



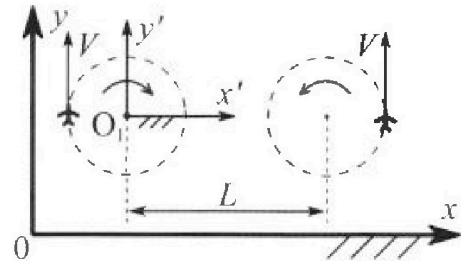
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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>.

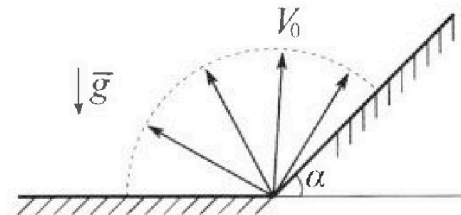


1. Определите отношение  $\frac{P}{mg}$ , здесь  $P$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.

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.

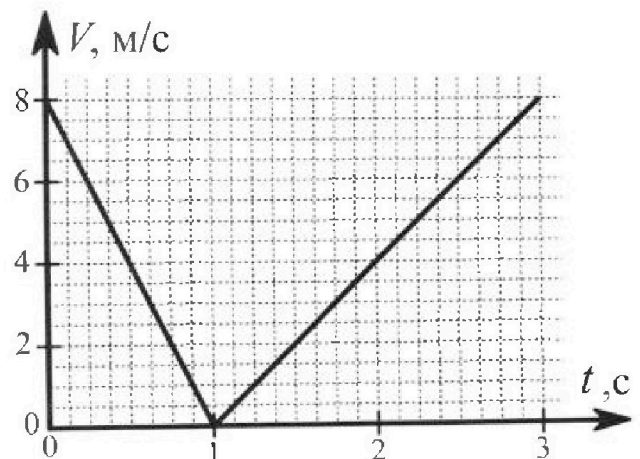
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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.

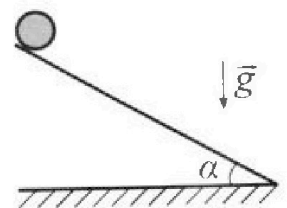
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$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

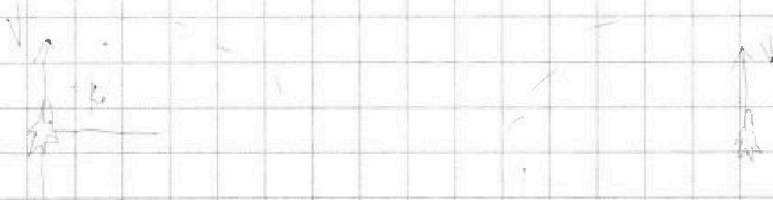


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



у — сила маятника будет центростремительное ускорение:

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}$$

Путь в горизонтальной плоскости за время ускорения

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

а в вертикальной:

$$l_y = mg$$

Тогда:

$$R = \sqrt{l_x^2 + l_y^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^2}{R^2}}$$

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

т) Числовое значение вращения маятника

определяет:

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

В этой системе отсчета в моменты времени



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 "добавочная" скорости вращения волновой

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

от центра  $O$ , до фазового

добавочная скорость будет направлена туда же, куда и скорость  $V$ , но пройдет перпендикулярно направлению, а это создает с  $V$

$$\Delta R = L + R$$

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

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

$$U = 350 \text{ м/с}$$



Скорость  $\frac{V}{\omega} = 7\pi$ ,  $U = 350 \text{ м/с}$



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!

Подстановка и упрощение уравнения:

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

$$\frac{d S_z}{d V_0^2} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

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

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

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

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

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) Задача упрощена для оценки, решение на графически не решать.

$S_1 = V \cos \varphi t$

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

Здесь  $\angle \varphi$  - угол наклона скорости к горизонту,  $t$  - время полета

Условие:

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

$S_1$  - максимальное возмущение, значение  $S_1' = 0$

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

$$\cos 2\varphi = 0$$

$$\varphi = 45^\circ$$

$$S_1 = \frac{V_0^2 \sin 90^\circ}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g S_1}{\sin 90^\circ}}$$

$$V_0 = 40 \text{ м/с}$$

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 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 полета, а  $\gamma \alpha \leq \beta$  - угол между горизонтальной и скоростью:

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

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

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

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

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

Вывод:

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

$S_2$  - максимум, значит  $S_2 = 0$ :

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

Вывод:

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

Квадратное уравнение, нулевой дискриминант:

