

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



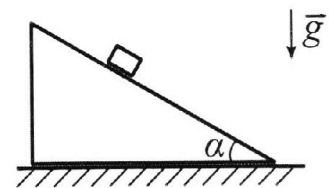
1. Шайба массой  $m=0,4$  кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону  $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left( \frac{t}{T} - 1 \right)$ , здесь  $\vec{V}_0$  – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости  $V_0 = 2$  м/с, постоянная  $T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

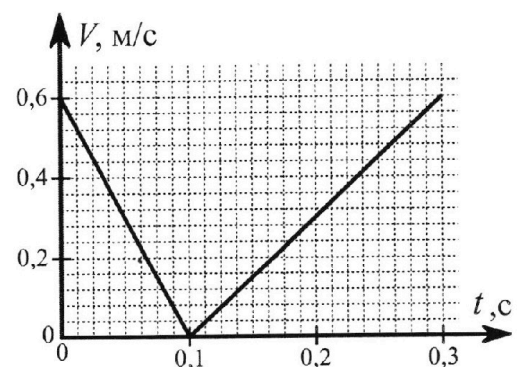
2. Камень брошен под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. За первые  $T = 2$  с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

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.

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?





Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

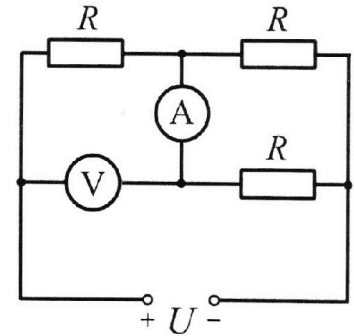


4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 200$  Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 120$  В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с  $R$ , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с  $R$ .

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.

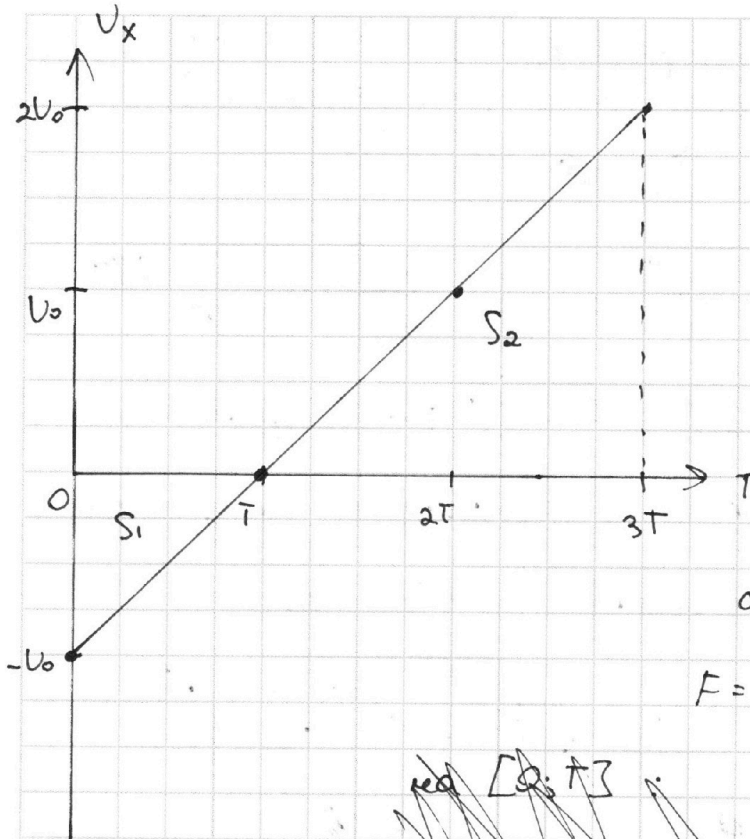


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  путь

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

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

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

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

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

~~ка  $[0; T]$~~

~~$v < 0$   
 $a > 0$~~

~~и вектор скорости увеличивается  
и вектор силы увеличивается  
направление не меняется  $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow$  работа~~

