



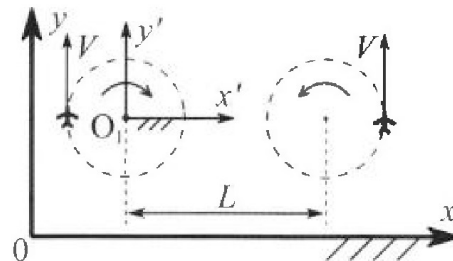
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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/с².

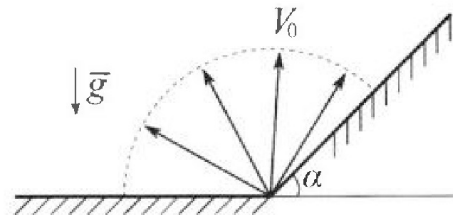


1. Определите отношение $\frac{P}{mg}$, здесь P – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

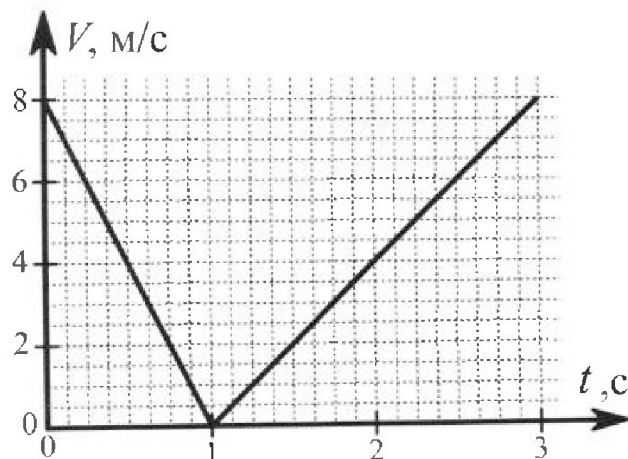
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

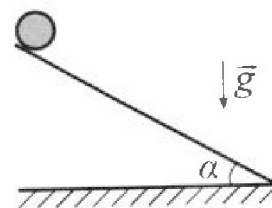
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 $n=2$ 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 μ 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 неко торое 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?



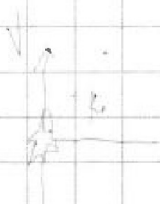
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Ускорения будут центростремительные ускорения:

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R}$$

Поскольку в горизонтальной плоскости не действует

ускорения $F_x = \frac{mv^2}{R}$

а в вертикальной:

$$F_y = mg$$

Поскольку:

$$R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}$$

$$\frac{R}{m} = \frac{\sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}}{g} = \frac{\sqrt{749}}{70} \approx 1,2$$

Угловая скорость вращения системы

определяется:

$$\omega = \frac{v}{R}$$

В этой системе отсчета ω совпадает с угловой



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!

Скорость "дополнительная" скорость вращения (м/с)

$$U = V + W \cdot \Delta R \quad \text{где } \Delta R - \text{расстояние}$$

от центра O до точки

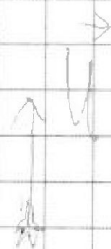
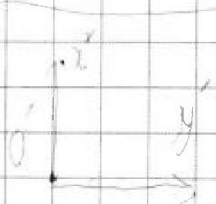
дополнительная скорость будет направлена туда же, куда и скорость V , все произведение перпендикулярно касательной, а это совпадает с V

$$\Delta R = L + R$$

$$U = V + W(L + R)$$

$$U = V + \frac{V(L + R)}{R}$$

$$U = 350 \text{ м/с}$$



$$\text{Скорость} \cdot \frac{1}{\pi} = 7\pi$$

$$U = 350 \text{ м/с}$$



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

3 из 3

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!

