



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

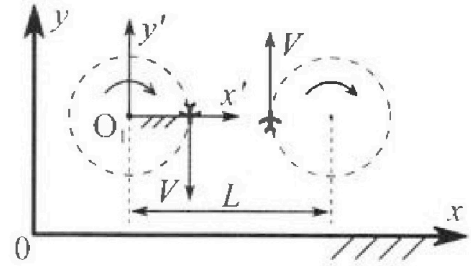
Вариант 10-01

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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

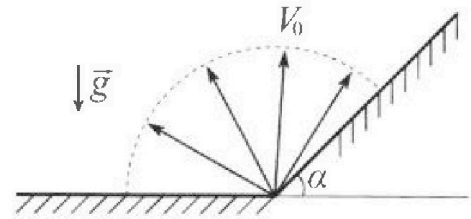
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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

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

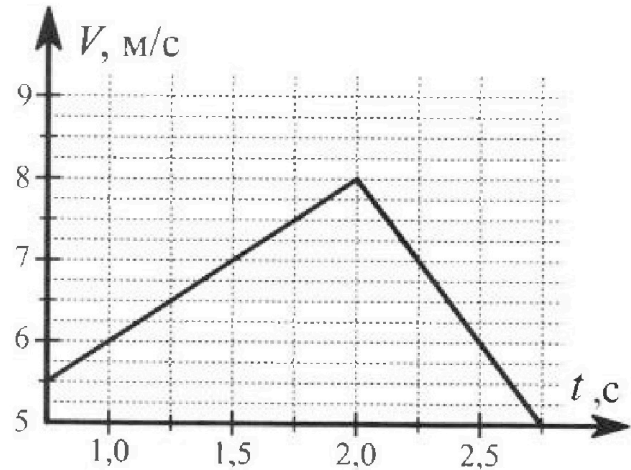
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

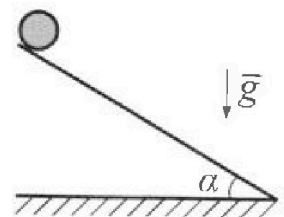
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.



Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

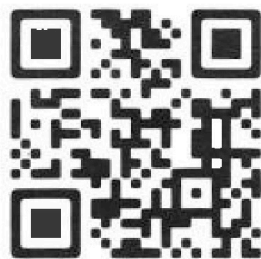
2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



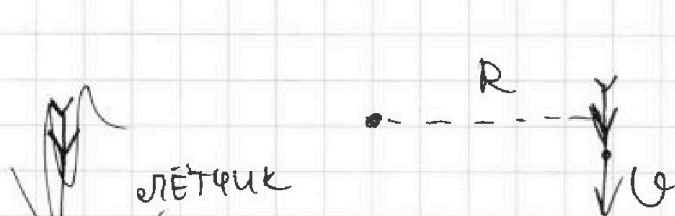
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

a - ^{нормальное} ускорение КАЖДОГО САМОЛЁТА



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

ЛЁТЧИК
 P_x и P_y - ГОРИЗОНТ. И ВЕРТИК. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВЕСА

P - ВЕС; $P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$; $P_y = mg$, ГДЕ
 N_x и N_y - силы реакц. опоры

m - МАССА ЛЁТЧИКА;

II 3-н. Ньютона:

$$ma = N_x$$

$$N_x = P_x \text{ (по III 3. Ньютона)}$$

$$\Rightarrow ma = P_x$$

$$\frac{m\omega^2}{R} = P_x$$

$$P = \sqrt{m^2 \left(\frac{\omega^2}{R}\right)^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{\frac{\omega^4}{R^2} + g^2}$$

$$\frac{P}{F_{тяж}} = \frac{\sqrt{\frac{\omega^4}{R^2} + g^2}}{g}$$

$$F_{тяж} = mg$$

$$\frac{P}{F_{тяж}} = \frac{\sqrt{\frac{80 \cdot 80^3 \frac{m^4}{c^4}}{800 \cdot 800 m^2} + 10^2 \frac{m^2}{c^4}}}{10 \frac{m}{c^2}} = \frac{\sqrt{184}}{10} = \frac{\sqrt{41}}{5}$$

$$\delta = \frac{P}{F_{тяж}} \cdot 100\% - 100\% = 100\% \left(\frac{P}{F_{тяж}} - 1 \right) = 20\% \cdot (\sqrt{41} - 5) \approx$$

