



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

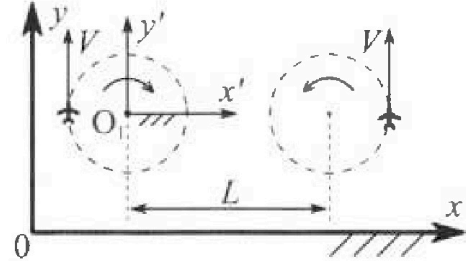
## Вариант 10-02

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  $V = 70$  м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет,  $R=700$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

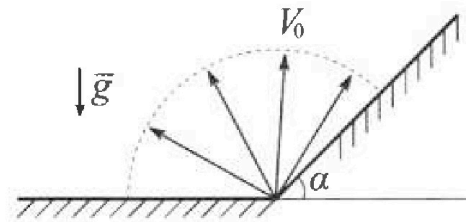
1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей  $L=2,1$  км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

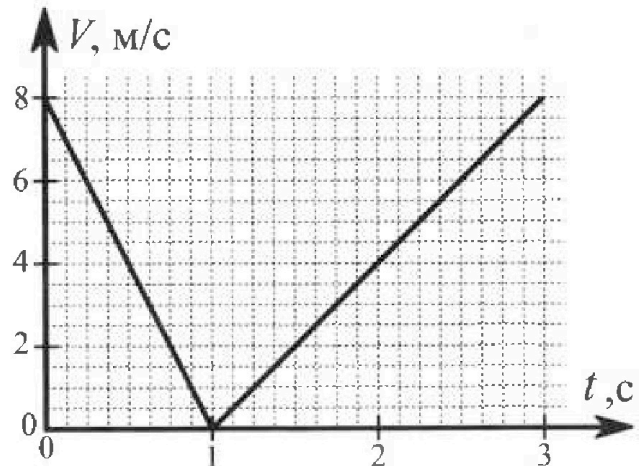
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшее перемещение за время полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность, равно  $S_1 = 160$  м, упавших на склон,  $S_2 = 120$  м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. Найдите угол  $\alpha$ , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

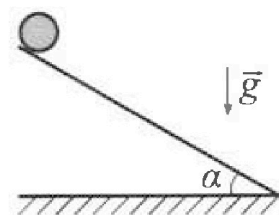
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  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  $n=2$  раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

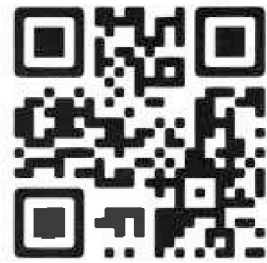
2. С какой по величине скоростью  $V$  движется бочка после перемещения относительно наклонной плоскости на  $L=0,6$  м?
3. Найдите ускорение  $a$ , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента  $\mu$  трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят  $Q = 780$  Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на  $|\Delta T_1| = 31,2$  К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на  $|\Delta T_2| = 20$  К.

1. Найдите работу  $A$  внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость  $C_p$  смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение  $\frac{N_1}{N_2}$  числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

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

1. Найдите скорость  $V_0$  частицы в рассматриваемый момент времени.

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?

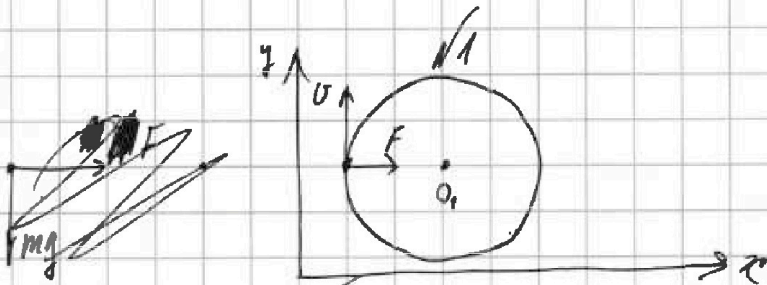


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



F - сила содействующая центростремительное ускорение

a - центростремительное ускорение

$$a = \frac{v^2}{R}$$

F = ma - 2-й з. Ньютона на ось x

$$F = \frac{mv^2}{R}$$



N - сила направлена вверх

$$N = mg$$

$$\vec{P} = \vec{N} + \vec{F}$$

$$P_x = F_x + N_x = F = \frac{mv^2}{R}$$

$$P_z = F_z + N_z = N = mg$$

$$P^2 = P_x^2 + P_z^2 + P_y^2 = F^2 + N^2 = \frac{m^2 v^4}{R^2} + m^2 g^2$$

$$P = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2} \quad \frac{P}{mg} = \sqrt{\frac{v^4}{g^2 R^2} + 1}$$