Подставив в уравнение:

$$\zeta = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\cos \alpha \frac{\sin \alpha + 1}{\cos \alpha} - \sin \alpha}{\left(\frac{\sin \alpha + 1}{\cos \alpha} \right)^2 + 1} \right)$$

$$\frac{g \zeta}{2 V_0^2} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

$$2 + 2 \sin \alpha = \frac{2 V_0^2}{g \zeta}$$

$$1 + \sin \alpha = \frac{V_0^2}{g \zeta}$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{V_0^2}{g \zeta} - 1 \right)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ: } V = 40 \text{ м/с}, \alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$



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

1 из 3

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) Записав уравнения для осевых, лежащих
на горизонтальной плоскости:
 $S_x = V \cos \varphi t$
 $0 = V_0 \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2}$
Здесь $\angle \varphi$ - угол наклона
скорости к горизонту,
 t - время полета

Умножив:

$$S_x = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\varphi$$

S_x - горизонтальное расстояние, значение $S'_x = 0$

$$\frac{V_0^2}{g} \cos 2\varphi = 0$$

$$\cos 2\varphi = 0$$

$$\varphi = 45^\circ$$

$$S_x = \frac{V_0^2}{g} \sin 90^\circ$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g S_x}{\sin 90^\circ}}$$

$$V_0 = 40 \text{ м/с}$$

2)



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 3

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!

2



Отметим за t время падения, а $\gamma_a \leq \beta$ - угол между горизонтальной и скоростью:

$$V_0 \cos \beta t = S_2 \cos \alpha$$

$$V_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2} = S_2 \sin \alpha$$

Отсюда: $t = \frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \beta}$

$$S_2 \cos \alpha \operatorname{tg} \beta - \frac{g S_2^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \beta} = S_2 \sin \alpha$$

$$\operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \frac{S_2 g \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \cos^2 \beta} = \sin \alpha$$

Отсюда: $S_2 = \frac{2 V_0^2 \cos^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} (\operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha)$

S_2 - максимум, поэтому $\frac{dS_2}{d\alpha} = 0$:

$$\frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos^2 \beta} (\operatorname{tg}^2 \beta + 1) - 2 \operatorname{tg} \beta \frac{1}{\cos^2 \beta} (\operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha) \right) = 0$$

Отсюда:

$$\operatorname{tg}^2 \beta \cos \alpha - 2 \operatorname{tg} \beta \sin \alpha - \cos \alpha = 0$$

Решая квадратное уравнение, получаем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$



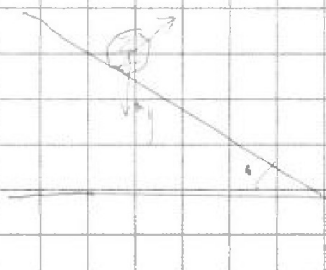
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☒☐☐☐☐

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!



Ищем длину нормального
дог. проецирование:

$$F_{np} = mg \sin \alpha$$

После по 3 (→):

$$mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{r} + F_{np} L$$

по 1

$$\sin \alpha = 0,6$$



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!

Из графика следует, что шара остановилась
в момент $t = 7$ с.

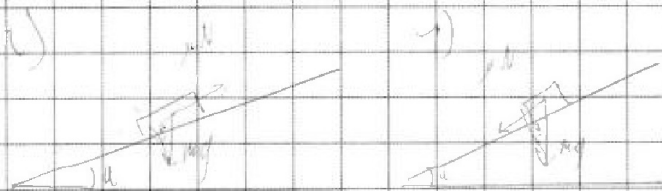
Получе из графика:

$$a_1 = 8 \text{ м/с}^2$$

a_1 - ускорение до остановки,

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2$$

a_2 - ускорение после остановки



Из графика и условий о движении тела
можно сделать вывод, что шарик скользит
вниз по наклонной плоскости вверх вдоль плоскости, а после
остановки - вниз вдоль плоскости.

Запишем 2 закона Ньютона для шарика:

$$\begin{cases} m a_1 = m g \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha \\ m a_2 = m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha \end{cases}$$

$$m(a_1 + a_2) = 2 m g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$



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!

$$A_{\text{ср}} = V_{\text{ср1}} R_{\text{ср1}} + V_{\text{ср2}} R_{\text{ср2}} = R_{\text{ср2}} (V_{\text{ср1}} + V_{\text{ср2}})$$

$$A_{\text{ср}} = 244 \text{ Дж}$$

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{930}{27} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{°C}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_{\text{ср1}}}{V_{\text{ср2}}}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = 2,5$$

$$\text{Итого: } A_{\text{ср}} = 244 \text{ Дж}; C_p = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{°C}}; \frac{N_1}{N_2} = 2,5$$



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 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!

