

**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  $\vec{V}(t)=\vec{V}_0\left(1-\frac{t}{T}\right)$ , где  $\vec{V}_0$  – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости  $V_0 = 4$  м/с, постоянная  $T = 2$  с.

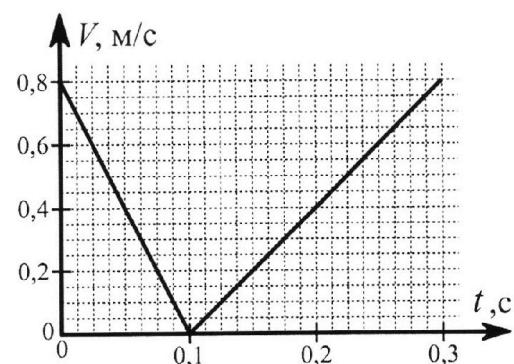
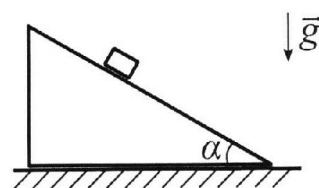
1. Найдите путь  $S$ , пройденный шайбой за время от  $t = 0$  до  $t = 4T$ .
2. Найдите модуль  $F$  горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу  $A$  силы  $F$  за время от  $t = 0$  до  $t = T$ .

**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/с<sup>2</sup>. 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/с<sup>2</sup>.

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль  $F_{TP}$  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  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,3$  с?





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01



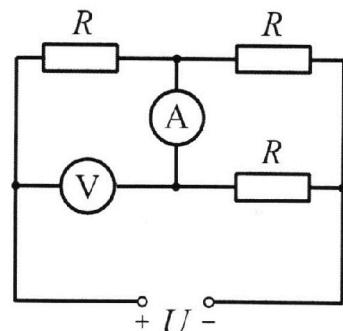
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**4.** В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны  $R = 100 \text{ Ом}$ . Цель подключена к источнику постоянного напряжения  $U = 30 \text{ В}$ . 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  $U_B$  вольтметра.

3 Какая мощность  $P$  рассеивается в цепи?



**5.** В калориметр, содержащий воду при температуре  $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды  $n = 9/7$ .

1. Найдите долю  $\delta$  массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру  $t_2$  льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда  $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot { }^{\circ}\text{C})$ , удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot { }^{\circ}\text{C})$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ , температура плавления льда  $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .



