



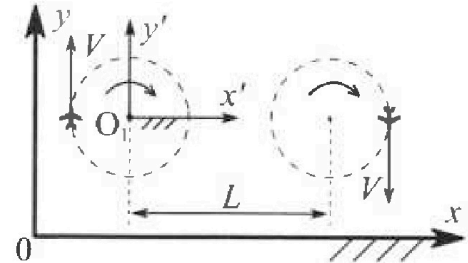
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

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 $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

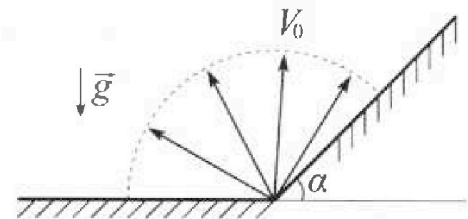


1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,25 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

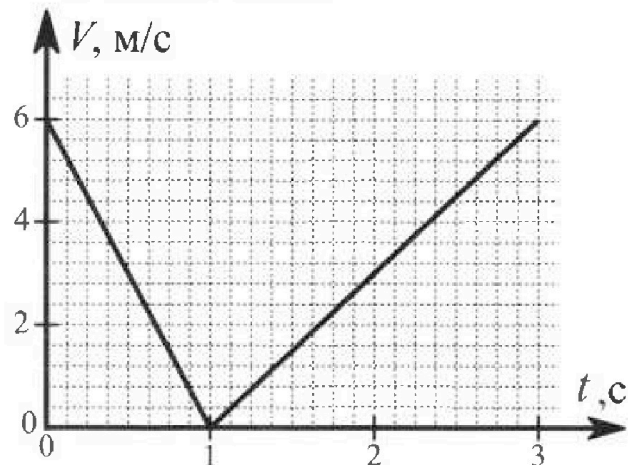
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5 \text{ с}$, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



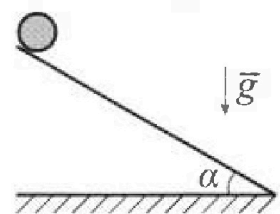
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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 $n = 4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 1,5 \text{ м}$?
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 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ 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. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m — масса частицы.

Через некое 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.

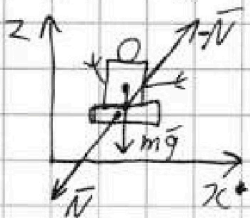
1 2 3 4 5 6 7

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

проведем вертикальную ось z



т.к. пилот движется по окружности, в этот момент времени $a_x = \frac{v^2}{R}$, тогда по 3-му з. Ускорения на пилота действует N

2-ой з. Уравнения: $N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$

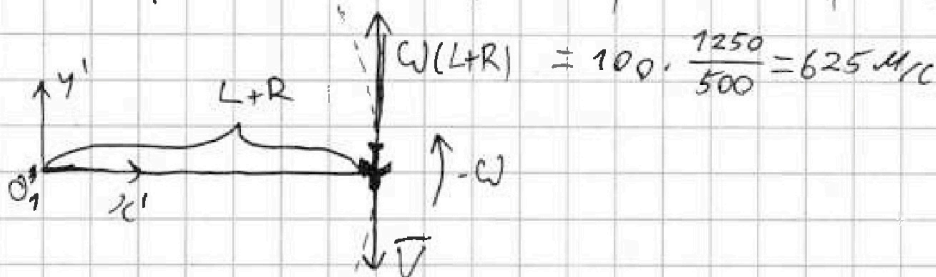
$$x) N_x = ma_x = m \frac{v^2}{R}$$

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_z^2} = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{g} = \sqrt{\frac{v^4}{R^2 g^2} + 1} = \sqrt{\frac{10^8}{5^2 \cdot 10^4 \cdot 10^2} + 1} = \sqrt{\frac{10^2}{5^2} + 1} = \sqrt{2+1} = \sqrt{3}$$

С.О. O_1 вращается с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{R}$, значит в

