



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



. 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  $t=T$ .

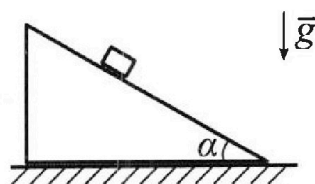
2. Камень брошен под углом  $\alpha=60^\circ$  к горизонту. За первые  $T=2$  с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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.

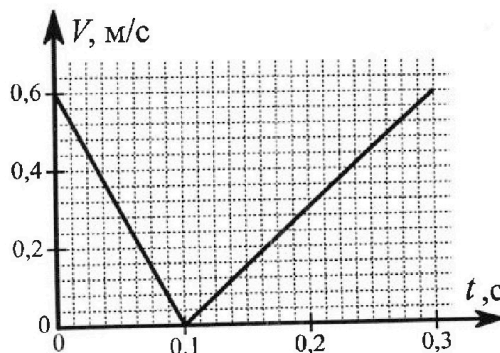
$$\frac{12 \cdot 18}{919} \approx \frac{214}{919}$$

$$0,2 + \frac{30}{92} = 0,23$$

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/с<sup>2</sup>.



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

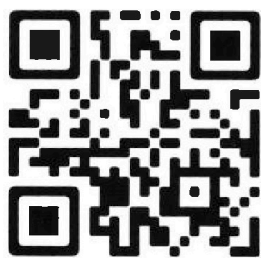


$$\frac{919}{23}$$

$$\frac{2757}{1838}$$

$$g + \frac{319}{36} = 17 + \frac{31}{36}$$

$$\frac{17,85}{5} =$$



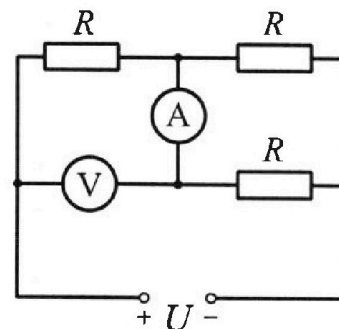
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

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  $\delta$  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 ☐

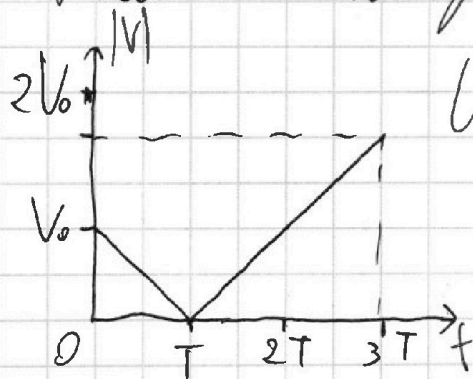
СТРАНИЦА 11 из 11

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!

$V = \frac{V_0}{T} t - V_0$  Возьмем производную по  $t$  и получим ускорение  $a$ .  $a = \frac{V_0}{T}$ . Теперь найдем  $S$ .

~~$S = \frac{a \cdot t^3}{2} - V_0 \cdot t = \frac{V_0 \cdot t^3}{2T} - V_0 \cdot t$~~   
 ~~$\neq 1,5 V_0 T = 12 \text{ м}$~~

Для этого построим график  $|V|$  от  $t$ .



И найдем площадь под кривой.

$$S = \frac{1}{2} V_0 T = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2T =$$

$$= 2,5 V_0 T = 20 \text{ м}$$

$$F = ma = \frac{mV_0}{T} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{4 \text{ с}} = 0,2 \text{ Н}$$

Сначала тело имело  $E_{\text{кин}} = \frac{mV_0^2}{2}$ , а в момент времени  $t = T$ ,  $V = (\frac{T}{T} - 1)V_0 = 0$ ,  $E_{\text{кин}} = 0$ . Тогда сила  $F$  совершила отрицательную работу и задала у тела кинетическую энергию.

$$A_F = -\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{0,4 \text{ кг} \cdot 4 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2} = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ:  $S = 20 \text{ м}$ ,  $F = 0,2 \text{ Н}$ ,  $A_F = -0,8 \text{ Дж}$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
11 из 11

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

Нарисуем треугольник скоростей:

Тогда  $V_k \geq \cos(\alpha) V_0 = \frac{V_0}{2}$ . То есть  $gT$  у нас получится когда  $V_k = \cos(\alpha) V_0$ , а значит  $V_k$  не имеет вертикальной составляющей. Тогда  $\sin(\alpha) V_0 = gT = 20 \frac{м}{с}$

