



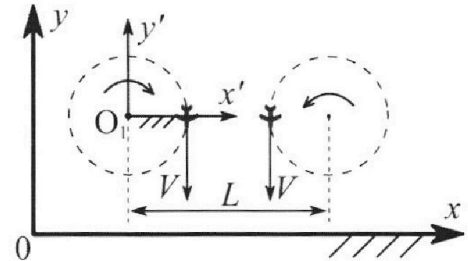
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями  $V = 60$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса  $R = 360$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

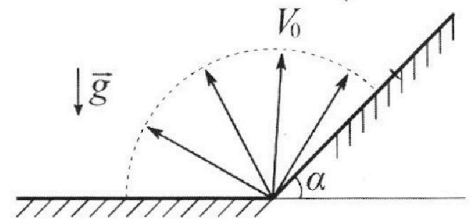


1. На сколько  $\delta$  процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей  $L = 1,8$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

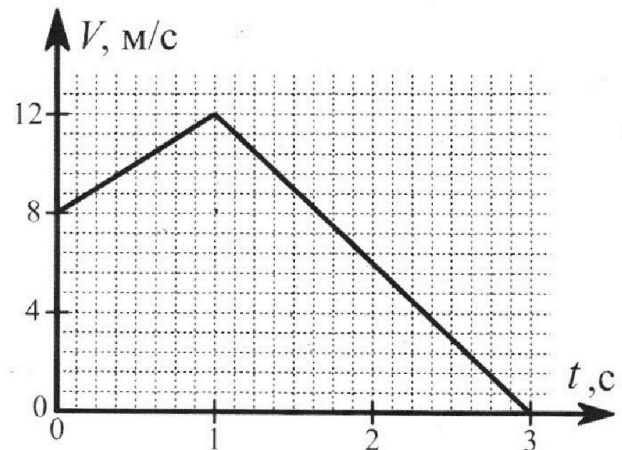
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$ . У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков  $H = 45$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



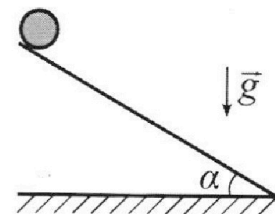
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в  $n = 3$  раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно  $S = 1$  м?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-03

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



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят  $Q = 960$  Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на  $\Delta T_1 = 48$  К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на  $\Delta T_2 = 30$  К.

1. Найдите работу  $A$  смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_V$  смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_{He}}{N_{O_2}}$  числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

*Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода  $U = \frac{5}{2}PV$ .*

5. Частица с удельным зарядом  $\gamma = \frac{q}{m} > 0$  движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками  $d$ . В некоторый момент частица движется со скоростью  $V_0$  параллельно обкладкам на расстоянии  $d/8$  от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен  $R$ .

1. Найдите напряжение  $U$  на конденсаторе.

Через нек оторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется в этот момент частица?



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

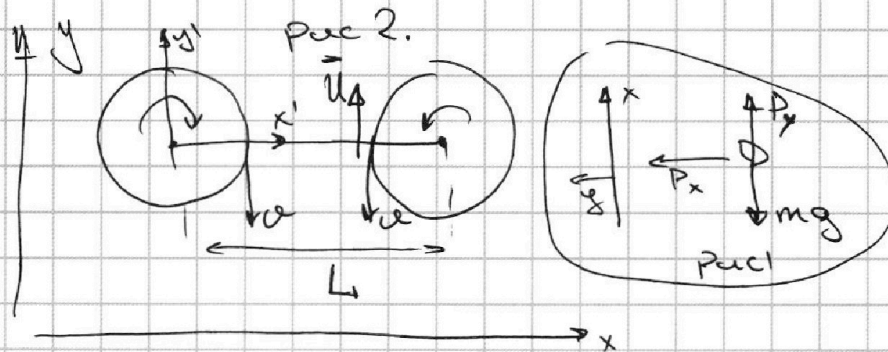
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)

Дано:

$$R = 800 \text{ м}$$

$$\vartheta = 60 \text{ °/с}$$



1) Изи Ньютона на шаре:

Рис I : y:  $P_y = mg$

$$P = \sqrt{P_y^2 + P_x^2}$$

x:  $P_x = ma_n = m \cdot \frac{u^2}{R}$

$$\Rightarrow \delta = 1 - \frac{mg}{P} = 1 - \frac{mg}{\sqrt{m^2g^2 + \frac{m^2u^4}{R^2}}} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$$

2)  $\omega = \frac{\vartheta}{R} \Rightarrow \vartheta_{\text{пер}} = \omega \cdot (R - R) \downarrow$

$$\Rightarrow \vartheta_{\text{отн}} = \vartheta_{\text{абс}} - \vartheta_{\text{отн}} \Rightarrow u = -\vartheta + \omega(L - R)$$

$$u = -\vartheta + \frac{\vartheta}{R}(L - R) = \vartheta \left( \frac{L}{R} - 2 \right) = 3\vartheta = 180 \text{ °/с}$$