С.О. O_1 : $\vec{u} = \vec{v} - \omega(L+R)$ $u = |v - \omega(L+R)| = v \left(\frac{L+R}{R} - 1 \right) = v \frac{L}{R} =$



ответ $\sqrt{3}$; 625 м/с



1 2 3 4 5 6 7

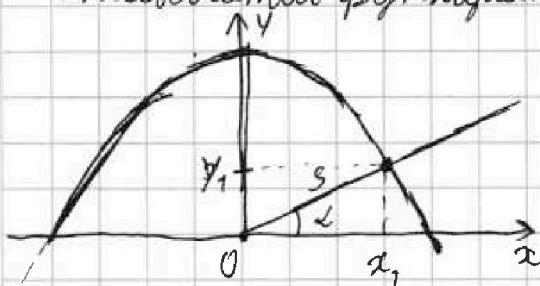
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

v2

Для максимальной дальности полета на ту же высоту, с которой стартует тело, вектор скорости должен быть направлен под углом $\frac{\pi}{4}$ к горизонту и время полета осколка $T = \frac{2V_0 \sin \frac{\pi}{4}}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{Tg}{2 \sin \frac{\pi}{4}} = 5 \cdot 5\sqrt{2} = 25\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 35 \text{ м/с}$

В С.О. места разрыва фейерверка чашка области, до которой могут долететь осколки (парабла безопасности) описывается функцией $y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2$ т.к. осколок, перемещившийся на S по склону, перемещившийся на максимальное расстояние точка его прелетения лежит на парабла безопасности и имеет координаты (x_1, y_1) такие, что $x_1 = S \cos \alpha$, $y_1 = S \sin \alpha$ т.е.



$$y(x_1) = y_1 \Rightarrow S \cdot \sin \alpha = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} (S \cos \alpha)^2 \Rightarrow -\frac{g}{2V_0^2} S^2 (1 - \sin^2 \alpha) - S \cdot \sin \alpha + \frac{V_0^2}{2g} = 0$$

$$\text{выносим } S \sin \alpha, \text{ получаем } \frac{gS^2}{2V_0^2} \sin^2 \alpha - S \sin \alpha + \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} = 0$$

$$D = S^2 - 4 \cdot \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \left(\frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} \right) = S^2 \left(1 - \frac{g}{V_0^2} \left(\frac{V_0^2}{g} - \frac{gS^2}{V_0^2} \right) \right) = S^2 \left(1 - 1 + \frac{g^2 S^2}{V_0^4} \right) = \frac{g^2 S^4}{V_0^4}$$

$$\sin \alpha = \frac{S \pm \sqrt{\frac{g^2 S^4}{V_0^4}}}{2 \cdot \frac{gS^2}{2V_0^2}} = \frac{S \pm \frac{S^2 g}{V_0^2}}{\frac{gS^2}{V_0^2}} = \frac{V_0^2 \pm gS}{gS} = \frac{V_0^2}{gS} \pm 1 = \frac{25 \cdot 2}{10 \cdot 100} \pm 1 = \frac{5 \cdot 2}{100} \pm 1 = \frac{1}{10} \pm 1 = 1,1$$

$$\sin \alpha \geq 0, \text{ максимум } \sin \alpha = \frac{1}{8} + 1 = \frac{9}{8} = \frac{5}{2} \pm 1 = 1,25 \pm 1$$

$$\sin \alpha \leq 1, \text{ максимум } \sin \alpha = 1,25 - 1 = 0,25 = \frac{1}{4}$$

Ответ: $25\sqrt{2} \text{ м/с}; \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$

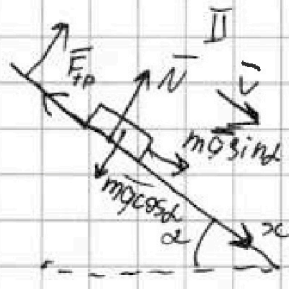
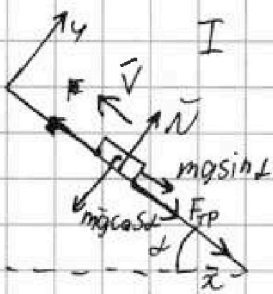