Тогда  $H = \frac{gT^2}{2} = \frac{40м}{2} = 20м$

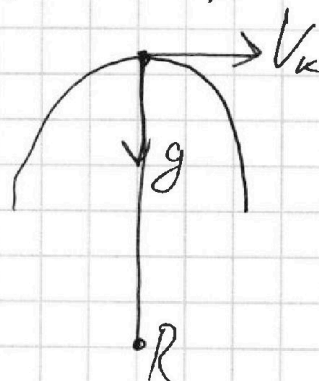
Найдем горизонтальное перемещение:

$\cos(\alpha) V_0 T = \frac{40м}{\sqrt{3}} = V_k T$

Итого общее перемещение  $S^2 = \left(\frac{40м}{\sqrt{3}}\right)^2 + (20м)^2 = \frac{1600м^2}{3} + 400м^2$ .  $S = \sqrt{\frac{1600м^2}{3} + 400м^2} \approx 30,5м$

Найдем радиус кривизны:

$\frac{V_k^2}{R} = g$ ,  $R = \frac{V_k^2}{g} = \frac{c + g^2(gT)^2}{g} = \frac{400 \frac{м^2}{с^2}}{30 \frac{м}{с^2}} = 13,3м$



Ответ:  $H = 20м$ ,  $S = 30,5м$ ,  $R = 13,3м$





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  
☐

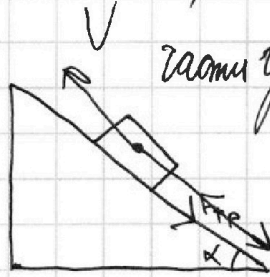
6  
☐

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!

Сначала скорость шайбы уменьшалась, а затем увеличивалась - значит шайба была брошена вверх по наклонной, ведь если бы её бросили вниз, то она либо только увеличивалась, либо остановилась. На первой



части ускорения шайбы замедляют обе силы, а значит у.к. на графике - её увеличение

$$ma_1 = F_{тр} + mg \sin(\alpha) = \mu N + mg \sin(\alpha). \text{ А на}$$

второй части пути

$$ma_2 = mg \sin(\alpha) - F_{тр} = mg \sin(\alpha) - \mu N$$

$$m(a_1 + a_2) = 2mg \sin(\alpha), \sin(\alpha) = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{0,5 \frac{м}{с^2} + 0,6 \frac{м}{с^2}}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} =$$

$$= \frac{0,55}{20}. N = mg \cos(\alpha) = mg \cdot \sqrt{\frac{20^2 - g^2}{20^2}} = \frac{mg}{20} \cdot \sqrt{319} = \frac{mg}{20} \cdot \sqrt{319}$$

$\sqrt{319} \approx 17,72$ . Очевидно, что больше шансов сдвинуться у клина будет когда на него

2 силы действуют сонаправленно.

$$\mu N = m \frac{a_1 - a_2}{2} = m \cdot \frac{0,5 - 0,6}{2} = m \cdot (-0,05) = -0,05m$$



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.



2



3



4



5



6



7



СТРАНИЦА

11 из 12

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!


$$F_{\text{тр}} = \cos(\alpha) \mu N + \sin(\alpha) N = \frac{9,6H}{20} \cdot \sqrt{319} + \frac{9}{20} \cdot 4H \cdot \frac{\sqrt{319}}{20} = \sqrt{319} \cdot (0,03H + 0,09H) = 9,12H \cdot \sqrt{319}$$

$$\text{Также } F_{\text{тр}} \leq \mu N_1 = \mu (1,5mg + \cos(\alpha) N) = \mu (6H + \frac{319}{400} \cdot 4H) = \mu (9,19H), N_1 = 9,19H$$

$$\text{Умно } \mu \geq \frac{F_{\text{тр}}}{N_1} = \frac{9,12H \cdot \sqrt{319}}{9,19H} \approx 0,23$$

$$\text{Таким образом } \mu \geq 0,23.$$

$$\text{Ответ: } \sin(\alpha) = \frac{9}{20} = 0,45, N = 3,6H, \mu \geq 0,23$$





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 4

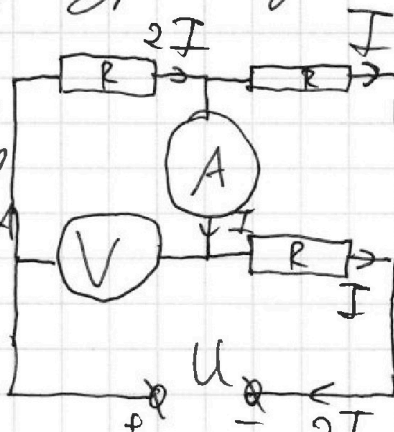
Будем считать Амперметр за перемычку  
а вольтметр за разрыв цепи. Тогда

расставим токи:

$$2IR + IR = U = 3IR,$$

$$I = \frac{U}{3R} = \frac{120 \text{ В}}{3 \cdot 200 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$$

$$I_A = I = 0,2 \text{ А.}$$



Через источник течет  $2I = 0,4 \text{ А}$ , значит  
всю в цепи мощность  $P = U \cdot 2I = 120 \text{ В} \cdot 0,4 \text{ А} =$   
 $= 48 \text{ Вт.}$

Ответ:  $I_{\text{ист}} = 0,4 \text{ А}$ ,  $I_A = 0,2 \text{ А}$ ,  $P = 48 \text{ Вт.}$



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.

