



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



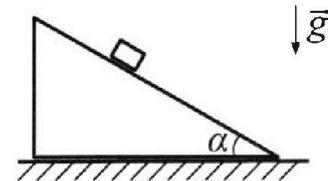
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t=T$.

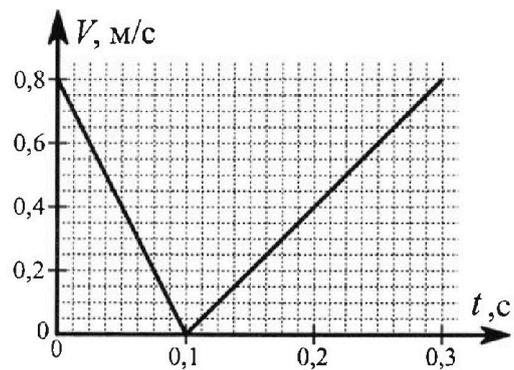
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





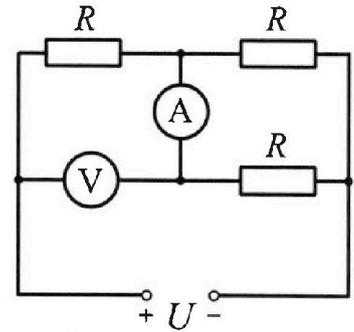
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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_B 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 $c_{л} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{в} = 4,2 \cdot 10^3$ 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!

№1, ~~m~~ $m = 0,2 \text{ кг}$, $v(t) = v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, $v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $T = 2 \text{ с}$
 1) $\textcircled{m} \xrightarrow{v_0}$ Сделано проекции на ось $ox \uparrow v_0$.
 $ox: v_x = v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = v_0 - \frac{v_0}{T} \cdot t$, $\frac{v_0}{T} = \text{const}$
 \Rightarrow движение равномерное с $a = \frac{v_0}{T}$.

$$v_x \geq 0 \text{ при } 1 - \frac{t}{T} \geq 0 \Leftrightarrow t \leq T$$

$$v_x < 0 \text{ при } 1 - \frac{t}{T} < 0 \Leftrightarrow t > T$$

$S = S_1 + S_2$, где S_1 - путь за время от $t=0$ до $t=T$,

S_2 - путь за время от $t=T$ до $t=4T$

$$S_1 = \cancel{v_0 T} = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = v_0 T - \frac{v_0 T}{2} = \frac{v_0 T}{2}$$

$$S_2 = \frac{v_0 (4T - T)^2}{2T} = \frac{9v_0 T^2}{2T} = \frac{9v_0 T}{2}$$

$$S = \frac{9v_0 T}{2} + \frac{v_0 T}{2} = 5v_0 T, \quad S = 5 \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 40 \text{ м}$$

2) $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$, ~~на ось ox~~ , ~~на ось ox~~

$$ox: F_x = m \cdot a_x = m \cdot \frac{v_0}{T}, \quad |\vec{F}| = m \cdot \frac{v_0}{T} \cdot *; \quad |\vec{F}| = 0,2 \text{ кг} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = 0,4 \text{ Н}$$

$$3) \cancel{A} \quad A = F \cdot S_1 = F \cdot \frac{v_0 T}{2}; \quad A = 0,4 \text{ Н} \cdot \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с}}{2} = 1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $S = 40 \text{ м}$, 2) $F = 0,4 \text{ Н}$, 3) $A = 1,6 \text{ Дж}$



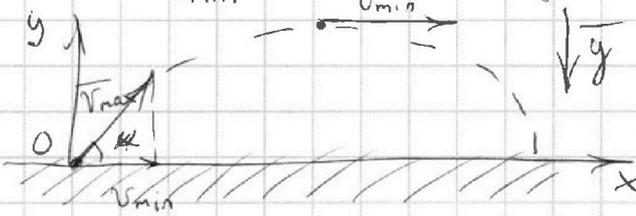
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$n=2, \frac{v_{max}}{v_{min}} = n=2, T=4c, g=10 \frac{m}{c^2}$



Скорость будет минимальна в момент времени, когда проекция скорости на ось ox будет 0, т.к. проекция скорости на ось ox не изменяется. \Rightarrow в любой момент времени $v_x = v_{min}$

Скорость максимальна в начальный момент времени и в момент удара о землю.