Обозначим за $\dot{V}_{\text{вн}}$ - количество тепла, а
за $\dot{V}_{\text{из}}$ - работа. Тогда:

$$(1) \quad Q = \frac{3}{2} \dot{V}_{\text{вн}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \dot{V}_{\text{из}} R \Delta T_1$$

$$(2) \quad Q = \frac{3}{2} \dot{V}_{\text{вн}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \dot{V}_{\text{из}} R \Delta T_1 + A_{\text{вн}}$$

$A_{\text{вн}}$ - работа внешнего сил

$$A_{\text{вн}} = \dot{V}_{\text{вн}} R \Delta T_1 + \dot{V}_{\text{из}} R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{5}{2} \dot{V}_{\text{вн}} R \Delta T_1 + \frac{4}{2} \dot{V}_{\text{из}} R \Delta T_1$$

$\dot{V}_{\text{из}}$ (1) уравнения:

$$\dot{V}_{\text{из}} = \frac{2Q - 5 \dot{V}_{\text{вн}} R \Delta T_1}{2 R \Delta T_1}$$

Подставляем в (2), получаем:

$$\dot{V}_{\text{вн}} = \frac{Q (5 \Delta T_1 - 4 \Delta T_1)}{2 R \Delta T_1 \Delta T_1}$$

$$\dot{V}_{\text{вн}} = 1,2 \text{ мВт}$$

Ответ:

$$\dot{V}_{\text{из}} = 0,4 \text{ мВт}$$



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!

$$2) \quad Q = \frac{R}{2} V_{\text{max}} R_{\text{сб}} + \frac{R}{2} V_{\text{ay}} R_{\text{сб}}$$

$$Q = \frac{R_{\text{сб}}}{2} (5V_{\text{max}} + V_{\text{ay}})$$

$$C_p = \frac{R}{2} (5V_{\text{max}} + V_{\text{ay}}) = \frac{8,37}{2} (5 + 3,36) =$$

$$= \frac{8,37 \cdot 9,36}{2} = \frac{77,9}{2} = 39$$

$$\begin{array}{r} 70,48 \\ 4 \\ \hline 3,36 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 9,36 \\ 8,37 \\ \hline 9,36 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 2808 \\ 7788 \\ \hline 777600 \end{array}$$

$$3) \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{ay}}} = \frac{7,2}{0,48} = \frac{0,7}{0,04} = 2,5$$

$$1,2$$

$$40$$

$$240$$

$$0,5$$

$$350$$

$$\arcsin \frac{1}{5}$$

$$39$$

$$2,5$$



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
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!

$$2Q(S_{AT_1} - T_{AT_2}) = 4J_{\text{мел}} R_{AT_1 AT_2}$$

$$Q(S_{AT_1} - T_{AT_2}) = 2J_{\text{мел}} R_{AT_1 AT_2}$$

$$J_{\text{мел}} = \frac{Q(S_{AT_1} - T_{AT_2})}{2R_{AT_1 AT_2}} = \frac{240(758 - 740)}{65 \cdot 837 - 837} =$$

$$= \frac{65 \cdot 18 + 42}{2673} = \frac{130}{102} = 1,2 \text{ млн}$$

$$\begin{array}{r} \times 766,2 \\ + 7,6 \\ \hline + 72996 \\ + 9442 \\ \hline 7663 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 730 \quad 708 \\ - 700 \quad 720 \\ \hline - 220 \quad 720 \\ \hline 270 \quad 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 837 \\ + 73 \\ \hline + 2492 \\ + 837 \\ \hline 206,03 \end{array}$$

$$2 + 5976 \sqrt{0,3} = \frac{2 \cdot 760 - 3 \cdot 1,2 \cdot 837 \cdot 37,2}{5 \cdot 1,37 \cdot 37,2}$$

$$= \frac{2 \cdot 760}{5 \cdot 8,37 \cdot 37,2} =$$

$$\frac{3 \cdot 1,2}{5} \cdot 1,37 = 0,48 \text{ млн}$$

$$78 \times 8,37 = 75,6$$

$$\begin{array}{r} \times 277 \\ + 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 788 \quad 65 \\ - 65 \quad 7,7 \\ \hline 730 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 4985 \\ + 1755 \\ + 831 \\ \hline 729,536 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 320 \quad 180 \\ - 300 \quad 10,22 \quad 550 \\ \hline 700 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1) & A = J_{\text{мел}} R_{AT_1} + J_{\text{ог}} R_{AT_2} = R_{AT_1} (J_{\text{мел}} + J_{\text{ог}}) \\ & = 837 \cdot 20 \cdot 1,68 = 766,2 - 7,68 = 277 \text{ млн} \end{aligned}$$



