



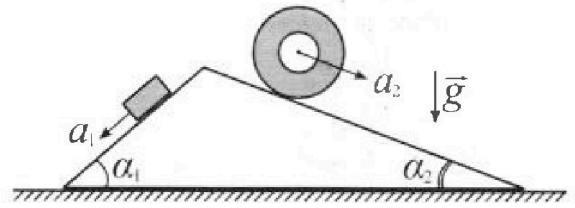
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

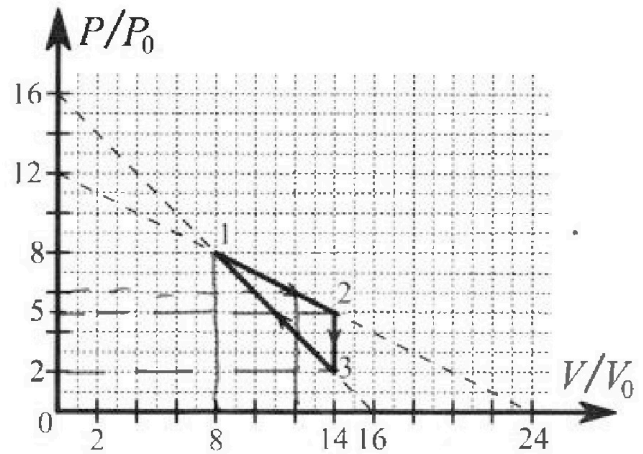


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

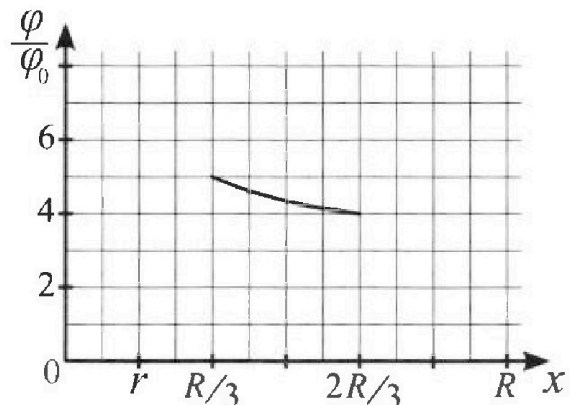
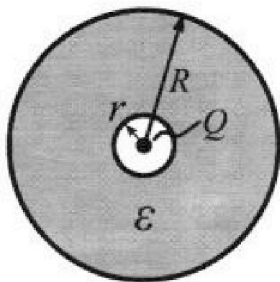
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



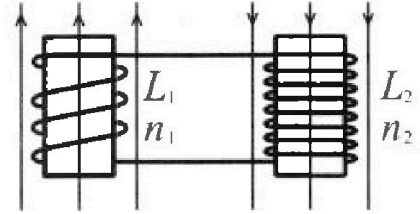
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

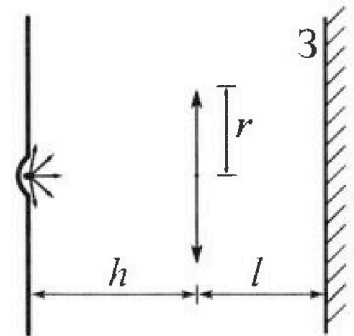


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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

$$Ox: F_{mp2} \cos \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + F_{mp} = N_2 \sin \alpha_2 + F_{mp1} \cos \alpha_1$$

$$F_{mp} = m \rho \cdot \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{9 m \rho}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4 m \rho}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4 m \rho}{5} \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_{mp} = m \rho \left( \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 12}{13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 9}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} \right)$$

$$F_{mp} = m \rho \left( \frac{48}{13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 9}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 3 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right)$$

$$F_{mp} = m \rho \left( \frac{48}{13 \cdot 13} - \frac{30 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) = \frac{m \rho}{13} \left( \frac{6 - 24}{5} \right)$$

$$F_{mp} = \frac{6 m \rho}{13 \cdot 5} = \frac{6 m \rho}{65} \text{ (вправо)}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{9 m \rho}{65}; F_2 = \frac{4 m \rho}{26}; F_3 = \frac{6 m \rho}{65}$$