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



П.к. шайба останавливается, а потом едет ~~вверх~~, она едет вверх изначально до $t=1c$, а потом вниз

I: ускорение $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, на графике $\Delta v = 6 \text{ м/с}$, $\Delta t = 1c$, значит $a = 6 \text{ м/с}^2$

2-ой з. Условие: $y) N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

x) $mg \sin \alpha + F_{TP} = ma_1 \Rightarrow mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1$

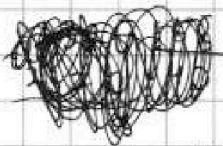
II: ускорение $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6}{3} = 2 \text{ м/с}^2$

2-ой з. Условие: $y) N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

x) $mg \sin \alpha - F_{TP} = ma_2 \Rightarrow mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$

$$\begin{cases} mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2 \\ mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1 \end{cases} \quad \begin{aligned} 2mg \sin \alpha &= a_1 + a_2 \\ \sin \alpha &= \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 + 2}{2 \cdot 10} = \frac{2}{5} \end{aligned}$$

~~Вывод~~



Пусть масса бочки - M ,

тогда ЗСЭ: $Mgh = \frac{Mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} E_k$, где E_k - суммарная кин. энергия бочки и воды. Кин. энергия воды - $\frac{mMv^2}{2}$

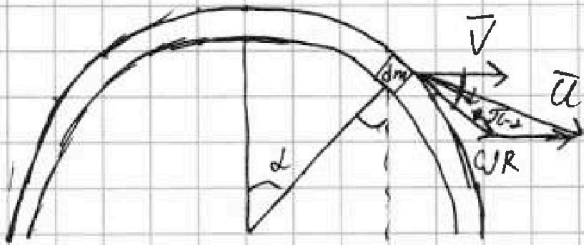
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Разобьем дугу на малые кусочки, длина по dl , масса каждого кусочка $dm = \frac{dl}{2\pi} \cdot M$, тогда

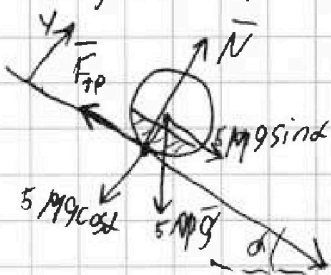
у каждого кусочка есть скорость $\vec{v} = \vec{v} + \vec{v}_k$, где $v_k = \omega R$ и направлен

\vec{v}_k по касательной к дуге, тогда по т.к. нет проскальзывания $\omega R = v$, тогда $u^2 = v^2 + v^2 - 2v \cdot v \cdot \cos(\pi - \alpha) = 2v^2(1 + \cos \alpha)$
кинетическая энергия каждого кусочка $\frac{dm \cdot u^2}{2} = dm \cdot v^2(1 + \cos \alpha)$
Итого тогда суммарная кин. эн. дуги $E_k =$

$$= \int_0^{\pi} dm \cdot v^2(1 + \cos(\alpha)) = \int_0^{\pi} \frac{M}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \frac{d\alpha}{2\pi} = \frac{Mv^2}{2\pi} [(2\pi + \sin 2\pi) - (0 + \sin 0)] =$$

$$= Mv^2, \text{ значит}$$

$$Mgh = \frac{Mv^2}{2} + Mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gh}{\frac{1}{2} + 1}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1,5}{3}} = \sqrt{5} \text{ м/с}$$



2-ой з. Уравнения: $N - Mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = Mg \cos \alpha$