направление  $u$  из рис. 2. (вверх)

Ответ:  $\delta = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$  ;  $u = 3\vartheta = 180 \text{ °/с}$



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 2

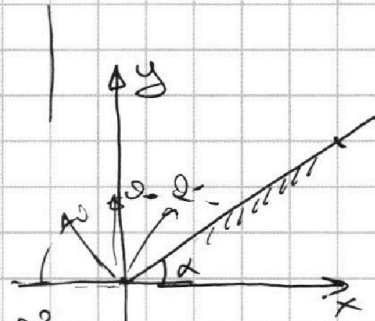
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:  
 $\alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,8$

$H = 45 \text{ м}$

$v_0 = ?$

$S = ?$



$$1) H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = 30 \text{ м/с}$$

$$2) x = v_0 \cos \beta t ; y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = v_0 \sin \beta \frac{x}{v_0 \cos \beta} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$= x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)$$

зададим условие.  $\frac{y}{x} = \tan \alpha$  (покл. плоскости)

$$\Rightarrow y = x \tan \alpha \Rightarrow x = \frac{y}{\tan \alpha}$$

$$\Rightarrow \frac{x \tan \alpha}{x} = \frac{x \tan \beta - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)}{x}$$

$$\tan \alpha = \tan \beta - \frac{g x}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \beta)$$

$$x = \frac{(-\tan \alpha + \tan \beta) 2 v_0^2}{(1 + \tan^2 \beta) g}$$

$x \rightarrow \max x \Rightarrow$  возьмем производную

$$x' = 0 \Rightarrow 0 = \frac{2 v_0^2}{(1 + \tan^2 \beta) g} (0 + 1) + \frac{(\tan \beta - \tan \alpha) (-1)}{(1 + \tan^2 \beta)^2} \cdot 2 \tan \beta \cdot \frac{2 v_0^2}{g}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{2 \tan \beta (\tan \beta - \tan \alpha)}{1 + \tan^2 \beta} \Rightarrow 1 + \tan^2 \beta = 2 \tan^2 \beta - 2 \tan \beta \tan \alpha$$

$$\tan^2 \beta - 2 \tan \alpha \tan \beta - 1 = 0$$

$$\tan \beta = \tan \alpha + \sqrt{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{4}{3} + \sqrt{\frac{16}{9} + 1}$$





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 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!

$$tg \beta = \frac{4}{3} + \frac{5}{3} = \frac{9}{3} = 3$$

$$\Rightarrow x = \frac{(tg \beta - tg \alpha) \cdot 2 \cdot 30^2}{(1 + tg^2 \beta) g} = \frac{(3 - \frac{4}{3}) \cdot 2 \cdot 30^2}{(1 + 9) \cdot 10} = \frac{5}{3} \cdot \frac{30^2}{10}$$

$$\Rightarrow x = \frac{30 \cdot 30}{3 \cdot 10} = \frac{300}{30} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = \frac{x}{\cos \alpha} = \frac{30 \cdot 5}{3} = 50 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{2gh} = 30 \text{ м/с}$        $S = 50 \text{ м}$



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!

1) коэф пружины  $k_1 = 4 = 4 \text{ м/с}^2 = a_1$

коэф пружины  $k_2 = -\frac{12}{2} = -6 \text{ м/с}^2 = a_2$   
 & эти коэф на ось II плоскости

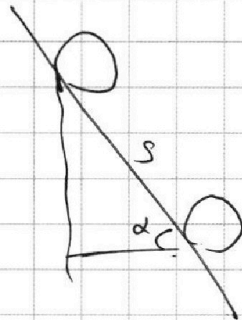
по:  $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1$

норм:  $\mu mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_2$

$\Rightarrow 2g \sin \alpha = |a_1| + |a_2| = 10$

$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2}$

2) Закон изменения энергии:  $\Delta K = A$



$m$  - масса точки  
 $3m$  - ось

~~$\Rightarrow \frac{m \omega^2}{2} =$~~

$4mg S \sin \alpha = \Delta K$

исчисляем  $\Delta K$  по Тк Кемел

$\Delta K = K_2 - K_1 = K_{\text{орб}} + K_{\text{уп}}$

$= \frac{4m \omega^2}{2} + \frac{m \omega^2}{2} = \frac{5}{2} m \omega^2$

Т.к ось прокл  
 скор ось у.м тогда  
 равна  $\omega R$  (скор т. точки)

$\Rightarrow 4mg S \sin \alpha = \frac{5}{2} m \omega^2$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{8}{5} g S \sin \alpha} = \omega = \sqrt{\frac{8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{5}} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} \text{ м/с}$

3)  ~~$S = \frac{\omega^2}{2a}$~~   $\Rightarrow a = \frac{\omega^2}{2S} = \frac{\frac{8}{5} g \sin \alpha}{2 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{4}{5} g \sin \alpha$

$\Rightarrow a = \frac{4}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ м/с}^2$