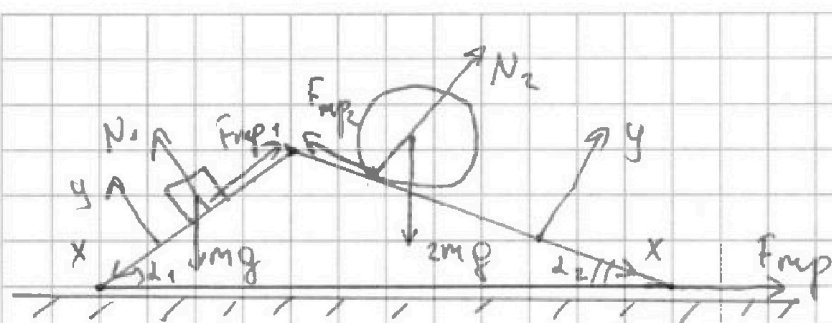
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$F_{mp} \equiv F_{\Rightarrow}$$

① перпендикулярно ~~к~~ плоскости соприкосновения тела не движется

для бруса:

$$(1) \quad m g \sin \alpha_1 - F_{mp1} = m a_1$$

$$(2) \quad m g \cos \alpha_1 = N_1 = \frac{4m g}{5}$$

для центра масс шара:

$$(3) \quad 2m g \sin \alpha_2 - F_{mp2} = 2m a_2$$

направление  $F_{mp2}$  можно найти переида в с.о. ц.м. шара. В ней условная скорость должна увеличиваться по часовой стрелке  $\Rightarrow F_{mp2}$  направлено вверх.

$$(4) \quad 2m g \cos \alpha_2 = N_2 = m g \cdot \frac{24}{13}$$



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!

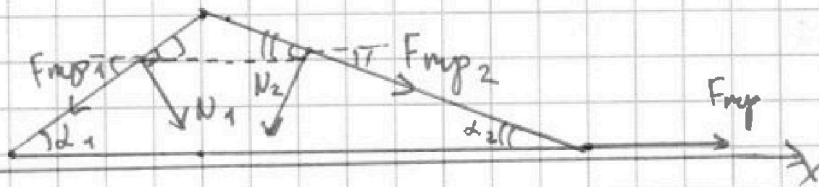
$$U_3 (1): F_{mp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( \frac{3g}{5} - \frac{6g}{13} \right) \quad \text{①}$$

$$\text{②} \quad 3m \left( \frac{1g}{5} - \frac{2g}{13} \right) = \frac{8mp}{65}$$

$$F_{mp2} = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left( \frac{5g}{13} - \frac{1g}{4} \right) = \frac{14mp}{52}$$

$$F_{mp2} = \frac{7}{26} mp$$

③



Клинья неподвижны:

~~$F_{mp}$~~

~~$$N_1 \sin \alpha_1 + F_{mp} = N_2 \sin \alpha_2$$~~

~~$$F_{mp} = N_2 \sin \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 \leftarrow \frac{2mp \cos \alpha_2 \sin \alpha_2}{\cos \alpha_2} - \frac{mp \cos \alpha_1}{\cos \alpha_1}$$~~

~~$$F_{mp} = 2mp \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - mp \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$~~

~~$$F_{mp} = mp \left( 2 \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right)$$~~



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!

$$\Delta U = \frac{3}{2} (P_x V_x - P_1 V_1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (6 \cdot 12 - 8 \cdot 8)$$

$$\Delta U = 6 P_0 V_0 (18 - 16) = 12 P_0 V_0$$

$$Q_+ = A' + \Delta U = (28 + 12) P_0 V_0 = 40 P_0 V_0$$

~~$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{8 P_0 V_0}{40 P_0 V_0} = \frac{8}{40}$$~~

$$A_{gr} = -15 P_0 V_0$$

~~Ответ: 1;  $\frac{18}{4}$ ;  $\frac{8}{40}$~~

$$Q = 40 P_0 V_0 - 5 \cdot 3 P_0 V_0 + \frac{3}{2} (8 \cdot 8 P_0 V_0 - 28 P_0 V_0)$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{8 P_0 V_0}{(40 + 54 - 15) P_0 V_0} = \frac{8}{79}$$

$$\text{Ответ: } 1; \frac{18}{4}; \frac{8}{79}$$



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!