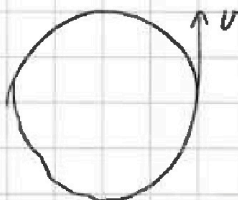
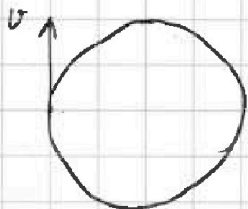


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Периоды в СО левого самолета

$$\vec{v} = \vec{v} + \vec{v}_{co} \quad - \text{закон сложения скоростей или закон Галилея}$$

$v_{co}$  - скорость системы отсчета, т.е. левого

самолета

$$\vec{v} = \vec{v} + \vec{v} \Rightarrow \vec{v} = \vec{0} \Rightarrow v = 0, \text{ направление не определено}$$

$$\text{Ответ: } \frac{p}{mg} = \sqrt{\frac{v^4}{g^2 R^2} + 1}$$

~~$v = 0$~~   $v = 0$ , ~~направление не определено~~  
нет направления

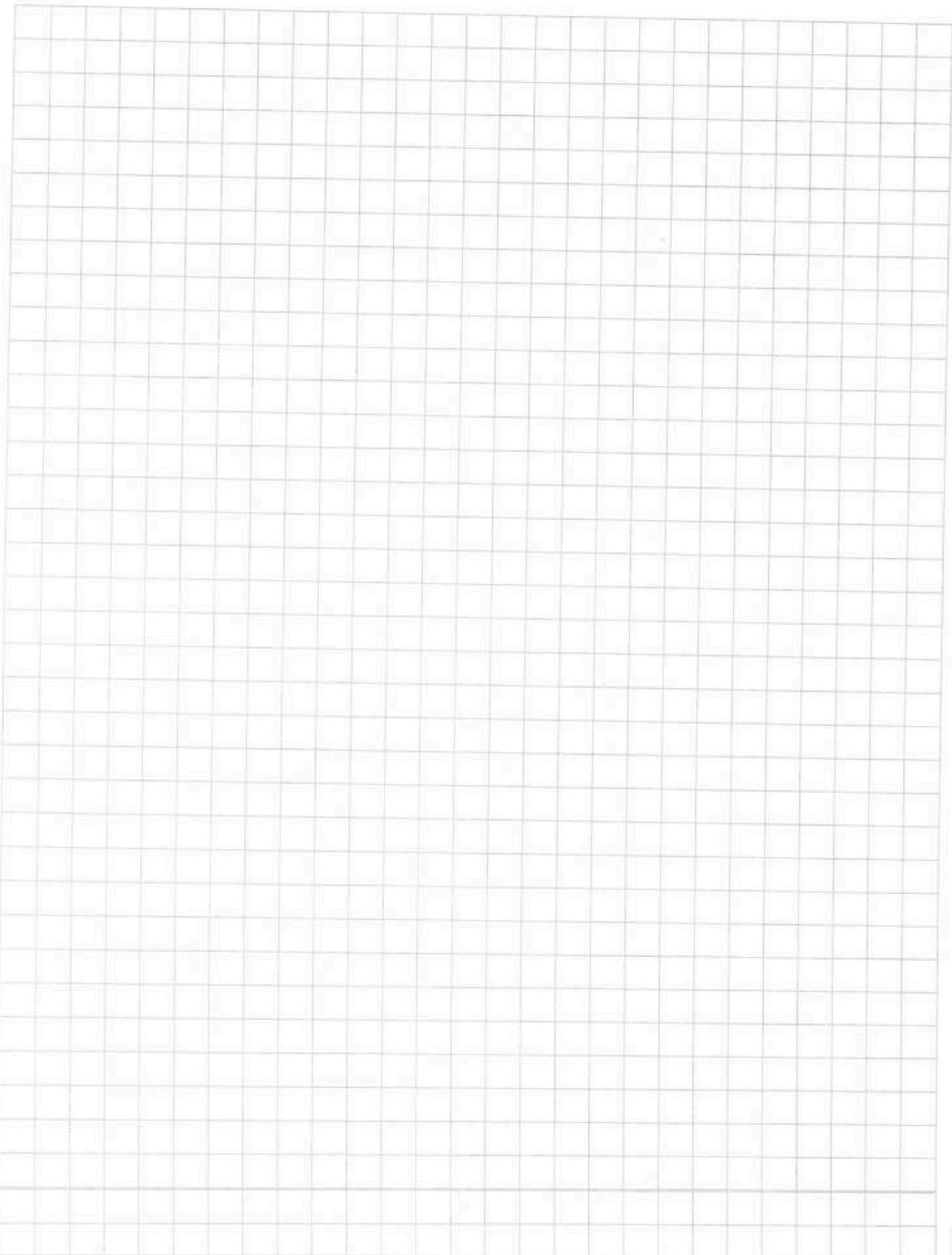


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



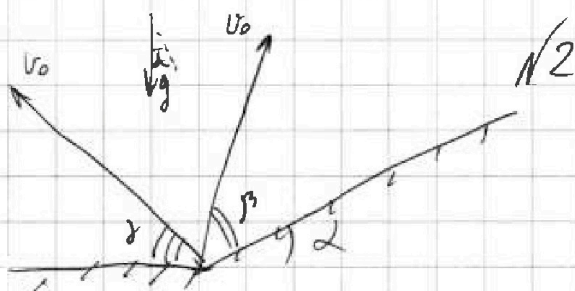


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 4

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!



$\alpha$  - угол под которым вылетел осколок совершивший максимальную перемещение,  $t$  - время его падения

$$\begin{cases} v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = S_1 \\ 2v_0 \cdot \sin \alpha = g t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \end{cases}$$