~~А~~

~~А~~

$$A = Fx \cdot S_x = \frac{mv_0}{T} \cdot \left(-\frac{v_0 T}{2}\right) =$$

$$= 0,2 \cdot (-4) = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ:  $S = 2,5 v_0 T = 20 \text{ м}$

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

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

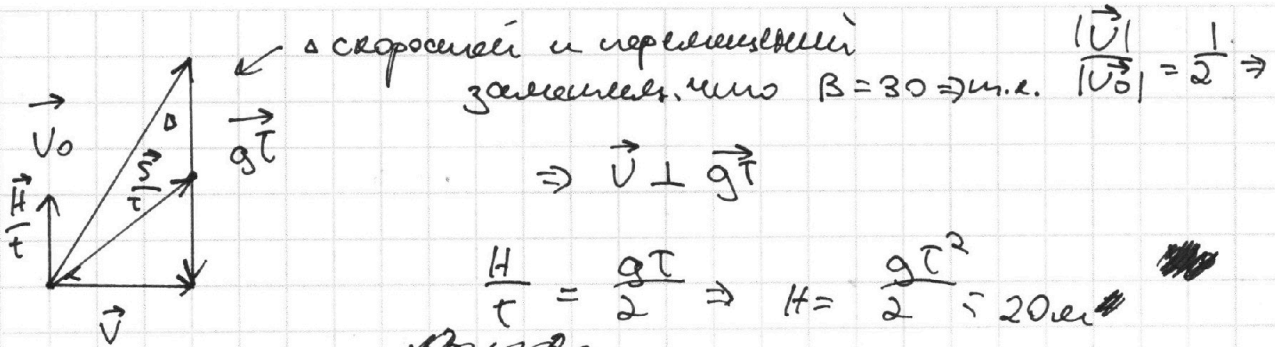


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~...~~  
 $\vec{V} \perp \vec{gT} \Rightarrow$  в  $T$  верхняя точка  
 траектории  $\Rightarrow$  только гориз. компонента

та скорости  $V = V_0 \cos \alpha$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 20 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin^2 60}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 4}{3}} =$$

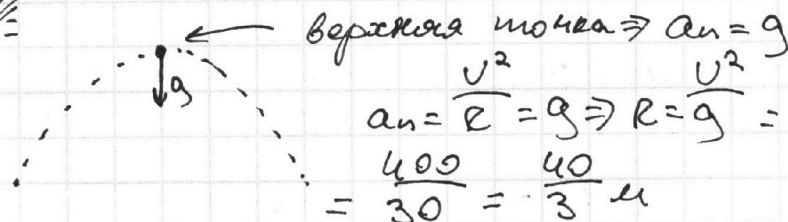
$$= \sqrt{\frac{1600}{3}} \text{ м/с} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с} \Rightarrow V = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

т. Пифагора в  $\Delta$ :

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

$$S = \sqrt{\frac{2800 \cdot 1}{2}} = \frac{10\sqrt{28}}{\sqrt{3}} = 10\sqrt{\frac{28}{3}} \text{ м}$$

~~...~~



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!

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

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

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

Крем поворачивается  $\Rightarrow F_{\text{тр}} < \mu N_0$

при  $0 < t < 0,1$   $23 \text{ Н}$   $1,5 \text{ м}$ :

$$N_0 = \frac{223}{25} \text{ Н}$$

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

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

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

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

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

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

$$\mu > \frac{446}{385} \text{ и } \frac{223}{25}$$

при  $0,1 < t < 0,3$

$23 \text{ Н}$   $1,5 \text{ м}$

$$y: L_0 = 1,5 mg + mg \cos^2 \alpha + \mu N \sin \alpha =$$

$$= mg \left( 1,5 + 1 - \frac{81}{400} + \frac{9}{20} \cdot \frac{15}{100} \right) =$$

