



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

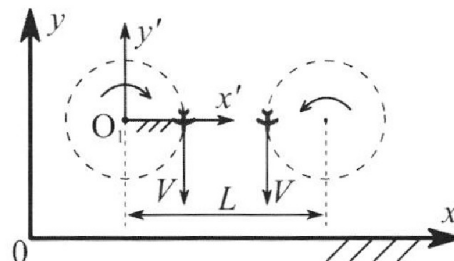
Вариант 10-03

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/с².

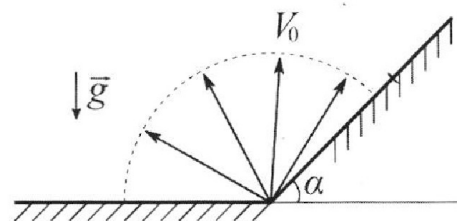
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

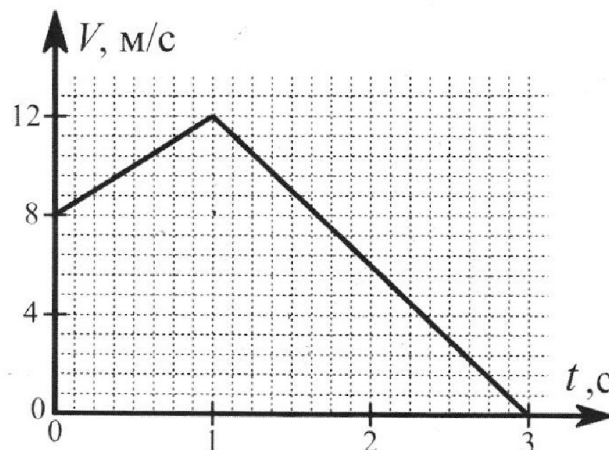
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α 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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



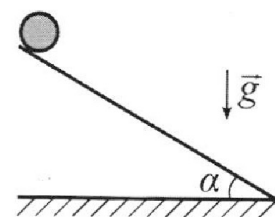
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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 $\frac{N_{He}}{N_K}$ 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 некоторое 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

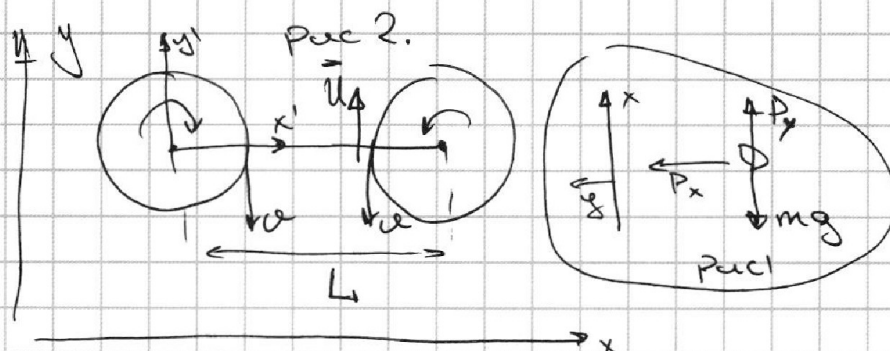
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1

Дано:

$$R = 800 \text{ м}$$

$$\varphi = 60^\circ/\text{с}$$



1) Из Ньютона на шаре:

Пис. I : y: $P_y = mg$

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

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

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

$$2) \quad \omega = \frac{\varphi}{R} \Rightarrow \varphi_{\text{пер}} = \omega \cdot (L - R)$$

$$\Rightarrow \varphi_{\text{отн}} = \varphi_{\text{абс}} - \varphi_{\text{отн}} \Rightarrow \alpha = -\varphi + \omega(L - R)$$

$$\alpha = -\varphi + \frac{\varphi}{R}(L - R) = \varphi \left(\frac{L}{R} - 2 \right) = 3\varphi = 180^\circ/\text{с}$$