$$S_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha$$

$$S_1 - \text{это максимум} \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 \quad (\alpha = 45^\circ)$$

$$S_1 = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\beta$  - угол под которым вылетел осколок упавший на землю и совершивший наибольшее перемещение,  $t$  - время его падения

$$\begin{cases} v_0 \cdot \cos \beta \cdot t - \frac{g \cdot \sin^2 \alpha \cdot t^2}{2} = S_2 \\ 2v_0 \cdot \sin \beta = g \cdot \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{2v_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \end{cases}$$

~~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  
2 из 4

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!

$$\begin{cases} T = \frac{2U_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \\ U_0 \cdot \cos \beta \cdot T - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot T^2}{2} = S_2 \end{cases}$$

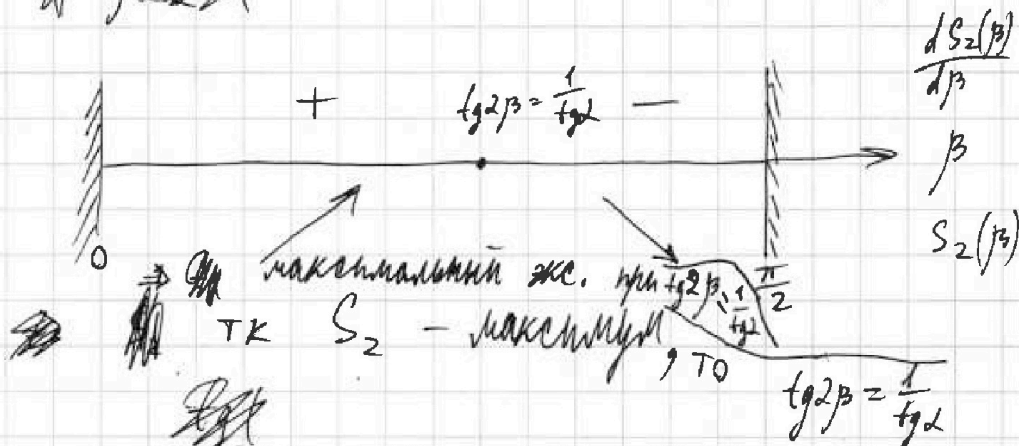
$$\frac{U_0 \cdot \cos \beta \cdot 2U_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot 4U_0^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g^2 \cdot \cos^2 \alpha} = S_2$$