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА  
11 из 11

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

$m$  — масса воды и льда вначале

Если воды и льда сначала было поровну,  
а потом воды стало в 11 раз больше чем льда.

Тогда всего льда отмерзло  $\frac{11}{14+9} - \frac{1}{2} = \frac{1}{20}$  от  
всей массы калориметра, т.е.  $\delta = \frac{1}{20} \cdot 2 = \frac{1}{10}$ .

В итоге в кювету весь лед нагрелся от  $t_2$  до 0,  
а  $\frac{1}{20}$  его массы вообще растаяла. Тогда

$$\delta m \lambda - c_1 m t_2 = c_2 m t_1, \quad t_1 = \frac{\delta \lambda - c_1 t_2}{c_2} =$$
$$= 8^\circ \text{C} - (-10^\circ \text{C}) = 18^\circ$$

Ответ:  $\delta = \frac{1}{10} = 0,1, \quad t_1 = 18^\circ \text{C}$





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!

№ 3

~~Нак. сначала скорость ~~каждой~~ шаров  
увеличивалась, а за~~

сначала скорость ~~шаров~~ увеличивалась.



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  
☐

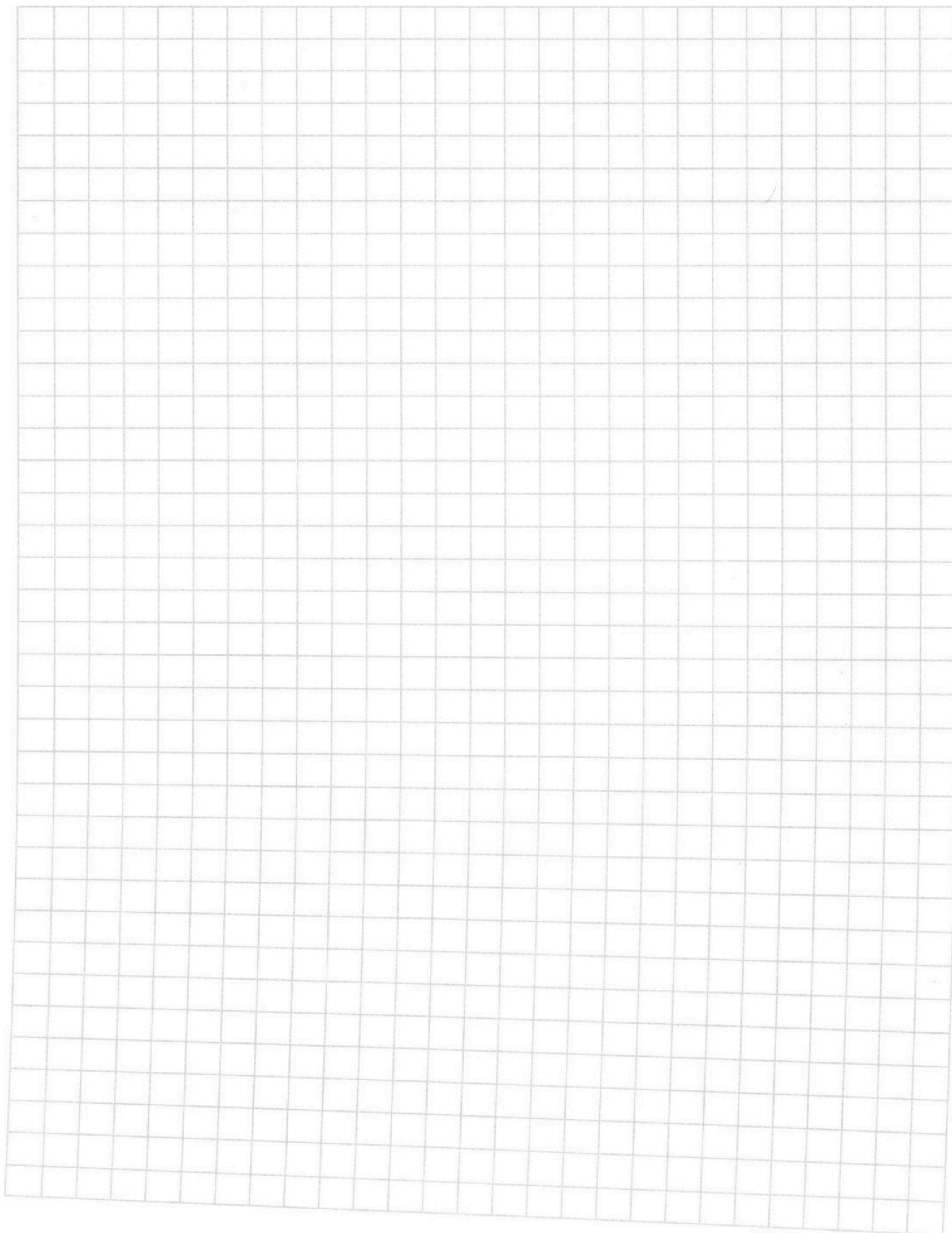
5  
☐

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  
☐

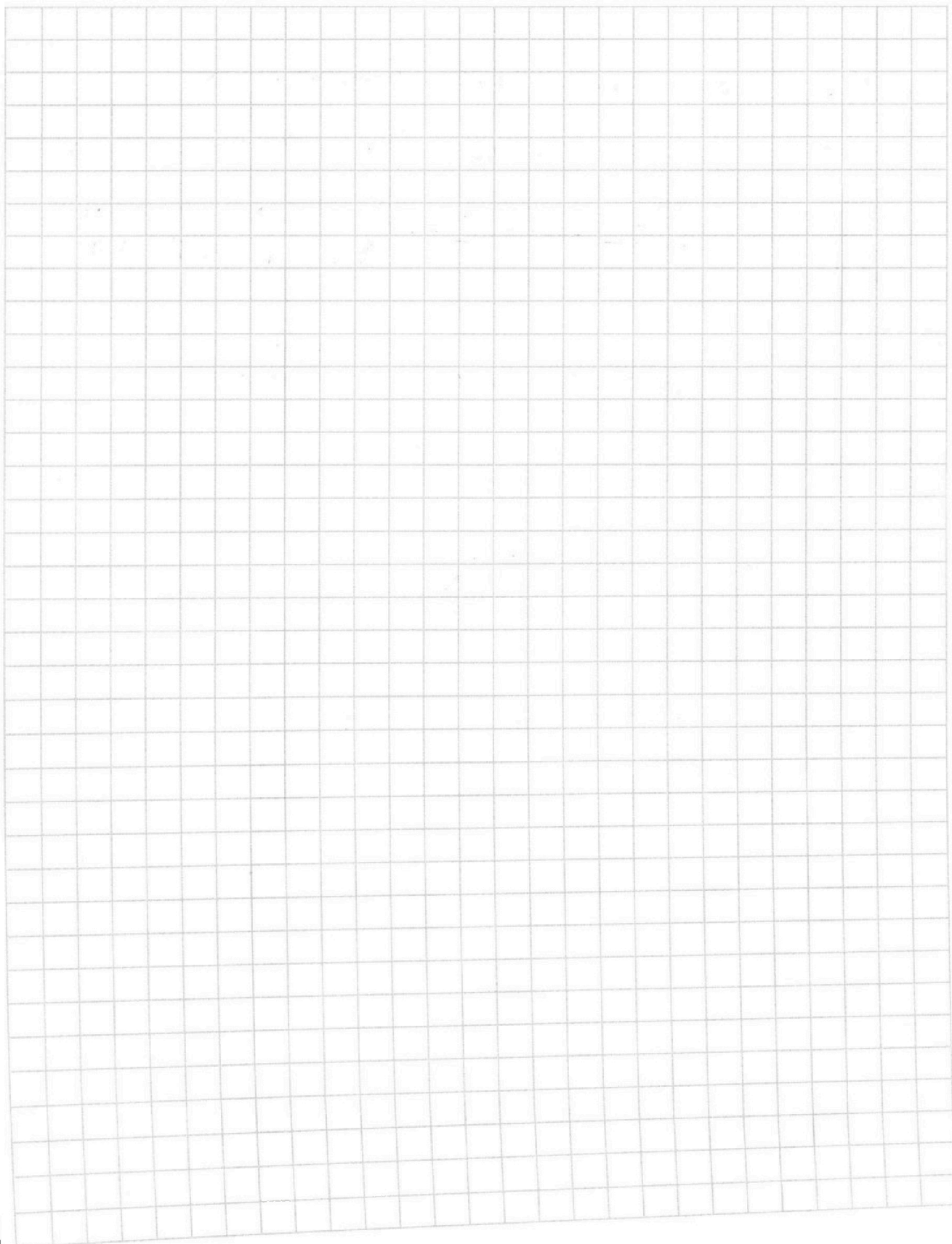
5  
☐

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!

