

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

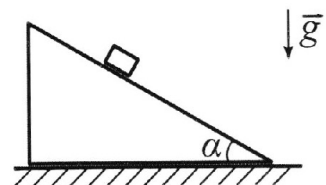
1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

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

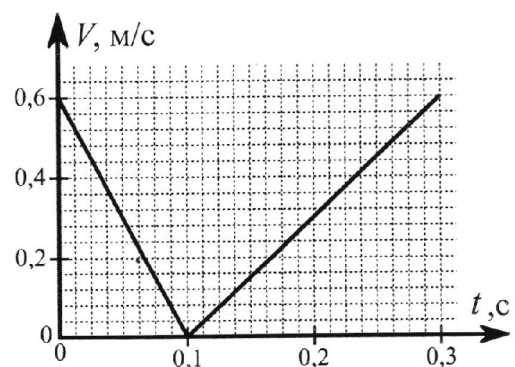
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.
2. Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.
3. Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

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 $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



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





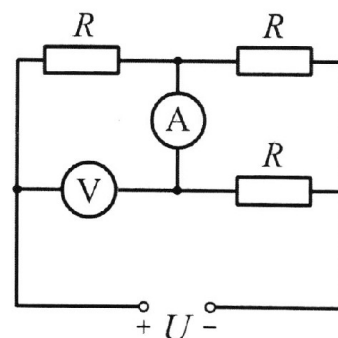
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ 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 I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре t_1 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

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
☐

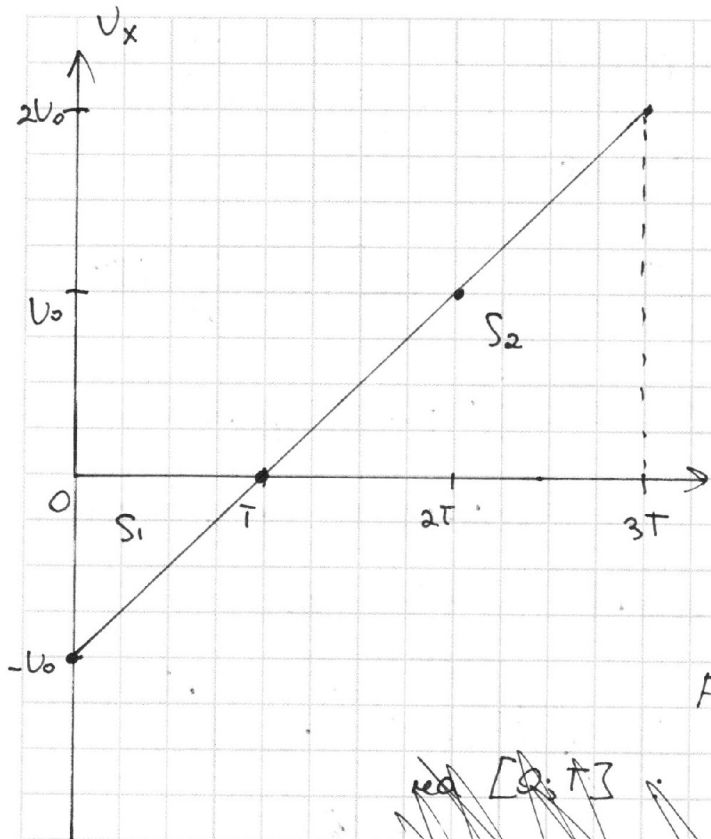
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$\vec{v}(t)$ зависит линейно