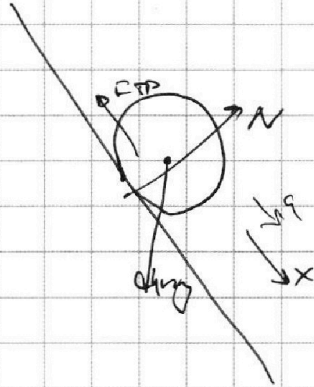
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

4)



II закон Ньютона;

$$x: 4mg \sin \alpha - F_{TP} = 4m a$$

$$F_{TP} = 4m (g \sin \alpha - a)$$

$$F_{TP} = 4m (g \sin \alpha - \frac{4}{5} g \sin \alpha)$$

$$= \frac{4}{5} mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha \cdot 4$$

$$F_{TP} \leq \mu N$$

$$F_{TP} \leq \mu \cdot 4mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} mg \sin \alpha \leq \mu \cdot 4mg \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \varphi = 30^\circ; \quad a = \frac{4}{5} g$$

$$\mu \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$



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!

④ ① 1)  $V = \text{const}$   $\text{He} \text{ O}_2$  |  $Q$   $\Delta T_1 = 48 \text{ K}$ .

2)  $p = \text{const}$   $Q$   $\Delta T_2 = 30 \text{ K}$ .

I поз. терм. сум где 1)

$$Q = \Delta U_1 + A \rightarrow 0 = \frac{3}{2} \Delta U_{\text{He}} + \Delta U_{\text{O}_2} = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_1$$

I поз. терм. сум 2)

$$Q = \Delta U_2 + A = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 + A$$

$$\rightarrow \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{\partial Q}{\partial T_1} \Delta T_1 + A \Rightarrow A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж}$$

②  $Q = C_V \nu \Delta T_3$

$$A = p \Delta V = \nu R \Delta T_2 \Rightarrow \nu = \frac{A}{R \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow Q = C_V \frac{A}{R \Delta T_2} \Delta T_3 \Rightarrow C_V = \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_3 \cdot Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$

$$= \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_3 - \Delta T_2} = \frac{R \cdot 30}{18} = \left( \frac{5}{3} R = C_V \right)$$

③  $A = \nu R \Delta T_2 = (\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{O}_2}) R \Delta T_2 = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) / \nu_{\text{O}_2}$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{He}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{\text{O}_2} R \Delta T_2 \quad /: \nu_{\text{O}_2}$$

$$\alpha = \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{O}_2}} \Rightarrow \frac{Q}{\nu_{\text{O}_2}} \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = (\alpha + 1) R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{\nu_{\text{O}_2}} = \frac{3}{2} \alpha R \Delta T_2 + \frac{5}{2} R \Delta T_2$$





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 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!

$$\left( \frac{3}{2} \alpha R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_2 \right) \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = (\alpha + 1) R \Delta T_2$$
$$\left( \frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \right) \underbrace{(\Delta T_1 - \Delta T_2)}_{18 \text{ K}} = (\alpha + 1) \underbrace{\Delta T_2}_{90 \text{ K}}$$

$$\Rightarrow \frac{3 \cdot 18 \text{ K} \alpha}{2} + \frac{5 \cdot 18 \text{ K}}{2} = 90 \text{ K} \alpha + 90 \text{ K}$$

$$3 \text{ K} \alpha = 15 \text{ K} \Rightarrow \alpha = \frac{15}{3} = 5$$

$$\frac{N_{\text{не}}}{N_{\text{ок}}} = \frac{J_{\text{не}}}{J_{\text{ок}}} = \alpha = 5$$

$$\text{Ответ: } A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж}$$

$$C_{\text{л}} = \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{5}{3} R$$

$$\alpha = 5$$





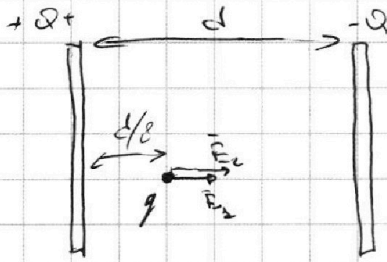
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

из 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!



$$1) U = Ed \quad \mathcal{E} = \frac{q}{m}$$

$$F = E_1 + E_2$$

$$F_1 = qE_1 \quad F_2 = qE_2$$

$$\Rightarrow F_1 + F_2 = F = q(E_1 + E_2) = qE = q \frac{U}{d}$$

II закон Ньютона.

$$\Rightarrow q \frac{U}{d} = m \frac{v^2}{R}$$

$$U = \frac{v^2 d m}{q R} = \frac{v^2 d}{\mathcal{E} R}$$

2) ~~Закон сохранения энергии~~; Закон сохранения энергии

$$0K = A \Rightarrow \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = A = F \left( \frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = F \frac{3}{8} d$$

$$\Rightarrow \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{q U}{d} \cdot \frac{3}{8} d$$

$$v^2 - v_0^2 = \frac{q \cdot U \cdot 3}{4} = \frac{3}{4} \mathcal{E} \frac{v_0^2 d}{R}$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{3}{4} \frac{d}{R} v_0^2 + v_0^2$$

$$v = v_0 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1}$$

Ответ:  $U = \frac{v^2 d}{\mathcal{E} R}$ ;  $v = v_0 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1}$