1) В момент $t = \frac{T}{2}$ мяч окажется в высшей точке траектории на высоте $H \Rightarrow H - \frac{g(\frac{T}{2})^2}{2} = 0$

$$H = \frac{gT^2}{8}, H = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 16c^2}{8} = 20 \text{ м}$$

2) ~~В~~ $v_x = v_{min}, v_y = \sqrt{v_{max}^2 - v_{min}^2} - gt, t = \frac{T}{2} \Rightarrow v_y = 0$

$$g \frac{T}{2} = \sqrt{v_{max}^2 - v_{min}^2}, \frac{g^2 T^2}{4} = v_{max}^2 - v_{min}^2$$

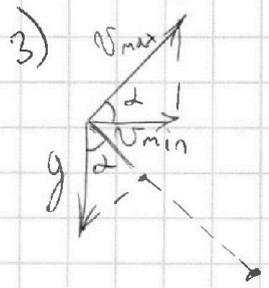
$$\frac{g^2 T^2}{4} = n^2 v_{min}^2 - v_{min}^2 = (n^2 - 1) v_{min}^2, v_{min} = \frac{gT}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}}$$

$$S = v_{min} \cdot T = \frac{gT^2}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n^2 - 1}}; S = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 16c^2}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{4 - 1}} =$$

$$= \frac{160 \text{ м}}{2\sqrt{3}} = \frac{80 \text{ м}}{\sqrt{3}}, \sqrt{3} \approx 1,73, S = \frac{80 \text{ м}}{1,73} = \frac{8000 \text{ м}}{173}$$

$$S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 8000 \overline{) 173} \\ \underline{652} \\ 1080 \\ \underline{1038} \\ 46 \end{array}$$



а проекцию g на перпендикуляр к направлению v_{max} , $\cos \alpha = \frac{v_{min}}{v_{max}} = \frac{1}{n}$

$$g \cos \alpha = \frac{v_{max}}{R}, R = \frac{v_{max}^2 \cdot n}{g}$$

по y -ю $v_y = 0, \frac{g^2 T^2}{4} = v_{max}^2 - v_{min}^2 = v_{max}^2 (1 - \frac{1}{n^2})$

$$v_{max} = \left(\frac{gT}{2}\right) \cdot \frac{n^2}{n^2 - 1}, R = \left(\frac{gT}{2}\right)^2 \cdot \frac{n^3}{n^2 - 1} \cdot \frac{1}{g}$$

$$R = 400 \frac{m^2}{c^2} \cdot \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{10 \frac{m}{c^2}} = \frac{320}{3} \text{ м}, \text{ Ответ: } 1) H=20 \text{ м}, 2) S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}, 3) R = 106 \frac{2}{3} \text{ м}$$



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.

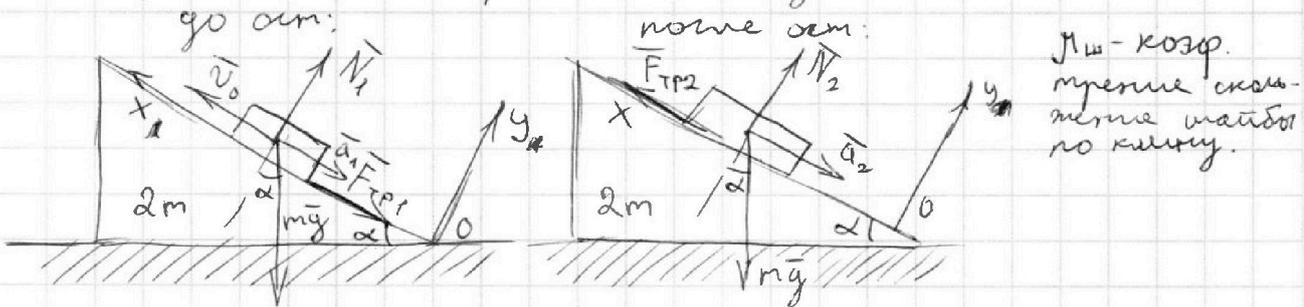
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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, $m = 0,2 \text{ кг}$, 2 м , $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, v_0 - нач. скорость.