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

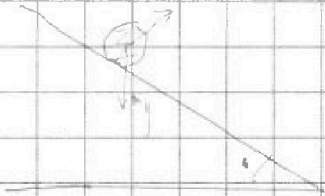


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



Искать длину пути

до проскальзывания:

$$F_{\text{пр}} = mg \sin \alpha$$

Масса по 3 (→):

$$mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{2} + F_{\text{пр}} L$$

→

Искать  $\sin \alpha = 0,6$





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  $t = 7c$

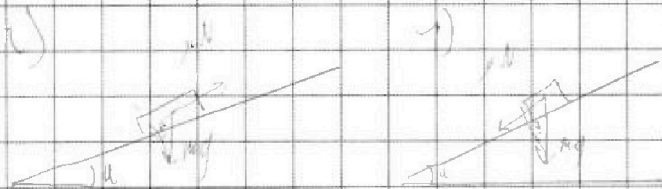
Плане из графика:

$$a_1 = 8 \text{ м/с}^2$$

$a_1$  - ускорение до остановки,

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2$$

$a_2$  - ускорение после остановки



Из графика и условия о движении брызг  
брызги будут следовать, что характерное скрутки  
для направления ветра будет плюсом, а после  
остановки - брызг будет минусом:

Запишем 2 закона Ньютона для обеих ситуаций:

$$\begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha \\ -ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \end{cases}$$

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

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

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



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!

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

$$A_{\text{ср}} = 244 \text{ Дж}$$

$$C_p = \frac{Q}{s \cdot t} = \frac{730}{20} = 39 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

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

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

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



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 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!

Обозначим за  $V_{\text{рез}}$  - результирующую скорость, а за  $V_{\text{уз}}$  - скорость течения.

$$(1) \quad Q = \frac{3}{2} V_{\text{рез}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{уз}} R \Delta T_1$$

$$(2) \quad Q = \frac{3}{2} V_{\text{рез}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_{\text{уз}} R \Delta T_2 + A_{\text{теп}}$$

$A_{\text{теп}}$  - потеря тепла при

$$A_{\text{теп}} = V_{\text{рез}} R \Delta T_2 + V_{\text{уз}} R \Delta T_2$$

$$Q = \frac{5}{2} V_{\text{рез}} R \Delta T_2 + \frac{4}{2} V_{\text{уз}} R \Delta T_2$$

Из (1) выражаем:

$$V_{\text{уз}} = \frac{2Q - 3 V_{\text{рез}} R \Delta T_1}{5 R \Delta T_1}$$

Подставляем в (2), получаем:

$$V_{\text{рез}} = \frac{Q (5 \Delta T_2 - 4 \Delta T_1)}{R \Delta T_1 \Delta T_2}$$

$$V_{\text{рез}} = 1,2 \text{ м/с}$$

Ответ:

$$V_{\text{уз}} = 0,4 \text{ м/с}$$



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  
\_\_\_ 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!

$$2) \quad Q = \frac{8}{2} \sqrt{m} R_{\text{ср}} + \frac{7}{2} \sqrt{m} R_{\text{ср}}$$

$$Q = \frac{R_{\text{ср}}}{2} (5\sqrt{m} + 7\sqrt{m})$$

$$C_p = \frac{R}{2} (5\sqrt{m} + 7\sqrt{m}) = \frac{8,37}{2} (5 + 7 \cdot 36) =$$

$$= \frac{8,37 \cdot 259}{2} = \frac{2147,83}{2} = 1073,915$$

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

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

$$\begin{array}{r} + 2808 \\ 7468 \\ \hline 44468 \end{array}$$

$$3) \quad \frac{M_2}{M_1} = \frac{V_{\text{ср}}}{V_{\text{г}}}} = \frac{7,2}{0,48} = \frac{0,1}{0,04} = 2,5$$

$$1,2$$

$$40$$

$$248$$

$$0,5$$

$$350$$

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

$$39$$

$$2,5$$



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!