направление α не рис. 2. (вверх)

$$\text{Ответ: } \delta = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} ; \alpha = 3\varphi = 180^\circ/\text{с}$$



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

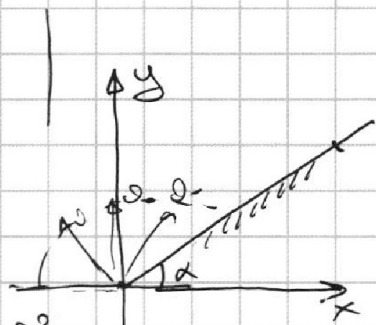
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$H = 45 \text{ m}$

$v_0 = ?$

$S = ?$



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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow \cancel{x \tan \alpha} = \cancel{x \tan \beta} - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \beta) \quad \text{приравниваем}$$

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

$$\Rightarrow x = \frac{(tg \beta - tg \alpha)}{(1 + tg \alpha tg \beta)g} \cdot 2v_0^2 = \frac{(3 - \frac{4}{3})}{(1 + 9)10} \cdot 2 \cdot 30^2 = \frac{5}{3 \cdot 10} \cdot \frac{30^2}{10}$$

$$\Rightarrow x = \frac{30 \cdot 30}{3 \cdot 10} = \frac{300}{3} = 100 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = \frac{x}{\cos \alpha} = \frac{100}{\frac{4}{5}} = 100 \cdot \frac{5}{4} = 125 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{2gh} = 30 \text{ м/с} \quad S = 125 \text{ м}$$



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 трения $K_1 = \gamma = 4 \text{ м/с}^2 = a_1$

коэф трения $K_2 = -\frac{12}{2} = -6 \text{ м/с}^2 = a_2$

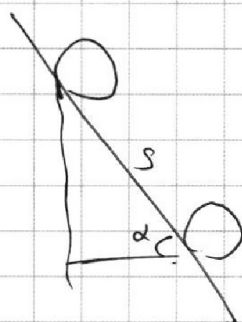
2 эк шара на ось II плоскости
по: $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1$

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 измен энергии: $\Delta K = A$



m - масса шарика

3m - шар

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

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

исчисляем ΔK по Тк Кинем

$\Delta K = K_2 - K_1 = K_{\text{шар}} + K_{\text{шм}}$

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

т.к шар и шарик
скор отн у.м то же
равна ω . (скор т. шарика)

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

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

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

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



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.

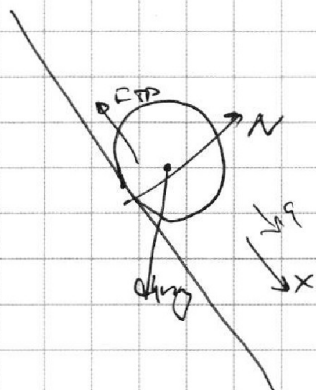
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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;
 $x: 4mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 4m a$

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

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

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

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

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

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

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

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

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{1}{2}; \quad \alpha = 30^\circ; \quad a = 4 \text{ м/с}^2$$

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



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)

$$V = \text{const} \quad \text{He} \quad \text{O}_2 \quad Q \quad \Delta T_1 = 48 \text{ K}.$$

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

I поз. терм. сум где 1)

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

II поз. терм. сум 2)

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

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

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

$$2) \quad Q = C_V \nu \Delta T_3$$

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

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

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

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

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

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

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



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!

$$\left(\frac{3}{2} \alpha R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R \Delta T_2 \right) \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = (\alpha + 1) R \Delta T_2$$

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

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

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

$$\frac{N_{\text{те}}}{N_{\text{ох}}} = \frac{Q_{\text{те}}}{Q_{\text{ох}}} = \alpha = 5$$

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

$$C_L = \frac{R \Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{5}{3} R$$

$$\alpha = 5$$



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

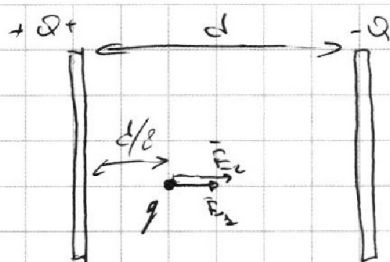
☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА

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!



$$1) U = Ed$$

$$F = \frac{q}{m}$$

$$F = E_1 + E_2$$

$$F_1 = qE_1, F_2 = qE_2$$

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

II закон Ньютона.