Модуль скорости найдем до остановки груза - масса, а затем развет, так же возможно только, если изначально найдем скорость в направлении вверх по склону.



μ - коэф. трения скольжения найдем по склону.

Запишем 2-й закон Ньютона для суммарно по осм:

~~$mg \sin \alpha = N_1 + mg \cos \alpha$~~ $m \vec{a}_1 = \vec{N}_1 + m \vec{g} + \vec{F}_{TP1}$

Аналогично для суммарно по осм: $m \vec{a}_2 = \vec{N}_2 + m \vec{g} + \vec{F}_{TP2}$

$$\begin{cases} 0 = N_1 - mg \cos \alpha \\ m a_1 = F_{TP1} + mg \sin \alpha \end{cases} \quad \begin{cases} 0 = N_2 - mg \cos \alpha \\ m a_2 = mg \sin \alpha - F_{TP2} \end{cases}$$

Можно заметить $N_1 = N_2 = mg \cos \alpha = N$

$F_{TP1} = F_{TP2} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

~~$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$~~ $m a_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$ (1)

~~$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$~~ $m a_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$ (2)

1) (1)+(2): $m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha$, $\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$, a_1 и a_2

найдем из графика $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1}$, $a_1 = \frac{0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,1 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}$; $a_2 = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,1 \text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $\sin \alpha = \frac{8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$; $\sin \alpha = 0,6$

2) F_{TP} во время всего движения найдем по формуле и равна $F_{TP} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, μ найдем по формуле $\sin \alpha$.

(1)-(2); $m a_1 - m a_2 = 2 \mu mg \cos \alpha = 2 F_{TP}$, $F_{TP} = \frac{m(a_1 - a_2)}{2}$

$F_{TP} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot (8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})}{2} = 0,4 \text{ Н}$



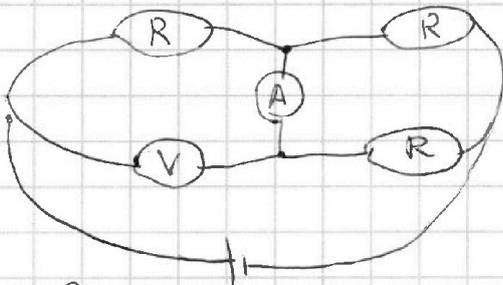
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

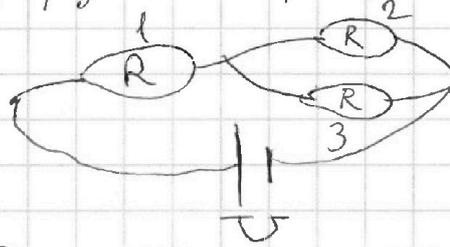
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

$\sqrt{4}, R = 100 \text{ Ом}, U = 30 \text{ В}$



м.к. $R_A \ll R$ и $R_B \gg R$
уберу их и получу



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

U

$R_{\text{эвб}} = R_1 + R_{23}$

1) $R_{\text{эвб}} = 1,5R, I = \frac{U}{R_{\text{эвб}}} = \frac{U}{1,5R}; I = \frac{30 \text{ В}}{150 \text{ Ом}} = \frac{1}{5} \text{ А}$

2) Трансформировать резисторы, $U_B = U$, м.к. вольтметр параллелен резистору 1, $U_1 = R \cdot I = R \cdot \frac{U}{1,5R} = \frac{2}{3} U$

$U_1 = U_B = \frac{2}{3} \cdot 30 \text{ В} = 20 \text{ В}$

3) $P = \frac{U^2}{R_{\text{эвб}}} = \frac{U^2}{1,5R}; P = \frac{900 \text{ В}^2}{150 \text{ Ом}} = 6 \text{ Вт}$

Ответ: 1) $I = \frac{1}{5} \text{ А}$, 2) $U_B = 20 \text{ В}$, 3) $P = 6 \text{ Вт}$



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
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!