$$\frac{2U_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left( \sin \beta \cdot \cos \beta - \frac{\sin \alpha \cdot \sin^2 \beta}{\cos \alpha} \right) = S_2$$

$$\frac{dS_2}{d\beta} = \frac{2U_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left( \cos^2 \beta - \sin^2 \beta - \operatorname{tg} \alpha \cdot (2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta) \right) =$$

$$= \frac{2U_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left( \cos 2\beta - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 2\beta \right) = 0$$

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} - \text{экстремум}$$



$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 1 - 2\sin^2 \beta \quad \sin 2\beta = 2\sin \beta \cos \beta$$

$$-2\sin^2 \beta = \cos 2\beta - 1 \quad \cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

$$S_2 = \frac{U_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left( \sin 2\beta - \operatorname{tg} \alpha (1 - \cos 2\beta) \right) = \frac{U_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left( \cos \alpha - \operatorname{tg} \alpha + \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) =$$

$$= \frac{U_0^2}{g} \left( 1 - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{U_0^2}{g} \left( 1 + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \right)$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 4

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!

$$S_2 = S_1 \left( 1 - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right)$$

~~$$\frac{S_2}{S_1} = 1 - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 - \frac{\sin \alpha - \sin^2 \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 - \frac{\sin \alpha (1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$~~

~~$$\frac{S_2}{S_1} = 1 - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = 1 - \frac{\sin \alpha - \sin^2 \alpha \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} =$$~~

~~$$= 1 - \frac{1 - \cos^2 \alpha - \cos \alpha + \cos^3 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$~~

~~$$\left( 1 - \frac{S_2}{S_1} (\cos^2 \alpha + \cos \alpha - \cos^3 \alpha) \right)^2 = 1 - \cos^2 \alpha$$~~

~~$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\cos^2 \alpha - \sin \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$~~

~~$$1 - \frac{S_2}{S_1} \cdot \cos^2 \alpha = \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$~~

~~$$1 - \frac{2S_2}{S_1} \cdot \cos^2 \alpha + \frac{S_2^2}{S_1^2} \cdot \cos^4 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$~~

~~$$\frac{S_2^2}{S_1^2} \cdot \cos^4 \alpha - \left( \frac{2S_2}{S_1} - 1 \right) \cos^2 \alpha = 0$$~~

~~$$\cos^2 \alpha \left( \frac{S_2^2}{S_1^2} \cdot \cos^2 \alpha - \frac{2S_2}{S_1} + 1 \right) = 0$$~~

$\alpha = 90^\circ$  - не подходит

~~$$\frac{S_2^2}{S_1^2} \cdot \cos^2 \alpha = \frac{2S_2}{S_1} - 1$$~~

~~$$\cos^2 \alpha = \frac{2S_1}{S_2} - \frac{S_1^2}{S_2} = \frac{S_1}{S_2} \left( 2 - \frac{S_1}{S_2} \right)$$~~

~~$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{S_1}{S_2} \left( 2 - \frac{S_1}{S_2} \right)} = \sqrt{\frac{4}{3} \left( 2 - \frac{4}{3} \right)} = \frac{2}{3} \sqrt{2} \quad \text{тк } \cos \alpha \geq 0$$~~





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  
4 ИЗ 4

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!