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

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

2) ~~Закон~~ : Закон сохранения энергии

$$OK = A \Rightarrow \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A = F \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{8} \right) = F \frac{3}{8} d$$

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{qU}{d} \cdot \frac{3}{8} d$$

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

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

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

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

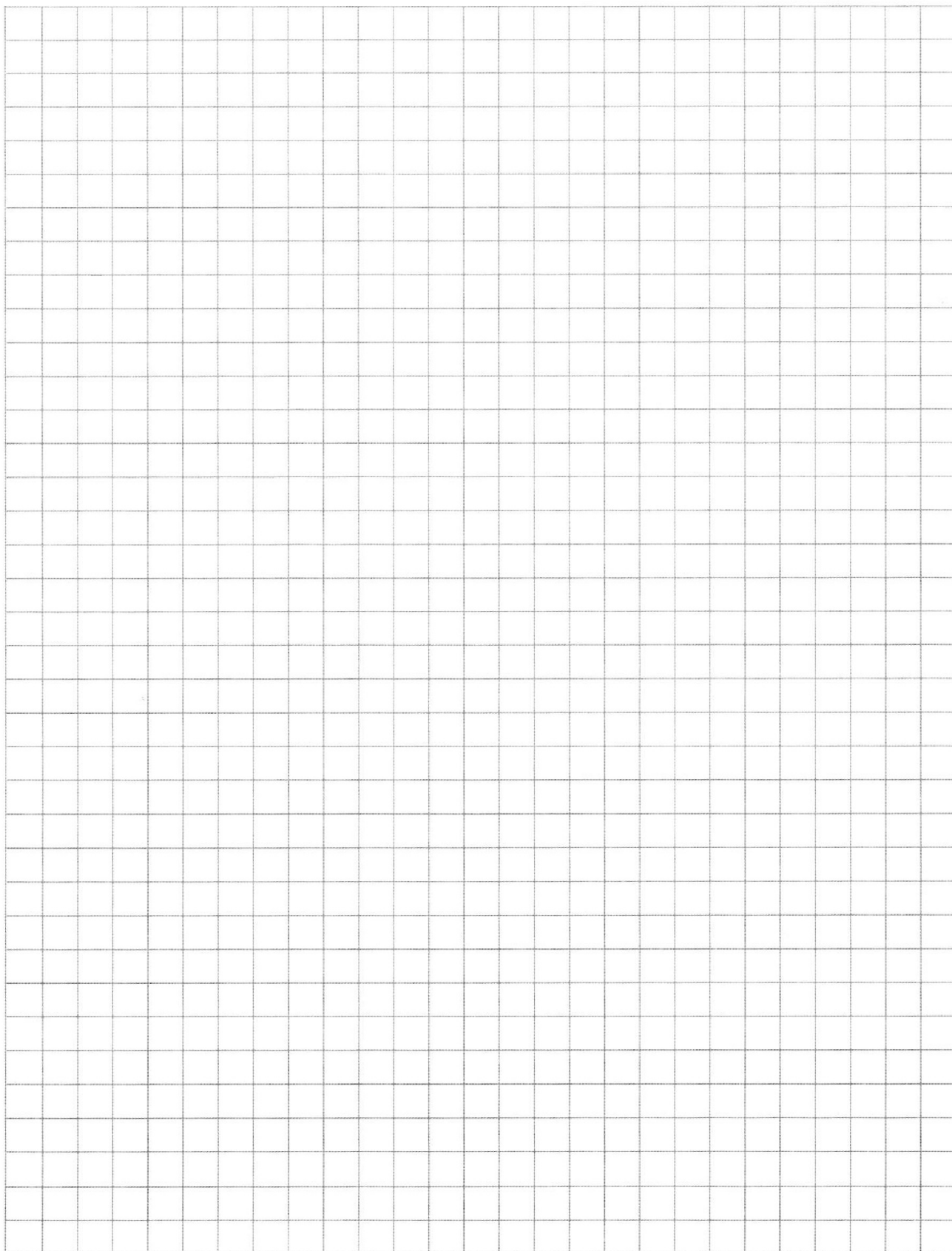


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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
☐