$F_{тр} = 5Mg \sin \alpha = F_{тр} = 5Ma$

но $F_{тр}$ должна создавать такой момент силы, чтобы ~~...~~ угловая скорость точки $\omega = \frac{v}{R}$ и угловое ускорение $\omega' = \frac{a}{R}$

$$F_{тр} R = J \cdot \omega' \Rightarrow F_{тр} = Ma \quad 5Mg \sin \alpha = 6Ma$$

$$a = \frac{5}{6} g \sin \alpha = \frac{1}{3} g \approx \frac{10 \text{ м/с}^2}{3} \approx 3,3 \text{ м/с}^2, \text{ но так же } F_{тр} \leq \mu N = \mu Mg \cos \alpha$$

$$Ma \leq \mu Mg \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \frac{a}{g} \cos \alpha = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{5}{6}} \cdot \frac{5}{6} \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= \frac{1}{3} \sqrt{1 - \frac{4}{25}} = \frac{\sqrt{21}}{15}$$

Ответ: $\sqrt{5} \text{ м/с}$, $\frac{\sqrt{21}}{15}$



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!

Пусть масса гелия - ν_1 , азота - ν_2 , тогда

$$Q = \Delta U + A; \text{ при } V = \text{const } A = 0, \text{ значит } Q = \Delta U_p = \frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_1| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_1|$$

(ΔU_p - изменение внут. энергии при изохоре, а ΔU_v - при изохоре)

$$\text{при } P = \text{const } A = P \Delta V, \text{ значит } Q = \Delta U_p = \frac{3}{2} P_1 \Delta V + P_2 \Delta V + \frac{5}{2} P_2 \Delta V + P_1 \Delta V,$$

где P_1 и P_2 - начальные давления гелия и азота

$$Q = \frac{5}{2} P_1 \Delta V + \frac{3}{2} P_2 \Delta V = \frac{5}{2} \nu_1 R |\Delta T_2| + \frac{3}{2} \nu_2 R |\Delta T_2|$$

$$\frac{3}{2} \nu_1 R |\Delta T_1| + \frac{5}{2} \nu_2 R |\Delta T_1| = \frac{5}{2} \nu_1 R |\Delta T_2| + \frac{3}{2} \nu_2 R |\Delta T_2|$$

$$5 \nu_2 |\Delta T_2| - 3 \nu_1 |\Delta T_1| = 3 \nu_2 |\Delta T_2| + 5 \nu_1 |\Delta T_1|$$

$\nu_1 + \nu_2$ мн. в паре чисел
 $\nu_2 = \nu_1$ делить на 2

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{-7 |\Delta T_2| + 5 |\Delta T_1|}{-5 |\Delta T_2| + 3 |\Delta T_1|} = \frac{-7 \cdot 40 + 5 \cdot 58}{-5 \cdot 40 + 3 \cdot 58} = \frac{-280 + 290}{-200 + 174} = \frac{10}{-26} = \frac{5}{13}$$

$$C_p = \frac{1}{\nu} \frac{dQ}{dT} = \frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{2320}{40} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$A = Q - \Delta U_p = Q - \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) R |\Delta T_2| = Q - \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) R |\Delta T_2| \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} =$$

$$= Q - \Delta U_v \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) = 2320 \cdot \left(1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{18}{58} = 40 \cdot 18 = 720 \text{ Дж}$$

Ответ: 720 Дж; 58 Дж/К; 5/13

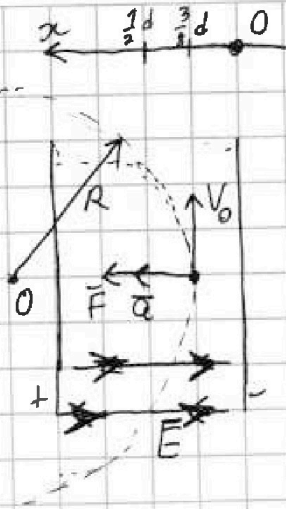
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 7

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!



