



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



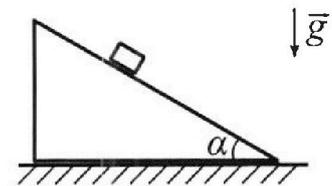
1. Шайба массой  $m=0,2$  кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону  $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$ , здесь  $\vec{V}_0$  – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости  $V_0 = 4$  м/с, постоянная  $T = 2$  с.

1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 4T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

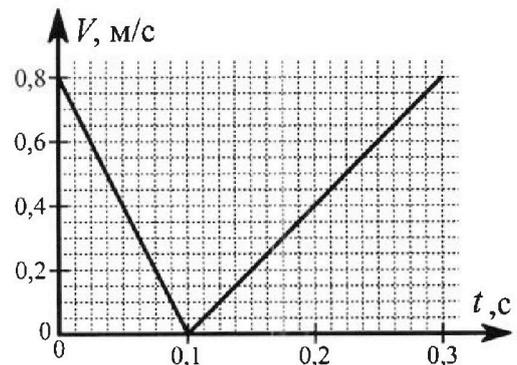
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $T = 4$  с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета  $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
2. Найдите горизонтальную дальность  $S$  полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны начального участка траектории.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы  $m = 0,2$  кг, масса клина  $2m$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль  $F_{тр}$  наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при  $0 < t < 0,3$  с.
3. При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,3$  с?





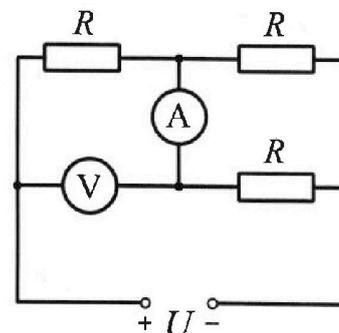
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 100$  Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 30$  В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с  $R$ , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с  $R$ .



1 Найдите силу  $I$  тока, текущего через источник.

2 Найдите показание  $U_V$  вольтметра.

3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре  $t_1 = 10$  °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды  $n = 9/7$ .

1. Найдите долю  $\delta$  массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру  $t_2$  льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда  $c_{л} = 2,1 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды  $c_{в} = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$  Дж/кг, температура плавления льда  $t_0 = 0$  °С.



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!

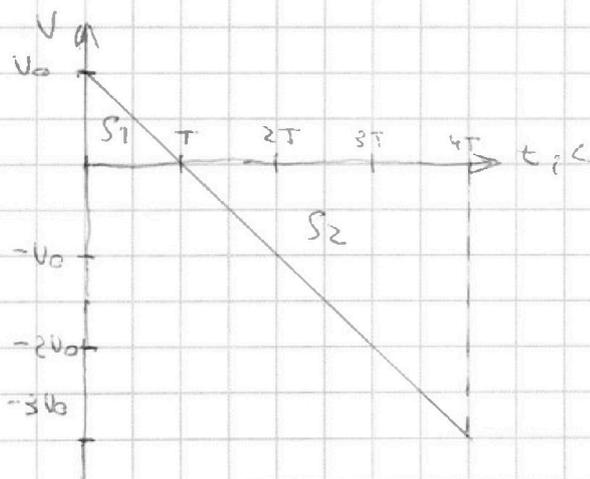
$$V(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = \vec{v}_0 \left(\frac{T-t}{T}\right)$$

$$V(t+\Delta t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t+\Delta t}{T}\right) = \vec{v}_0 \left(\frac{T-t-\Delta t}{T}\right)$$

$$\Delta V = V(t+\Delta t) - V(t) = \vec{v}_0 \left(\frac{T-t-\Delta t}{T} - \frac{T-t}{T}\right) = \vec{v}_0 \left(\frac{-\Delta t}{T}\right)$$

⇒  $\Delta V$  постоянно уменьшается равномерно ⇒

увеличение равноускоренное



$$P_{\text{полн}} S = S_1 + S_2 = \text{м.к}$$

⇒ используем формулу

$$V(t) = S \Rightarrow S = S_1 + S_2 =$$

$$= \frac{v_0 T}{2} + \frac{3 \cdot 3v_0 T}{2} =$$

$$= \frac{10 v_0 T}{2} = 5 v_0 T = \boxed{40 \text{ м}}$$

По II з. н. для шарика  $\vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow$

⇒ если мы найдем  $a$  мы узнаем  $F$

$$\vec{a} = \frac{dV}{dt} \text{ при РУА} \Rightarrow \vec{a} = \frac{-v_0 \frac{\Delta t}{T}}{\Delta t} = -\frac{v_0}{T} = -2 \text{ м/с}^2$$

м.к. мы не знаем масс. если знаем  $|\vec{a}|$

$$\text{и узнаем } |\vec{F}| = m \frac{v_0}{T} = m = \boxed{0,4 \text{ Н}}$$

$$\text{Итого работа силы за } T = F \cdot S_1 = \frac{v_0 T}{2} \cdot F = \boxed{1,6 \text{ Дж}}$$



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!