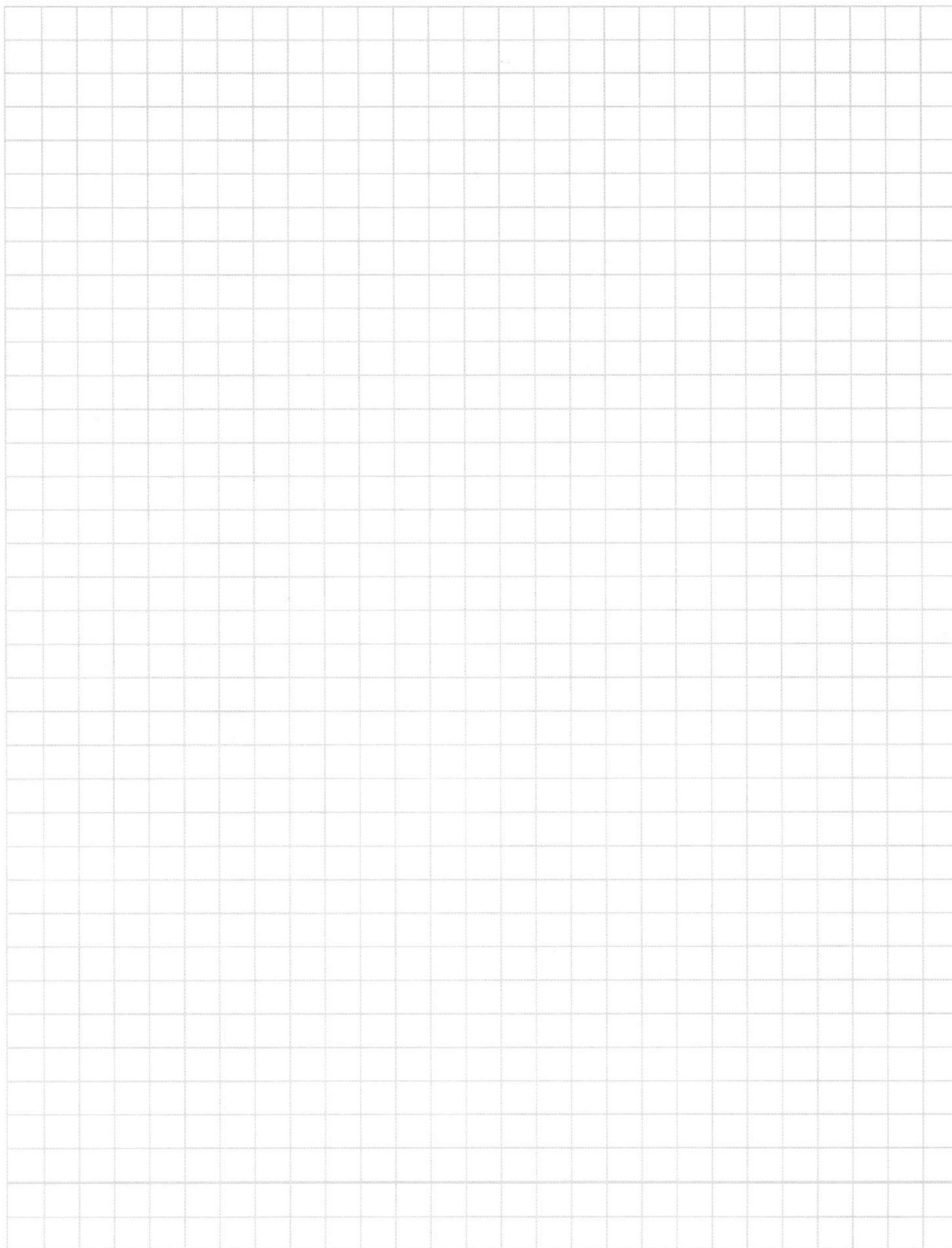
5
☐

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
☒

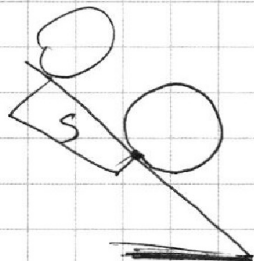
5
☒

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!



$$4mg S \sin \alpha =$$
$$= \frac{4m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

~~$$8mg S \sin \alpha = \frac{5m v^2}{2}$$~~

~~$$8mg S \sin \alpha = 5m v^2$$~~

~~$$\frac{8}{5} g S \sin \alpha = v$$~~

$$v = \sqrt{\frac{8}{5} g S \sin \alpha} = \sqrt{\frac{6}{5} \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{6}$$
$$= \textcircled{2.5}$$