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

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

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

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

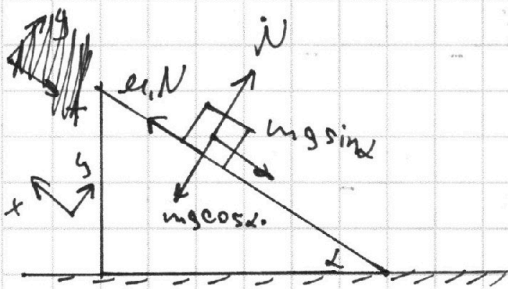


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



23# гая m: гая  $0,1 \leq t \leq 0,3c$

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

$$x: -mg \sin \alpha + \mu N = ma_{x2}$$

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_{x2}$$

$$a_{x2} = -g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

23# гая m гая  $0 < t < 0,1c$

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

$$x: -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_{x1}$$

$$a_{x1} = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

из графика

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

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

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

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

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

$$2g \sin \alpha = 9 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{9 \text{ м/с}^2}{g}$$

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

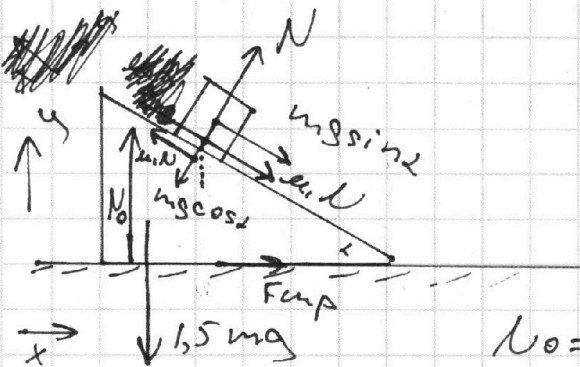
23# гая 1,5m:

$$y: N_0 - 1,5mg - mg \cos^2 \alpha +$$

$$+ \mu N \sin \alpha = 0$$

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

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





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!

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

$$\sqrt[3]{319} < \mu \cdot 463$$

$$\mu > \frac{\sqrt[3]{319}}{463}$$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{9}{20}$

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

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

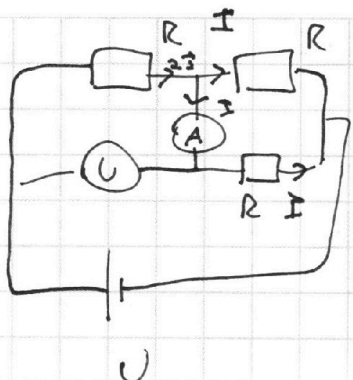


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

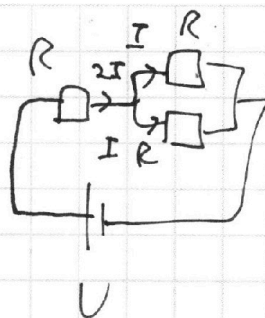
1  2  3  4  5  6  7

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!



$\Leftrightarrow$



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

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

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

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

~~$P = UI_{\text{сум}} = (I_{\text{сум}} + I_a)R = (I + I - I_a)R = \frac{3}{5} \cdot 2R - I_a R$~~

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

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

$$P = 48 \text{ Вт}$$



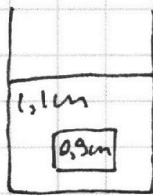
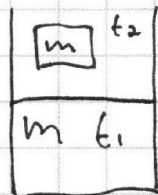


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



т.е. в конце лег и веда,  
но  $t_2 = 0$

$$m_a = m_b = m \quad m_{a2} + m_{b2} = 2m$$

$$m_a + m_b = 2m \quad m_{b2} = \frac{11}{9} m_{a2}$$

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

$$\frac{m_{a2}}{m_a} = 0,5 \Rightarrow \sigma = 0,1 = 10\%$$

УТБ:

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

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

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

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

$$= \frac{33,6 + 4,2}{4,2} = \frac{37,8}{4,2} = \frac{378}{42} = \frac{126}{14} = 18^\circ \text{C}$$