① найдем уравнение процессов

$$1-2: P = -\frac{P_0}{2V_0}V + 12P_0$$

$$2-3: V = 14V_0$$

$$3-1: P = -\frac{V_0}{V}P_0 + 16P_0$$

работу газа за цикл найдем, как

площадь треугольника 1-2-3,

~~или~~ быть за основание 2-3

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6 \cdot P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (5 \cdot 14 - 3 \cdot 3)$$

$$\Delta U_{12} = 9 P_0 V_0$$

искалие отношение  $m = \frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$

$$\textcircled{2} P_0 V = \nu R T \Rightarrow T = \frac{P V}{\nu R} = \left( -\frac{P_0}{2V_0} V + 12 P_0 \right) \cdot \frac{V}{\nu R}$$

$$T = \frac{-P_0}{2V_0 \cdot \nu R} V^2 + \frac{12 P_0 V}{\nu R}$$

это парабола с отрицательным  $a$  при  $x^2$



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  
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!

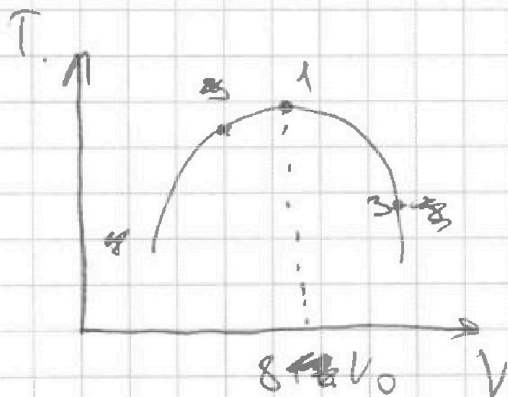
$$P = -\frac{P_0}{V_0} V + 16 P_0$$

$$T = \frac{PV}{JR} = \frac{V}{JR} \cdot \left( -\frac{P_0 V}{V_0} + 16 P_0 \right) = -\frac{P_0 V^2}{JR V_0} + \frac{16 P_0 \cdot V}{JR}$$

вернемся

$$T_{x2} = \frac{16 P_0}{JR} = \frac{16 P_0}{2 P_0 JR V_0} = 8 V_0$$

$\downarrow T$  знак не меняем



$$C = \frac{P \delta V}{\delta T} + \frac{3R}{2} > 0$$

в обоих процессах

$\downarrow Q = C \delta T$  знак

совпадает с  $\downarrow T$

~~Немного порефлексировать по  $V_x$  все и все~~

$$Q_+ = Q_{12} + Q_{31}$$

$$A' + \Delta U = Q$$

$$A' = \frac{P_1 + P_x}{2} \cdot (V_x - V_1) =$$

$P_x$  при  $12V_0$   
из графика  
 $P_x = 6P_0$

$$A' = \frac{8P_0 + 6P_0}{2} (12V_0 - 8V_0) = 4P_0 \cdot 4V_0 = 28P_0 V_0$$





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  
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!

Найдем вершину параболы:

$$V_x = \frac{12 P_0}{JR} = \frac{P_0}{V_0 \cdot JR} = 12 V_0$$

$$T_{\max} = T(V_x) = -\frac{P_0}{2JR V_0} \cdot 12^2 \cdot V_0^2 + \frac{P_0}{JR} \cdot 12^2 V_0$$

$$T_{\max} = \frac{1}{2} \frac{P_0}{JR} \cdot 12^2 V_0 = 72 \frac{P_0 V_0}{JR}$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{JR} = 28 \frac{P_0 V_0}{JR}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

③  $h = \frac{A}{Q_+}$

$$Q_+ = Q_{12+} + Q_{32+}$$

на прямой с отрицательным  $K$

$dQ=0$ ,  $dT=0$  - найдем точку сечения знака  $+Q$

в 12 это  $P_0$   $V_x = 12 V_0$  метода преобразования

в 31 найдем эту точку



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!