$$U = \Delta\varphi = -E \cdot d \quad | \quad \vec{E} = -\frac{U}{d}$$

$$F = |q|E = \frac{-qU}{d}$$

2-ой з. уравнения: $x) F = ma$

$$\frac{-qU}{d} = ma \quad \gamma = \frac{ad}{U}$$

ном. к. кривизны траектории $R, a = \frac{v_0^2}{R}$

$$\gamma = \frac{v_0^2 d}{UR}$$

$$3C): \frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_x\left(\frac{3}{8}d\right) = \frac{mv^2}{2} + q\varphi_x\left(\frac{7}{8}d\right)$$

$$mV_0^2 + q(\varphi_x\left(\frac{3}{8}d\right) - \varphi_x\left(\frac{7}{8}d\right)) = mV^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \gamma (-Ed(\frac{7}{8}d - \frac{3}{8}d))} = \sqrt{V_0^2 + \frac{v_0^2 d}{UR} U \cdot \frac{1}{2}} = V_0 \sqrt{1 + \frac{d}{8R}}$$

Ответ: $-\frac{v_0^2 d}{UR}; V_0 \sqrt{1 + \frac{d}{8R}}$

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!

$$1 \pm \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 10}{1250} \times \left(\frac{80}{2 \cdot 1250} \cdot 10000 - \frac{1250}{2 \cdot 70} \right) \cdot 1250} = 1 \pm \sqrt{1 + \frac{2L}{125} \cdot \left(\frac{10}{2} \cdot 8 - \frac{1250}{2} \right)}$$

$$= \frac{1 \pm \sqrt{1 + \frac{10}{125} \cdot (-1120)}}{80} = 1 \pm \sqrt{\frac{125}{125}}$$

$$1 - \frac{9}{V_0^2} \cdot \left(\frac{V_0^2}{9} - \frac{95^2}{V_0^2} \right) =$$

$$\frac{u^2 - \frac{u^2}{c^4}}{\frac{u^4}{c^4}} = 1$$

$$\frac{u/c^2 - u^2}{u^2/c^2} = u$$

$$T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{9} \quad L = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{9} = \frac{V_0^2}{9} \sin 2\alpha$$

$$25^2 \cdot 2 = 1250$$

$$25 = 5^2 \Rightarrow 25^2 = 5^4$$

$$\frac{5^4}{10^3} = \frac{5^4}{2^3 \cdot 5^3} = \frac{5}{2^3}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 25 \\ \times 25 \\ \hline +125 \\ 50 \\ \hline \times 625 \\ \hline 1250 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ 32 \\ \times 32 \\ \hline +64 \\ 96 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha$$

$$\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin \alpha = 2 \sqrt{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$\sin^2 \alpha = 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} (1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2})$$

$$4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \alpha = 0$$

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 16 \sin^2 \alpha}}{8} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{2} = \frac{1 \pm \cos \alpha}{2}$$

$$\frac{1}{16} = \frac{1 \pm \cos \alpha}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{17}{8}$$

$$T = \frac{V_0 \cos \alpha}{9}$$

$$M = \frac{V_0^2}{9} - \frac{9 \cdot \frac{V_0^2}{9^2}}{2} = \frac{\sqrt{9}}{29}$$

$$\sin \alpha = \frac{7}{4} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{75}}{16}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{\sqrt{75}}{32} \quad \cos 2\alpha = \frac{\sqrt{1009}}{32}$$



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

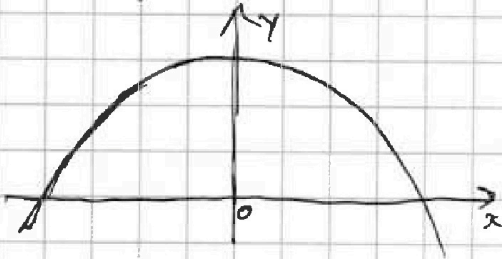
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!