$$2Q(S_{AT_1} - T_{AT_2}) = 4V_{\text{пл}} R_{AT_1} \Delta T_1$$

$$Q(S_{AT_1} - T_{AT_2}) = 2V_{\text{пл}} R_{AT_1} \Delta T_1$$

$$V_{\text{пл}} = \frac{Q(S_{AT_1} - T_{AT_2})}{2R_{AT_1} \Delta T_1} = \frac{20 \cdot 700(755 - 740)}{65 \cdot 2 \cdot 37 \cdot 37,2} =$$

$$= \frac{69 \cdot 700 \cdot 15}{2 \cdot 37 \cdot 37,2} = \frac{730}{102} = 7,2 \text{ млн}$$

$$\begin{array}{r} \times 700,2 \\ 7,06 \\ \hline + 72996 \\ 9742 \\ \hline 7663 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 730 \quad 700 \\ \hline 700 \quad 30 \\ \hline - 220 \\ \hline 270 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 837 \\ 73 \\ \hline + 2492 \\ 837 \\ \hline 208,0 \end{array}$$

$$2 + 5976 \sqrt{0,3} = \frac{2 \cdot 700 - 3 \cdot 7,2 \cdot 8,37 \cdot 37,2}{5 \cdot 1,37 \cdot 37,2}$$

$$= \frac{2 \cdot 700}{5 \cdot 8,37 \cdot 37,2} - \frac{3 \cdot 7,2}{5} \cdot 1,37 \cdot 0,37 = 78 \cdot 8,37$$

$$\begin{array}{r} \times 277 \\ 7 \\ \hline 730 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 778 \quad 65 \\ \hline 65 \quad 7,7 \\ \hline 730 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 78 \times 8,37 \\ 75,6 \\ \hline + 24985 \\ 837 \\ \hline 729,536 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1) \quad A &= V_{\text{пл}} R_{AT_1} + V_{\text{пл}} R_{AT_2} = R_{AT_1} (V_{\text{пл}} + V_{\text{пл}}) \\ &= 837 \cdot 20 \cdot 7,68 = 700,2 \cdot 7,68 = 277 \text{ млн} \end{aligned}$$



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!

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



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

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

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

$$\frac{1}{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha} = \frac{3}{23}$$

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

$$\frac{3}{23} = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg}^2 \alpha}{(2 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \cos \alpha}$$

$$\frac{3}{23} = \frac{-\operatorname{tg} \alpha + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - \operatorname{tg} \alpha \cdot (2 + \operatorname{tg}^2 \alpha) - 2 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} + \operatorname{tg}^3 \alpha}{\cos \alpha (2 + \operatorname{tg}^2 \alpha - 2 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} + \operatorname{tg}^3 \alpha)}$$

$$\frac{3}{23} = \frac{S_2 \cos \alpha}{V_0 \cos \beta}$$

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

$$\operatorname{tg} \beta \cos \alpha = \frac{g S_2 \cos^2 \alpha}{2 V_0 \cos^2 \beta} = \sin \alpha = \frac{3}{23} \quad | : \frac{3}{23}$$

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!

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

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

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

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

$$\frac{73 \sqrt{3}}{4} - \frac{73 \sqrt{3}}{2} - \frac{73}{1} = \frac{3 \cdot 3}{76} + \frac{6 \cdot 3}{8} + 6$$

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

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

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

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

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

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

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

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



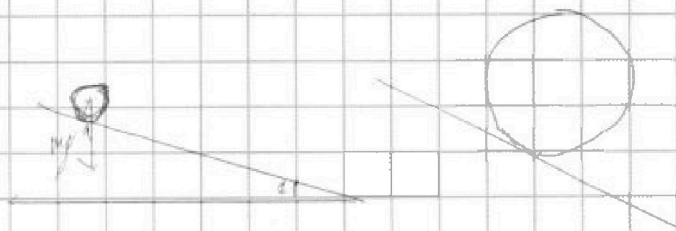
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.

$$pV = \nu RT$$

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

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

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

$$Q = 4$$

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

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

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

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

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{\text{air}} R \Delta T_2 + \frac{4}{2} \nu_{\text{air}} R \Delta T_2$$

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

$$Q = \frac{25 \nu_{\text{air}} R \Delta T_2^2 + 74 Q \Delta T_2 - 2 \nu_{\text{hel}} R \Delta T_2^2}{10 \Delta T_2}$$

$$Q = \frac{4 \nu_{\text{air}} R \Delta T_2 \Delta T_2 + 74 Q \Delta T_2}{10 \Delta T_2}$$

$$10 Q \Delta T_2 = 4 \nu_{\text{air}} R \Delta T_2 \Delta T_2 + 74 Q \Delta T_2$$





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!

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

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

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

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

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

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

3. 1.  $a_y = g \sin \alpha$

$$m \cdot a_n = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$a_n = \mu g \cos \alpha$$

$$m a_n = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

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

$$2 \sin \alpha = \frac{a_n + a_n}{g}$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{a_n + a_n}{2g} = 0,6$$



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.