из графика так же  $2\Gamma = \frac{R}{3} \Rightarrow \Gamma = \frac{R}{6}$

$$\psi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} \left(3 - \frac{6}{3}\right) = \frac{kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R} = 5\psi_0$$

$$\psi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{\Gamma} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{3}{2R} - \frac{6}{R}\right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon R} \frac{9}{2} = 4\psi_0$$

$$\frac{kQ \cdot 6}{5R} - \frac{3kQ}{5\epsilon R} = \frac{kQ \cdot 3}{2R} - \frac{9kQ}{2\epsilon R}$$

$$\frac{kQ}{10R} - \frac{3kQ}{10\epsilon R} = \frac{3kQ}{5\epsilon R} - \frac{9kQ}{2\epsilon R}$$

$$\frac{3kQ}{10\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\frac{9}{8} - \frac{3}{5}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \frac{21}{40}$$

$$\epsilon = \frac{4}{4}$$

Ответ:  $\frac{kQ}{\Gamma} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{\Gamma}\right); \epsilon = \frac{4}{4}$



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!

Напряженность от заряда без диэлектрика  
 $E = \frac{kQ}{x^2}$  ( $Q > 0$ , потенциал падает)

в диэлектрике  $E' = \frac{E}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$

~~по суперпозиции~~  $d\varphi = -E dx$

по суперпозиции в диэлектрике

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{r} - \int_r^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon x} \Big|_r^x = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right)$$

~~$$\int_r^x \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -\frac{2kQ}{\epsilon x^3} \Big|_r^x = -\frac{2kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x^3} - \frac{1}{r^3} \right)$$~~

~~$$\varphi(x) = \frac{kQ}{r} + \frac{2kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x^3} - \frac{1}{r^3} \right)$$~~

~~$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{2kQ}{\epsilon} \left( \frac{6^3}{5^3 \cdot r^3} - \frac{1}{r^3} \right)$$~~

~~$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{2kQ}{\epsilon r^3}$$~~

~~$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{6}{5R} - \frac{1}{r} \right)$$~~

②  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{r} \right)$ , из графика

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0$$



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  
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!

$$\Delta I_1 = \frac{\Delta B_1 n S}{L} ; \Delta I_2 = \frac{\Delta B_2 \cdot 4 n S}{16 L} = \frac{\Delta B_2 n S}{4 L}$$

$$-0 + I_1 = \frac{n S}{L} (B_0 - \frac{B_0}{3})$$

$$\frac{2 B_0 \cdot n S}{3 L} = |I_1| \quad -0 + I_2 = \frac{n S}{4 L} (9 B_0 - 3 B_0)$$

$$\frac{2 B_0 n S}{3 L} = |I_1|$$

$$\frac{3 B_0 n S}{16 L} = |I_2|$$

$$\text{Ответ: } \frac{2 n S}{L} ; \frac{2 B_0 n S}{3 L} ; \frac{3 B_0 n S}{16 L} .$$



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.

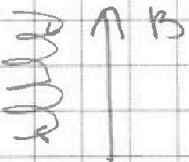
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

Так как катушки достаточно далеко друг от друга индукцией от токов в витках (взамоиндукцией) можно пренебречь.



$\Phi_{ex}$  - поток <sup>внешний</sup> через катушку

с индуктивностью  $L_1$

$$\Phi_{ex} = B \cdot n_1 \cdot S$$

$$\Phi_{in} = L_1 I \text{ (самоиндукция)}$$

$$\Phi = \Phi_{ex} - \Phi_{in} = B n_1 S - L_1 I$$

$$|\mathcal{E}| = \frac{d\Phi}{dt} = \dot{B} n_1 S - L_1 \dot{I} = 0 \text{ (сопротивление } R=0)$$

$$(*) \cdot I = \frac{\dot{B} n_1 S}{L_1} = \frac{L n_1 S}{L} = \frac{L n S}{L}$$

$$(2) \text{ из } (*): \dot{I}_1 = \frac{\dot{B}_1 n_1 S}{L_1}$$

$$\Delta I_1 = \frac{\Delta B_1 n_1 S}{L_1} \text{ - для левой}$$

$$\Delta I_2 = \frac{\Delta B_2 n_2 S}{L_2}$$



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  
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!

