

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

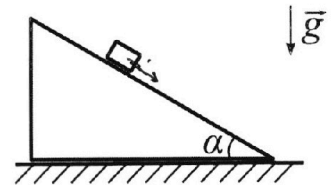
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

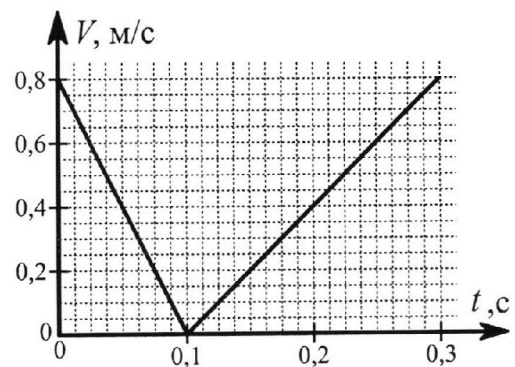
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





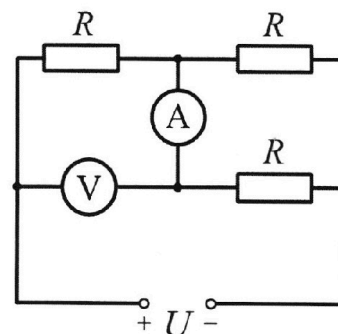
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 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!

N 1

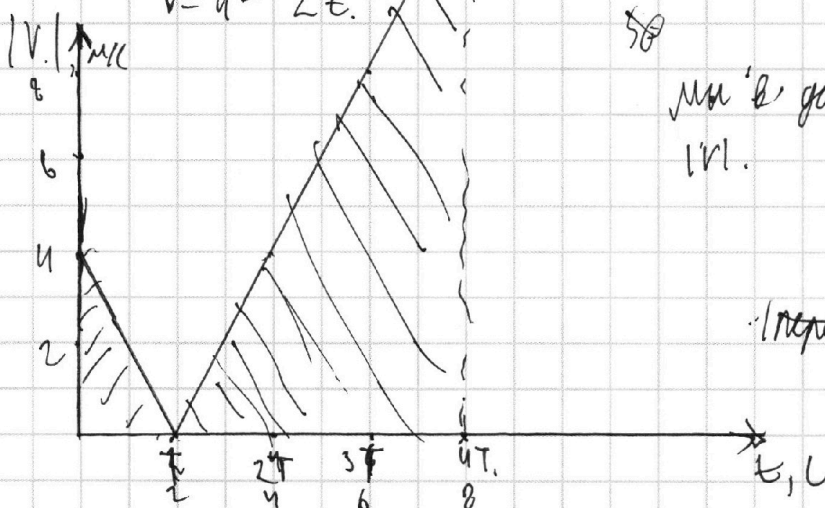
Заметим, что по данному закону скорость изменяется по закону, но остается всегда параллельным первоначальной, значит у нас движение по одной прямой и значит верно уравнение $v = v_0(1 - \frac{t}{T})$ и путь s в направлении движения является прямой.

1) $v = v_0(1 - \frac{t}{T}) = v_0 - \frac{v_0}{T}t$, заметим что по уравнению для скорости $v = v_0 - at$ мы имеем $a = \frac{v_0}{T}$, а значит ускорение прямо пропорционально $(a = \frac{1}{2} = 2 \text{ м/с}^2)$.

$$v = v_0 - at$$

$$v = 4 - 2t$$

$$T = 2 \text{ с} \quad \text{и } T = 3 \text{ с} \quad \text{и } T = 4 \text{ с}$$



мы в данном случае берем $|v|$.

L - перемещение машины
/перем.