a =

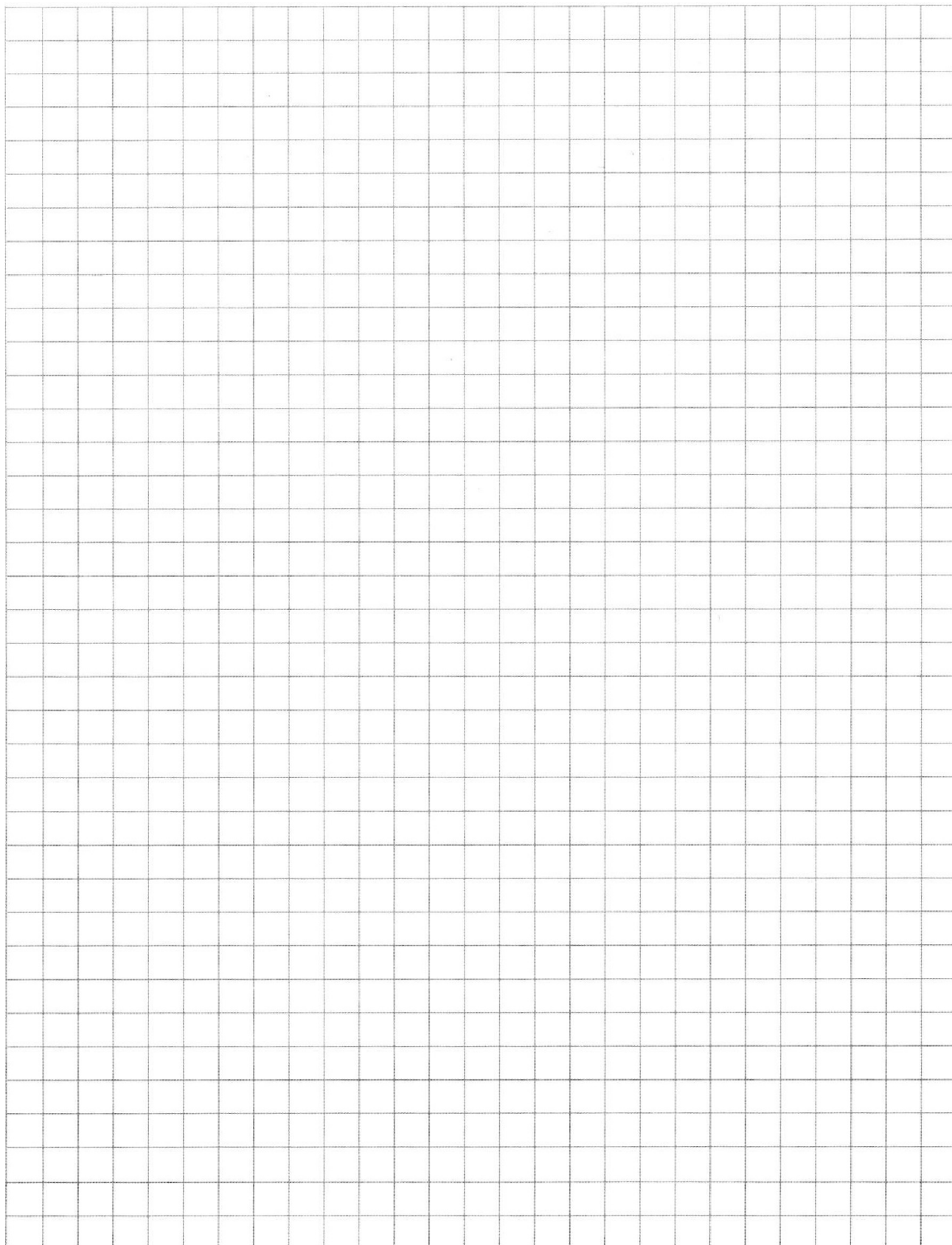


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

$$36 = 6 \cdot 6$$

$$P = 100\%$$

$$mg \times 10\%$$

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

$$= 1 - \frac{10}{1052} = 1 - \frac{1}{105.2}$$

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

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

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

$$\frac{180}{360} = \frac{1}{2}$$

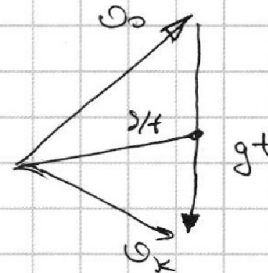
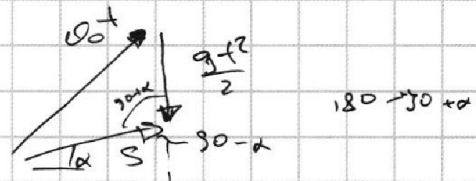
$$\frac{3}{8}$$

$$\frac{4}{5}$$

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

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

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



$$V = \text{const}$$

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

$$P = \text{const}$$

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

$$Q = \Delta U_{01} + \Delta U_{02}$$

$$= \frac{3}{2} J R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_0 R \Delta T_1 = \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} J_{01} R + \frac{5}{2} J_{02} R \right)$$

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