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{8}{9}} = \frac{1}{3}$$
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right) \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 2}$$

~~Ответ:  $\alpha_0 = \dots$~~

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 + \frac{s_1^2}{s_2^2} - 2 \frac{s_1}{s_2}} \quad \ominus$$

$$\ominus \sqrt{\left(\frac{s_1}{s_2} - 1\right)^2} = \left|\frac{s_1}{s_2} - 1\right| = \frac{s_1}{s_2} - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{s_1}{s_2} - 1\right) = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{g s_1} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{s_1}{s_2} - 1\right) = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$$

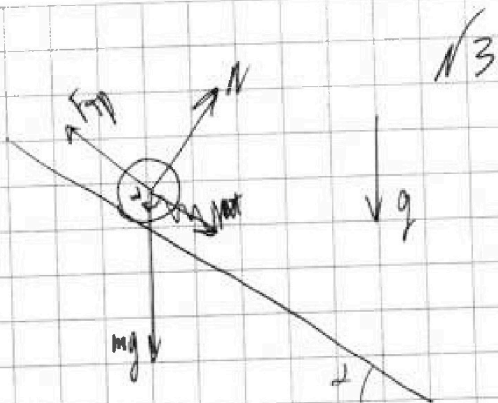
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Первая часть шарика движется вниз  
с ускорением

~~вверх~~ Вторая часть движется без ускорения:

$$R F_{тр} = \epsilon I = \epsilon \frac{mR^2}{2}$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - F_{тр} = mg \sin \alpha - \frac{\epsilon mR}{2}$$

~~$$ma_2 = mg \cos \alpha$$~~

$$\epsilon R = g$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - \frac{mg}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + \frac{g}{2}}{g} = \frac{a_1}{g} + \frac{1}{2}$$

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2 \frac{m}{c}}{2c} = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{10} + \frac{1}{2} = \frac{9}{10}$$

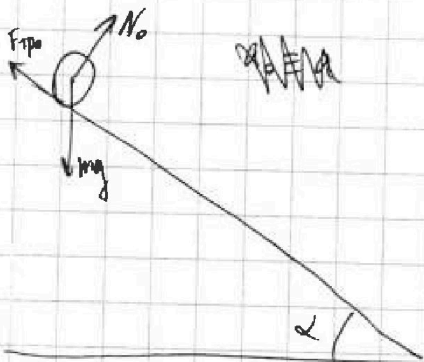


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$m_0$  - осев. масса

$n=2 \Rightarrow \frac{m_0}{3}$  - масса диска

~~$I_0 = \frac{1}{2} m_0 R^2 + \frac{1}{2} m_0 R^2 = \frac{2m_0}{3} R^2$  - масса диска~~

~~$I_0 = \frac{m_0}{3} R^2 + \frac{2m_0}{3} \cdot \frac{R^2}{2} = \frac{2m_0 R^2}{3}$~~

~~$N_0 = mg \cdot \cos \alpha$~~

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{21}{100}} = \frac{\sqrt{79}}{10}$

~~$mg \sin \alpha - F_{tr0} = m_0 a$~~

$F_{tr0} R = I_0 \epsilon_0$

$R \epsilon_0 = a$

$R \cdot F_{tr0} = \frac{2m_0 R^2}{3} \cdot \frac{a}{R}$

$F_{tr0} = \frac{2}{3} m_0 a$

~~$m_0 g \sin \alpha - \frac{2}{3} m_0 a = m_0 a$~~

$a = g \left( \sin \alpha - \frac{2}{3} \right) = \frac{9}{10} g - \frac{2}{3} g = \frac{27-20}{30} g = \frac{7g}{30} = \frac{7}{30} \frac{m}{s^2}$

$\frac{v^2}{2a} = L \quad v = \sqrt{2gL \left( \sin \alpha - \frac{2}{3} \right)}$

$v = \sqrt{\frac{4}{30} g L \cdot 2} = \sqrt{\frac{4}{15} g L} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6}{15} \cdot \frac{1}{c}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2}{5} \frac{m}{c}} = \sqrt{\frac{14}{5} \frac{m}{c}}$

~~$F_{tr \max} \geq F_{tr0} = \frac{2}{3} m_0 g$~~

$F_{tr \max} = \mu N_0 = \mu mg \cos \alpha$

~~$\mu \cos \alpha \geq \frac{2}{3}$~~

$\mu \geq \frac{2}{3 \cos \alpha} = \frac{20}{3\sqrt{79}}$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{9}{10}$