Путь равен сумме пройденных путей машины по времени

$$S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 3 = 4 + 9 = 13 \text{ м.}$$

по формуле $ma = F$ $F = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ Н}$

Заметим что в моменте $t = 0$ и $t = T$ тело находится в покое и при этом всегда движется против движения машины, значит работа отрицательная

$$A_F = -\int F \cdot ds = -\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,4 = -1,6 \text{ Дж.}$$

Итак: $S = 13 \text{ м}$ $F = 0,4 \text{ Н}$ $A_F = -1,6 \text{ Дж}$



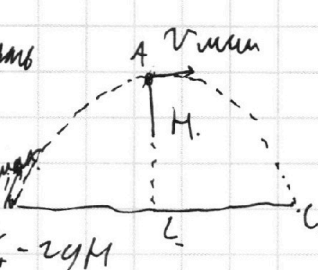
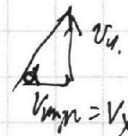
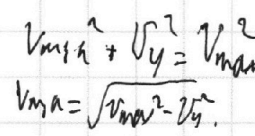
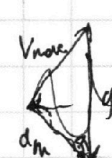
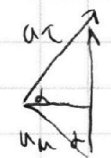
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

У нас площадка ровная. NH
 по условию максимальная скорость
 в точке B и C (они
 равны по закону сохранения
 энергии), а V_{min} — в точке A.
 1. $\frac{V_{max}^2}{2} = \frac{V_{min}^2}{2} + 2gH \Rightarrow V_{min}^2 = V_{max}^2 - 2gH$
 $V_{min} = \sqrt{V_{max}^2 - 2gH}$. так же, замечание.
 что V_{min} — скорость в точке A, когда находится
 в самой верхней точке траектории, когда проекция
 времени ($T = 2L$), то есть $V_y = g \frac{T}{2} = 20 \text{ м/с}$, тогда $V_{min} = \sqrt{V_{max}^2 - V_y^2}$
 $V_y^2 = 2gH$.
 $2gH = 400$.
 $H = 20 \text{ м}$.
 $\frac{V_{max}^2}{2} = \frac{V_{min}^2}{2} + 2gH$
 $V_{max}^2 = V_{min}^2 + 400$
 $V_{min} = \sqrt{\frac{1600}{3} - 400} = \frac{20}{\sqrt{3}}$
 $S = V_{min} \cdot T = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$
 $a_n = \cos 2\alpha$
 $a_n = 5 \text{ м/с}^2$
 $a_n = \frac{V_{max}^2}{R}$
 $R = \frac{V_{max}^2}{a_n} = \frac{1600}{5} = \frac{320}{3} \text{ м}$
 Ответ: $H = 20 \text{ м}$ $S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$ $R_x = \frac{320}{3} \text{ м}$



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
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!

Перед замечем, что
масса ускорится с силой $F_g = \cos 2 \cdot mg$
(исходя) всё время $0 < t < 0,3$ с.

II 3м. $F_z = F_{gab} \cdot \sin \alpha = mg \cos 2 \cdot \sin \alpha$

$F_z = F_{gab} \cdot \cos 2 = mg \cos^2 2$ вместо ускорения

$F_z + 2mg = N$ (по III 3 М)

$F_{mpk} = N \cdot \mu_k = (F_z + 2mg) \mu_k = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,96$ Н.
 $F_{mpk} = \{ mg \cos^2 2 + 2mg \} \mu_k$

масса или показана. $F_{mpk} > F_z$

$(mg \cos^2 2 + 2mg) \mu_k \geq mg \cos 2 \cdot \sin \alpha$

$(\cos^2 2 + 2) \mu_k \geq \cos 2 \cdot \sin \alpha$
 $\mu_k \geq \frac{\cos 2 \cdot \sin \alpha}{\cos^2 2 + 2} = \frac{0,6 \cdot 0,8}{0,64 + 2} = \frac{0,48}{2,64} =$

$\approx \frac{24}{132} = \frac{12}{66} = \frac{2}{11}$

$\mu_k \geq \frac{2}{11}$

Умеем: $\sin \alpha = 0,6$ $F_{mp} = 0,96$ Н $\mu_k \geq \frac{2}{11}$



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!

№3.

