



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 $t = T$.

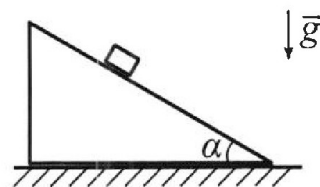
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.

2. Найдите горизонтальную дальность S полета.

3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

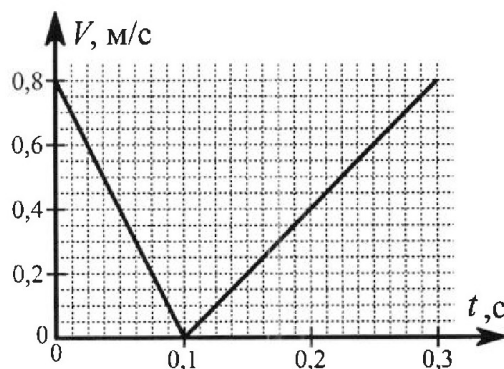
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до 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/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





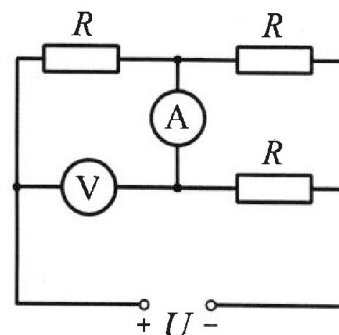
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ 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!

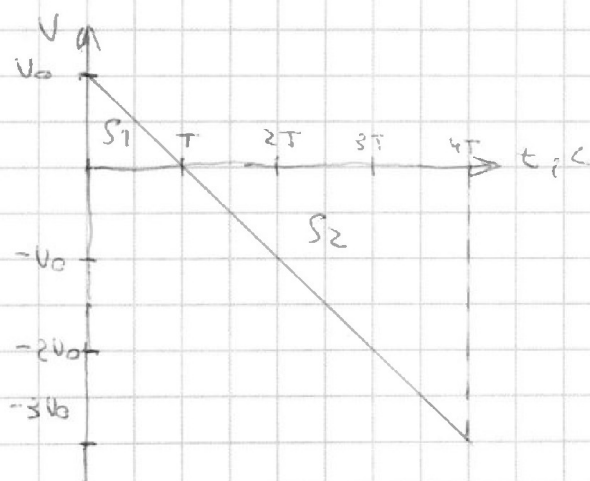
$$V(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = \vec{V}_0 \left(\frac{T-t}{T}\right)$$

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

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

$\Rightarrow$ скорость уменьшается равномерно $\Rightarrow$

движение равноускоренное



$$\text{Решение } S = S_1 + S_2 \text{ н.к}$$

$\Rightarrow$ используя наш формулу

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

$$= \frac{V_0 T}{2} + \frac{3 \cdot 3V_0 T}{2} =$$

$$= \frac{10 V_0 T}{2} = 5V_0 T = \boxed{40 \text{ м}}$$

по II з.н. для матери $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ если мы найдем a мы узнаем F

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} \text{ при РУД } \Rightarrow \vec{a} = \frac{-V_0 \frac{\Delta t}{T}}{\Delta t} = -\frac{V_0}{T} = -2 \text{ м/с}^2$$

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

$$\text{и узнаем } |\vec{F}| = m \frac{V_0}{T} = m = \boxed{0,4 \text{ Н}}$$

$$\text{Потому работа силы за } T = F \cdot S_1 = \frac{V_0 T}{2} \cdot F = \boxed{1,6 \text{ Дж}}$$



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 м ; 0,4^м ; 1,6 д.к



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
☐

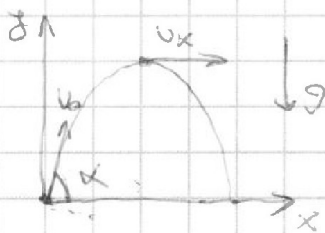
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

2

Задача 2. Дано: g — ускорение свободного падения

и α — угол наклона



Ускорение g направлено по оси y

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

Путь по оси x равен x

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

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$

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

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

Путь по оси y равен y — максимальная высота

Верхней точки траектории (где $v_y = 0$)

а максимальная высота достигается в момент t_{max} (где $v_y = 0$)

Путь по оси y равен y — максимальная высота (где $v_y = 0$)

$$\frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} \Rightarrow \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} \Rightarrow \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha}$$

$$\frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} \Rightarrow \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} \Rightarrow \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha} = \frac{v_y(t)}{v_0 \sin \alpha}$$

$$S = v_x \cdot T = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$



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!

$$v_{\max} = \sqrt{v_{y0}^2 + v_x^2} = v_0 \Rightarrow 0,6 \text{ м/с}$$

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

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

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

$$\Rightarrow v_x = \sqrt{\frac{v_{y0}^2}{3}} = \frac{0,9 \text{ м/с}}{\sqrt{3}} \Rightarrow S = v_x T = \frac{0,9 \text{ м/с}}{\sqrt{3}} \cdot 5$$