Черновик

$$t_{\text{пол}} = \frac{V_0}{g} \quad H = \frac{V_0}{g} \cdot V_0 - \frac{g \frac{V_0^2}{g^2}}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$t_{\text{пол}} = 2 \frac{V_0 \cdot \sqrt{2}}{g} \quad H = \frac{V_0}{\sqrt{2}g} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{2}} - \frac{g \frac{V_0^2}{2g^2}}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{4g} = \frac{V_0^2}{4g}$$



$$y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2$$

$$y\left(\frac{V_0}{g}\right) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} \cdot \frac{V_0^2}{g^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{2g}$$

$$x_1 t_{\text{пол}} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{V_0^2} x_1^2$$

$$\sin \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$\frac{5000}{400} = 8$$

$$L = \frac{V_0 \sqrt{2}}{g} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{2}} - \frac{V_0^2}{g}$$



$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 50 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 9 \\ \hline 45 \\ 45 \\ \hline 495 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \\ \times 70 \\ \hline 4900 \end{array} \quad \begin{array}{r} 50 \\ \times 25 \\ \hline 1250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 24 \\ \hline 100 \\ + 700 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1250 = 5^4 \cdot 2 \\ 10000 = 5^4 \cdot 2^4 \\ \times 1259 \\ \times 8 \\ \hline 10000 \end{array}$$