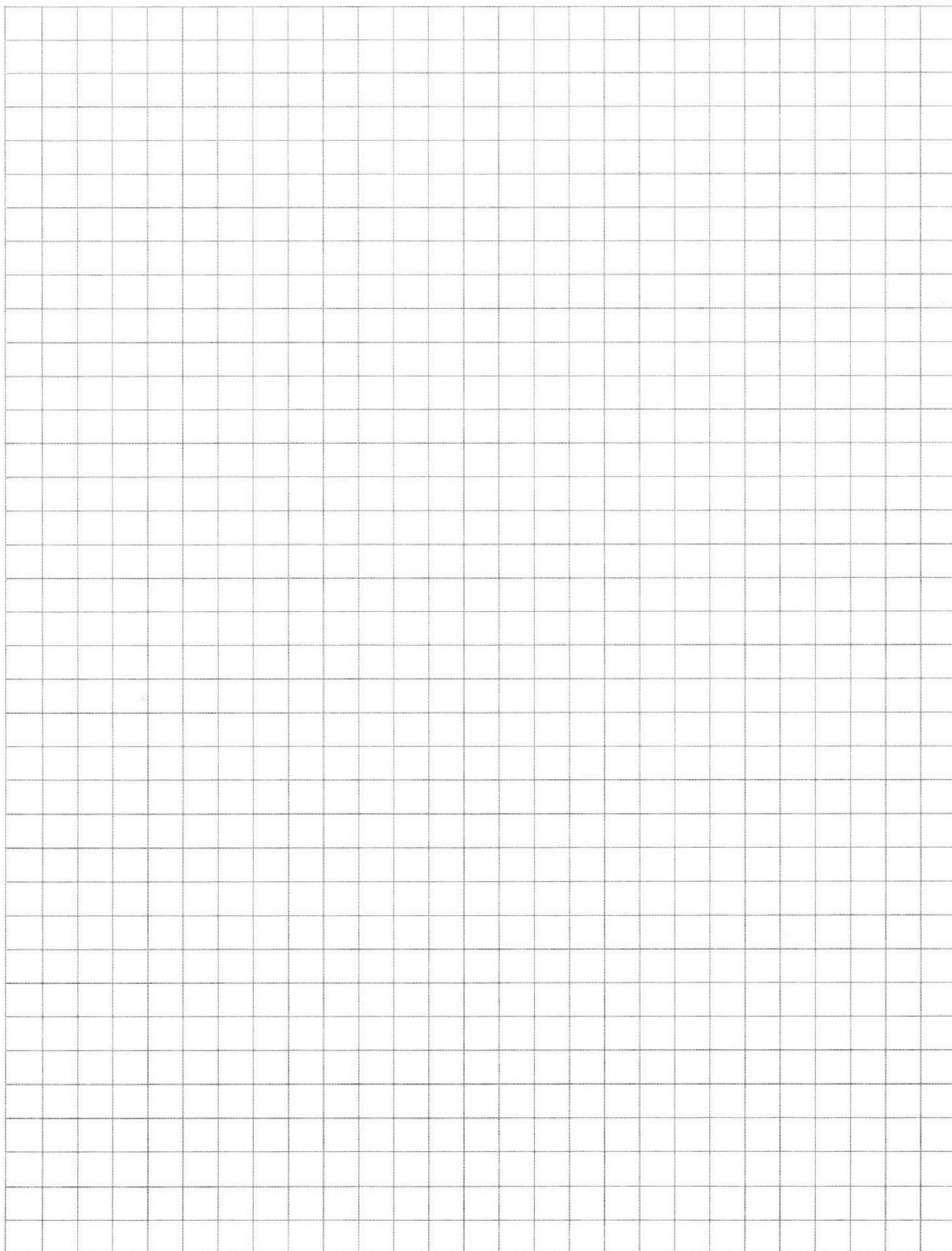


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



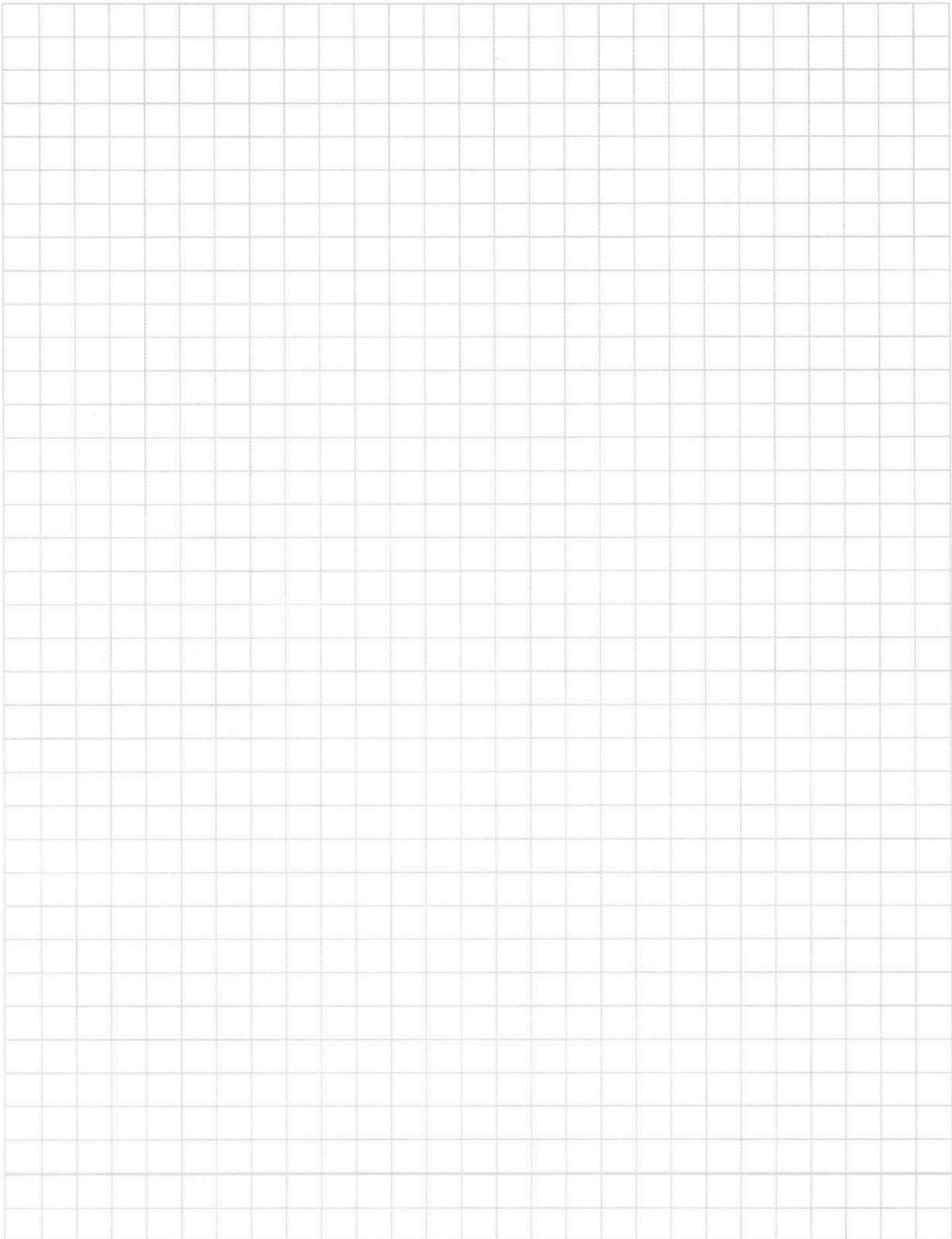


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





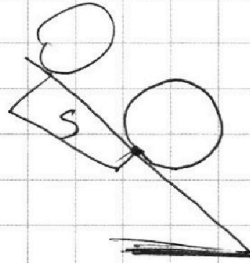


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$K_{\text{мг}} S \sin \alpha = \\ = \frac{4m\omega^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2}$$

$$\cancel{8} K_{\text{мг}} S \sin \alpha = \frac{5m\omega^2}{2}$$

$$\cancel{8} K_{\text{мг}} S \sin \alpha = 5m\omega^2$$

$$\frac{8}{5} g S \sin \alpha = \omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8}{5} g S \sin \alpha} = \sqrt{\frac{8}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{8} \\ = \mathbf{2\sqrt{2}}$$

