

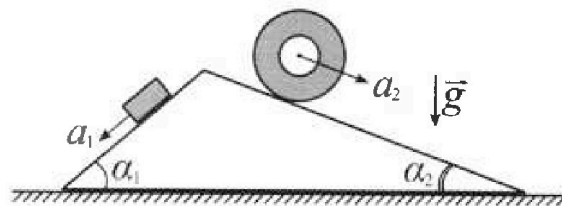
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

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



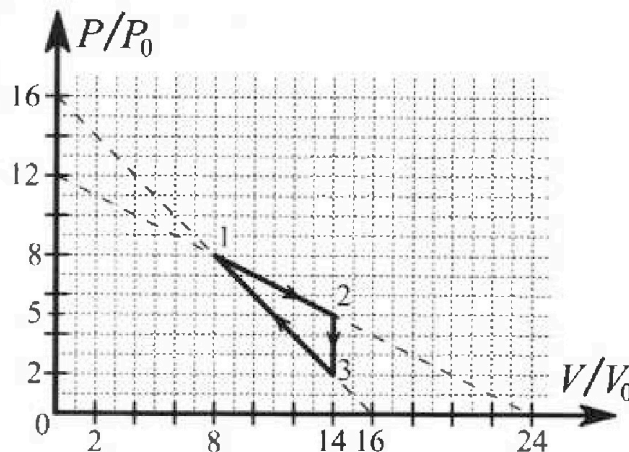
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) 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.

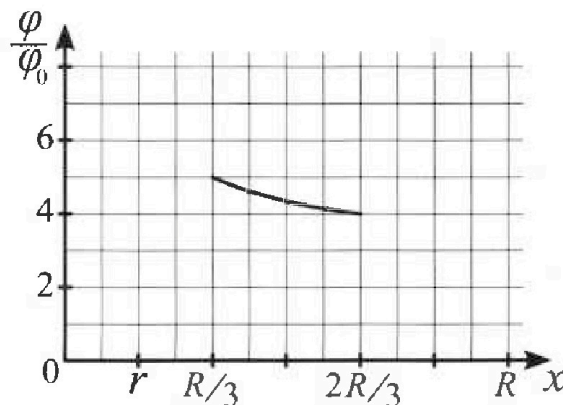
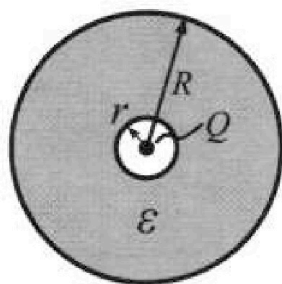


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



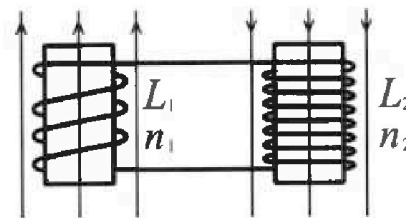
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

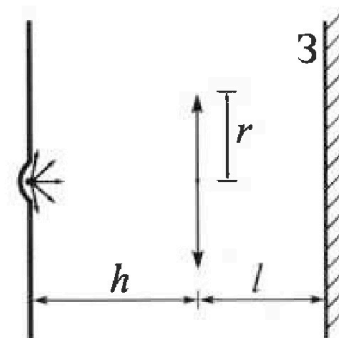


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) нач нет 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 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.



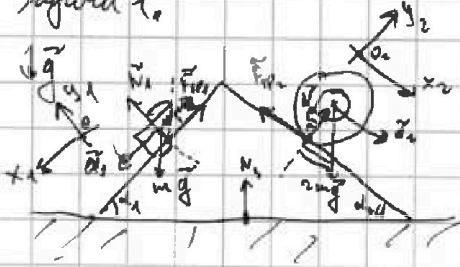
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Задача 1.



Поск. клин вправо, но уек-ия бруска и цилиндра направлены вдоль сторон клина, тогда по III з.к.

для всех систем координат и III з.к. для сил реакций:

бруска:  $\begin{cases} OX_1: ma_1 = mg \cdot F_{1x} \\ OY_1: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \end{cases}$

цилиндра:  $\begin{cases} OX_2: 2ma_2 = mg \sin \alpha_2 - F_{2x} \\ OY_2: 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2 \end{cases}$

Клин:  $\begin{cases} OX_3: 0 = F_{1x} + N_1 \sin \alpha_1 + F_{2x} \cdot \cos \alpha_2 - \\ - F_{1x} \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 \end{cases}$