Ответ:  $\sigma = 10\%$

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

~~$4200 \cdot 18 = 2100 \cdot 20 + 33600$~~   
 ~~$42 \cdot 18 = 21 \cdot 20 + 336$~~   
 ~~$420 + 336$~~



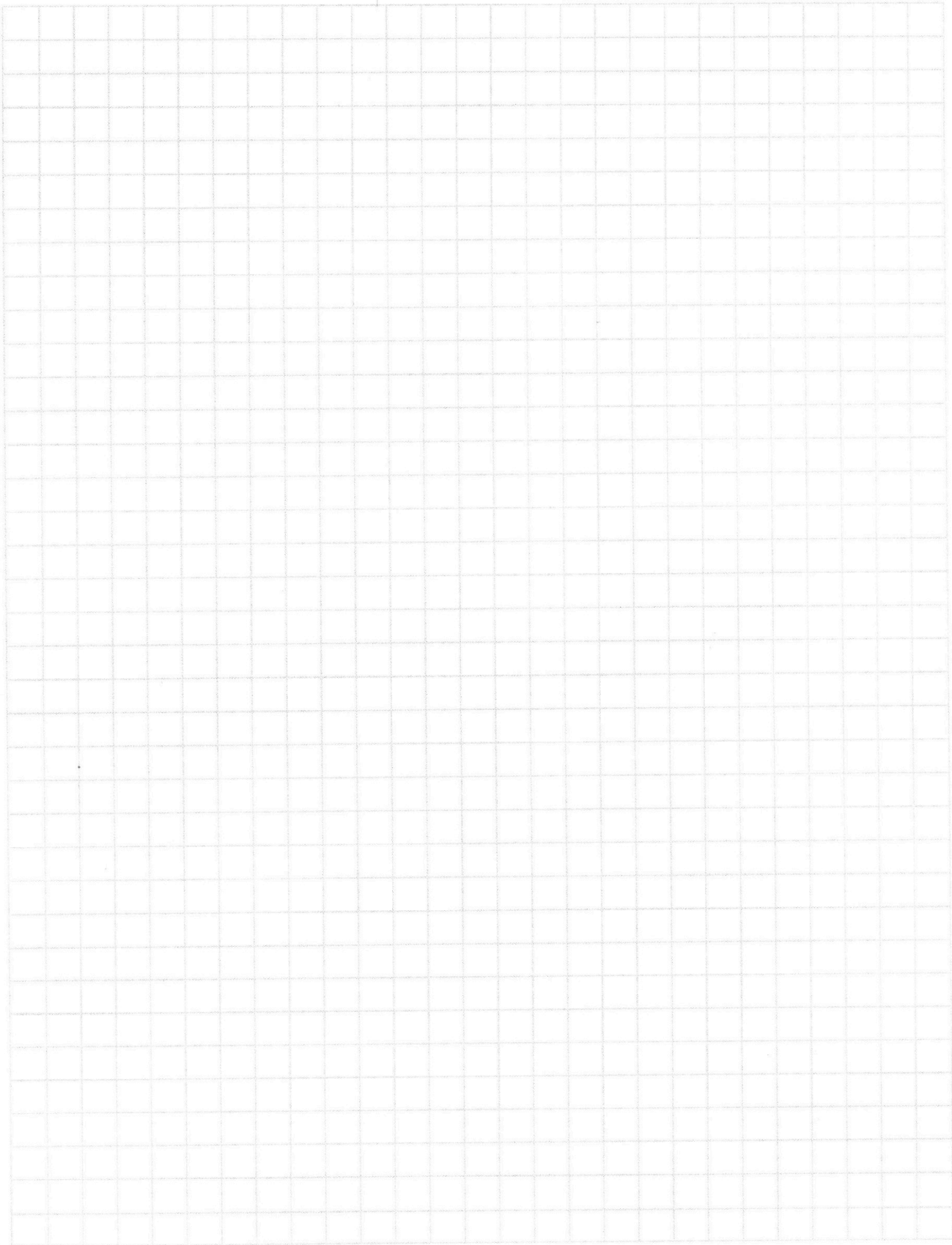


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!