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

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

$$\frac{gt}{2} = V_0 \sin \alpha$$

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

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

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



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

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

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

$$\cos 2\alpha = 0$$

$$2\alpha = \frac{\pi}{2} + \pi \quad \alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$\sin 2\alpha = 1$$



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

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

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

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

$$\frac{2 V_0 \cos \beta \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{g \sin \alpha}{g} = \frac{g V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} = S_1$$

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

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



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.

$$\rho = m \quad \frac{1}{2} = \frac{mV^2}{R} = \frac{4900}{400} = 12,25$$

$$m a_2 = \frac{mV^2}{R} \quad a_2 = 12,25 \frac{m}{s^2}$$

$$\rho = \sqrt{m^2 a_2^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{a_2^2 + g^2}$$

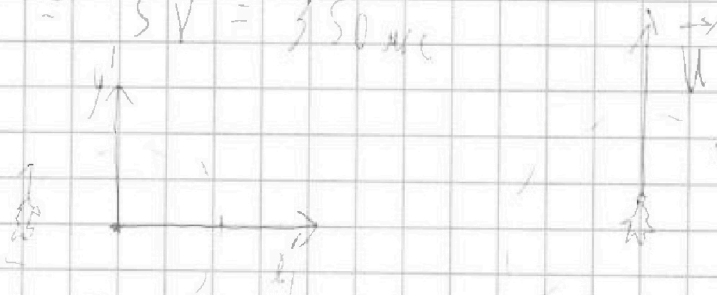
$$\rho = \frac{m \sqrt{a_2^2 + g^2}}{m} = \sqrt{a_2^2 + g^2} = \sqrt{12,25^2 + 9,8^2} = \sqrt{150,0625 + 96,04} = \sqrt{246,1025} = 15,68$$

5)

$$W_{\text{max}} = \frac{V}{R} = \frac{V_0}{L+R}$$

$$W = V + \frac{V_0}{L+R} \quad W_{\text{max}}(L+R) = V(L+R) + V_0 =$$

$$= 5V = 350 \text{ мВ}$$





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!

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

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

$$\operatorname{tg}^2 \beta + 2 \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha - 1 = 0 \quad \frac{3}{8} = \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - 2 \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)}$$

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

$$\beta = \operatorname{tg}^{-1} \left( -\operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} \right)$$

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

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

$$6 + 6 \sin \alpha = 0$$

$$\frac{2V_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} \left( \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} - 2 \operatorname{tg} \alpha \right) = 5 \quad \begin{cases} \cos \alpha = 2 \\ \sin \alpha = 3 \end{cases}$$

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

$\alpha = \arcsin \frac{3}{2}$

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

~~$$\frac{2 \cdot 7 \cdot 60^2}{77 \cdot \cos \alpha (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)} \left( \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} + 2 \operatorname{tg} \alpha \right) = 7 \cdot 60$$~~