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!

$$\frac{2V_0}{g \cos \alpha} (1 + \tan^2 \beta) (\tan \beta - \tan \alpha) = S_2$$

$$V_0 \cos \beta = S_2 \cos \alpha$$
$$V_0 \sin \beta + \frac{g d^2}{2} = S_2 \sin \alpha$$

$$\frac{V_0}{\cos \beta} = \frac{S_2}{\cos \alpha} \Rightarrow \frac{1}{\cos \beta} = \frac{1}{\cos \alpha} (\tan \beta - \tan \alpha) = \frac{1}{\cos \alpha} \left(\frac{\sin \beta}{\cos \beta} - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

$$\frac{1}{\cos \beta} - \frac{\tan \beta}{\cos \beta} = \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{\tan \alpha}{\cos \alpha}$$
$$\frac{1 - \tan^2 \beta}{\cos \beta} = \frac{1 - \tan^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{1 - \tan^2 \beta}{\cos \beta} = \frac{1 - \tan^2 \alpha}{\cos \alpha}$$
$$\frac{1 - \tan^2 \beta}{\cos \beta} = \frac{1 - \tan^2 \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow \frac{1 - \tan^2 \beta}{\cos \beta} = \frac{1 - \tan^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \beta}$$

$$\frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \beta} = \frac{g S_2 \cos^2 \alpha}{2 V_0 \cos^2 \beta} = S_2 \sin \alpha$$

$$\tan \beta \cos \alpha = \frac{g S_2 \cos^2 \alpha}{2 V_0 \cos^2 \beta} = \sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \tan \beta = \frac{1}{2}$$



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!

$$\frac{3}{73} =$$

$$\frac{3}{73} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{+9 \cdot 3 \cos \alpha - 5 \sin \alpha}{6 \cos^2 \alpha + 7} \right)$$

$$\frac{3}{73} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{5 \sin \alpha \cos \alpha + \cos \alpha - 5 \sin \alpha}{5 \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha + 2} \right)$$

$$13 \sin \alpha \cos \alpha + 73 \cos \alpha - 73 \sin \alpha = 3 \cos^2 \alpha \cos \alpha + 6 \sin^2 \alpha \cos \alpha + 6 \sin \alpha$$

$$\frac{13 \sqrt{3}}{4} + \frac{73 \sqrt{3}}{2} - \frac{73}{2} = \frac{3 \cdot 3}{76} + \frac{6 \cdot 3}{8} + 6$$

$$\frac{13 \sqrt{3}}{4} + \frac{73 \sqrt{3}}{2} - \frac{73 \sqrt{3}}{2} = \frac{3 \cdot 3}{76} + \frac{6 \sqrt{3}}{8} + \frac{6 \sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{13 \sqrt{3}}{4} + \frac{73 \sqrt{3}}{2} = \frac{33}{76} + \frac{3 \sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{3}{73} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{1}{(\sin \alpha + 1)} \right) \frac{3}{73} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{(\sin \alpha + 1)^2}{\cos^2 \alpha} + 1 \right)$$

$$\frac{3}{73} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{1}{\sin^2 \alpha + 4 \sin \alpha + 1} \right)$$

$$\frac{3}{73} = \frac{1}{(\sin \alpha + 1)^2 + \cos^2 \alpha}$$

$$3 \sin^2 \alpha + 6 \sin \alpha + 3 = 73 \cos \alpha \quad \frac{3}{73} = \frac{1}{1 + 2 \sin \alpha \cos \alpha + 1}$$

$$6 \sin^2 \alpha + 6 \sin \alpha + 3 \cos^2 \alpha = 73 \cos \alpha$$



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
☐

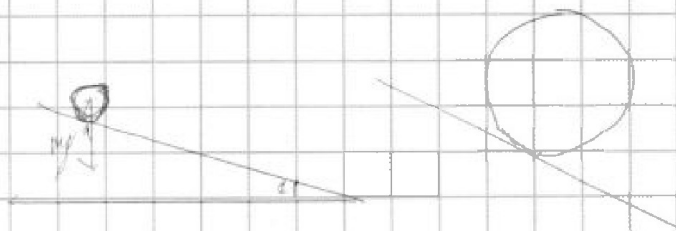
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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)