Откуда имеем, решая с.у.с: ( $N_1, N_2, N_3$  - силы нормальной реакции опоры бруска, цилиндра и клина соотв.,  $m_1 g$  - сила тяжести клина,  $Ox_1$  и  $Ox_2$  || сторонам клина,  $Ox_3$  || горизонту)

$$F_1 = |F_{1x}| = \left| \frac{9}{65} mg \right| = \frac{9}{65} mg, N_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$F_2 = |F_{2x}| = \left| \frac{7}{26} mg \right| = \frac{7}{26} mg, N_2 = \frac{24}{13} mg$$

$$F_3 = |F_{3x}| = \left| \frac{6}{65} mg \right| = \frac{6}{65} mg$$

Ответ:  $F_1 = \frac{9}{65} mg$ ;  $F_2 = \frac{7}{26} mg$ ;  $F_3 = \frac{6}{65} mg$

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 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. Печать QR-кода недопустима!

Задача 2.

Найти при каких  $V_0$  процесс с линейной зависью  $P(V)$  и  $\alpha$  коэф. наклона  $k = \frac{dP}{dV}$  к окружающей среде менее выгоден и укажите  $\frac{V_0}{V_2}$ . По 4 нач. параметрам и з. Мех. Динам.:

$\delta Q = \delta A + dU$ , где  $P(V) = P_0 - \frac{P_0}{V_0} V$ , где  $P_0$  и  $V_0$  - нач. пер-ная максим. или соев. коэф.:

$$\delta Q = PdV + \frac{3}{2} \nu R dT = PdV + \frac{3}{2} d(PV) = PdV + \frac{3}{2} (PdV + VdP) = \frac{1}{2} (5PdV + 3VdP) = \frac{1}{2} (5(P_0 - \frac{P_0}{V_0} V)dV + 3VdP)$$

$$d(P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) = -\frac{P_0 dV}{V_0} \Rightarrow \frac{1}{2} (5(P_0 - \frac{P_0}{V_0} V)dV - 3V \frac{P_0 dV}{V_0}) = \frac{P_0 dV}{2} (5 - 8 \frac{V}{V_0})$$

$\delta Q > 0$  при  $dV > 0$  и  $V < \frac{5V_0}{8}$   
 $\delta Q < 0$  при  $dV < 0$  и  $V > \frac{5V_0}{8}$

$\delta Q < 0$  при  $dV > 0$  и  $V > \frac{5V_0}{8}$   
 $\delta Q > 0$  при  $dV < 0$  и  $V < \frac{5V_0}{8}$

Обозначение в конгрессе,  $P_{3-1}(\frac{5}{8} V_{0,3-1})$   
 Обозначение давления, поставленное в соответствие  
 объему  $\frac{5}{8} V_{0,3-1}$ , а все на из. процессе с  $\frac{5}{8} V_{0,3-1}$ !!

Для процессов 1-2 и 3-1  $V_2$  и  $P_2$  равны  $24V_0$  и  $16P_0$ ,  $16V_0$  и  $16P_0$  соев. коэф.

Процесс 1-2 менее выгоден, чем процесс 3-1, если  $V < \frac{5}{8} V_{0,3-1}$

2-1  $V_0$  и 3-1 при  $V > \frac{5}{8} V_{0,3-1} = \frac{5}{8} \cdot 10V_0$  менее выгодно на всей процессе 1-2 и на процессе 3-1 при  $V > \frac{5}{8} \cdot 10V_0$  (процесс 2-3 - изохорический процесс  $\Rightarrow \delta Q_{2-3} < 0$ )

Работа  $A$  равна разности  $A = \frac{(P_2 - P_3)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{2P_0 \cdot 6V_0}{2} = 9P_0V_0$  приращение

$|\Delta U_{1-2}| = \left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{1-2} \right| = \left| \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \right| = \frac{3}{2} (16P_0 \cdot 24V_0 - 8P_0 \cdot 10V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 = 9P_0V_0$

$\nu T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{28P_0V_0}{\nu R}$ ,  $\nu R T_{1-2} = P_{1-2} V_{1-2} = (P_{1-2} - \frac{P_{1-2} V}{V_{1-2}}) V \Rightarrow T_{1-2} = \frac{P_{1-2} V_{1-2}}{\nu R} \cdot (1 - \frac{V}{V_{1-2}}) \frac{V}{V_{1-2}}$ , и.е.