По II ЗМ. Заметим, что если между шарами скорость вырывается по кинематике, то между ними не будет относительного смещения. Но II ЗМ.

$$F_{\text{тр}} - F_1 = ma_1 \quad (\text{м.к. шаров относительно земли}), \text{ м.к.}$$

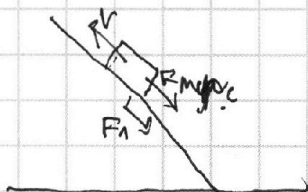
$F_{\text{тр}} > F_1$, а значит когда тело.

отомкнется трение скольжения замкнется и трение покоя и $F_{\text{тр}} = F_1$, а значит ускорение будет равно 0 и тело не будет двигаться.

Если между шариками есть скорость надрывающегося.

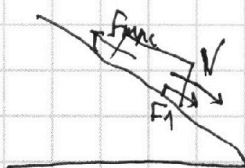
$F_1 > F_{\text{тр}}$, вырывается, то:

до момента



II

после остановки. Тело и шарика разлетаются.



трение скольжения на $F_{\text{тр}} = \mu N$

$$F_y = \cos \alpha \cdot mg$$

$$F_x = \sin \alpha \cdot mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N \cdot F_y = \mu \cos \alpha \cdot mg \cdot N$$

По I ЗМ. Ньютона

$$F_{\text{тр}} + F_1 = ma_1$$

$$\mu \cos \alpha \cdot mg + \sin \alpha \cdot mg = ma_1$$

$$a_1 = \mu \cos \alpha \cdot g + \sin \alpha \cdot g$$

ускорение тела относительно земли

По II ЗМ:

$$F_1 - F_{\text{тр}} = ma_2$$

$$\sin \alpha \cdot mg - \mu \cos \alpha \cdot mg = ma_2$$

$$\sin \alpha \cdot g - \mu \cos \alpha \cdot g = a_2$$

ускорение тела относительно шарика

$$V = V_0 + at, \text{ где } a = a_1 + a_2, \text{ так как, учитывая, что м.к.}$$

ускорения относительно шарика $V(t)$, м.к. шарика

$$a_1 = \frac{0.6}{0.1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{0.6}{0.2} = 3 \text{ м/с}^2$$

$$\mu \cos \alpha \cdot g + \sin \alpha \cdot g = a_1$$

$$\sin \alpha \cdot g - \mu \cos \alpha \cdot g = a_2$$

$$2 \sin \alpha \cdot g = a_1 + a_2 = 12$$

$$\sin \alpha = 0.6$$



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!

Если учесть, что сопротивление
вольтметра очень велико и
амперметр практически можно
по сути можно пересчитать как на
рис. 1

Вольтметр показывает напряжение V_1 , а амперметр ток I_1
(т.к. сопротивления r_1 и r_2 равны 1).

$$R_{23} = \frac{R \cdot R}{2R} = \frac{R}{2}$$

$$V = (R + \frac{R}{2}) \cdot 2I_1 = 3RI_1$$

$$2RI_1 = \frac{V}{1,5}$$

$$V_1 = 20 \text{ В.}$$

$$V_1 = R \cdot 2I_1$$

$$3RI_1 = V$$

$$I_1 = \frac{30}{300} = 0,1 \text{ А.}$$

Весь ток $2I_1$, все напряжение V

$$P = V \cdot 2I_1 = 30 \cdot 0,2 = 6 \text{ Вт.}$$

Ответ: вольтметр показывает 20 В, амперметр
0,1 А, мощность которая рассеивается $P = 6 \text{ Вт}$.

Готово!



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!

№5.

Пусть γ нас было по γ х масса льда и воды. Когда уменьшилась масса воды равна γ х, а в конце воды стало γ х, значит для массы воды которая превратилась в лед к массе изначально воды равно $\frac{\gamma x - \gamma x}{\gamma x} = \frac{1}{2}$.

Пусть m - масса воды или льда изначально

Тепло которое вышло из воды $Q_0 = m(c_0(t_1 + 0) + \frac{1}{2} m \lambda$, а тепло которое пошло на замораживание льда.