$\sqrt{5}, t_1 = 10^\circ\text{C}, n = \frac{3}{4}$, ~~$m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7, m_8, m_9, m_{10}$~~

Начальное состояние воды, $t_1 = 10^\circ\text{C}, m$
лёд, t_2, m

Конечное состояние воды, $m_1, t_0 = 0^\circ\text{C}$
лёд, $m_2, t_0 = 0^\circ\text{C}$

1) $m_1 + m_2 = 2m$ из за сохранения массы системы

$m + \delta m = m_2, m - \delta m = m_1, n = \frac{m + \delta m}{m - \delta m}, (1 - \delta)n = 1 + \delta$

~~$n - 1 = \delta + \delta n$~~ , $\delta = \frac{n - 1}{n + 1}$; $\delta = \frac{\frac{3}{4} - 1}{\frac{3}{4} + 1} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$

2) $c_B m t_1 + c_L m t_2 = c_B (m - \delta m) t_0 + c_L (m + \delta m) t_0 + \delta m \cdot \lambda, \text{ м.к}$

$t_0 = 0^\circ\text{C}, c_B m t_1 + c_L m t_2 = -\delta m \cdot \lambda, c_B t_1 + c_L t_2 = -\delta \lambda$

$t_2 = \frac{-\delta \lambda - c_B t_1}{c_L}, t_2 = \frac{-\frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} - 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} =$

$= - \left(\frac{\frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^2 + 4,2 \cdot 10^0}{2,1} \right) ^\circ\text{C} = - \left(\frac{\frac{1}{8} \cdot 336 + 4,2}{2,1} \right) = - \frac{840}{21} ^\circ\text{C} = -40^\circ\text{C}$

$\ominus -40^\circ\text{C}, t_2 = -40^\circ\text{C}$

Ответ: 1) $\delta = \frac{1}{8}$, 2) $t_2 = -40^\circ\text{C}$

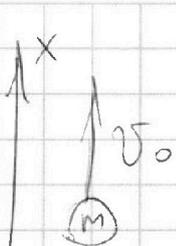


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) = \vec{v}_0 \left(\frac{T-t}{T}\right)$$

~~v_0~~ ~~v_0~~ ~~v_0~~ ~~v_0~~ ~~v_0~~

OX: $v_x = v_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$

$1 - \frac{t}{T} > 0, t < T$
 $1 - \frac{t}{T} = 0, t = T$
 $1 - \frac{t}{T} < 0, t > T$

$v = v_0 - at, a = \frac{v_0}{T}$

$\left(\frac{11}{9} \sin \alpha - \cos \alpha\right) \cos \alpha = 2$

$1,73^2 =$

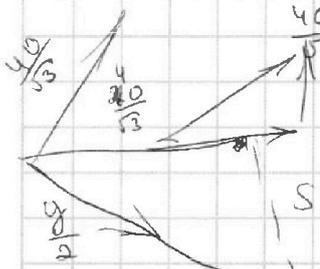
$\frac{11}{2} \rho \sin \alpha - \rho \cos \alpha = 2, 1,2 \cdot 0,4 = 0,48 < 4 \cdot 0,2$

$\frac{v_{max}^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{v_{max}^2 \sin 120^\circ}{g} = \frac{v_{max}^2 \sin 60^\circ}{g}$

$= \frac{v_{max}^2 \sqrt{3}}{2g} = \frac{1600\sqrt{3}}{60} = \frac{g \sqrt{3}}{3}$

$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$v_{max} \sin \alpha = 40 \frac{m}{s}, v_{max} = \frac{40}{\sin 60^\circ} = \frac{80}{\sqrt{3}}$



$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$

$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$

$s = \frac{1600}{3} \cdot \frac{3}{320} =$

173
+ 173

346
21
3
21
43
7

12629
173

219529

173 | 1 -20 2100
346 | 2 3,36 105

80
600

$\frac{g}{2} = \frac{v_{max}^2}{R}$

$\frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{400}{3}$

$R = \frac{40 \cdot 40}{3}$

$\frac{84}{38} = 10$

$\frac{8}{2} = 38$

$mg \sin \alpha = 1,2 \cdot 6 \cdot 9,8 = 70,56$

$1400 - 11 = 1389 - 346 = 1038$

$\frac{320}{3} = 106 \frac{2}{3}$

$1,2m + 4m = 26$

$\frac{400}{3} \cdot \frac{2}{10} = \frac{80}{3}, \frac{1600}{3} \cdot \frac{2}{10} = \frac{320}{3}$