зав-сть  $T_{1-2}(V)$  - квадратичная, и имеет её график:



Находим  $T_{max} = T_{1-2}(\frac{V}{V_{1-2}} = \frac{1}{2}) = \frac{2 \cdot 16P_0 \cdot 24V_0}{\nu R} \cdot (1 - \frac{1}{2}) \cdot \frac{1}{2} = \frac{72P_0V_0}{\nu R}$

убедимся, что  $V = \frac{V_{1-2}}{2} = 12V_0$  приращение процесса 1-2

убедимся, что  $T_{max} \equiv T_{max 1-2}$ . Тогда коэф.  $Q_{1-2} = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} + \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$

$$= \frac{16P_0 \cdot 6V_0}{2} + \frac{3}{2} (16P_0V_0 - 8P_0V_0) = 39P_0V_0 + 9P_0V_0 = 48P_0V_0$$

$$Q_{3-1} = \frac{(P_1 + P_3)(V_3 - V_1)}{2} + \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_1 V_1) = \frac{(8P_0 + 16P_0)(10V_0 - 10V_0)}{2} + \frac{3}{2} (16P_0 \cdot 10V_0 - 8P_0 \cdot 10V_0) = -16P_0V_0 + 3 \cdot 16P_0V_0 = 32P_0V_0$$

зная всё необходимое, находим:

$\frac{1}{A} \frac{dA_{1-2}}{dt} = 1$ ,  $\frac{T_{max 1-2}}{T_3} = \frac{18}{7}$ ,  $\eta = \frac{A}{Q_{1-2} + Q_{3-1}} = \frac{9P_0V_0}{48P_0V_0 + 32P_0V_0} = \frac{9}{80}$

Ответ: 1)  $\frac{dA_{1-2}}{dt} = 1$ ;  
 2)  $\frac{T_{max 1-2}}{T_3} = \frac{18}{7}$ ;  
 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

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!

Задача 3.

Потенциал вне сферы радиуса  $R$  изменяется бы точно так же, как и для тела, откуда  $\varphi(x > R) = \frac{kQ}{x}$ , очевидно  $\varphi_0 > R$ . Для  $x \leq R$  разность потенциалов между внешней поверхностью и некоторой точкой внутри цилиндра  $\Delta\varphi = \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{R} \right)$ , откуда  $\varphi(r < R) = \varphi(x=R) + \Delta\varphi = \frac{kQ}{R} + \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon x} + \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \frac{kQ}{R}$ ,

тогда  $\varphi(x = \frac{R}{3}) = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \frac{kQ}{R} = \frac{3kQ + (\epsilon - 1)kQ}{\epsilon R} = \frac{kQ(\epsilon + 2)}{\epsilon R} = 5 \cdot \varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ(\epsilon + 2)}{5\epsilon R}$ ,

откуда  $\varphi(x = \frac{R}{3}) - \varphi(x = \frac{2R}{3}) = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \frac{3kQ}{2\epsilon R} = 1 \cdot \varphi_0 = \frac{kQ(\epsilon + 2)}{5\epsilon R} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{\epsilon + 2}{5} = 1$

$\Rightarrow \epsilon = \frac{15}{2} - 2 = \frac{11}{2} = 5,5$  и  $\varphi(x = \frac{5R}{6}) = \frac{6kQ}{\epsilon \cdot 5R} + \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \frac{kQ}{R} = \frac{6kQ + 5(\epsilon - 1)kQ}{5\epsilon R} = \frac{(1 + 5\epsilon)kQ}{5\epsilon R}$

Ответ: 1)  $\varphi(x = \frac{5R}{6}) = \left(1 + \frac{1}{5\epsilon}\right) \frac{kQ}{R}$ ; 2)  $\epsilon = 5,5$



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 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!

Задача 4.

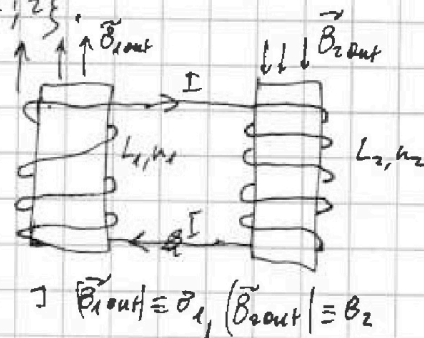
Индуктивность в соединении будем считать в этой задаче коэффициентом самоиндукции, т.е. аналогично формуле общего магнитного потока, создаваемого в коде самоиндукции, к току через катушку. В общем случае поток через катушки (создаваемый током в цепи и внешнее магнитное поле, по ним словами);

$$\varphi_i = \varphi_{in_i} + \varphi_{out_i} = L_i I + n_i B_{out_i} S, \text{ где } i = \{1, 2\}$$

$$\begin{cases} \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 0 \Rightarrow \dot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 = 0 \quad | \cdot dt \\ \dot{(\varphi_1 + \varphi_2)} = \text{const} \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 = \text{const} \end{cases}$$