$\Rightarrow$ пчг

$S = S_1 + S_2 = \sum S_{\text{пог. графи}}$

$$S_{\text{пол}} = \frac{v_0 T}{2} + \frac{2v_0 \cdot 2T}{2} =$$

$$= \frac{v_0 T}{2} + 2v_0 T = 2,5v_0 T = 20 \text{ м}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0}{T}$$

$$F = ma = \frac{mv_0}{T} = \frac{0,4 \cdot 2}{4} = 0,2 \text{ Н}$$

на $[0; T]$

$v < 0$
 $a > 0$

~~вектор скорости~~ ~~и вектор силы~~ ~~направлены~~
~~в противоположные~~

~~не согласен~~

~~не согласен~~

$$A = Fx \cdot S_x = \frac{mv_0}{T} \cdot \left(-\frac{v_0 T}{2}\right) = 0,2 \cdot (-4) = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 2,5 v_0 T = 20 \text{ м}$

$$F = \frac{mv_0}{T} = 0,2 \text{ Н}$$

$$A = -\frac{mv_0^2}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

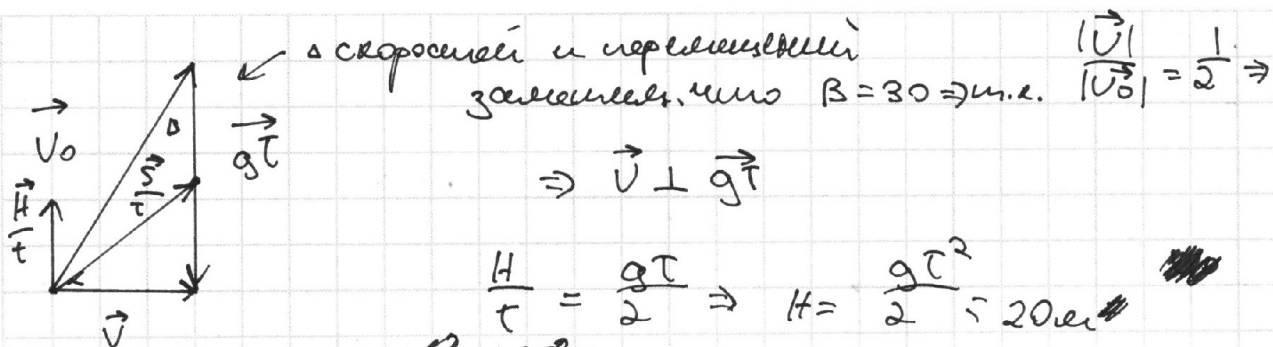


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



~~В вершине траектории~~ $\vec{V} \perp \vec{gT} \Rightarrow$ в T вершина точки

траектории $\Rightarrow$ только гориз. компонента скорости $V = V_0 \cos \alpha$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 20 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2 60}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 4}{3}} = \sqrt{\frac{1600}{3}} \text{ м/с} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с} \Rightarrow V = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

м. Пифагора в Δ :

$$\left(\frac{S}{T}\right)^2 = V^2 + \left(\frac{gT}{2}\right)^2 = \frac{400}{3} + 100 = \frac{700}{3} = \frac{S^2}{4}$$

$$S = \sqrt{\frac{2800}{3}} = 10\sqrt{\frac{28}{3}} \text{ м}$$

~~по формуле~~

вершина точки $\Rightarrow a_n = g$

$$a_n = \frac{V^2}{R} = g \Rightarrow R = \frac{V^2}{g} = \frac{400}{30} = \frac{40}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{gT^2}{2} = 20 \text{ м}$
 $S = 10\sqrt{\frac{28}{3}} \text{ м}$
 $R = \frac{40}{3} \text{ м}$



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 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!

$$= mg \left(\frac{5}{2} - \frac{81}{400} - \frac{9}{20} \cdot \frac{15}{100} \right) = \left(\frac{5}{2} - \frac{81}{400} - \frac{27}{400} \right) mg =$$

$$= \left(\frac{5}{2} - \frac{108}{400} \right) mg = \left(\frac{5}{2} - \frac{54}{200} \right) mg = \left(\frac{5}{2} - \frac{27}{100} \right) mg =$$

$$= \frac{250-27}{100} \cdot 4 = \frac{223}{25} \text{ Н} = 8 \frac{23}{25} \text{ Н}$$