~~$\frac{\Gamma_1}{\Gamma} = \frac{5h+h}{5b} = \frac{11}{5}$~~

~~$\Gamma_5 = \frac{11\Gamma}{5}$~~

~~$\frac{\Gamma_2}{\Gamma} = \frac{h+\frac{2h}{3}+\frac{h}{6}}{\frac{2h}{3}+\frac{h}{6}}$~~

$\frac{\Gamma_2}{\Gamma} = \frac{11}{5}$

$\frac{\Gamma_1}{\Gamma} = \frac{h-\frac{5h}{8}}{\frac{5b}{8}} = \frac{4}{5}$

~~$\frac{\Gamma_3}{\Gamma} = \frac{3\Gamma_5}{5\Gamma} = 2$~~

$\frac{\Gamma_3}{\Gamma} = \frac{10\Gamma}{3}$

$\frac{\Gamma_2}{\Gamma} = \frac{11\Gamma}{5}$

$\frac{\Gamma_1}{\Gamma} = \frac{4}{5}$

$\Gamma_1 < \Gamma_2 < \Gamma_3 < \Gamma_4$

$\frac{\Gamma_4}{\Gamma} = \frac{h+h+\frac{2h}{3}}{\frac{h}{6}} = 11$

$\Gamma_4 = \frac{11\Gamma}{3}$

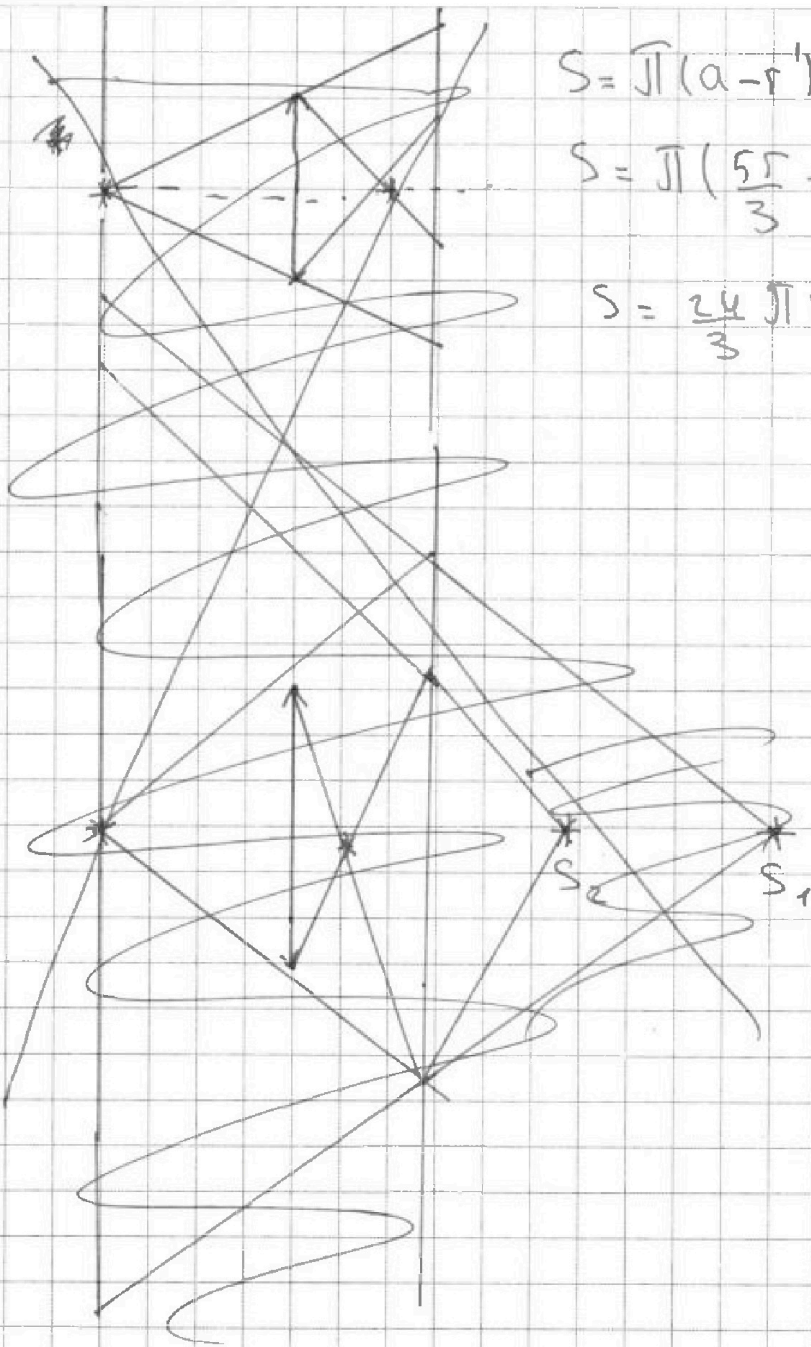


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$S = \pi (a - r')(a + r')$$

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

$$S = \frac{24}{3} \pi r^2 = 8\pi r^2$$

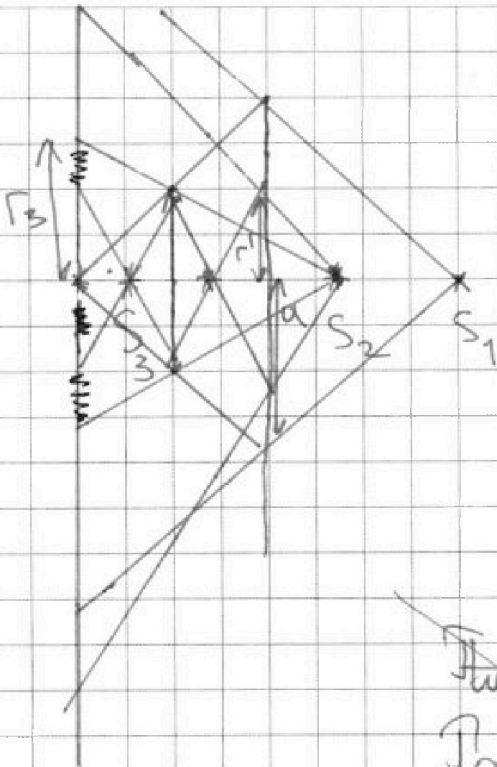


