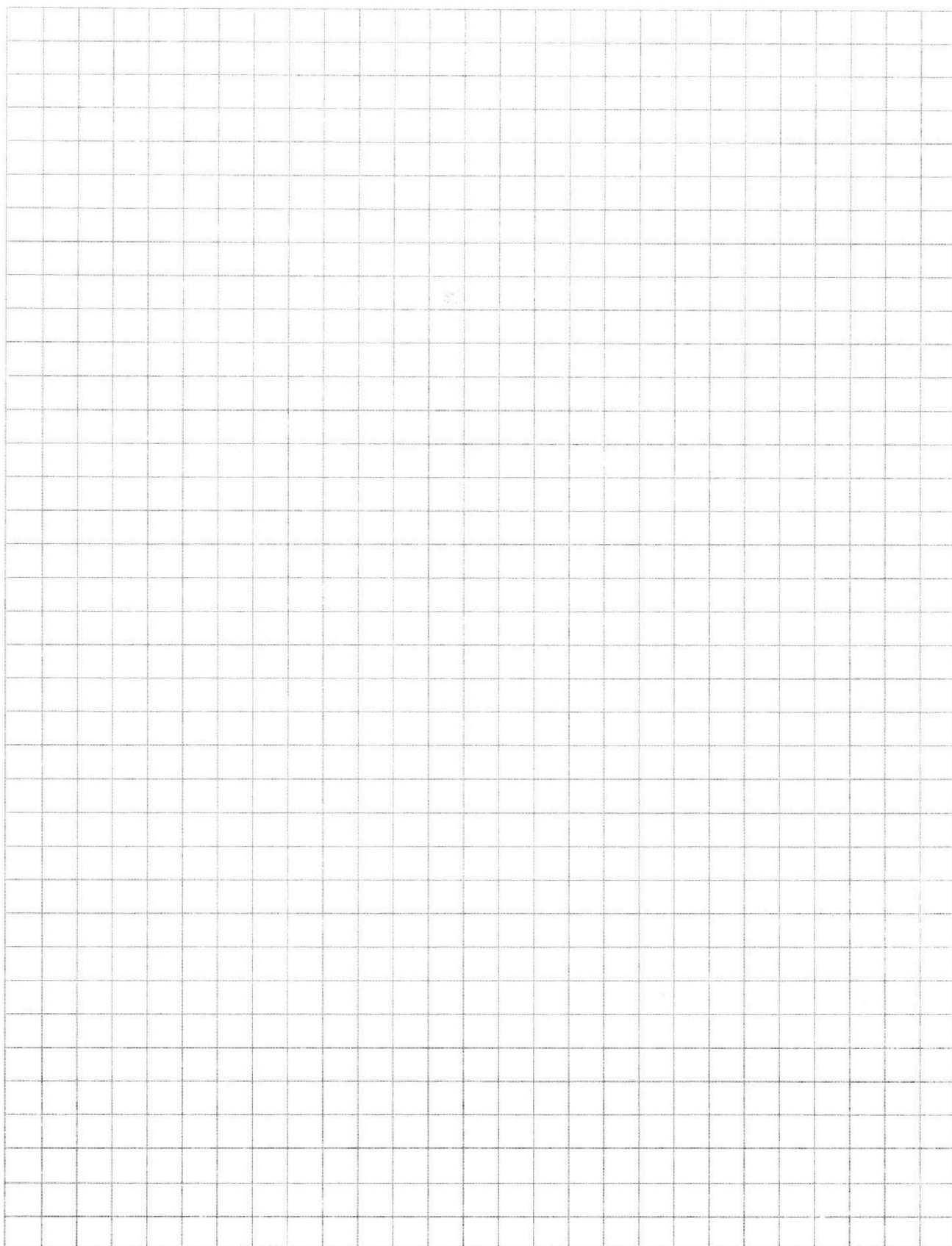


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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









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

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