Ответ:  $40\text{ м}$ ;  $0,4\text{ м}^2$ ;  $1,6\text{ А}\cdot\text{ч}$



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

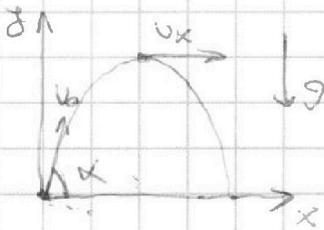
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

д2

Задача 2. Дано:  $v_0$  нач. скорость,  $g$  ускорение свободного падения

искомое:  $x$  дальность



Ускорение  $g$  направлено по оси  $y$

$$\Rightarrow v_x = \text{const}$$

Путь по оси  $x$  равен  $x$

$$\Rightarrow v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$

$$v_y(t) = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$v_x(t) = v_0 \cos \alpha$$

Итого знаем, что  $v$  — максимальна в

верхней точке траектории (там  $v_y = 0$ )

а максимальна в любой из начальных точек (туда в начале туда в конце и к тому  $v_y = \max$ )

Итого известно в верхней точке через  $\frac{T}{2}$  (принцип симметрии)  $\Rightarrow v_0 \sin \alpha = g \frac{T}{2}$  (там  $v_y = 0$ )

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow \frac{v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{gT}{2v_0}$$

$$\text{Максимальная дальность } S = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{(gT)^2}{8g} = \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{8}$$

$$\text{Дальность } S = v_x \cdot T = v_0 \cos \alpha \cdot T$$



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!

$$v_{\max} = \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2} = v_0 \Rightarrow 106 \text{ м/с}$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = n \Rightarrow v_{\max} = n v_{\min} \Rightarrow \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2} = n v_x$$

$$\Rightarrow v_{y0}^2 + v_x^2 = n^2 v_x^2 = 4 v_x^2$$

$$\Rightarrow v_{y0}^2 = 3 v_x^2$$

$$\Rightarrow v_x = \sqrt{\frac{v_{y0}}{3}} = \frac{297}{2\sqrt{3}} \Rightarrow S = v_x T = \frac{9T^2}{2\sqrt{3}} =$$

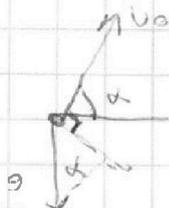
$$= \boxed{\frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}}$$

Итак же известно  $v_{y0} = v_0 \sin \alpha$ ,  $v_x = v_0 \cos \alpha$

$$\Rightarrow v_x = \frac{v_{y0}}{\sqrt{3}} \text{ или } \sqrt{3} v_0 \cos \alpha = v_0 \sin \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \sqrt{3}$$

$$v_0 = v_{\max} = \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2} = \sqrt{3 v_x^2 + v_x^2} = 2 v_x = 2 v_0 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$R_{\text{лп}} = \frac{v_0^2}{a_n} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{4 v_0^2}{g \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{4(97)^2}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 9} = \frac{89 \cdot 1^2}{\sqrt{3}}$$

$$= \boxed{\frac{1280}{\sqrt{3}} \text{ м}}$$

Ответ:  $\frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$ ;  $\frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$ ;  $\frac{1280}{\sqrt{3}} \text{ м}$



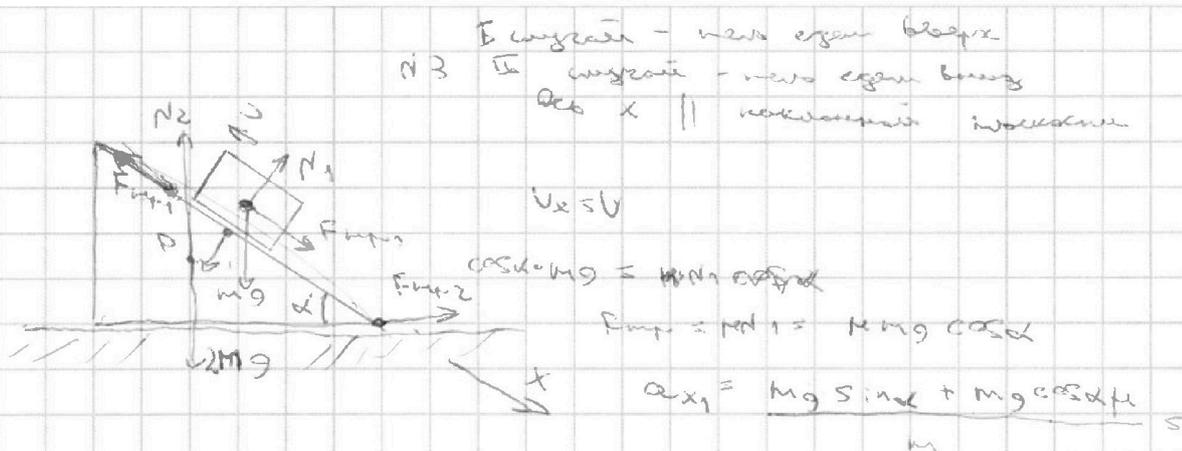
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$= g \sin \alpha + g \cos \alpha \mu$$