$$\varphi_1 = L_1 I + n_1 B_1 S$$

$$\varphi_2 = -L_2 I + n_2 B_2 S$$



$$\vec{B}_{1out} \equiv B_1, \quad \vec{B}_{2out} \equiv B_2$$

$$(L_1 - L_2) \dot{I} + (n_1 + n_2) S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2) = 0 \Rightarrow S n S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2) = I S L \dot{I}$$

$$(L_1 - L_2) I + (n_1 + n_2) S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2) = \text{const} \Rightarrow S n S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2) - I S L I = \text{const} \Rightarrow n S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2) - 3 L I = \text{const}$$

$$\text{Пусть } \dot{B}_1 = \alpha, \quad \dot{B}_2 = 0: \quad \dot{I} = \frac{n S (\dot{B}_1 + \dot{B}_2)}{3 L} = \frac{\alpha n S}{3 L}$$

$$\text{Пусть } I(t=0) = 0, \quad \dot{B}_1 = \frac{1}{3} \frac{d\alpha}{dt}, \quad \Delta B_1 = \frac{1}{3} \alpha \Delta t = \frac{1}{3} \alpha \frac{3 L I}{n S} = \frac{L I}{n S}$$

$$B_2(t=0) = \frac{9 B_0}{4} \text{ нТл}$$

$$n S (\dot{B}_1(t=0) + \dot{B}_2(t=0)) = 3 L I(t=0) = n S (B_1(t=0) + B_2(t=0)) - 3 L I(t=0) \quad | I(t=0) \equiv I_0$$

$$n S \cdot 4 B_0 = 0 = n S B_0 \left( \frac{1}{3} + \frac{9}{4} \right) = L I_0 = \frac{n S B_0 \cdot 33}{12} - L I_0 = \frac{11 n S B_0}{4} - L I_0 \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{11 n S B_0}{4} \cdot L I_0 = \frac{11}{4} n S B_0 - 4 n S B_0 = -\frac{5 n S B_0}{4} \Rightarrow I_0 = \left| -\frac{5 n S B_0}{4 L} \right| = \frac{5 n S B_0}{4 L}$$

$$\text{Ответ: } 1) \dot{I} = \frac{n \alpha S}{3 L}; \quad 2) I_0 = \frac{5 n S B_0 S}{4 L}$$



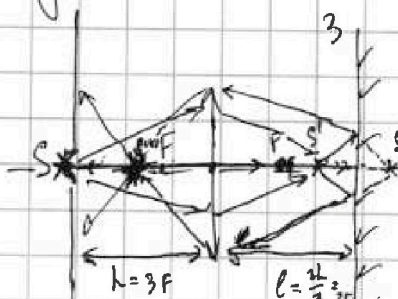
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 5,



вещные лучи, вышедшие из объектива на расстоянии  $F$  от тонкой линзы; действ. изображение формируется из объектива на расстоянии  $h$  от тонкой линзы, которое равно  $h = 3F$ .

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{hF}{h-F} = \frac{3F^2}{2F} = \frac{3}{2}F. \text{ Далее,}$$

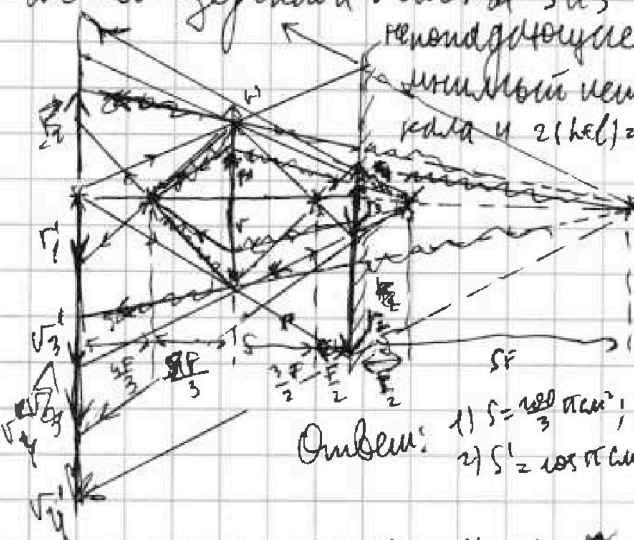
для зеркала это изображение является источником, поскольку отразившись от зеркала, они формируют мнимое изображение за зеркалом на расстоянии  $l = F$  от него. Теперь он формирует действительное изображение на расстоянии  $h' = l + (l-F) = \frac{5}{2}F$  от тонкой линзы, которое будет ~~мнимым~~ лучи которого будут направлены к свету.