$Q_1 = m(c_1(t_2 - 0))$. Но к в тепловом уравнении масса льда и воды, но $Q_1 = Q_0$.

$$m(c_0 t_1 + \frac{1}{2} m \lambda) = m c_1 t_2$$

$$t_1 = \frac{c_0 t_1 + \frac{1}{2} \lambda}{c_1} = 2 \cdot 10 = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3,36 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10 = \frac{49,42 \cdot 10^2}{2,1} =$$

$$= 20 - 0,2 \cdot 10^2 = -40^\circ \text{C}$$

Ответ: $\gamma = \frac{1}{2}$ $t_2 = -40^\circ \text{C}$



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
☐

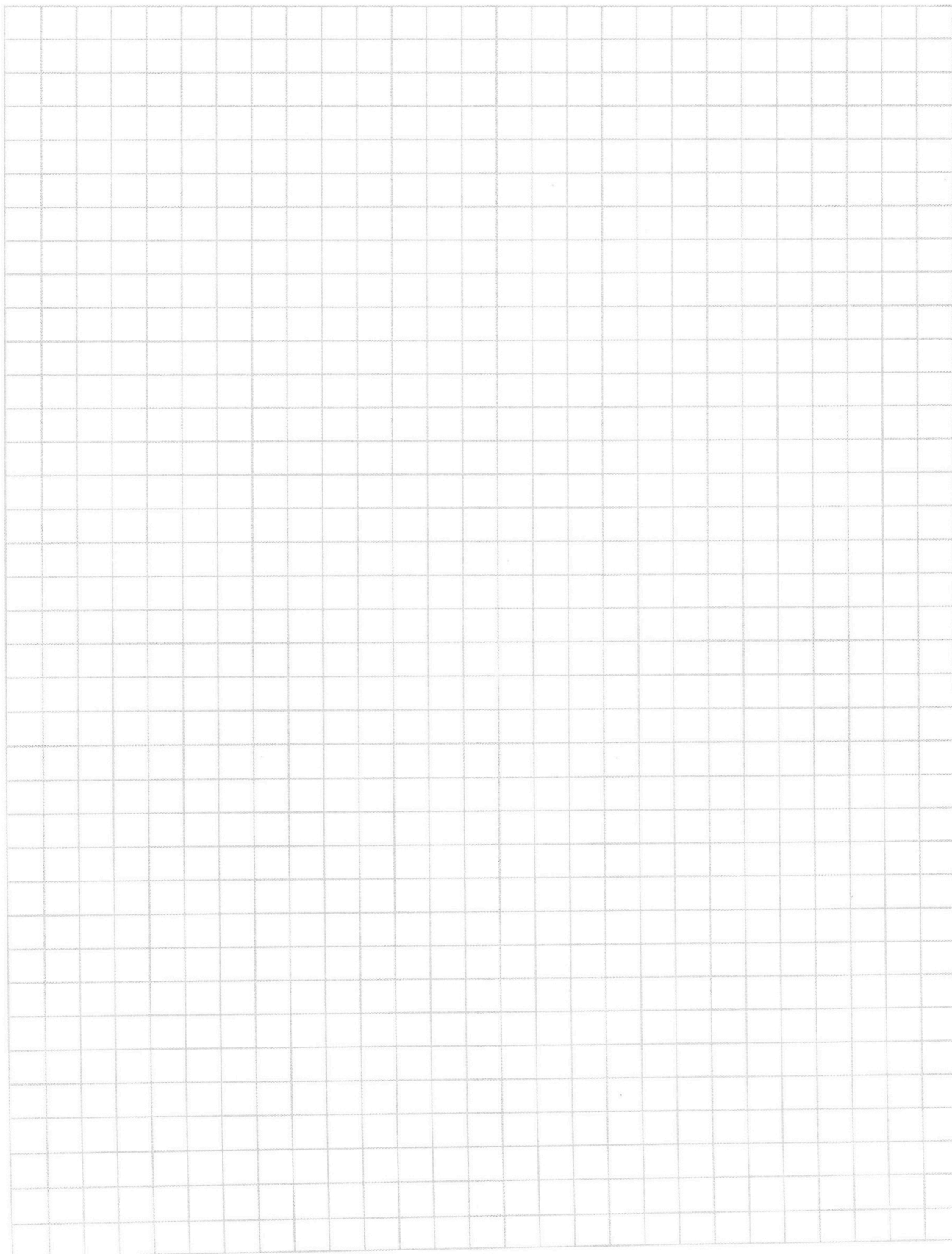
5
☐

6
☐

7
☐

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!