$v = \sqrt{2gL \left( \sin \alpha - \frac{2}{3} \right)} = \sqrt{\frac{7}{15} g L} = \sqrt{\frac{14}{5} \frac{m}{c}}$

$a = g \left( \sin \alpha - \frac{2}{3} \right) = \frac{7g}{30} = \frac{7}{30} \frac{m}{s^2}$

$\mu \geq \frac{2}{3 \cos \alpha} = \frac{20}{3\sqrt{79}}$

Ответ:  $\sin \alpha = \frac{9}{10}, v = \sqrt{\frac{14}{5} \frac{m}{c}}, a = \frac{7g}{30} = \frac{7}{30} \frac{m}{s^2}, \mu \geq \frac{20}{3\sqrt{79}}$



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!

$$C_p = \frac{Q}{(\gamma_1 + \gamma_2) |\Delta T_2|} = \frac{(\frac{5}{2}\gamma_2 + \frac{3}{2}\gamma_1) R |\Delta T_1|}{(\gamma_1 + \gamma_2) |\Delta T_2|}$$

$$\frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} R$$

$$(\gamma_1 + \gamma_2) |\Delta T_1| |\Delta T_2| = (\frac{5}{2}\gamma_2 + \frac{3}{2}\gamma_1) |\Delta T_1| (|\Delta T_1| - |\Delta T_2|)$$

$$\gamma_1 |\Delta T_2| + \gamma_2 |\Delta T_2| = \frac{5}{2}\gamma_2 |\Delta T_1| - \frac{5}{2}\gamma_2 |\Delta T_2| + \frac{3}{2}\gamma_1 |\Delta T_1| - \frac{3}{2}\gamma_1 |\Delta T_2|$$

$$\gamma_1 (|\Delta T_2| + \frac{3}{2}|\Delta T_2| - \frac{3}{2}|\Delta T_1|) = \gamma_2 (\frac{5}{2}|\Delta T_1| - \frac{5}{2}|\Delta T_2| - |\Delta T_2|)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\frac{5}{2}|\Delta T_1| - \frac{4}{2}|\Delta T_2|}{\frac{5}{2}|\Delta T_2| - \frac{3}{2}|\Delta T_1|} = \frac{5|\Delta T_1| - 4|\Delta T_2|}{5|\Delta T_2| - 3|\Delta T_1|} =$$

$$= \frac{156 - 140}{100 - 93,6} = \frac{16}{6,4} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Ответ:  $A = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right) = 280 \text{ Дж}$

$$C_p = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} R = \frac{35}{14} R$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5|\Delta T_1| - 4|\Delta T_2|}{5|\Delta T_2| - 3|\Delta T_1|} = 2,5$$

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 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

$-Q = \Delta U_1$  ~~...~~ кол-во вещества <sup>гелия</sup> ~~...~~  
 $\Delta U_1, \Delta U_2$  — изменение внутренней энергии в изохорическом и изобарическом процессах соответственно.  
~~...~~  
 $\Delta U_1 = \left(\frac{5}{2} \nu_2 R + \frac{3}{2} \nu_1 R\right) |\Delta T_1|$   
~~...~~  
 $Q = \left(\frac{5}{2} \nu_2 R + \frac{3}{2} \nu_1 R\right) |\Delta T_1|$   
 $-Q = \Delta U_2 = A$  ~~...~~ <sup>меньше тк работа внешняя сила а не газа</sup>

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_1 |\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = -Q \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}$$

$$-Q = -Q \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} - A$$

$$A = Q - Q \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right) = 480 \text{ Дж} \left(1 - \frac{20}{31,2}\right) = \frac{480 \text{ Дж}}{31,2} (11,2) = \frac{480 \text{ Дж}}{156} \cdot 56 \text{ Дж} \text{ (E)}$$

$$56 = 2 \cdot 28 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 7$$

$$156 = 2 \cdot 78 = 2 \cdot 2 \cdot 39 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 13$$

$$\frac{480}{3} = 200 + 60 = 260 = 20 \cdot 13$$

$$\text{(E)} \quad 480 \text{ Дж} \cdot \frac{2 \cdot 7}{3 \cdot 13} = 20 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 20 = 280 \text{ Дж}$$

$$A = 280 \text{ Дж}$$

$$A = p \Delta V = (\nu_1 + \nu_2) R |\Delta T_2|$$

$$C_p = \frac{Q}{(\nu_1 + \nu_2) \Delta T_2} = \frac{Q}{A} R = \frac{Q}{Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right)} R = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} R = \frac{31,2}{11,2} R = \frac{156}{56} R = \frac{3 \cdot 13}{2 \cdot 4} R = \frac{39}{14} R$$