Катет  $h'$  ~~называется~~ по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{h'} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow F' = \frac{h'F}{h'-F} = \frac{5F^2}{\frac{3}{2}F} = \frac{5F}{3}, \text{ а расстояние до реального изображения}$$

до светящего будет равно  $h - F' = \frac{4F}{3}$ . Теперь, из построения лучей к экрану линзы и подобия треугольников, найдем площади освещенных частей зеркала и экрана  $S$  и  $S'$  соотв. Обращаем внимание, что лучи

пендентные на линзу формируют мнимый источник на расстоянии  $h+l = 5F$  от центра кривизны и  $2(h+l) = 10F$  от светящего.



Объем: 1)  $S = \frac{100}{3} \pi \text{ см}^2$ ,  
2)  $S' = 105 \pi \text{ см}^2$

$$\frac{r_3}{r} = \frac{F/2}{3F/2} = \frac{1}{3} \Rightarrow r_3 = \frac{r}{3}$$

$$\frac{r'}{r_3} = \frac{5F/2}{F/2} = 5 \Rightarrow r' = 5r_3 = \frac{5r}{3} > r$$

$$\frac{h'}{F} = \frac{5F/3}{F} = \frac{5}{3} \Rightarrow h' = \frac{5}{3}F$$

$$\frac{v_3}{r} = \frac{3F \cdot \frac{5}{3}F}{F^2} = \frac{11}{5} \Rightarrow v_3 = \frac{11}{5}r$$

$$\frac{v_4}{v_3} = \frac{11 \frac{v_3}{5}}{\frac{11}{5}} = 1 \Rightarrow v_4 = v_3 = \frac{11}{5}r$$

$$v_4 = 2e \frac{SF}{3F} r = \frac{10}{3}r < v_3$$

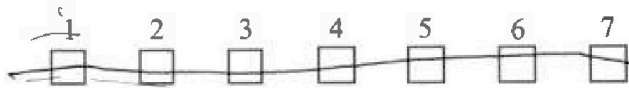
$$v_2 = \frac{SF}{3F} r = \frac{5}{3}r$$

$$S = \pi (r_3^2 - r_4^2) = \pi r^2 \left( \left(\frac{1}{3}\right)^2 - \left(\frac{10}{3}\right)^2 \right) = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{100}{3} \pi \text{ см}^2, \text{ так как } \frac{100}{3} \pi \text{ см}^2$$

$$S' = \pi (r_3^2 - r_4^2) = \pi r^2 \left( \left(\frac{11}{5}\right)^2 - \left(\frac{10}{3}\right)^2 \right) = \frac{105}{25} \pi r^2 = \frac{21}{5} \pi r^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

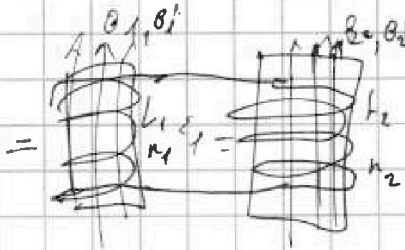


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА  
\_\_\_ ИЗ \_\_\_

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



$$I_1 = I_2$$

$$\Phi = \mu_0 n I$$

$$n_1 (\Phi_1 + \Phi_2) S = -\epsilon_1$$

$$\Phi = L I$$

$$\Phi = \mu_0 n^2 S I \Rightarrow L = \mu_0 n^2 \frac{S}{l}$$

$$n_2 (\Phi_1 + \Phi_2) S = -\epsilon_2$$

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = 0, I - \epsilon_1 \approx \epsilon, I_1 \approx I$$

$$\begin{aligned} L_1 I_1 &= -\epsilon_1 \\ L_2 I_2 &= -\epsilon_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 (I_1 + I_2) S &= L_1 I_1 = \epsilon \\ L_2 (I_1 + I_2) S &= L_2 I_2 = -\epsilon \end{aligned}$$

$$\mu_0 (n_1^2 S)$$

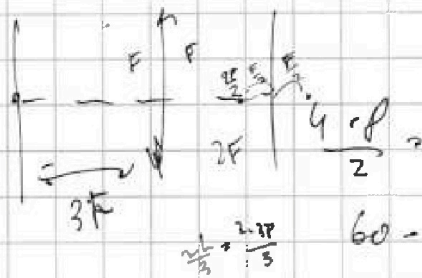
$$(L_1 + L_2) I = 0$$

$$\begin{aligned} \mu_0 \left( \frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) &= \frac{7}{13} \\ 2 \mu_0 \left( \frac{3}{5} - \frac{1}{13} \right) &= \frac{7 \mu_0}{26} \end{aligned}$$

$$\mu_0 \left( \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) = \frac{6}{13}$$