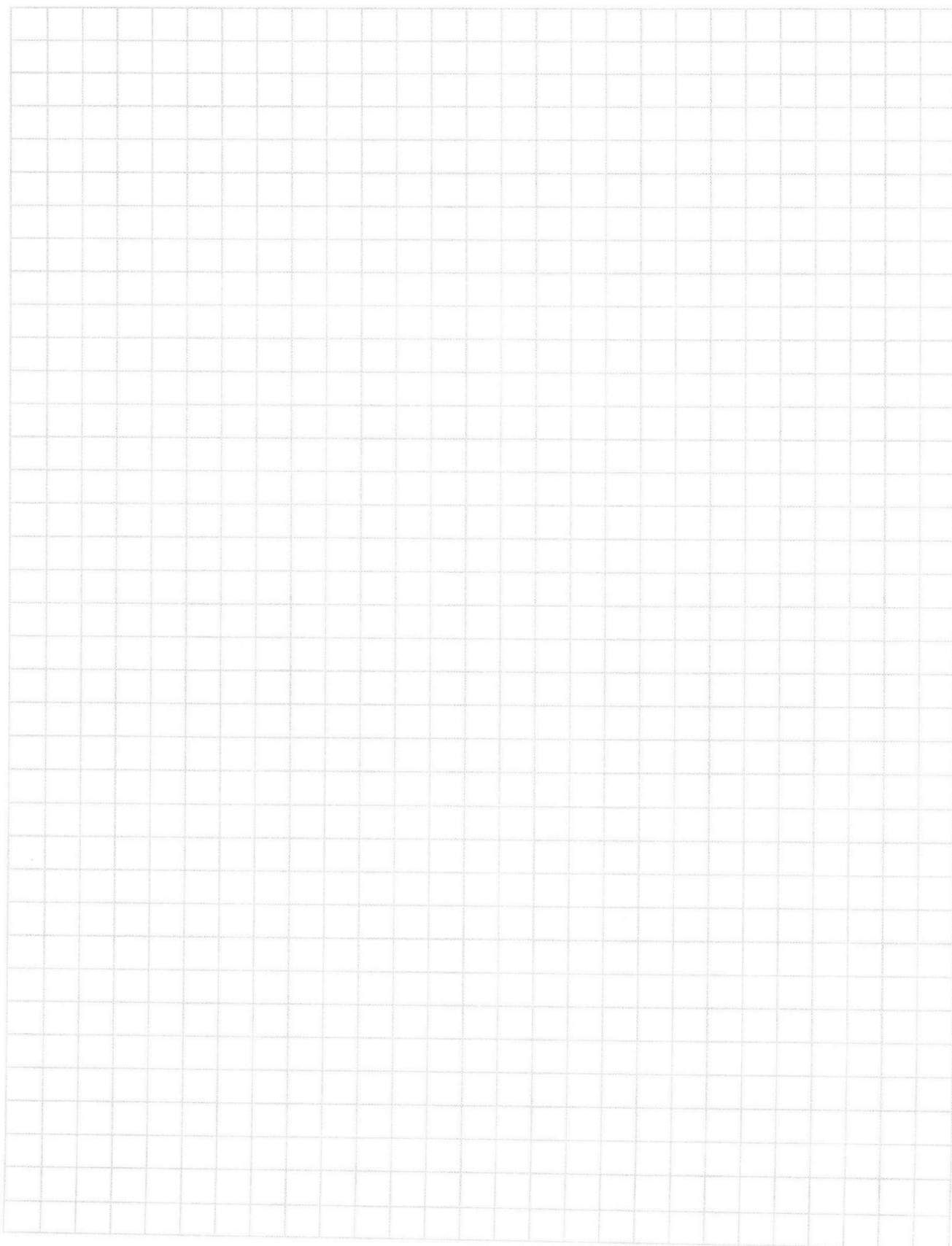


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