4.

$$pV = \nu RT$$

$$\Delta pV = \nu R \Delta T_1$$

$$p \Delta V = \nu R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2$$

$$Q = 4$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2$$

$$+ p \Delta V \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 + \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2$$

$$\frac{5}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2 = Q - \frac{3}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1$$

$$\nu_{\text{hel}} = \frac{2Q - 3 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1}{5 R \Delta T_2}$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 + \frac{4}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 = \frac{4}{2} \cdot \frac{R \Delta T_2 (2Q - 3 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1)}{5 R \Delta T_2}$$

$$Q = \frac{15 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 + 14 Q \Delta T_2 - 2 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 \Delta T_2}{10 \Delta T_2}$$

$$Q = \frac{4 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 \Delta T_2 + 14 Q \Delta T_2}{10 \Delta T_2}$$

$$10 Q \Delta T_2 = 4 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_1 \Delta T_2 + 14 Q \Delta T_2$$



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
__ 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!

$$S_2' = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (\cos \beta (\cos \beta - \sin \beta \tan \alpha) + \sin \beta (-\sin \beta - \cos \beta \tan \alpha))$$

$$\cos^2 \beta - \cos \beta \sin \beta \tan \alpha - \sin^2 \beta - \sin \beta \cos \beta \tan \alpha = 0$$

$$\cos 2\beta - \sin 2\beta \tan \alpha = 0$$

$$\cos \beta - \sin \beta \tan \alpha = \frac{g \cos \alpha S_2}{2V_0^2 \sin \beta}$$

$$\tan \alpha = \frac{\cos \beta - \frac{g \cos \alpha S_2}{2V_0^2 \sin \beta}}{\sin \beta} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta - g \cos \alpha S_2}{2V_0^2 \sin^2 \beta}$$

$$1 = \sin^2 \beta + \cos^2 \beta$$

$$\frac{1}{\sin^2 \beta} = 1 + \cot^2 \beta \quad \frac{1}{\cos^2 \beta} = 1 + \tan^2 \beta$$

$$3. \quad 1. \quad a_1 = g \sin \alpha$$

$$m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha + \mu m_1 g \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha - \mu m_2 g \cos \alpha$$

$$a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$2 \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{g}$$

$$\frac{a_1}{g} = \sin \alpha + \mu \cos \alpha$$

$$\frac{a_2}{g} = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = 0.6$$



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!

2.

$$S = V_0 \cos \alpha t$$

$$0 = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

$$S_1 = \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{S_1 g} = \sqrt{2600} = 51 \text{ м}$$



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

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

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

$$\cos 2\alpha = 0$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{2} + \pi n$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$\sin 2\alpha = 1$$

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

$$V_0 \cos \beta t = \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} = S_2$$

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

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

$$\frac{2 V_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{4 V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}}{x} = S_2$$

$$\frac{2 V_0^2 \sin \beta}{g \cos \alpha} \left(\cos \beta - \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\cos \alpha} \right) = S_2$$

$$\frac{2 V_0^2 \sin \beta}{g \cos \alpha} (\cos \beta - \sin \beta \tan \alpha) = S_2$$



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!

1.

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

$$\rho = m$$

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{900}{400} = 2.25$$

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

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

$$\rho = \sqrt{h^2 a_n^2 + m^2 g^2} = h \sqrt{a_n^2 + g^2}$$

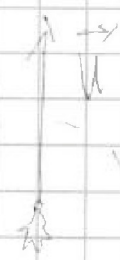
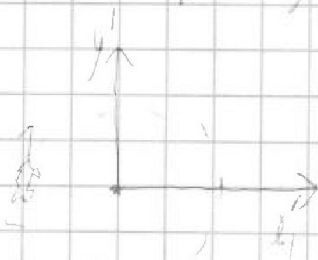
$$\frac{\rho}{h} = \frac{m \sqrt{a_n^2 + g^2}}{m} = \sqrt{a_n^2 + g^2} = \frac{\sqrt{49 + 100}}{10} = \frac{\sqrt{149}}{10} \approx 1.2$$

2.