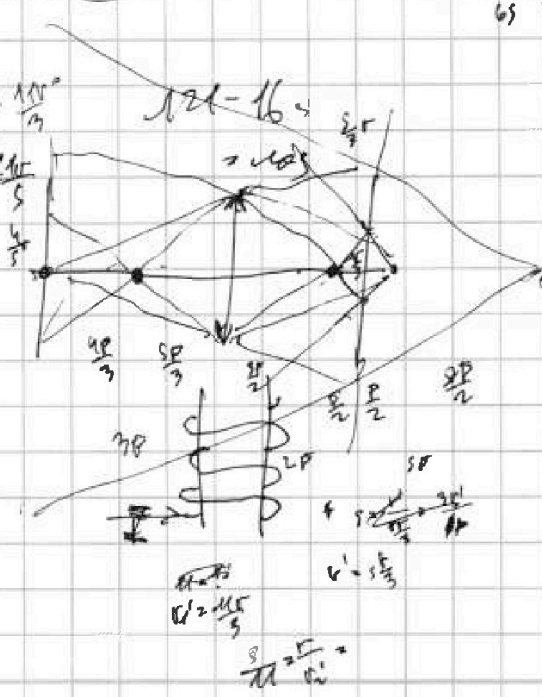
$$\begin{aligned} 2 \mu_0 \left( \frac{120 - 42}{13^2} - \frac{186 - 36}{5^2 \cdot 13} \right) &= \frac{120}{13} \\ = \mu_0 \left( \frac{28}{13^2} - \frac{120}{25 \cdot 13} \right) &= \frac{6 \mu_0}{65} \end{aligned}$$

$$(\mu_0 n_1^2 S) \cos \alpha - (\mu_0 n_2^2 S) \cos \alpha$$



$$\frac{2}{3R} = \frac{3}{5R}$$

$$60 - 28 = 32$$



$$\begin{aligned} \Phi &= L_1 I_1 + n_2 \Phi_{out} S \\ \Phi_1 &= L_1 I_1 + n_2 \Phi_2 S = \epsilon \\ \Phi_2 &= L_2 I_2 + n_1 \Phi_1 S = -\epsilon \\ (L_1 + L_2) I_1 + n_1 n_2 S (\Phi_1 + \Phi_2) &= 0 \end{aligned}$$