Если поворачивается $\Rightarrow F_{\text{mp}} < N_0$

при $0 < t < 0,1$

23 Н 1,5 м:

$$N_0 = \frac{223}{25} \text{ Н}$$

$$x: F_{\text{mp}} - mg \cos \alpha \sin \alpha - \mu N \cos \alpha = 0$$

$$F_{\text{mp}} = mg (\cos \alpha \sin \alpha + \mu \cos^2 \alpha) =$$

$$= mg \cos \alpha \left(\frac{9}{20} + \frac{3}{20} \right) = mg \cos \alpha \cdot 0,6$$

$$\frac{6}{10} \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} \cdot 4 = \frac{6\sqrt{319}}{50} < \frac{\mu \cdot 223}{25}$$

$$3\sqrt{319} < 446 \text{ и } 223 \text{ и}$$

$$\mu > \frac{3\sqrt{319}}{223}$$

$$\mu > \frac{446}{385} \text{ и } 22$$

при $0,1 < t < 0,3$

23 Н 1,5 м

$$y: R_0 = 1,5 mg + mg \cos^2 \alpha + \mu N \sin \alpha =$$

$$= mg \left(1,5 + 1 - \frac{81}{400} + \frac{3}{20} \cdot \frac{15}{100} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{5}{2} - \frac{54}{400} \right) = mg \cdot \left(\frac{5}{2} - \frac{27}{200} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{500-27}{200} = \frac{500-27}{50} = \frac{473}{50} \text{ Н}$$

$$x: F_{\text{mp}} + \mu N \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{mp}} = mg \cos \alpha (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = mg \cos \alpha \cdot 0,3$$

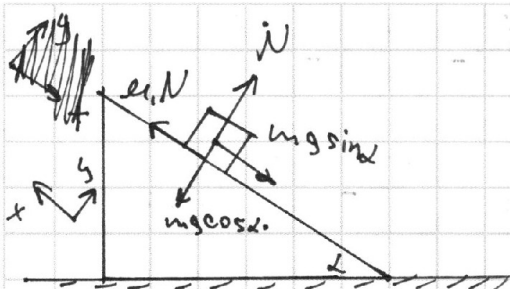


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



234 гая m: гая $0,1 \leq t \leq 0,3$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: -mg \sin \alpha + \mu N = ma_x$$

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_x$$

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

234 гая m гая $0 \leq t < 0,1$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$x: -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_x$$

$$a_x = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

из графика

$$a_{x1} = -\frac{0,6}{0,1} = -6 \text{ м/с}^2$$

$$a_{x2} = -\frac{0,6}{0,2} = -3 \text{ м/с}^2$$

$$g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 6 \text{ м/с}^2$$

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

$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 3 \text{ м/с}^2$$

$$2g \sin \alpha = 9 \text{ м/с}^2$$

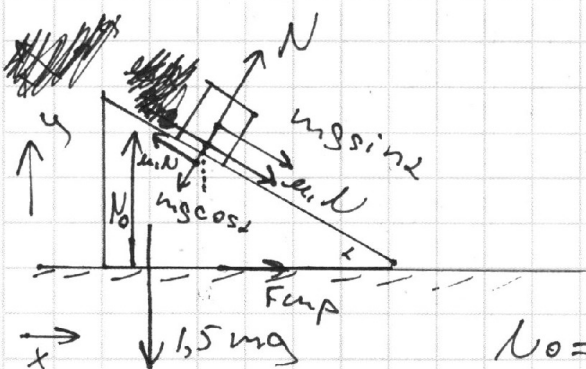
$$\sin \alpha = \frac{9}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{9}{20} = 0,45$$

234 гая 1,5 m:

$$y: N_0 - 1,5mg - mg \cos^2 \alpha + \mu N \sin \alpha = 0$$

$$N_0 = mg(1,5 + \cos^2 \alpha - \mu \cos \alpha \sin \alpha) =$$

$$= mg(1,5 + 1 - \frac{81}{400} - \frac{9}{20} \cdot \frac{6 - 10 \cdot 0,45}{9}) =$$