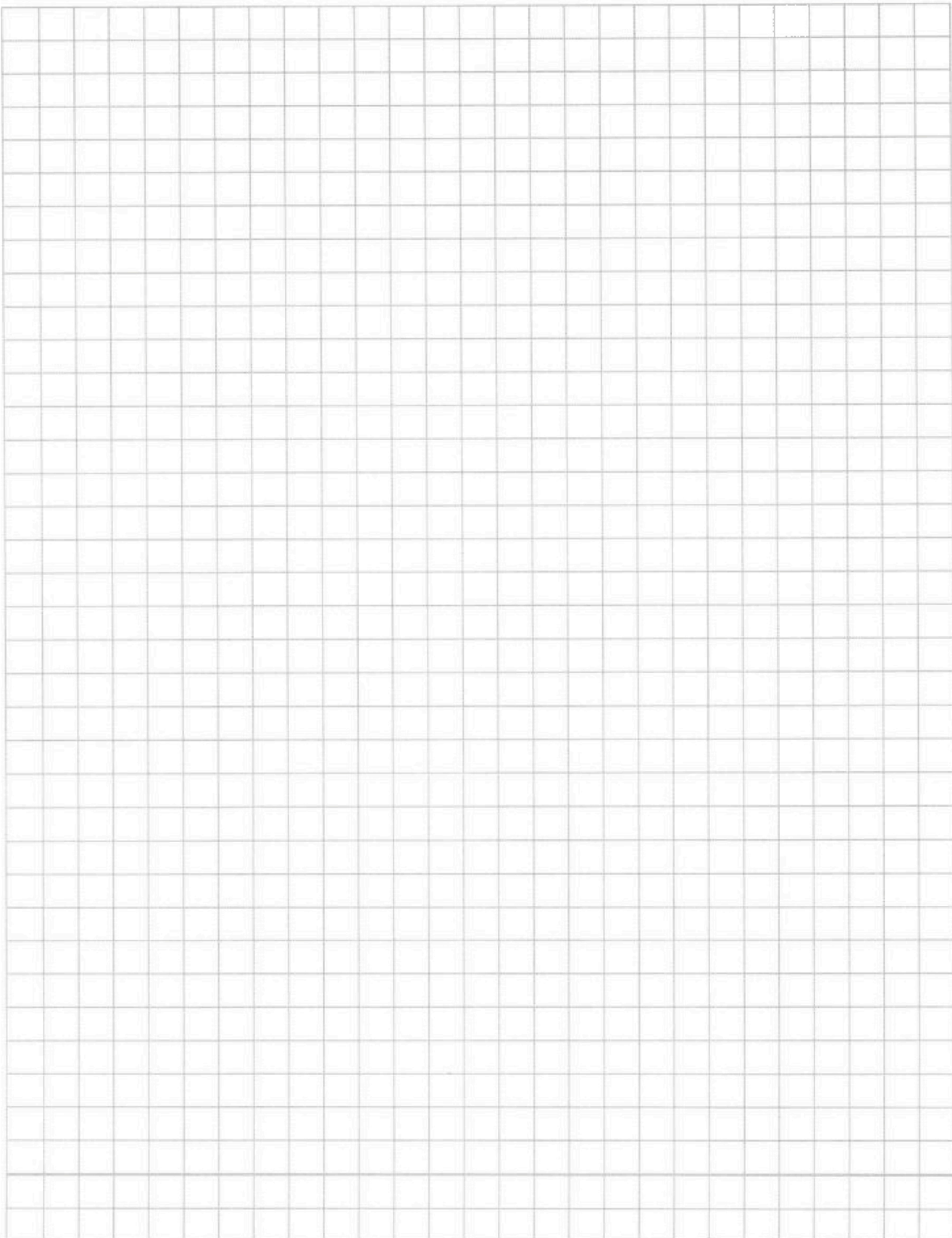
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\frac{g \int_0^d \cos^2 \alpha}{2 V_0 \cos^2 \beta} = \operatorname{tg} \beta \cos \alpha - \sin \alpha \left( \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \right) = \cos^2 \beta - \sin \alpha$$

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

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

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

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

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

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

$$a = \cos \alpha \quad b = -2 \sin \alpha \quad c = -\cos \alpha$$

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

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

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

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

$$\frac{3}{20} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 0.8}{2 \cdot 0.8 \cos^2 \alpha} \left( \frac{\sin \alpha (\cos \alpha - 1)}{\sin^2 \alpha + 1} \right)$$

$$\frac{g S_2}{2 V_0} = \frac{1}{2 + 2 \sin \alpha}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{\sin \alpha (\cos \alpha - 1)}{2 \cdot 0.8 (\sin^2 \alpha + 1)}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1.2}{2 + 2 \cdot 0.8} \quad \frac{1}{20} = \frac{1.2}{3.6} \quad \frac{1}{20} = \frac{1}{3}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

~~$$3 + 6 \sin a \cos a + 36 = 73$$~~

~~$$6 \sin a \cos a = 4$$~~

~~$$\sin a \cos a = \frac{2}{3}$$~~

~~$$\sin^2 a = \frac{4}{9} - 36 \sin^4 a$$~~

~~$$36 \sin^4 a - 36 \sin^2 a + 4 = 0$$~~

~~$$36 \sin^4 a - 36 \sin^2 a + 4 = 0$$~~

~~$$a = 30^\circ$$~~

~~$$k = -18 \quad c = 1$$~~

~~$$D = 324 - 36 = 288$$~~

~~$$\sin a = \frac{78 \pm \sqrt{288}}{72} = \frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{288}}{36}$$~~

~~$$\sqrt{\left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{288}}{36}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{288}}{36}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{288}{324}} =$$~~

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

~~$$\angle a = \arcsin \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{\sqrt{288}}{36}}$$~~

~~$$\angle a = \arcsin \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{\sqrt{288}}{36}}$$~~

$$\begin{array}{r} 288 \\ \times 78 \\ \hline 2296 \\ + 2296 \\ \hline 2296 \\ + 2296 \\ \hline 2296 \\ + 2296 \\ \hline 2296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 36 \\ \hline 278 \\ + 278 \\ \hline 278 \\ + 278 \\ \hline 278 \end{array}$$



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!