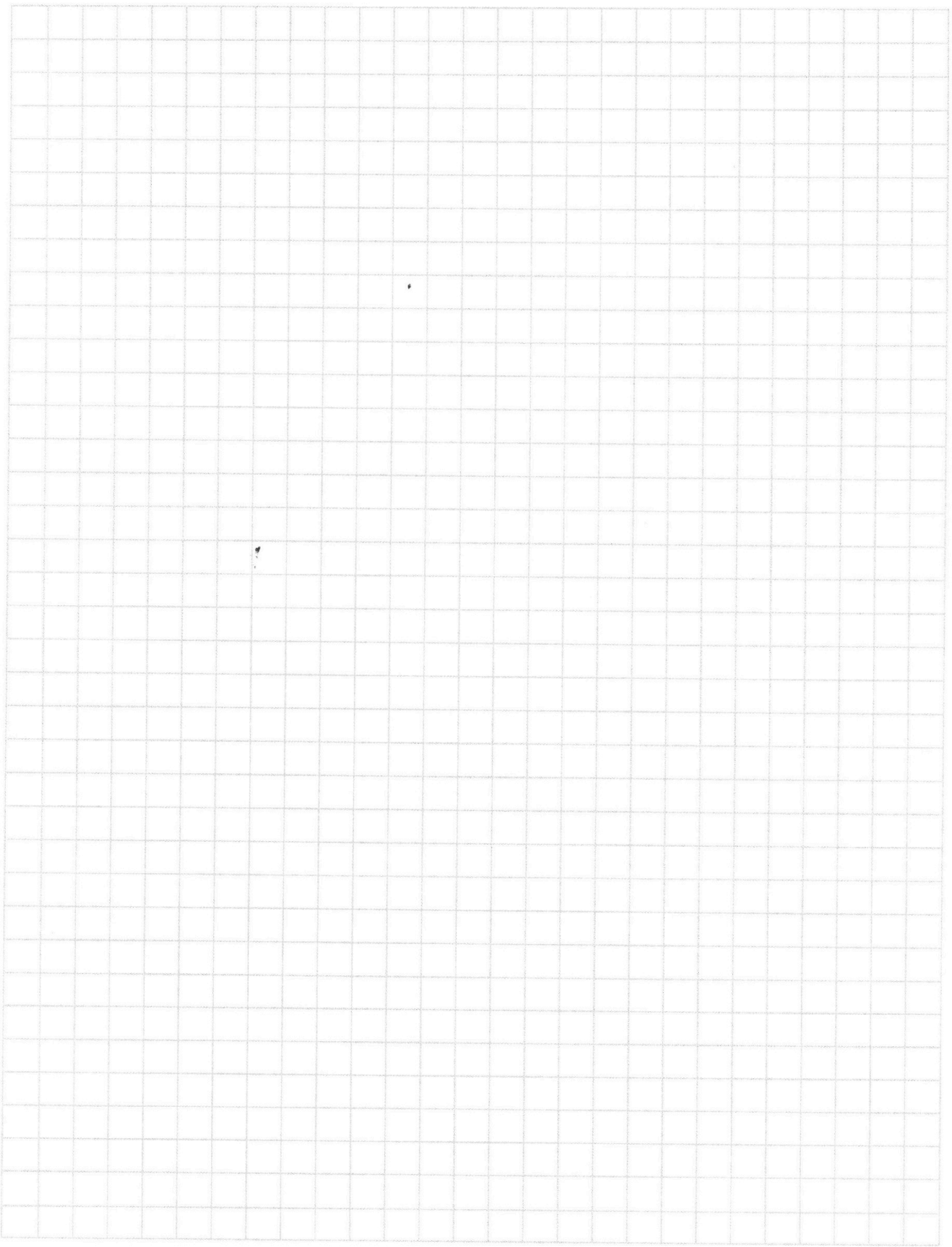


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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

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!