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!

$$F_{mp} = mg \cdot \frac{3\sqrt{319}}{10 \cdot 20} = \frac{3\sqrt{319}}{50} < \mu \frac{463}{50}$$

$$3\sqrt{319} < \mu \cdot 463$$
$$\mu > \frac{3\sqrt{319}}{463}$$

Ответ: $\sin \alpha = \frac{9}{20}$

$$N = \frac{223}{25} \text{ H}$$

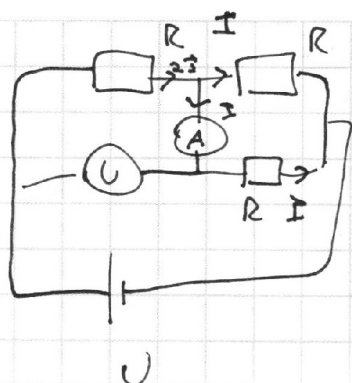
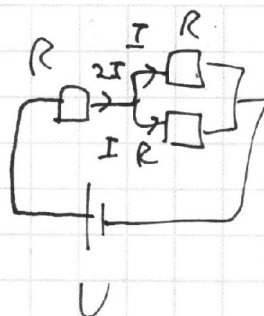
$$\mu > \frac{3\sqrt{319}}{223}$$



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!

 $\Leftrightarrow$ 

$$U = 3IR \Rightarrow I = \frac{U}{3R}$$

$$I_{\text{сум}} = 2I = \frac{2U}{3R} = \frac{240}{600} = \frac{24}{60} = \frac{12}{30} = \frac{6}{15} \text{ A} = \frac{2}{5} \text{ A} = 0,4 \text{ A}$$

$$I_a = I = \frac{3}{15} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

$$P = UI_{\text{сум}} = 120 \cdot \frac{6}{15} = \frac{120 \cdot 2}{5} = 48 \text{ Вт}$$

~~$$P = UI_{\text{сум}} = (I_1 + I_2)R = (I + I_a)R = \left(\frac{2}{5} + \frac{1}{5}\right) \cdot 60 = \frac{3}{5} \cdot 60 = 36 \text{ Вт}$$~~

Ответ: $I_{\text{сум}} = 0,4 \text{ A}$

$$I_a = 0,2 \text{ A}$$

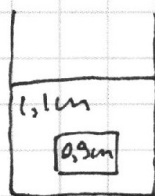
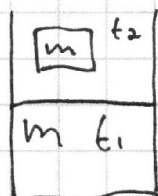
$$P = 48 \text{ Вт}$$



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
__ 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!



м. в конце лег и беза,
но $t_2 = 0$

$$m_a = m_b = m$$

$$m_a + m_b = 2m$$

$$m_{a2} + m_{b2} = 2m$$

$$m_{b2} = \frac{11}{9} m_{a2}$$

$$2m = \frac{20}{9} m_{a2} = 2m_a$$

$$\frac{m_{a2}}{m_a} = 0,9 \Rightarrow \sigma = 0,1 = 10\%$$

УТВ:

$$c_b m (0 - t_1) + c_a m (0 - t_2) + 0,1 \cdot m = 0$$

$$-c_b t_1 - c_a t_2 + 0,1 = 0$$

$$t_1 = \frac{0,1 - c_a t_2}{c_b} = \frac{3,36 \cdot 10^4 + 20 \cdot 2,1 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{3,36 \cdot 10^4 + 4,2 \cdot 10^4}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{33,6 + 42}{4,2} =$$

$$= \frac{336 + 420}{42} = \frac{756}{42} = \frac{348}{21} = \frac{126}{7} = 18^\circ \text{C}$$