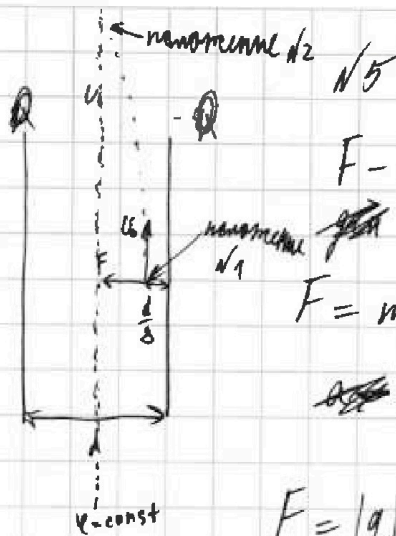


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$F$  — сила, с которой обкладки  
генерируют на частицу

$$F = ma$$

$$a = \frac{v_0^2}{R} - \text{ускорение частицы}$$

$$F = |q|E$$

$$E = \frac{U}{d} - \text{напряженность между обкладками}$$

$$\frac{m v_0^2}{R} = |q| \frac{U}{d}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{|q|UR}{m}} = \sqrt{-\gamma \frac{UR}{d}}$$

$$E_{k1} + E_{п1} = E_{k2} + E_{п2}$$

$\uparrow$  кин. энт. в полете  $\uparrow$  пот. энт. в полете  $\uparrow$  кин. энт.  $\uparrow$  пот. энт.  
 $d_1$   $d_1$   $d_2$   $d_2$

$$E_{k1} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$E_{k2} = \frac{m v^2}{2}$$

$$-E_{п2} + E_{п1} = |q|E \cdot \frac{3}{8}d = \frac{3}{8}U|q|$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + E_{п1} - E_{п2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{3}{8}U|q|$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{3U|q|}{m}} = \sqrt{-\gamma \frac{UR}{d} + \frac{3}{8}U|q|} = \sqrt{-\gamma U \left( \frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{-\gamma \frac{UR}{d}}$ ;  $v = \sqrt{-\gamma U \left( \frac{R}{d} + \frac{3}{4} \right)}$