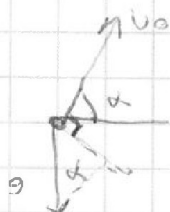
$$= \boxed{\frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}}$$

Итак, имеем: $v_{y0} = v_0 \sin \alpha$, $v_x = v_0 \cos \alpha$

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

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

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



$$R_{\text{кр}} = \frac{v_0^2}{a_{\text{кр}}} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{4 v_{y0}^2}{g \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{4 (0,9 \text{ м/с})^2}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 9} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

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

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



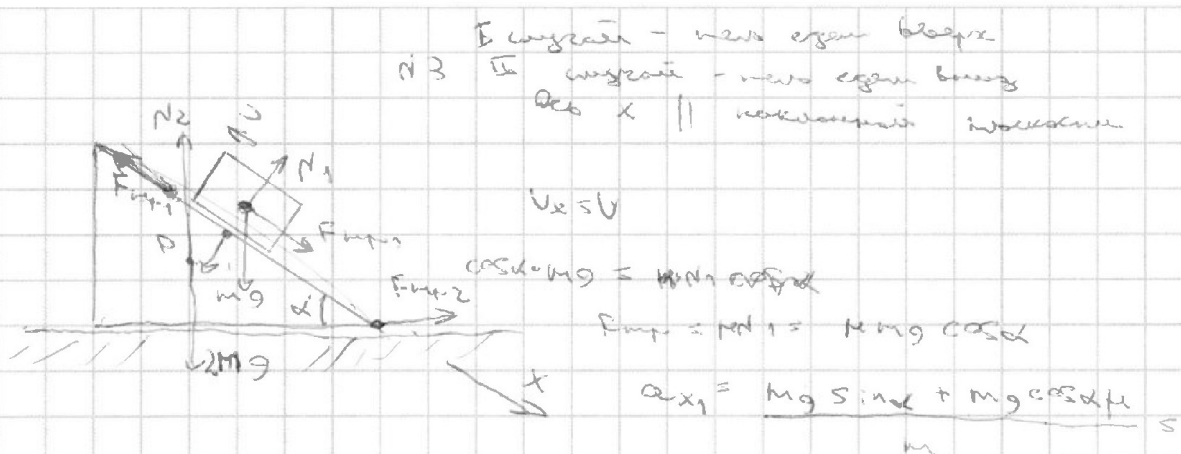
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



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

В системе масса второго тела блок
и масса второго тела блок $\Rightarrow a_{x2} = g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$

$\cos \alpha \mu$ По формуле нахождения a_{x1} и a_{x2}

или $\frac{dv}{dt} : a_{x1} = \frac{g \sin \alpha}{0,10} = 8 \text{ м/с}^2$ $a_{x2} = \frac{g \sin \alpha}{0,20} = 4 \text{ м/с}^2$

Составим уравнение a_{x1} и a_{x2} и найдем $a_{x1} + a_{x2}$

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

$$\sin \alpha = \left[\frac{3}{5} \right] \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

~~В системе~~ $F_{тр2} = F_{тр1} \cos \alpha + m_2 \cos \alpha \sin \alpha$

и теперь выразим v_2 $\frac{100}{200}$ и найдем:

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

В системе $F_{тр2} = F_{тр1} \cos \alpha + m_2 \cos \alpha \sin \alpha =$

$$= m_2 \mu \cos \alpha + \frac{12}{25} m_2 = \frac{1}{5} m_2 + \frac{12}{25} m_2 = \left[\frac{17}{25} \right] m_2 = \boxed{3,4 \text{ Н}}$$



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!

430. Визуальное значение $F_{np,2} = -F_{np,1} \cos \alpha + m g \cos \alpha \sin \alpha$

так как требуется определить знак в уравнении m, k .

так что $F_{np,1} \cos \alpha$

Ответ: $\frac{2}{5}$; $3,4 \text{ Н}$

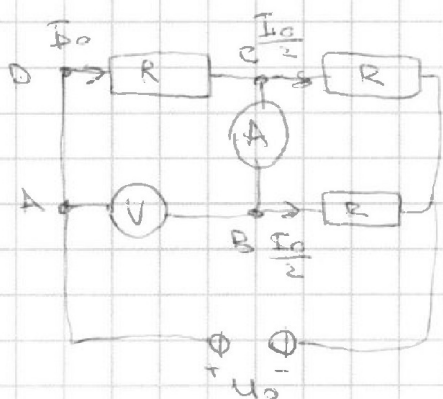
Ответ: $\frac{2}{5}$; $3,4 \text{ Н}$



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
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!



4

 I_0 - весь ток в цепи Φ ток через 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_0 - напряжение на $\textcircled{V}$

$$U_0 = U_{AB} = U_{BC} \text{ и т.д. } U_{AD} = 0$$

$$\text{и } U_{BC} = 0 \text{ (R параллельно R и R } \textcircled{A} < R)$$

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

 P_0 - максимальная мощность в цепи

$$\Rightarrow P_{\text{цепи}} = R_0 \cdot I_0^2$$

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

Ответ: 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!