Ответ: $\sigma = 10\%$

$$t_1 = \frac{\sigma \cdot 1 - c_a t_2}{c_b} = 18^\circ \text{C}$$

$$4200 \cdot 18 = 2100 \cdot 20 + 33600$$

$$4200 \cdot 18 = 2100 \cdot 20 + 33600$$

$$4200 \cdot 18 = 2100 \cdot 20 + 33600$$

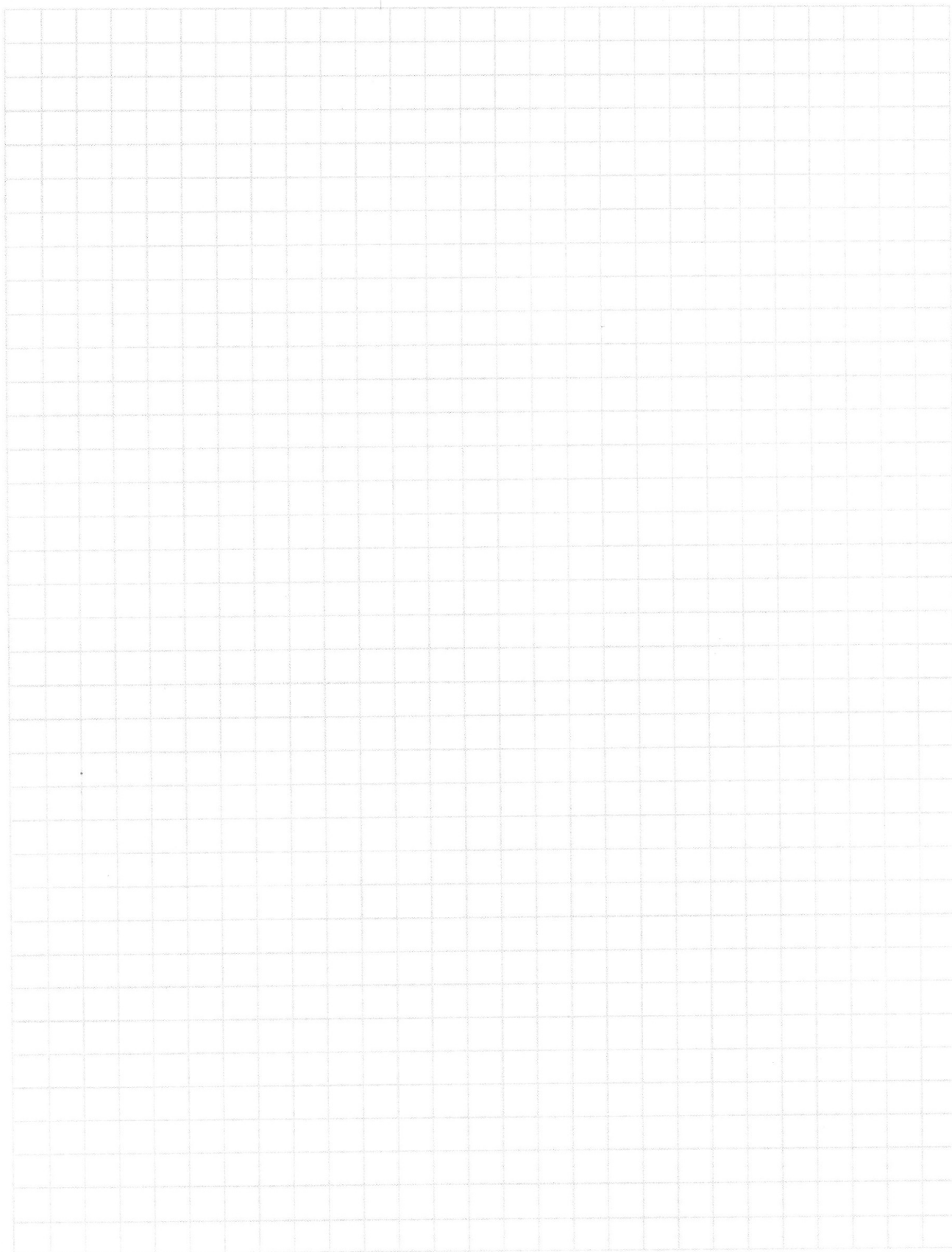


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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
☐