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$\frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$$

② Карисовал

Минимальное расстояние  
поймем какой мощности  
будет от него свет

~~Изобразить~~

~~Радиус ~~на~~ на стене от~~

~~$$S_1: \frac{R}{a_1} = \frac{(h + \frac{2h}{3}) \cdot 2}{\frac{2h+h}{3}} = 2$$~~

~~$$R = 2a_1$$~~

~~$S_2 \leftarrow R'$~~

Изображение в линзе отразившись в  
зеркале пройдет через него еще раз

$$\frac{1}{a'} + \frac{1}{b} = \frac{3}{h} \quad a' = \frac{h + 2h}{3} = \frac{5h}{6}$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{b} = \frac{3}{h} \Rightarrow \frac{1}{b} = \left( \frac{3-6}{5} \right) \frac{1}{h} = \frac{3}{5h} \Rightarrow b = \frac{5h}{3}$$



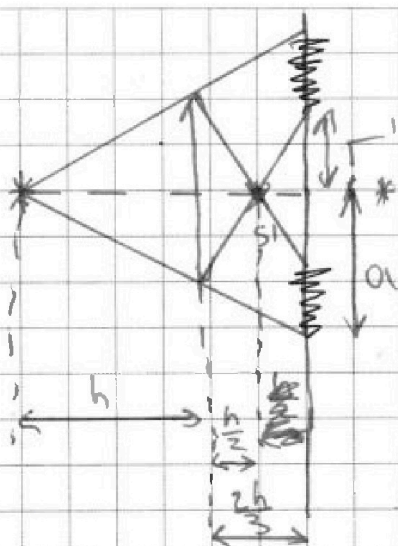


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{h} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{l} \Rightarrow l = \frac{h}{2}$$