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

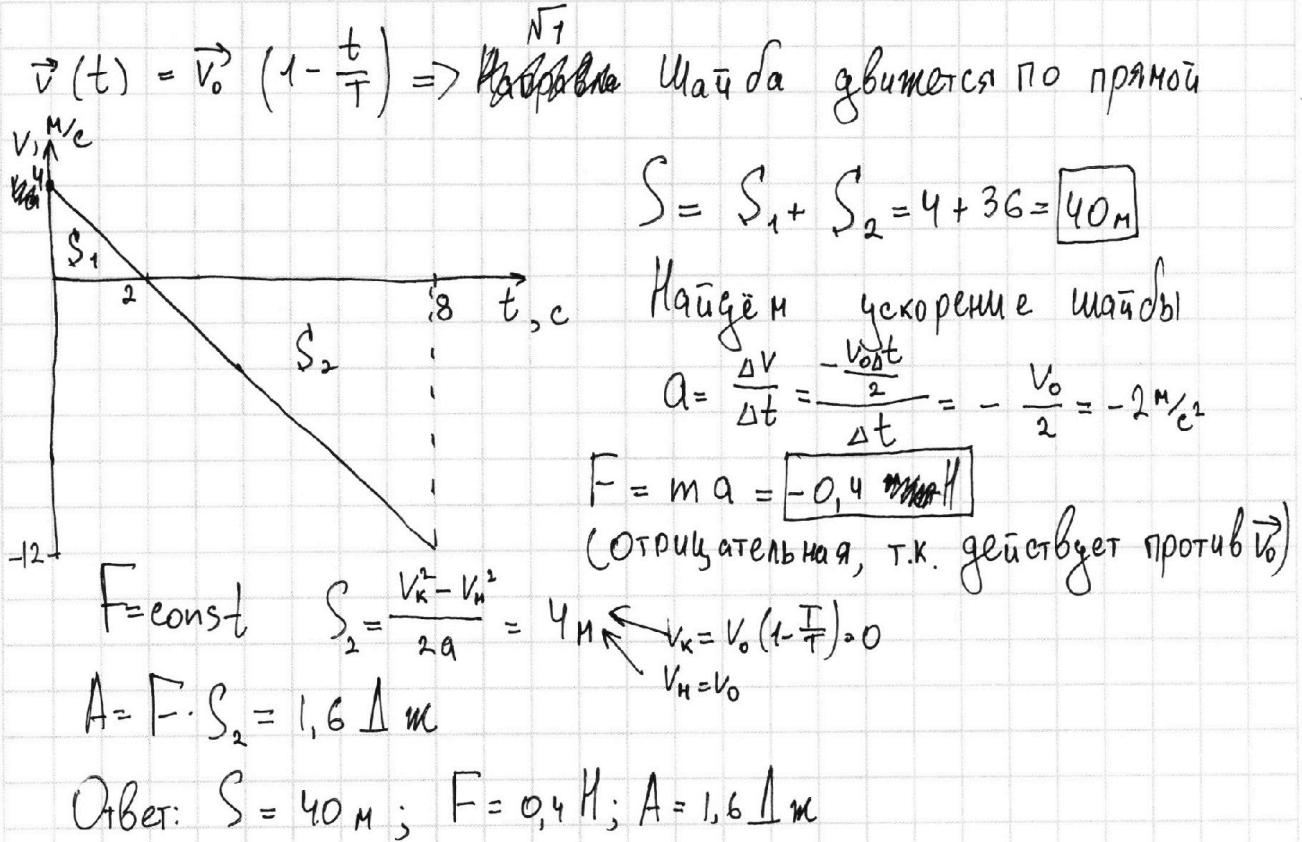
5

6

7

СТРАНИЦА  
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!





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**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Пусть брошили мяч с  $v_0$ , из ЗСЭ понятно, что  $v_{\max}$  на мин. высоте,  $v_{\min}$  на максимальной

$\vec{g}$  влияет только на вертик. составляющую скорости  $\Rightarrow$

$$n = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$v_{\min} = v_0 \cdot \cos \alpha \quad (\text{по вертикали } v=0)$$

$$v_{\max} = v_0$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

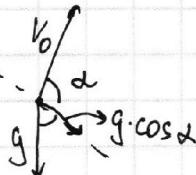
$$T = \frac{\Delta V}{g} = \frac{(-v_0 - v_0) \cdot \sin \alpha}{-g} = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2 \sin \alpha} = \frac{gT}{\sqrt{3}}$$

$$H = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{gT^2}{8} = 20 \text{ м}$$

По ор-ле перемещения без времени

$$S = T \cdot v_0 \cdot \cos \alpha = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$R_{kp} = \frac{V^2}{a_\perp} = \frac{v_0^2}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{gT^2}{3 \cdot \cos \alpha} = \frac{2gT^2}{3} = \frac{320}{3} \text{ м}$$



$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м}; S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}; R = \frac{320}{3} \text{ м}$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\sqrt{3}$$

Только что я рассмотрел 2 случая (шайба движется вниз или вверх)

Для каждого из них я нашёл силу реакции опоры, действующую на КМН, а также сумму сил по горизонтали, без учета  $F_{TP2}$ , так как в итоге  $a=0$ ,  $F_{TP2} = \text{этот сумме}$