$$Q = \frac{3}{2} J_{01} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_{02} R \Delta T_1 + A$$

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

$$\Rightarrow$$

$$\Delta U_{01} = \frac{3}{2} J R \Delta T_1 - \frac{5}{2} J R \Delta T_1$$

$$= Q \left(1 - \frac{30}{48} \right) = \left(\frac{3}{8} Q \right)$$

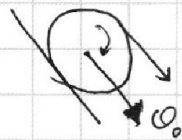
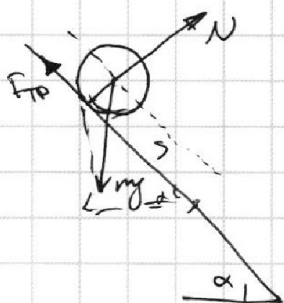


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1) \mu mg \sin \alpha = \frac{\mu m \omega^2}{2} + \frac{\mu m \omega^2}{2}$$

$$\mu mg \sin \alpha = \mu m \omega^2$$

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

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

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

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

$$\mu \leq \frac{1}{2}$$

$$A = F \cdot s$$

$$0 = \frac{(4\beta - 5\alpha)(-1)}{(1 + 5\beta)^2} \cdot 24\beta + \frac{1}{(1 + 5\beta)^2}$$

$$1 = \frac{(4\beta - 5\alpha)4\beta}{1 + 5\beta}$$

$$1 + 5\beta = 24\beta - 20\alpha + 5\beta$$

$$4\beta - 20\alpha + 5\beta - 5 = 0$$

$$4\beta = 20\alpha - 5\beta + 5$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{20}{10} = 2$$