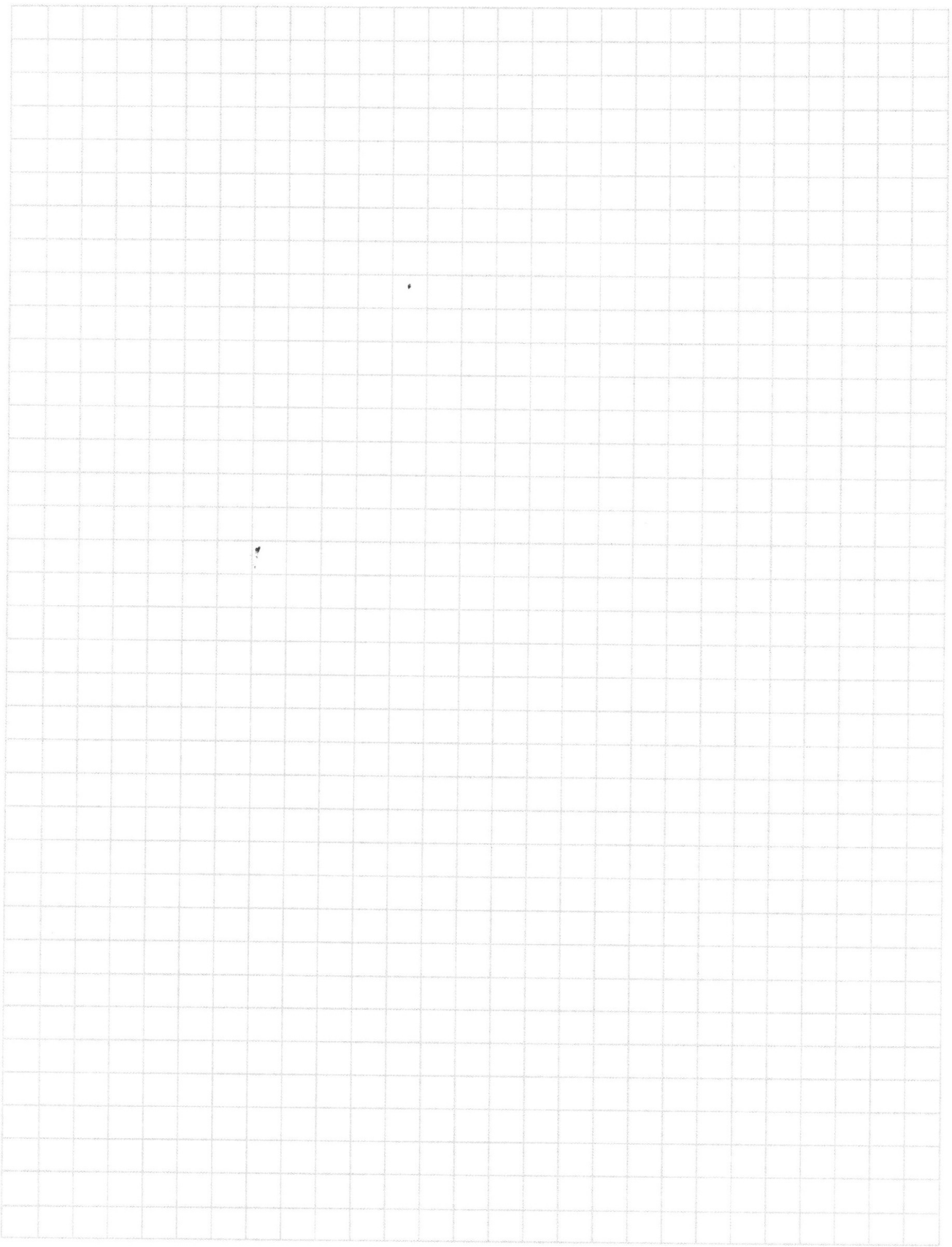
5
☐

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!