$$W_{\text{сум}} = \frac{V}{R} = \frac{V_1}{L+R}$$

$$U = V + \frac{V_1}{L+R} \quad W_{\text{сум}}(L+R) = V + \frac{V_1(L+R)}{R} =$$

$$= 5V = 350 \text{ мВ}$$





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!

$$\cos^2 \beta - 2 \sin \beta \cos \beta + \operatorname{tg} \alpha - \sin^2 \beta = 0 \quad | \cdot (\cos^2 \beta)$$

$$1 - 2 \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}^2 \beta = 0$$

$$\operatorname{tg}^2 \beta + 2 \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha - 1 = 0$$

$$a = 1 \quad k = \operatorname{tg} \alpha \quad c = -1$$

$$\beta = \operatorname{tg} \alpha + 1$$

$$\operatorname{tg} \beta = -\operatorname{tg} \alpha + \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha (1 + (\operatorname{tg} \beta)^2)}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha (1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1}{\cos^2 \alpha})}$$

$$\frac{2 V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) = 5, \quad \frac{3}{8} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

$$6 + 6 \sin \alpha = 8$$

$$\frac{2 V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} (\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha) = 5, \quad 6 \sin \alpha = 2$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{3}$$

$$\frac{2 V_0^2}{g \cos \alpha (1 + (\operatorname{tg} \beta)^2)} (\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha) = 5,$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{3}$$

$$\frac{2 V_0^2}{g \cos \alpha} \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} (\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha) = 5$$

$$\frac{2 \cdot 1600}{20 \cdot \cos \alpha (1 + (\operatorname{tg} \beta)^2)} (\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha) = 5$$