$\cos \alpha = 0,8$

$\sin \alpha - \mu \cos \alpha > 0$
 $0,6 - 0,8$

$0,8 \cdot 10 \cdot 20,2 \cdot \mu = 0,4$

$mg \sin \alpha = 2 \cdot 0,6 = 1,2$

$\mu = 0,25$

$1,6 \cdot \mu = 0,4$

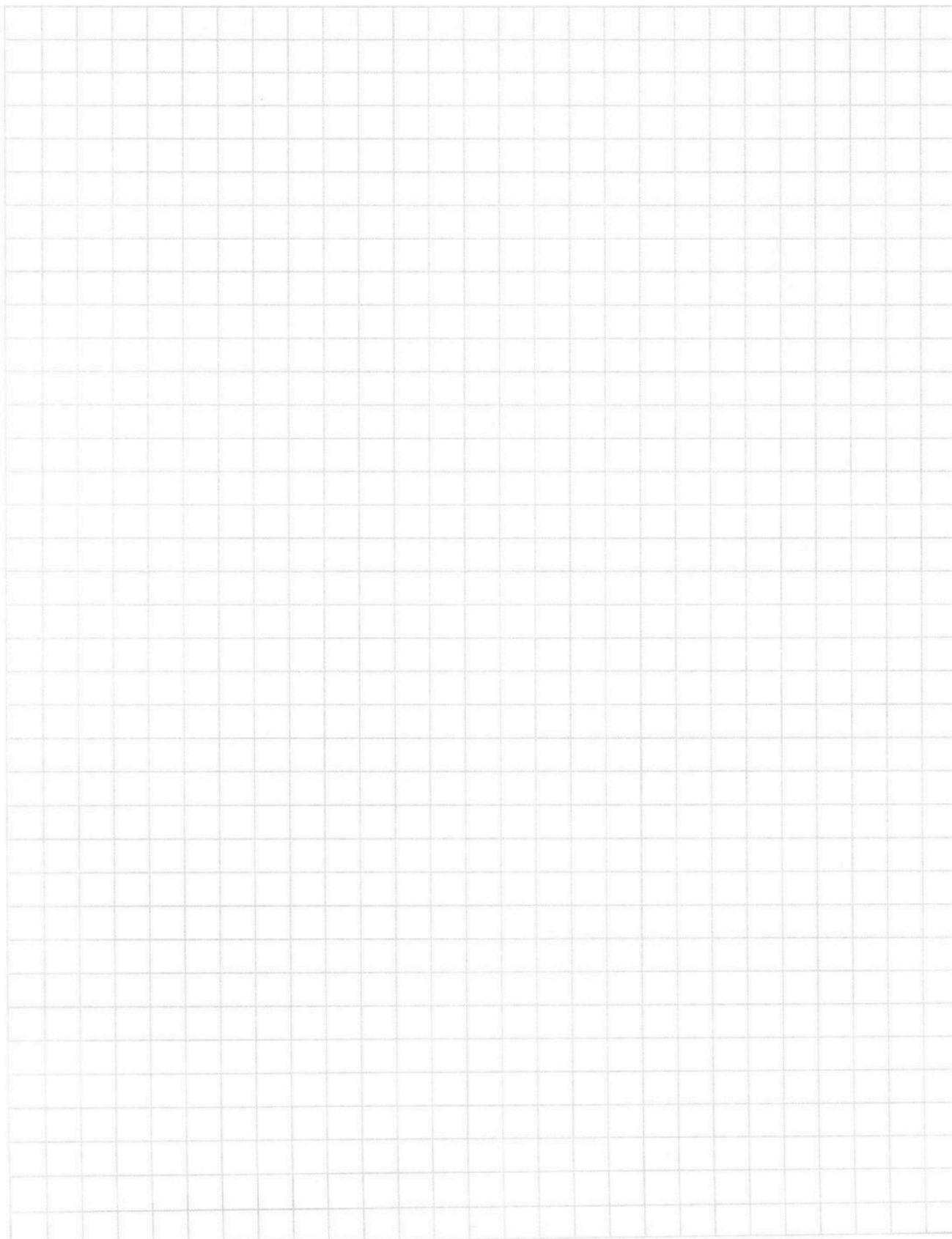


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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