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

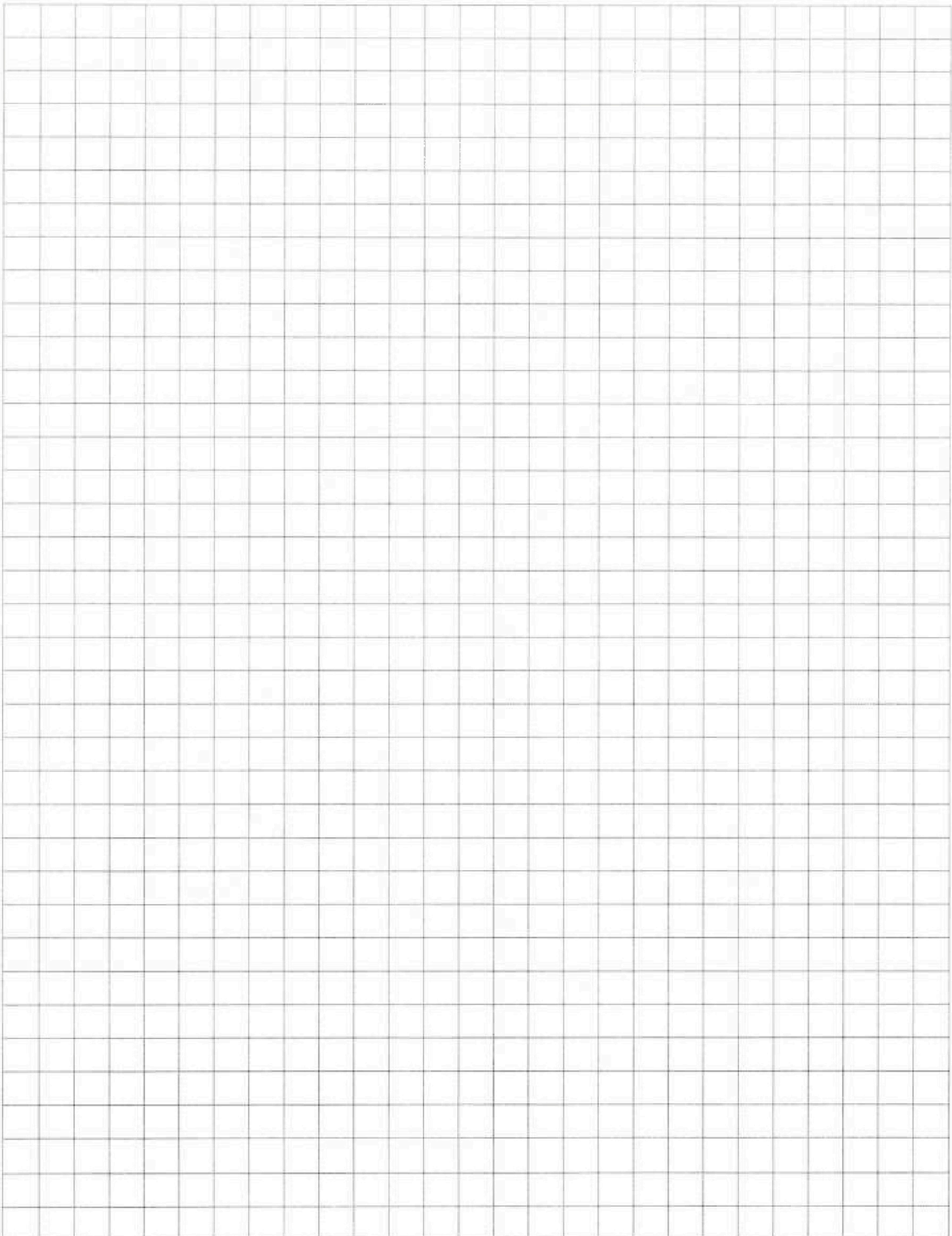
5

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!



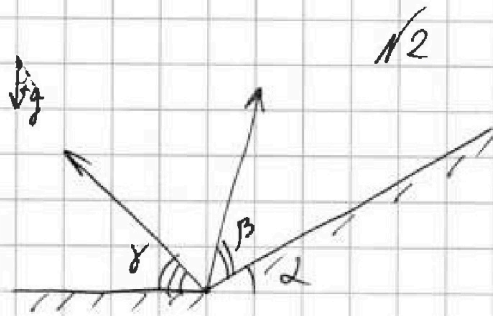


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\alpha$  - угол  $\times$  под которым вылетит осколок  
 $S_1$  - горизонтальная максимальная перемещение  
 $t$  - время полета до момента осколка

$$\begin{cases} v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = S_1 \\ 2v_0 \cdot \sin \alpha = gt \Rightarrow t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \end{cases}$$

$$S_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha$$

$S_1$  - это максимум  $\Rightarrow \sin 2\alpha = 1$  ( $\alpha = 45^\circ$ )

$$S_1 = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{g S_1} = \sqrt{1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\beta$  - угол под которым вылетит осколок  
 упрямый на зорку и совершит максимальное перемещение  
 $T$  - время полета до момента осколка

~~$$\begin{cases} v_0 \cdot \cos \beta \cdot T = S_2 \\ 2v_0 \cdot \sin \beta = g \cdot \cos \beta \cdot T \end{cases}$$~~

$$\begin{cases} v_0 \cdot \cos \beta \cdot T - \frac{g \cdot \sin 2\beta \cdot T^2}{2} = S_2 \\ 2v_0 \cdot \sin \beta = g \cdot \cos \beta \cdot T \\ T = \frac{2v_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \beta} \end{cases}$$