a =

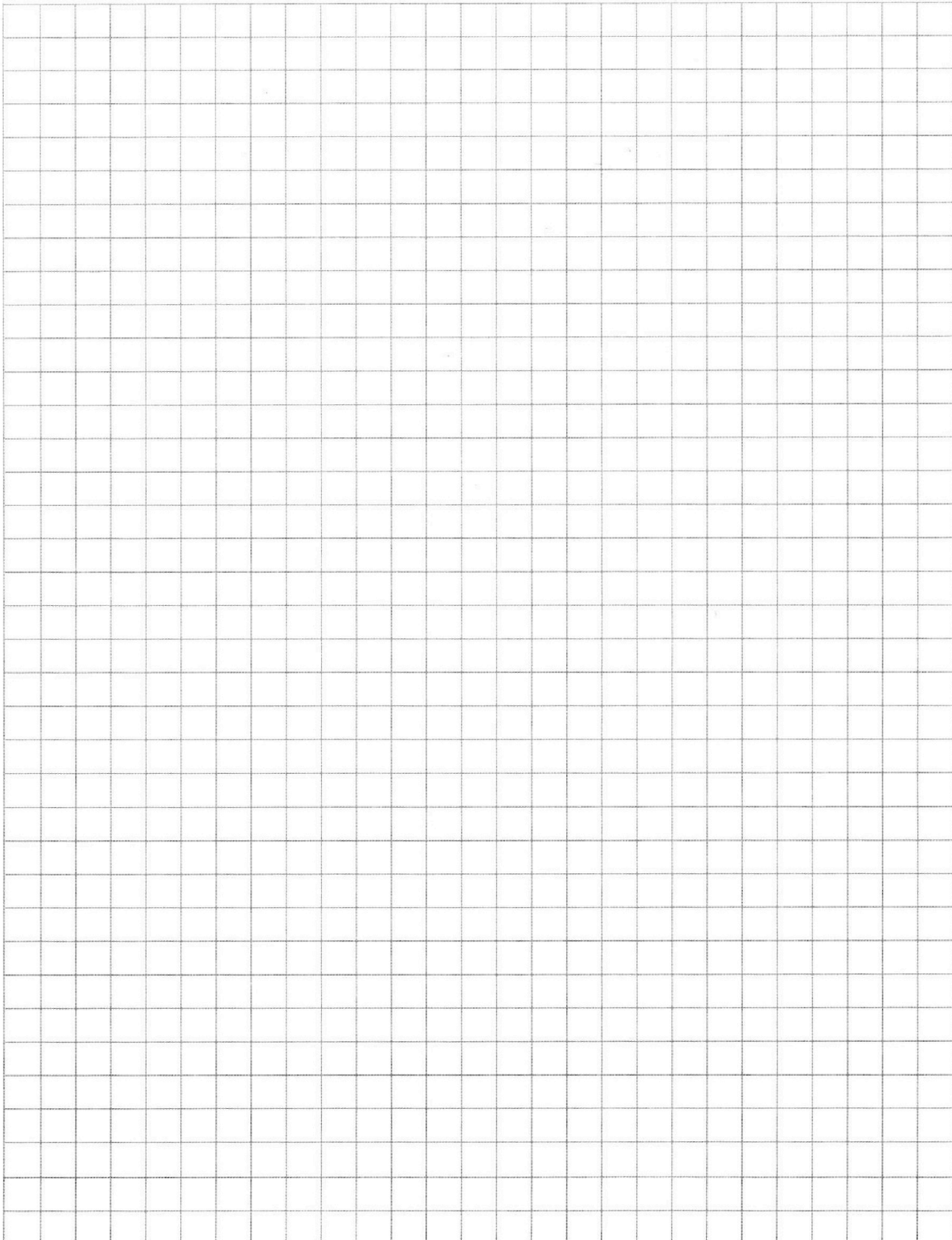


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

252  
48 см  
x

$$Q = C_v \cancel{R} \Delta T_2 \Rightarrow C_v = \frac{Q}{\cancel{R} \Delta T_2}$$

$$Q = C_v \cancel{R} \Delta T$$

$$A = p \cdot \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\nu = \frac{A}{R \Delta T_2}$$

$$C_v = \frac{Q}{\Delta T_1 \cdot \frac{A}{R \Delta T_2}}$$

$$Q =$$

$$3) \frac{N_{He}}{N_{O_2}} = \frac{J_{He}}{J_{O_2}}$$

$$\frac{30^5}{18} = 3$$

$$\frac{15^5 \cdot 16}{30 \cdot 48} = \frac{18}{8}$$

$$J_{He} = \frac{N_{He}}{N_A}$$

$$J_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{N_A}$$

$$\frac{48 \cdot 3}{18} = \frac{50}{80}$$

$$A = \frac{48 - 30}{48} =$$

$$\frac{2}{8} = \frac{960}{480}$$

$$\frac{18 \cdot 9 \cdot 3}{48} = \frac{248}{48}$$

$$\frac{48}{16}$$

$$\frac{960}{8} = \frac{120}{120}$$

$$A = \nu R \Delta T_2 = (J_{He} + J_{O_2}) R \Delta T_2$$

$$\frac{Q}{J_{O_2}} \left(1 - \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)$$

$$\frac{A}{J_{O_2}} = (\alpha + \beta) R \Delta T_2$$

$$\left(\frac{\alpha}{2} R \Delta T_2 + \frac{\beta}{2} R \Delta T_1\right) \left(1 - \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)$$

$$Q = \frac{3}{2} J_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_{O_2} R \Delta T_2$$

$$= (\alpha + \beta) R \Delta T_2$$

$$\frac{Q}{J_{O_2}} = \frac{3}{2} \alpha R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{3}{2} \alpha + \frac{5}{2}\right) (\Delta T_1 - \Delta T_2) = (\alpha + \beta) \Delta T_2$$

$$\frac{18 \cdot 3}{2} \alpha + \frac{5}{2} \cdot 18 = 30 \alpha + 30 \Rightarrow 3\alpha = 15 \Rightarrow \alpha = 5$$



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!