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

Область тени  $\alpha$  выделена черной  
зречкой пусть радиус ~~тени~~ ~~света~~  $r'$

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

$$r' = \frac{r}{3}$$

Радиус краев света от крайних лучей  
не попадающих на линзу  $\alpha$ .

$$\frac{a}{r} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{\frac{h}{3}} = 5 \Rightarrow a = \frac{5}{3} r$$

$$\text{Площадь тени } S = \pi a^2 - \pi r'^2 = \pi (a - r') (a + r')$$

$$S = \pi \left(\frac{5r}{3} - 3r\right) \left(\frac{5r}{3} + 3r\right) = \pi r^2$$

~~$r' > \alpha$  тени на зеркале нет~~



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!

Значит область тени на экране  
имеет площадь

$$S = \pi (r_2^2 - r_1^2) = \pi (r_2 - r_1) (r_2 + r_1) = \pi \cdot \frac{4}{5} r \cdot 3r$$

$$S = \frac{24\pi r^2}{5}$$

Ответ:  $S_1 = 8\pi r^2$ ;  $S_2 = \frac{24\pi r^2}{5}$

$$S_1 = 200\pi \text{ см}^2; S_2 = 105\pi \text{ см}^2$$



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.

- 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!

$$\frac{KQ}{r} + \int E' dx$$

$$\frac{6}{5} - \frac{3}{2}$$

$$\int E' dx = KQ = \int$$

$$\begin{matrix} 4 \\ 25 \\ K 8 \\ 200 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 21 \\ 5 \\ 105 \end{matrix}$$

$$\Delta \varphi = -E dx$$

$$\frac{3}{5} - \frac{9}{8}$$

$$\begin{matrix} 1 \\ 13 \\ 5 \\ 65 \end{matrix}$$

$$x^2 = 2x$$

$$x^{-2} = -2x^{-3} = -\frac{2}{x^3}$$

$$\begin{matrix} 45 \\ -24 \\ 21 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 \\ 13 \\ 4 \\ 52 \end{matrix}$$

$$\int \frac{1}{x^2} dx = \int x^{-2} dx = \frac{x^{-1}}{-1} = -\frac{1}{x}$$

$$\int x = \frac{x^2}{2}$$

$$\frac{21}{40}$$

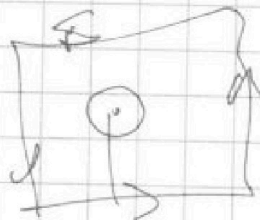
$$\begin{matrix} 2 \\ 12 \\ 13 \\ 36 \end{matrix}$$

$$\frac{3}{10} = \frac{21}{40} \text{ €}$$

~~10~~

$$\begin{matrix} 24 \\ 12 \\ 13 \\ 36 \\ 120 \\ 42 \\ 48 \end{matrix}$$

$$4 \text{ €} = 4$$



$$\begin{matrix} 1 \\ 13 \\ 6 \\ 48 \end{matrix}$$



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!

$$\begin{array}{r} 1 \\ 13 \\ \times 5 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 24 \\ \times 5 \\ \hline 120 \\ - \cancel{120} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 14 \\ \times 5 \\ \hline 70 \\ - 70 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 24 \\ \hline 21 \end{array}$$

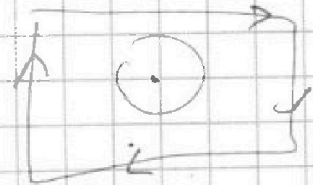
$$\begin{array}{r} 10 \cdot 10 \\ 120 \\ - 42 \\ \hline 78 \\ + 42 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$120 \times 5 = 600 = 600$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 3 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 12 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 2 \\ \hline 84 \end{array}$$



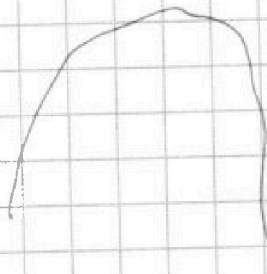
$$\begin{array}{r} 1 \\ 13 \\ \times 5 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 6 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 6 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ \times 2 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ - 28 \\ \hline 36 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 3 \\ \hline 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 14 \\ \times 5 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 64 \\ - 28 \\ \hline 36 \end{array}$$