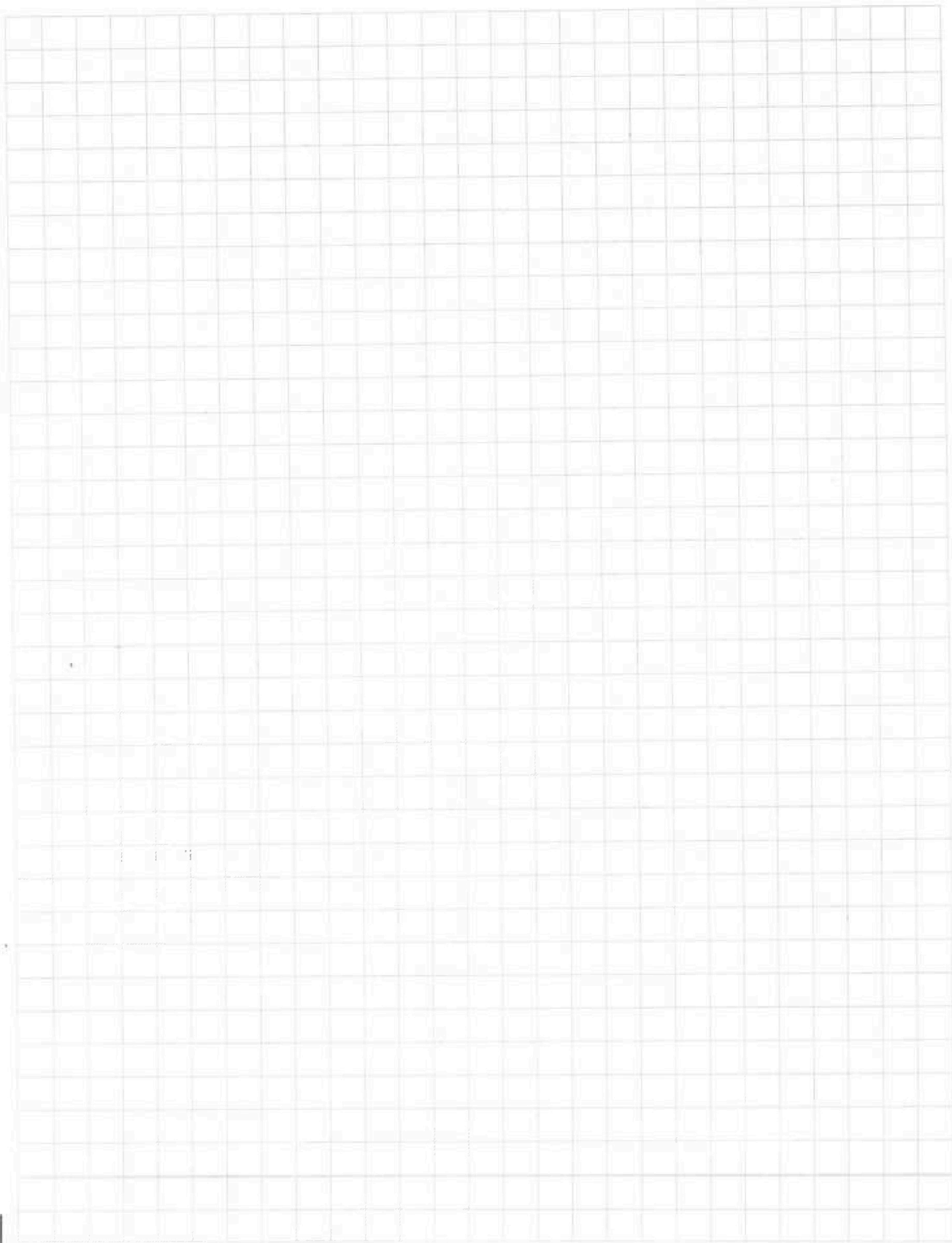


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



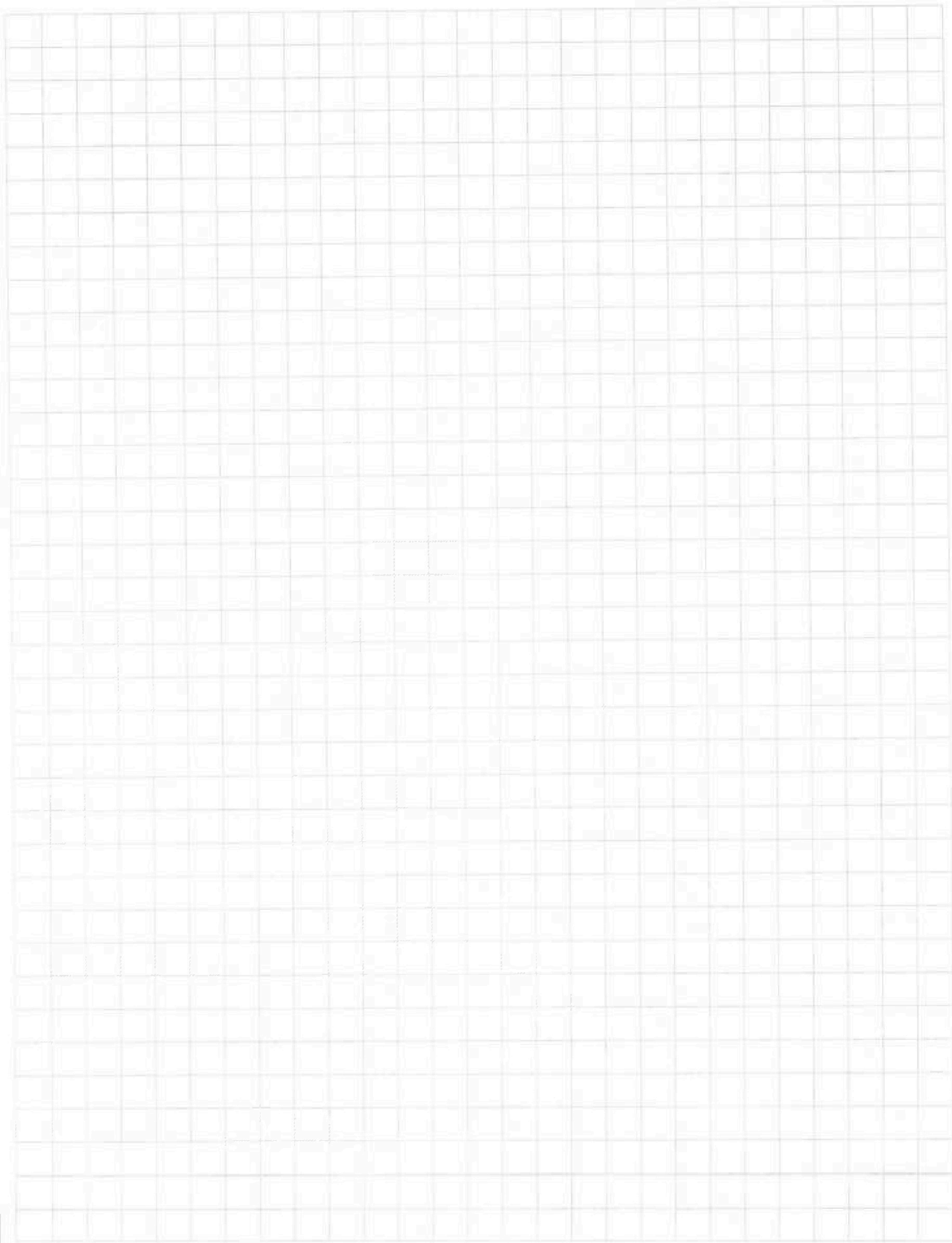


На одной странице можно оформить только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