$$36 = 6 \cdot 6$$

P - 100%  
mg x %

$$1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{60 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 100}{360 \cdot 360 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10}}}$$

$$= 1 - \frac{10}{10\sqrt{2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$1 - \frac{10}{\sqrt{100 + \frac{60^2}{360^2}}}$$

$$\sqrt{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 9}$$

$$= 2 \cdot 5 \cdot 3 = 30$$

$\frac{6 \cdot 10^2}{3}$

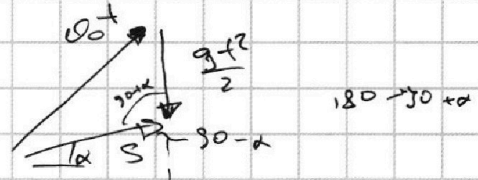
$$\frac{10}{10} = \frac{5}{5}$$

$$\frac{16+9}{3}$$

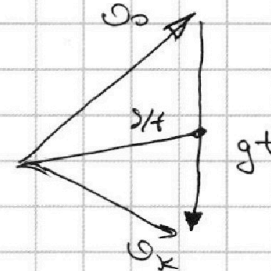
$$\frac{25}{9}$$

$$\frac{180}{360}$$

$$\frac{100-205}{38}$$



$$3 - \frac{4}{5} = \frac{9-4}{5} = \frac{5}{5}$$



$$v = \text{const}$$

$$Q = \Delta U + A \rightarrow 0$$

$$\frac{P}{T} = \text{const}$$

$$Q = \Delta U_{02} + \Delta U_{\text{не}}$$

$$= \frac{3}{2} J_{02} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_{02} R \Delta T_2 = \Delta T_2 \left( \frac{3}{2} J_{02} R + \frac{5}{2} J_{02} R \right)$$

$$P = \text{const}$$

$$Q = \frac{3}{2} J_{02} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_{02} R \Delta T_2 + A$$

$$Q = \frac{Q}{\Delta T_2} \Delta T_2 + A \Rightarrow A = Q \left( 1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)$$

$$\Delta U_{02} = \frac{5}{2} J_{02} R \Delta T_2 - \frac{3}{2} J_{02} R \Delta T_2$$

$$= Q \left( 1 - \frac{30}{48} \right) = \frac{3}{5} Q$$

$$\frac{48}{5} \frac{12}{24} \frac{1}{3}$$

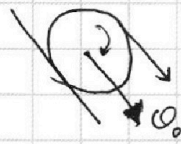
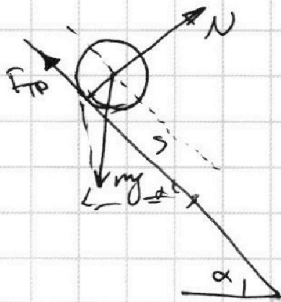


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



$$4Mg \sin \alpha = \frac{4Mv \omega^2}{2} + \frac{4Mv \omega^2}{2}$$

$$4Mg \sin \alpha = 4M \omega^2$$

$$\omega = \sqrt{g \sin \alpha} = \sqrt{10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{5}$$

$$3) \text{ для } S = \frac{g \sin \alpha}{2a} \Rightarrow a = \frac{g \sin \alpha}{2S} = \left( \frac{g \sin \alpha}{2} \right)$$

$$4) mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = m \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{2} = F_{\text{тр}}$$

$$\mu \leq \frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

$$760 \cdot \frac{18^3}{488}$$

$$10 \sqrt{100 + \frac{6^4 \cdot 10^2}{6^2 \cdot 6 \cdot 10^2}} = 200$$

$$1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{2} \approx 1,4$$

$$\frac{1,4}{2,4}$$

$$\frac{1,4^2}{10^5} = \frac{1,96}{10^5}$$

$$2 \frac{2}{5} = \frac{12}{5}$$

$$\frac{1,4}{10}$$

$$\frac{20}{60} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{7}{5} = \frac{14}{10} = \frac{1}{10}$$

$$1 = \frac{(4\beta - 4\alpha)4\beta}{1 + 4\beta}$$

$$1 + 4\beta = 24\beta - 24\alpha\beta$$

$$4\beta - 24\alpha\beta - 1 = 0$$

$$4\beta = \frac{1 \pm \sqrt{16\alpha^2 + 1}}{4}$$

$$\frac{4}{3} + \frac{5}{3} = \frac{9}{3} = 3$$

$$x = \left(3 - \frac{4}{3}\right) \cdot 2 \cdot 30^2$$

$$\frac{1}{3} \cdot 30^2 = \frac{30 \cdot 30}{3} = 300$$

$$-v + \frac{g}{R} L - \omega$$

$$-2v + \frac{g}{R} L = 0 \left( \frac{L}{R} - 2 \right)$$

$$0 \left( \frac{200}{300} - 2 \right)$$



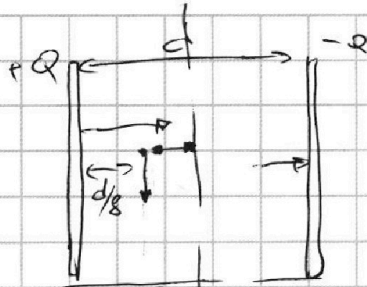
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— 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!