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

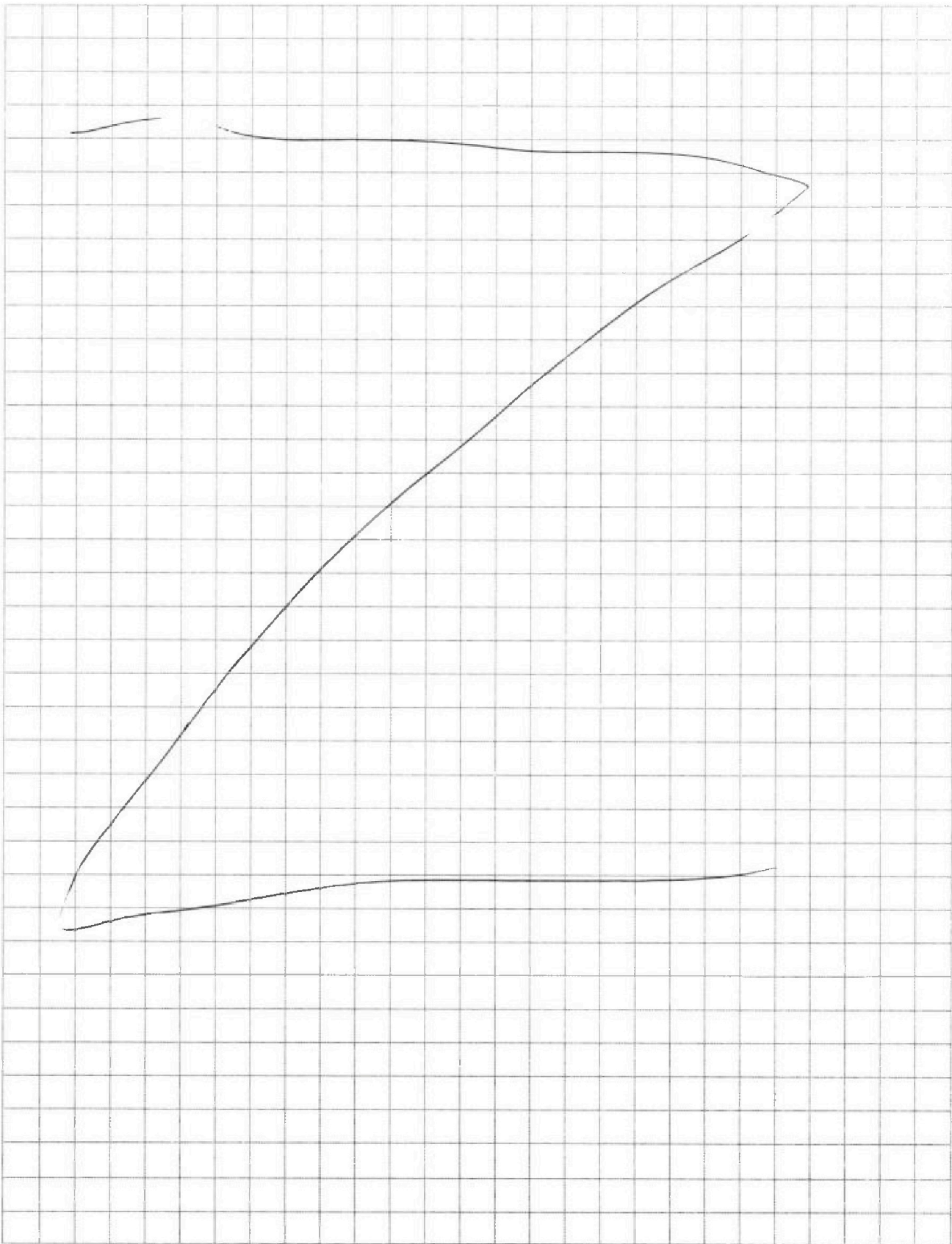
5

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

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!