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

1

2

3

4

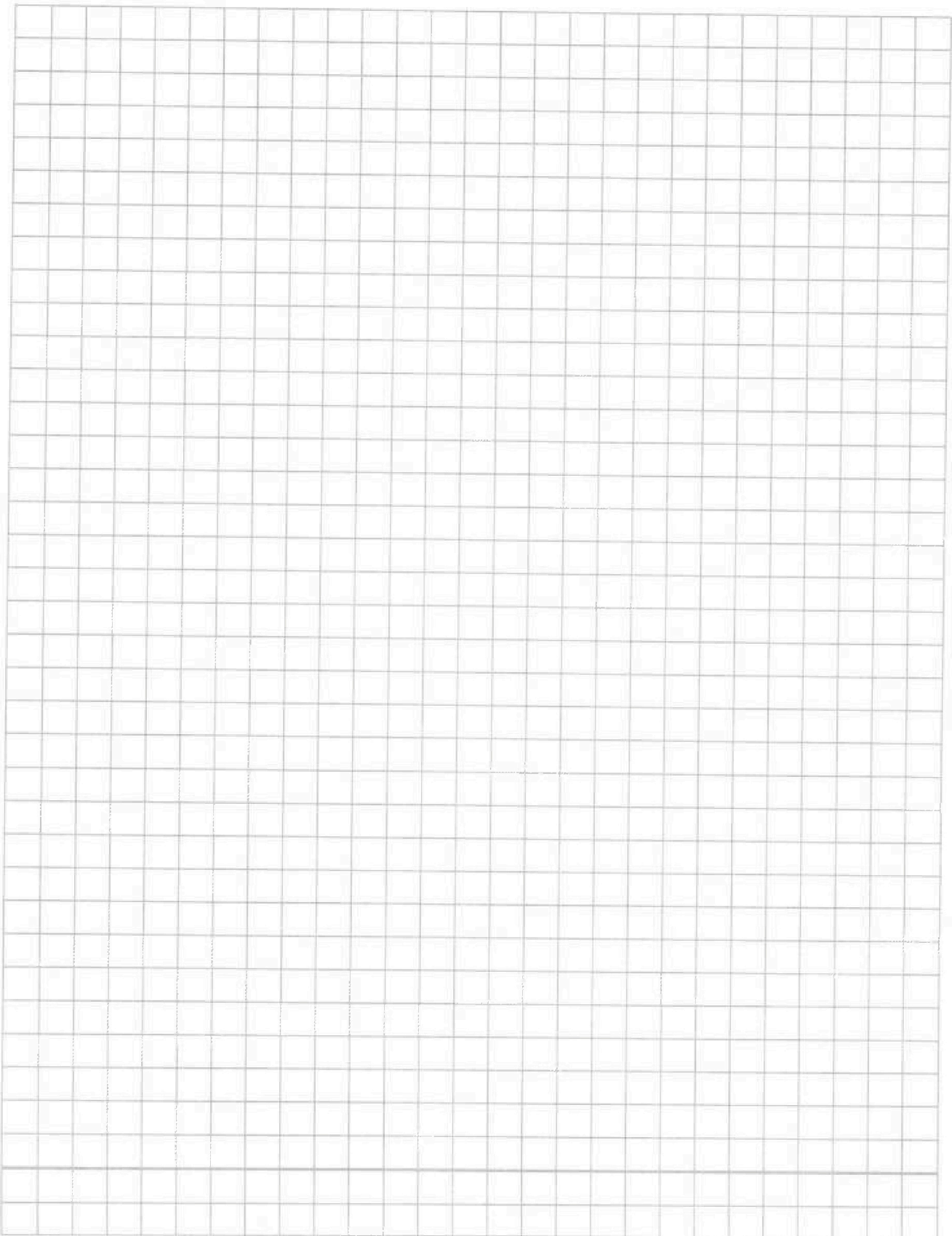
5

6

7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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!