Тогда найдём  $M_{min}$ , чтобы с заданной  $N$  ~~и условиями~~ получалась  $F_{TP2}$  необходимое  $M_0 = F_{TP2} \Rightarrow M = \frac{F_{TP2}}{N_0}$

в первом случае  $M_{min} = \frac{8}{63}$ , во втором  $M_{min} = \frac{16}{63}$

(В системе уравнений подставлю  $F_{TP} = 0,4 \text{ Н}$ , найденное в 2-ом пункте)

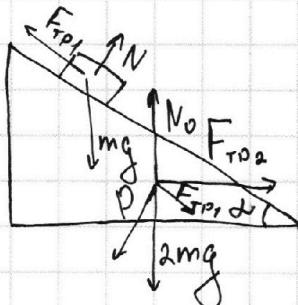
Ответ:  $M > \frac{16}{63}$



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 7СТРАНИЦА  
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!



$$\sqrt{3}$$

Клин **покоится**

Шайба движется только в пл-ти || пл-ти клина  
23Н для шайбы на пл-ть клина:

$$|ma_1| = mg \sin \alpha - F_{tp1}$$

До остановки движется вверх

$$ma_2 = mg \cdot \sin \alpha - F_{tp1} = mg \cdot \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

После остановки движется вниз

$$m(|a_1| + |a_2|) = 2mg \sin \alpha$$

$$\text{Из графика } |a_1| = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{0,8}{0,1} = 8 \text{ м/с}^2 \quad |a_2| = \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{|a_1| + |a_2|}{2g} = 0,6 \rightarrow \cos \alpha = 0,8 \text{ по ОТТ}$$

~~Формулы~~

F\_tp Максимально, когда тело скользит

$$F_{tp} = mg \sin \alpha - ma_2 = 0,4 \text{ Н}$$

~~Чемпионат по скольжению на коньках~~

~~Рама показывает наибольшую скорость в этом случае~~

~~шайба движется вверх, пока сила сопротивления действует на клин~~

1)  $N_0 = 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha + F_{tp} \cdot \sin \alpha = 5,52 \text{ Н}$

Шайба едет вниз 23Н по вертикали:

$\sum F = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha - F_{tp} \cdot \cos \alpha = 0,64 = F_{tp2}$

$= 2 \cdot 0,8 \cdot 0,6 - 0,4 \cdot 0,8 = 0,64 = F_{tp2}$

$\mu_1 = \frac{F_{tp2}}{N_0} = \frac{0,64}{5,52} = \frac{8}{69}$

2) Шайба едет вверх 23Н по верт:

$N_0 = 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha - F_{tp} \cdot \sin \alpha = 4 + 2 \cdot 0,64 - 0,4 \cdot 0,6 = 5,04 \text{ Н}$

$\sum F = mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_{tp} \cdot \cos \alpha = 1,28 \text{ Н}$

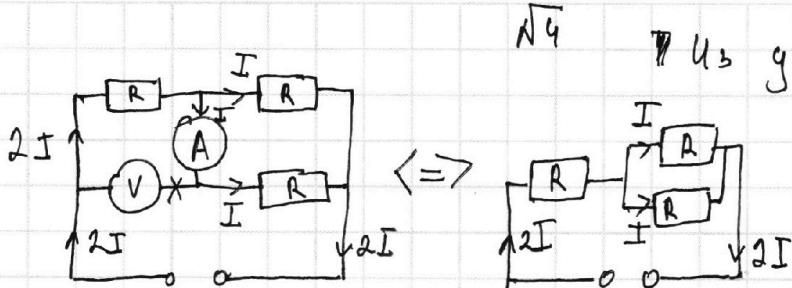
$\mu_2 = \frac{F_{tp2}}{N_0} = \frac{1,28}{5,04} = \frac{16}{63}$



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 7СТРАНИЦА  
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!