В системе ось от начала оси от начала оси

в направлении вправо  $\Rightarrow a_{x2} = g \sin \alpha - g \mu \cos \alpha$

По формуле Майера  $a_{x1}$  и  $a_{x2}$

$$\text{или } \frac{dv}{dt} : a_{x1} = \frac{g \sin \alpha}{0,1} = 8 \text{ м/с}^2 \quad a_{x2} = \frac{g \sin \alpha}{0,2} = 4 \text{ м/с}^2$$

Сложим

получим  $a_{x1}$  и  $a_{x2}$  и найдем  $a_{x1} + a_{x2}$

$$= g \sin \alpha + g \cos \alpha \mu + g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu = 2g \sin \alpha = 12 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

~~$F_{тр2} = F_{тр1} \cos \alpha + m_0 \cos \alpha \sin \alpha$~~

И теперь выразим  $v_3$   $\frac{1000}{25}$  и найдем:

$$2g \cos \alpha \mu = 4 \text{ м/с}^2 \quad \frac{8}{5} mg = \frac{12}{5} \text{ м/с}^2 \quad m = 0,25$$

В системе  $F_{тр2} = F_{тр1} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha =$

$$= mg \mu \cos \alpha + \frac{12}{25} mg = \frac{1}{5} mg + \frac{12}{25} mg = \frac{18}{25} mg = 3,4 \text{ Н}$$



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!

Вектор силы тяжести  $F_{гп,2} = F_{гп,1} \cos \alpha + m g \cos \alpha \sin \alpha$

так как требуется вычислить  $\cos \alpha$  в первом случае  $m, k$ .

на угол  $\alpha$   $\cos \alpha = \frac{2 F_{гп,1} \cos \alpha}{m g}$

Ответ:  $\frac{2}{5}$

Ответ:  $\frac{2}{5}$ ;  $\frac{1}{2} \cdot 3,4 \text{ М}$

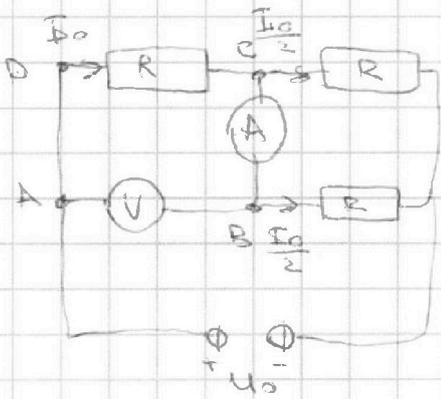


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



24

$I_0$  - весь ток в цепи  
 $\Rightarrow$  Токеновский ток в цепи  
 $\Rightarrow U_0 = I_0 R + \frac{I_0}{2} \cdot R = \frac{3}{2} I_0 R = U$   
 $\Rightarrow I_0 = \frac{2 \cdot U}{3 \cdot R} = \boxed{0,2 \text{ A}}$

$U_V$  - напряжение на  $\odot$

$U_0 = U_{AB} = U_{BC}$  и  $U_{AD} = 0$

и  $U_{BC} = 0$  (R параллельно R  $\odot$   $\ll$  R)

$\Rightarrow U_0 = I_0 R = \boxed{20 \text{ B}}$

$P_0$  - максимальная мощность в цепи

$\Rightarrow P_{\text{цепи}} = R_0 \cdot I_0^2$   
 $R_0 = \frac{U_0}{I_0} \Rightarrow P = \frac{U_0^2}{I_0} = \frac{U^2}{\frac{3}{2} I_0} = P = U I_0 = \frac{2 U^2}{3 \cdot R} = \boxed{6 \text{ Вт}}$

Ответы: 0,2 A; 20 B; 6 Вт



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  
12 ИЗ 21

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!