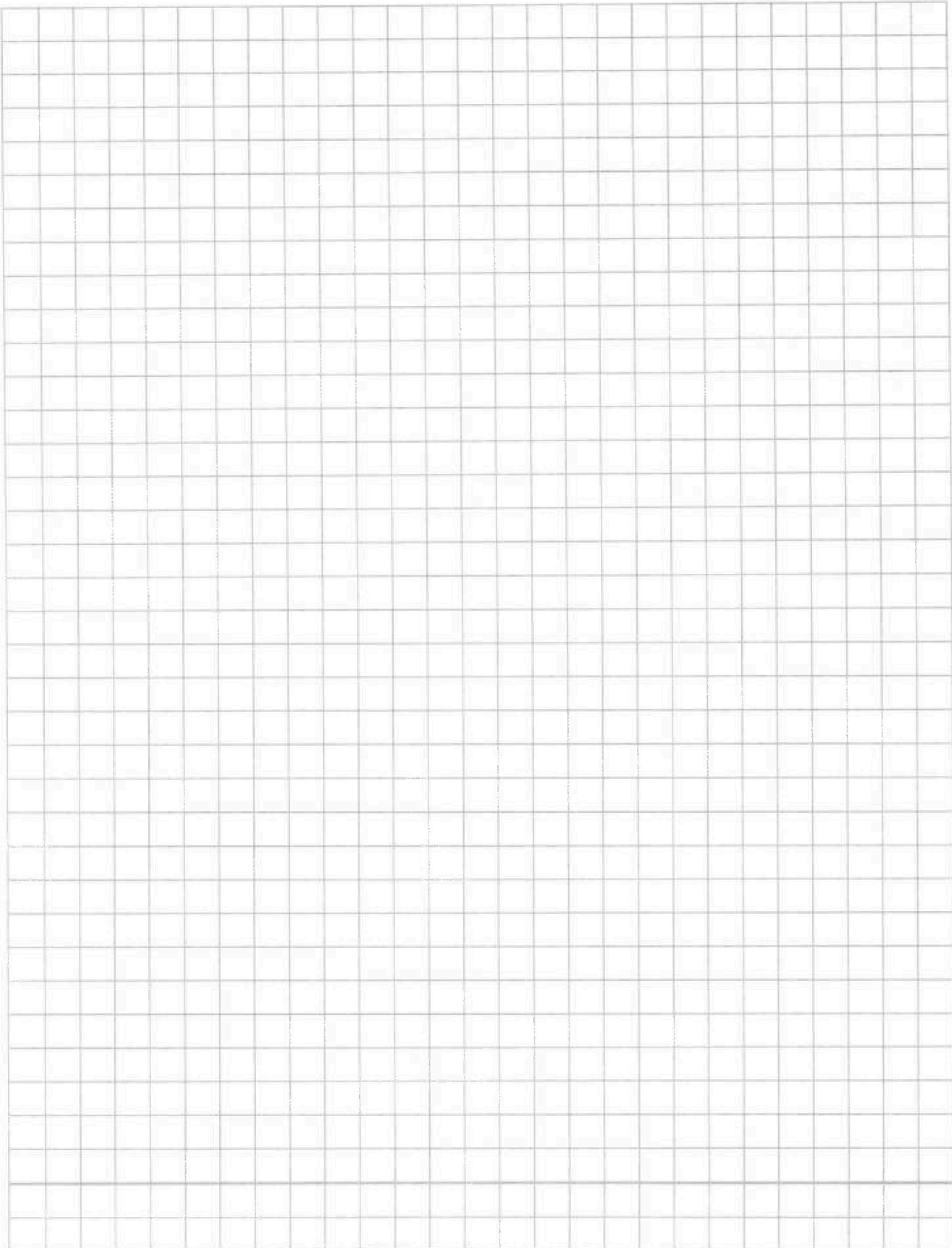


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



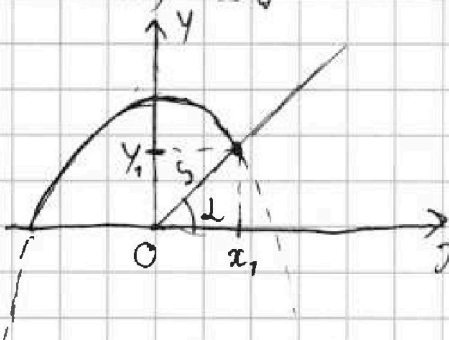
1 2 3 4 5 6 7

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!

Черта
Для максимальной дальности полета на ту же высоту, с которой стартует тело, вектор скорости должен быть направлен под углом $\frac{\pi}{4}$ к горизонту и время полета осколка $T = \frac{2V_0 \sin \frac{\pi}{4}}{g}$ $V_0 = Tg \cdot \frac{1}{2 \sin \frac{\pi}{4}} = 5 \cdot 10 \sqrt{2} = 25 \sqrt{2} \approx 35 \text{ м/с}$

В системе отсчета места разрыва фейерверка y — высота оси отсчета, до которой могут долететь осколки. (параболы безопасности) описывается функцией $y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2$, а поверхность склона — $y(x) = x \tan \alpha$



т.е. точка падения осколка, перебившего на S метрах с.о. описывается точкой $(x_1; y_1)$ и является пересечением двух графиков, данных выше, но $x_1 = S \cos \alpha$, тогда $x \tan \alpha = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2$
 $\begin{cases} x_1 = S \cos \alpha \\ x \tan \alpha = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} x^2 \end{cases}$

$$S \cos \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2} S^2 \cos^2 \alpha \Rightarrow \frac{g}{2V_0^2} S^2 (1 - \sin^2 \alpha) + S \sin \alpha - \frac{V_0^2}{2g} = 0$$

$$D = S^2 - 4 \cdot \left(-\frac{g}{2V_0^2} S^2 \right) \cdot \left(\frac{g}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{2g} \right)$$

$$\sin \alpha = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 + 4 \cdot \frac{g}{2V_0^2} S^2 \left(\frac{g}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{2g} \right)}}{\frac{g}{2V_0^2} S^2 - 2} = \frac{-S \pm \sqrt{1 + \frac{g}{V_0^2} \left(\frac{g}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{2g} \right)}}{\frac{g}{2V_0^2} S^2 - 2}$$

~~$$\sin \alpha = \frac{-S \pm \sqrt{1 + \frac{g}{V_0^2} \left(\frac{g}{2V_0^2} S^2 - \frac{V_0^2}{2g} \right)}}{\frac{g}{2V_0^2} S^2 - 2}$$~~

~~$$\sin \alpha = \frac{-5000 \pm \sqrt{1 + \frac{10}{5000} \left(\frac{10}{5000} \cdot 10000 - \frac{5000}{250} \right)}}{\frac{10}{5000} \cdot 10000 - 2} = \frac{-5000 \pm \sqrt{1 + \frac{32}{500} \left(\frac{100}{250} - \frac{100}{250} \right)}}{\frac{100}{250} - 2} = \frac{-5000 \pm \sqrt{1 + \frac{32}{500} \cdot 0}}{\frac{100}{250} - 2} = \frac{-5000 \pm 1}{\frac{100}{250} - 2}$$~~