$$-U + \frac{9}{2} L = 0$$

$$-20 + \frac{9}{2} L = 0 \left(\frac{L}{2} - 2 \right)$$

$$\frac{20}{4}$$

$$0 \left(\frac{20}{4} - 2 \right)$$

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

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

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

$$\frac{4}{5} = \frac{1}{5}$$

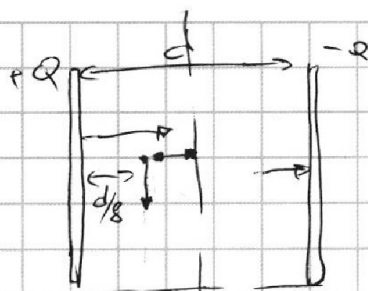


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$1) \quad F = qE$$

$$\sum F = \frac{m\omega_0^2}{R \cdot R}$$

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

$$\frac{F}{L} = F$$

$$U = \epsilon E d$$

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

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

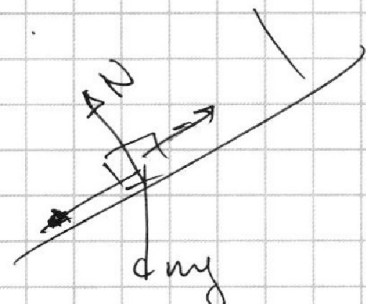
$$\frac{F U q}{d}$$

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

$$F = \frac{m\omega_0^2}{2}$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} - \frac{m\omega_0^2}{2} = A \quad U = \frac{m\omega_0^2 d}{R q} = \frac{\omega_0^2 d}{R \lambda}$$

(3)



$$m a_{\parallel} = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$m a_{\parallel} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{4}{1} = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

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

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

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

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

$$\mu = 2 \sin \alpha$$

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

$$m\omega^2 - m\omega_0^2 = \frac{U g}{d} \cdot \frac{3d}{8}$$

$$\omega = \omega_0^2 + \frac{U g}{d} \cdot \frac{3}{8} = \omega_0^2 + \frac{3}{4} \cdot \frac{\omega_0^2 d}{R}$$

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



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

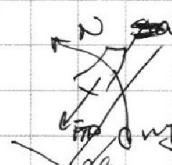
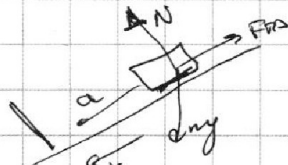
Дано:

$$n=2$$

$$S=1\text{ м}$$

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

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

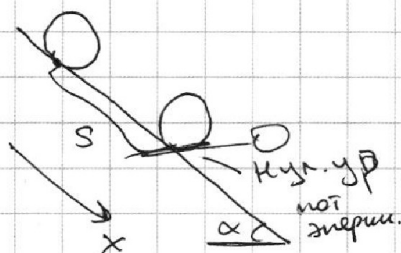


до
скатыв.: $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_1$
после: $mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_2$

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

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

2)



Запишем ЗЦЭ:

$$Mg S \sin \alpha = K$$

каждому K по Т.К. энергии

$$K = K_{\text{отн. в.м.}} + K_{\text{в.м.}} \Rightarrow$$

т.к. колесо катится без проска $\Rightarrow \omega_{\text{отн. в.м.}} = \omega_{\text{в.м.}}$

$$\Rightarrow K = \frac{M \omega_{\text{в.м.}}^2}{2} + \frac{M \omega_{\text{в.м.}}^2}{2}$$

$$\Rightarrow K = M \omega_{\text{в.м.}}^2 = M \omega^2$$

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

$$3) S = \frac{\omega^2}{2a} \Rightarrow S = \frac{g S \sin \alpha}{2a} \Rightarrow 2a = g \sin \alpha$$

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

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



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.



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 3 и Ньютона

$$x: M g \sin \alpha - F_{TP} = M a$$

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

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

$$y: N = M g \cos \alpha$$

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

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

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