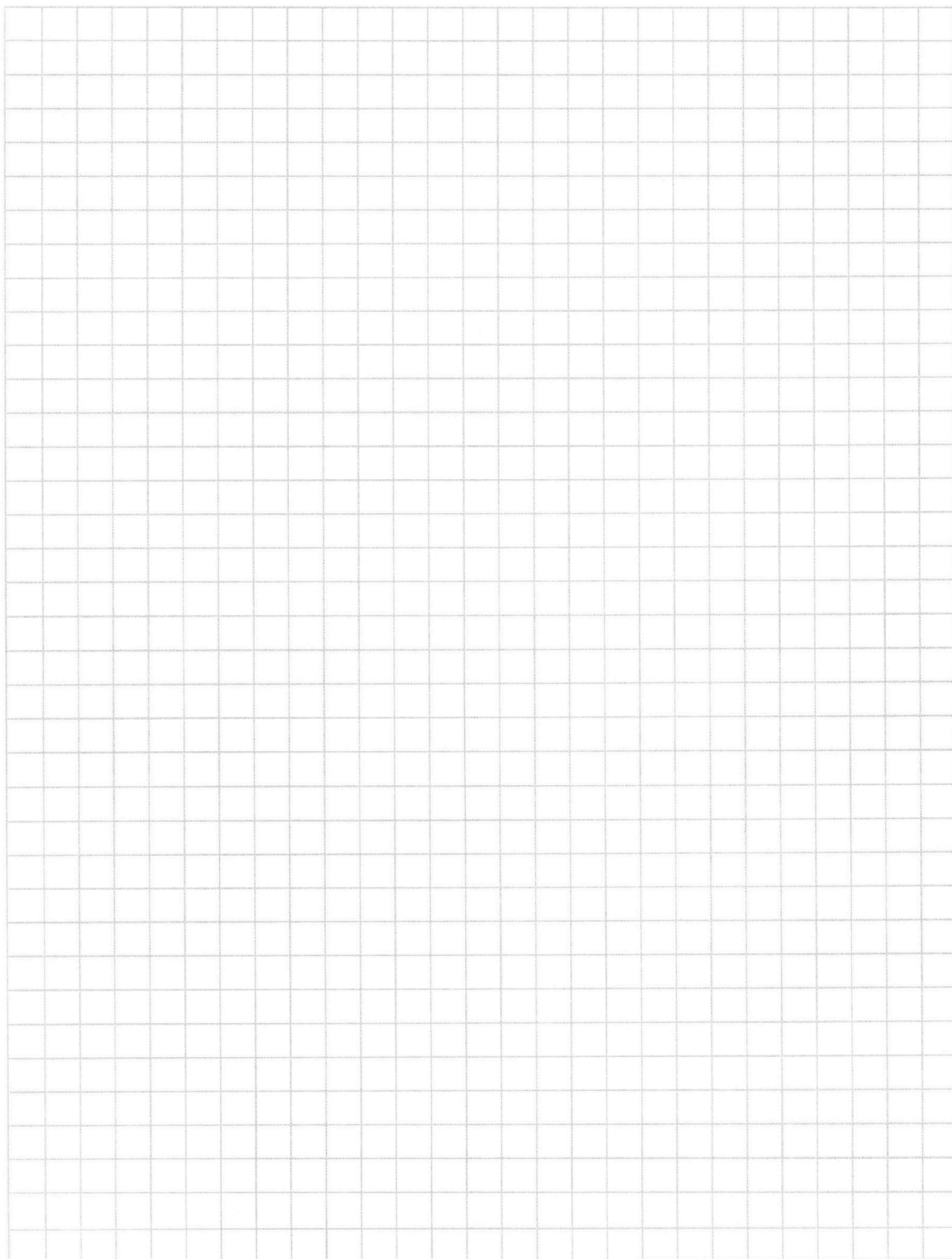
5
☐

6
☐

7
☐

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!