$\Delta t$  - масса замёрзшей воды  $N \cdot 5$   
Плотность замёрзшей воды равна  $\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = n = \frac{9}{7}$

$$\Rightarrow m + \Delta m = \frac{9}{7} m \Rightarrow \frac{2}{7} \Delta m = \frac{16}{7} \Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{2}{16} m$$

$$= \frac{1}{8} m$$

Затем УТВ для этого процесса:

$$m \cdot c_B = (t_1 - 0) \cdot \Delta m \cdot c_A = c_A (0 - t_2) m$$

$$m t_1 c_A = m \Delta m - m c_B t_2$$

$$t_2 = \frac{-\Delta m - m c_B t_1}{m c_A} = \frac{-\frac{1}{8} m - c_B t_1}{c_A} = -40^\circ \text{C}$$

Ответ:  $\frac{1}{8}$ ;  $-40^\circ \text{C}$

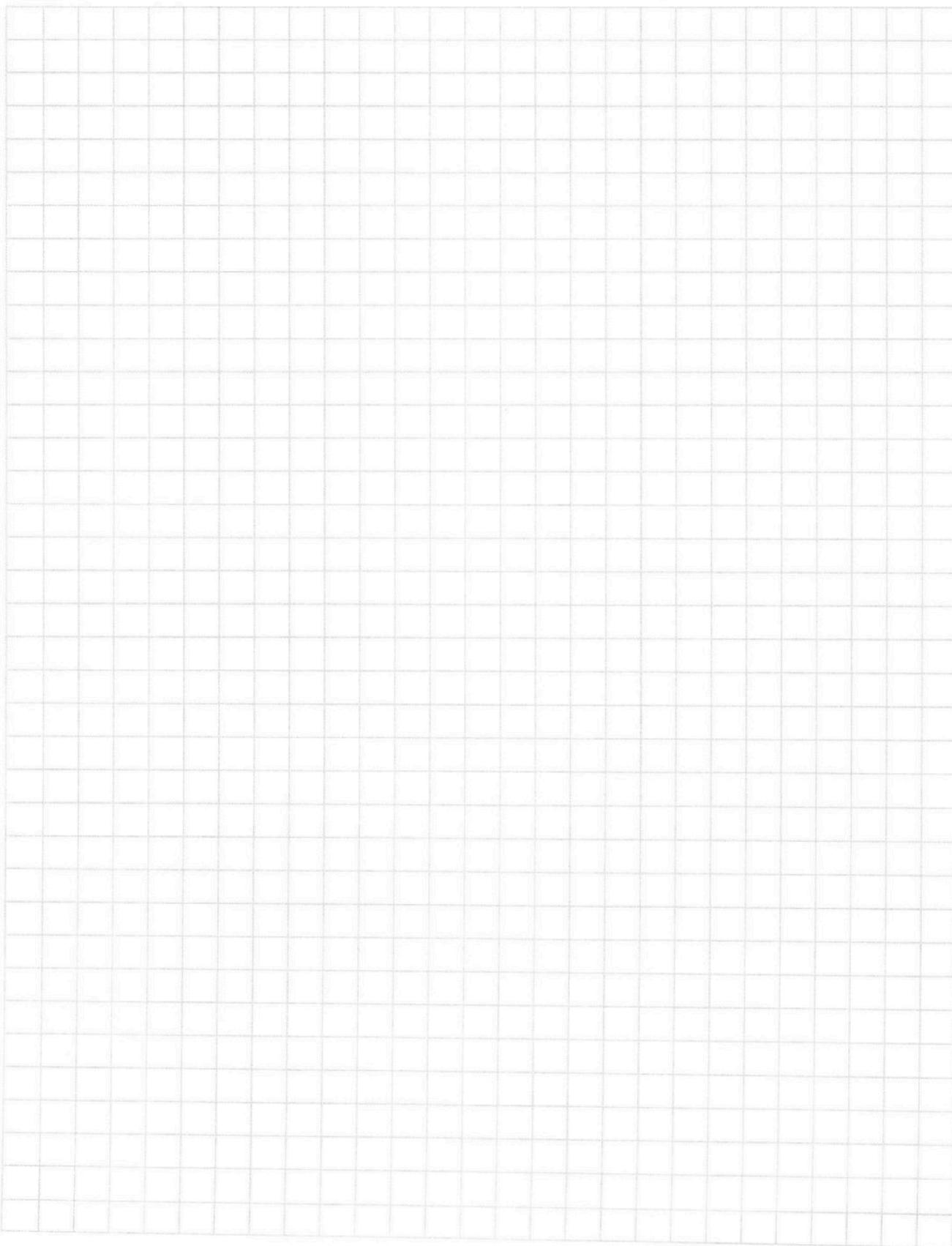


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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!