$$1) \quad \vec{F} = q \vec{E}$$

$$\sum \vec{F} = m \omega_0^2$$

$$F_{np} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} =$$

~~$$\vec{F} = F$$~~

$$U = \epsilon E d$$

$$\sum F = (E_1 + E_2) q$$

$$\frac{1}{2} \frac{d}{8} - \frac{d}{8} = \left( \frac{3d}{8} \right)$$

$$\frac{(E_1 + E_2) q}{\frac{U}{d}} = \frac{m \omega_0^2}{R}$$

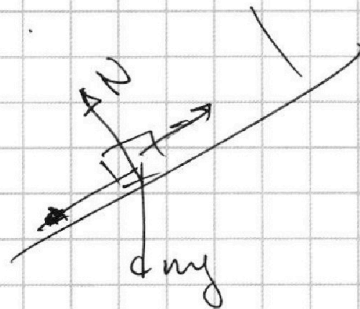
F

~~$$\frac{m \omega_0^2}{2}$$~~

$$\frac{m \omega_0^2}{2} - \frac{m \omega_0^2}{2} = A U = \frac{m \omega_0^2 d}{R g} = \frac{\omega_0^2 d}{R A}$$

$$\frac{F U}{d} q$$

3



$$m a_{\uparrow} = m g \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha$$

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

$$\frac{4}{4} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{12}{2} = 6 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$10 = 2 g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \quad \alpha = 30^\circ$$

~~$$6 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$~~
~~$$\mu = g \sin \alpha$$~~

~~$$10 = 2 g \sin \alpha$$~~

$$\frac{m \omega^2}{2} - \frac{m \omega_0^2}{2} = A = \frac{U}{d} \cdot g \cdot \left( \frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right)$$

$$m \omega^2 - m \omega_0^2 = \frac{U g}{4} \cdot \frac{3d}{4}$$

$$\omega = \omega_0^2 + \frac{U g}{4} \cdot \frac{3}{4} = \omega_0^2 + \frac{3}{4} \cdot \frac{\omega_0^2 d}{R}$$

$$= \omega_0 \sqrt{1 + \frac{3d}{4R}}$$

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!

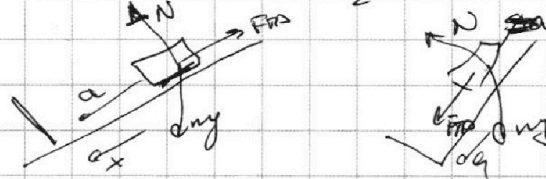
3

Дано:

$n=2$   
 $S=1\text{ м}$

1) коэф. наклона  $K_1 = \frac{4}{1} = 4 = a_1 \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$

коэф. наклона  $K_2 = \frac{-12}{2} = -6 = a_2 \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$

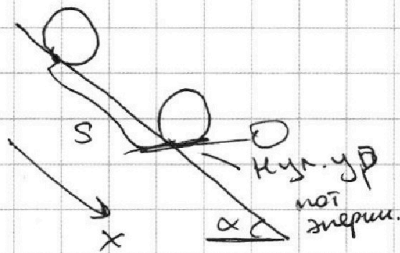


по направлению x:  
 $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1$   
по направлению y:  
 $g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = ma_2$

$\Rightarrow 2g \sin \alpha = |a_1| + |a_2| = 10$

$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

2)



Заменим 3СЭ:

~~$Mg S \sin \alpha = K$~~   
каждому K по Th Кеннеди

$K = K_{\text{отн. цм}} + K_{\text{вм}} \Rightarrow$

т.к. колесо катится без проскальзывания  $\Rightarrow \omega_{\text{отн. цм}} = \omega_{\text{вм}}$

$\Rightarrow K = \frac{M \omega_{\text{вм}}^2}{2} + \frac{M \omega_{\text{вм}}^2}{2}$

$\Rightarrow K = M \omega_{\text{вм}}^2 = M a^2$

$\Rightarrow Mg S \sin \alpha = M a^2 \Rightarrow a = \sqrt{g S \sin \alpha} = \sqrt{10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3)  $S = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 1}{4} = 0.5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$a = \frac{g \sin \alpha}{2}$

$\Rightarrow a = \frac{g}{4} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} = 2.5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$





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!

4) II закон Ньютона

$$x: Mgs \sin \alpha - F_{TP} = Ma$$

$$F_{TP} = M(g \sin \alpha - a) = M \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$F_{TP} \leq \mu N \Rightarrow \frac{M g \sin \alpha}{2} \leq \mu M g \cos \alpha$$

$$y: N = Mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad v = \sqrt{g S \sin \alpha} = \sqrt{5} \text{ м/с}; \quad a = \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{g}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{g \sin \alpha}{2} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