 $\sqrt{4}$ 

из условия (1) - разрыв цепи

(A) - прободжник

Рассставим токи в соотв. с з. Ома и ЗСЗ

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

$$I = \frac{U}{3R} = \frac{1}{10} A \rightarrow I_0 = 2I = \boxed{\frac{1}{5} A}$$

$$U_B = 2IR = \boxed{20 B}$$

$$P = \sum I_i^2 R_i = 4I^2 R + I^2 R + I^2 R = 6I^2 R = 6B_T$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{1}{5} A; U_B = 20 B; P = 6B_T$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$\sqrt{5}$

$$m_B = m_n = m \quad \text{Если в конце есть и вода, и лёд} \Rightarrow t_{\text{кон}} = 0^\circ$$

$$\text{Пусть замёрзло } \Delta m \text{ воды} \Rightarrow n = \frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = \frac{g}{7}$$

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

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

Запишем УТБ

$$U_B + U_n + U_{\cancel{n} \text{ крист}} = 0$$

$$c_B m (0 - t_1) + c_n m (t_{\cancel{n}} - 0 - t_n) - \lambda \Delta m = 0$$

$$c_B m t_1 + \frac{1}{8} \lambda m = - c_n m t_2$$

$$t_2 = - \frac{c_B t_1 + \frac{1}{8} \lambda}{c_n} = - \frac{42000 + 42000}{2100} = \boxed{-40^\circ C}$$

Ответ:  $S = \frac{1}{8}$ ;  $t_2 = -40^\circ C$



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.

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

N2

$$\cos \alpha = 0,8$$

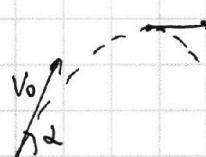
Пусть футболист в начальный момент времени придал мячу скорость  $V_0$ . Тогда  $E_0 = E_{\text{кин}} = \frac{MV_0^2}{2}$

В любой другой момент времени  $E = E_0 = \frac{MV^2}{2} + mgh = \frac{MV^2}{2}$

$h > 0 \Rightarrow V_{\max}$  при  $h=0$  h - высота мяча

$V_{\min}$  в в данный мом. наивысшей точке (вершине параболы) траектории

Траектория полёта:



Пусть футболист ударил мяч под углом  $\alpha$  к горизонту

$$V_{\max} = V_0 ; V_{\min} = V_0 \cdot \cos \alpha \quad (\text{только гор. состав})$$

Ускорение  $\vec{g}$  никак не влияет на гор. сост. скорости

$$T = 2 \cdot T_p = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \rightarrow S = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot T$$

Время подъёма, скорость по вертикали меняется от  $V_0 \cdot \sin \alpha$  до 0

$$H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8}$$

$$a=0 \quad \sum \vec{F}=0$$

$$N = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1}{\cos \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad N_0 = 2mg + mg \cdot \cos^2 \alpha + 0,4 \cdot \sin \alpha = 4 + 2 \cdot 0,64 + 0,4 \cdot 0,6 =$$

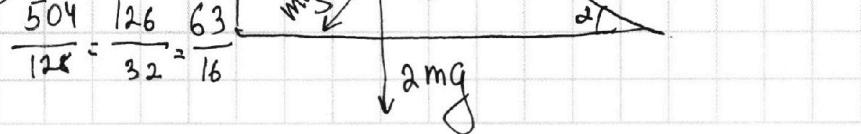
$$V_0 = \frac{T \cdot g}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{gT}{\sqrt{3}} \Rightarrow H = \frac{gT^2}{4} - \frac{gT^2}{8} = \frac{gT^2}{8} = 20 \text{ м} = 5,52 \text{ м}$$

$$S = \frac{gT^2}{2\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}}$$

$$R_{KP} = \frac{V_0^2}{a_{\perp}} = \frac{V_0^2}{g \cdot \cos \alpha} =$$

$$\frac{552}{8} = 69$$

$$\frac{504}{128} = \frac{126}{32} = \frac{63}{16}$$





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!