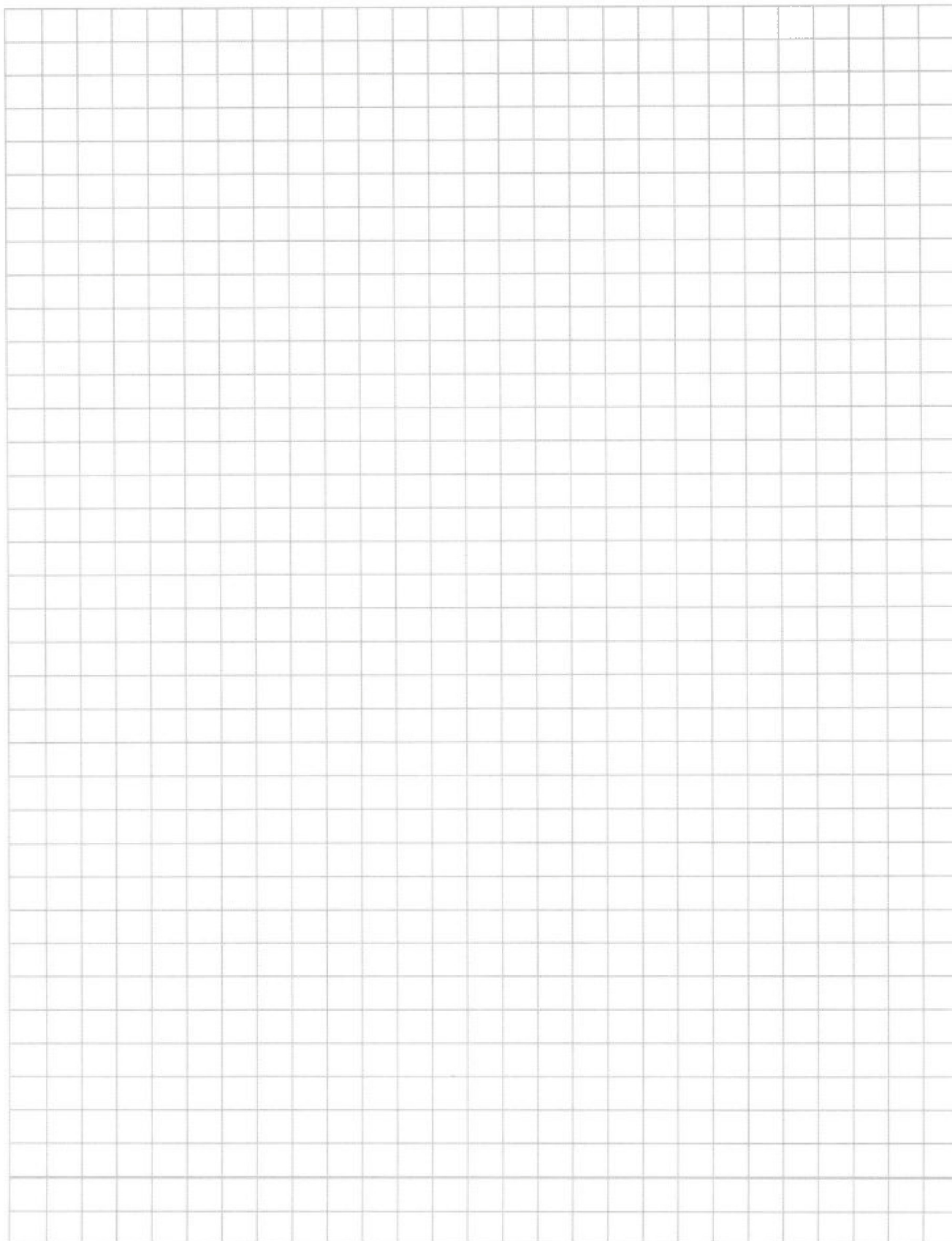


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\frac{g \beta_2 \cos^2 \alpha}{2 V_0 \cos^2 \beta} = \operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha \quad \left(\frac{\sin \beta}{\cos \beta} \right) = \cos \beta - \sin \beta$$

$$S_2 = \frac{2 V_0 \cos^2 \beta}{\cos^2 \alpha} (\operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$S_2 = \frac{2 V_0}{g \cos \alpha} \frac{(\operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha)}{\operatorname{tg}^2 \beta + 1}$$

$$S_2 = \frac{2 V_0}{g \cos \alpha} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos^2 \beta} (\operatorname{tg}^2 \beta + 1) - 2 \operatorname{tg} \beta \frac{1}{\cos^2 \beta} (\operatorname{tg}^2 \beta \cos \alpha - \sin \alpha) \right)$$

$$\operatorname{tg}^2 \beta \cos \alpha + \cos \alpha - 2 \operatorname{tg} \beta \cos \alpha + 2 \operatorname{tg} \beta \sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha - \operatorname{tg}^2 \beta \cos \alpha + 2 \operatorname{tg} \beta \sin \alpha = 0$$

$$\operatorname{tg}^2 \beta \cos \alpha - 2 \operatorname{tg} \beta \sin \alpha - \cos \alpha = 0$$

$$a = \cos \alpha \quad b = -\sin \alpha \quad c = -\cos \alpha$$

$$g = \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad \frac{g \beta_2}{2 V_0^2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha (\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + 1)}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \alpha + 1}{\cos \alpha}$$

$$S_2 = \frac{2 V_0}{g \cos^2 \alpha} \frac{(\sin \alpha \cos \alpha - \sin \alpha)}{(\sin^2 \alpha + 1)}$$

$$\frac{g \beta_2}{2 V_0} = \frac{1}{\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha + 1 + \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{g \beta_2}{2 V_0} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

$$\frac{g \beta_2}{2 V_0} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

$$\frac{16 \cdot 920}{2 \cdot 7100} = \frac{12}{8}$$



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!

$$3 + 6 \sin \alpha \cos \alpha + 3 = 13$$

$$6 \sin \alpha \cos \alpha = 7$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{7}{6}$$

$$\sin^2 \alpha = 36 - 36 \sin^4 \alpha$$

$$36 \sin^4 \alpha - 36 \sin^2 \alpha + 7 = 0$$

$$36 \sin^4 \alpha - 36 \sin^2 \alpha + 7 = 0$$

$$a = 36$$

$$k = -18$$

$$c = 7$$

$$D = 324 - 36 = 288$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{78 \pm \sqrt{288}}{72} = \frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{288}}{36}$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{288}}{36}\right) \left(\frac{1}{2} \mp \frac{\sqrt{288}}{36}\right)} = \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{288}{1296}} =$$

$$= \sqrt{\frac{324 - 288}{1296}} = \sqrt{\frac{36}{1296}} =$$

$$\alpha = \arcsin \sqrt{\frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{288}}{36}}$$

$$\alpha = \arcsin \sqrt{\frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{288}}{36}}$$



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!