ДС - масса заморозки воды $N 5$
Плотность заморозки равновесия $\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = n = \frac{9}{8}$

$$\Rightarrow m + \Delta m = \frac{9}{8} m = \frac{9}{8} \Delta m \Rightarrow \frac{2}{8} m = \frac{16}{8} \Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{2}{16} m$$

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

Заменим УТВ для этого процесса:

$$m_{CB} = (t_{CB} - 0^\circ) + \Delta m \cdot \lambda = C_1 (0 - t_2) m$$

$$m t_2 C_1 = m - \lambda \Delta m - m_{CB} t_{CB}$$

$$t_2 = \frac{-\lambda \Delta m - m_{CB} t_{CB}}{m C_1} = \frac{-\frac{1}{8} \lambda - C_1 t_1}{C_1} = -40^\circ \text{C}$$

Ответ: $\frac{1}{8}$; -40°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
☐

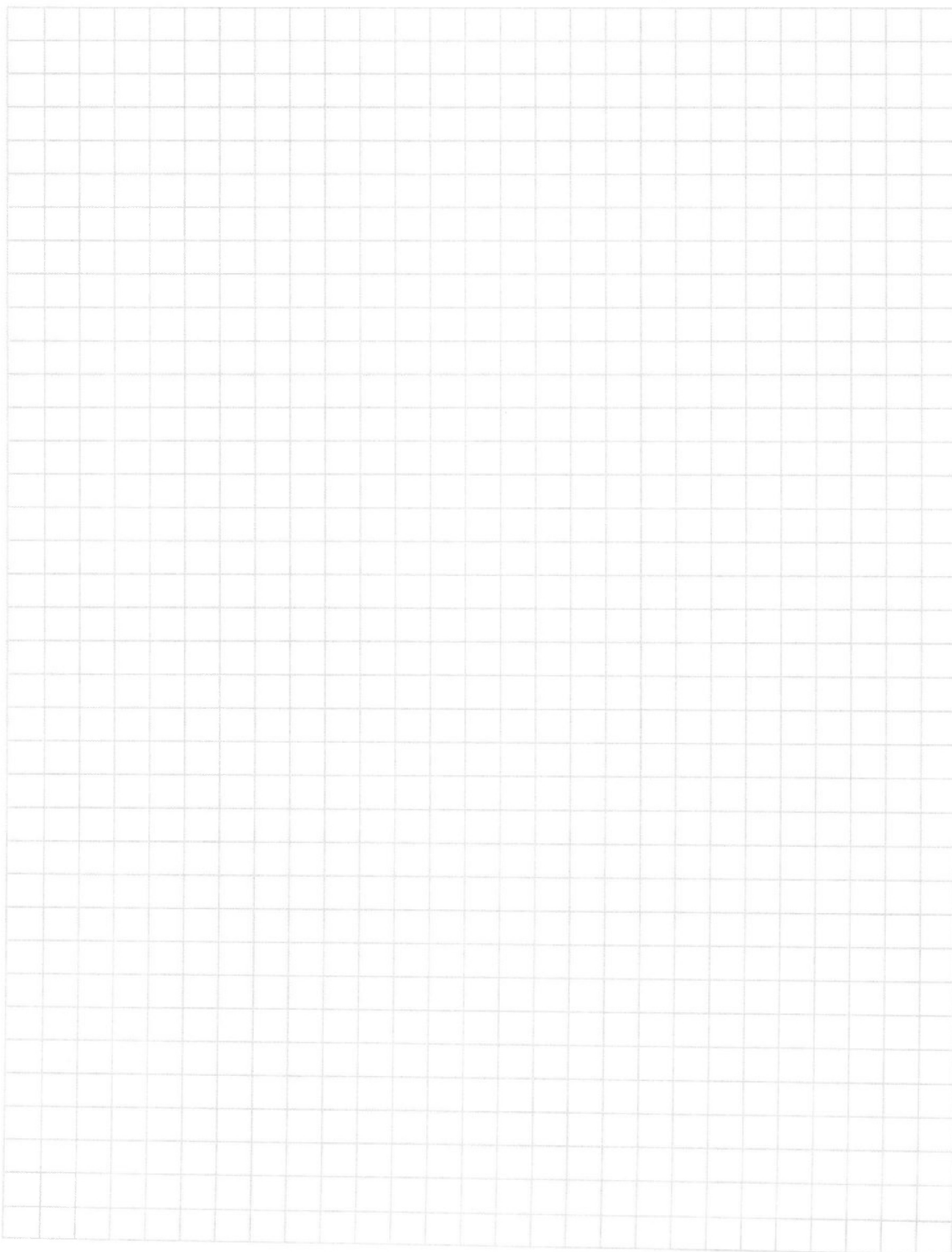
5
☐

6
☐

7
☐

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!