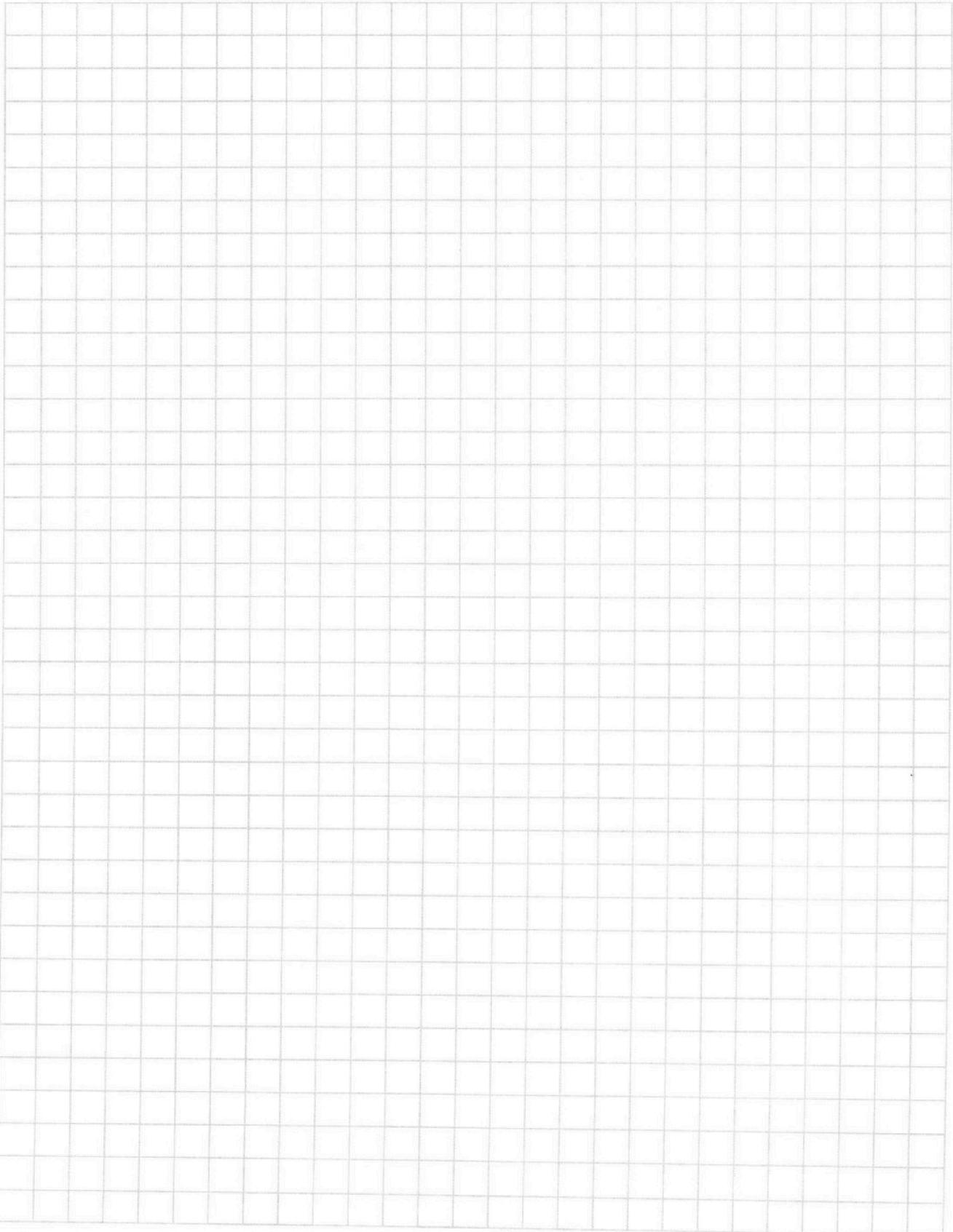
5

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
<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!