$$\approx 20\% \cdot (6,5 - 5) \approx 10\% \approx 30\%$$

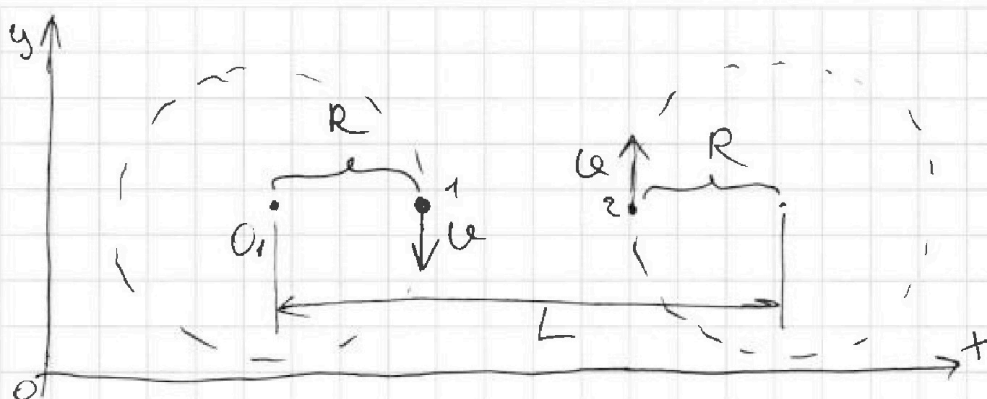
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

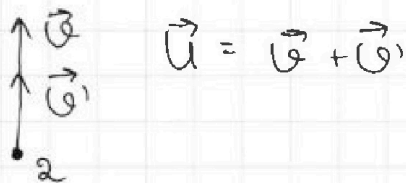


1-ый самолёт вращается с угловой скоростью ω_1 относительно точки O_1 ; $\omega_1 = \frac{v}{R}$.
Перейдём во вращающуюся систему $CO'x'O_1y'$. Тогда весь мир теперь для нас вращается с угловой скоростью ω_1 , а 1-ый самолёт не движется.
Если посмотреть на рисунок, то 1-ый самолёт в CO земли отн. т. O_1 вращается по часовой стрелке, \Rightarrow во вращающейся $CO'x'O_1y'$ весь мир движется против часовой стрелки.

Теперь найдём расстояние между т. O_1 и 2-ым самолётом в этот момент: $S = L - R = 1,2 \text{ км}$.

Если бы в CO земли 2-ой самолёт покоился, то в $CO'x'O_1y'$ он бы двигался со скоростью $v = \omega_1 \cdot S$. Но т.к. самолёт имеет ещё свою собственную скорость v , то $U = v + v' = v + \omega_1 S$

в $CO'x'O_1y'$:



$$U = v + \omega_1 S = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{80 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{800 \text{ м}} \cdot 1200 \text{ м} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{и напр.}$$

вдоль оси Oy

Ответ: 1. 100% ; 2. $|\vec{U}| = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и вектор \vec{U} направлен
вдоль оси Oy

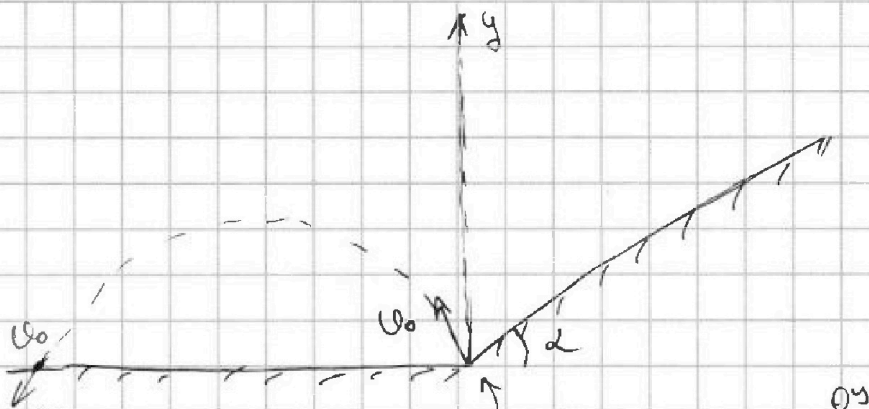


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

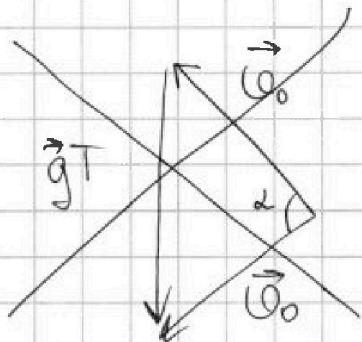
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



Относительно вертикальной оси все осколки вылетают симметрично, т.к. вылетают с одинаковой скоростью v_0 и один Т.к. справа от этой оси осколки врезаются в экран, а слева - летят до земли, то время полета осколков, которые упали на горизонтальную поверхность, относительно времени полета симметричного ему осколка с ~~на~~ другой стороны от оси, больше.

нарисуем векторный треугольник скоростей:



Осколки, упавшие на гориз. поверхность, ~~авдайт~~ ~~прем~~ перед падением имели такую же скорость v_0 .

Максимальное время полета будет у тех осколков, у которых ~~начальная~~ ^{начальная} проекция v_0 на ось oy максимальная, т.к. ~~$v_{0y} = gT$~~ $gT = 2v_{0y} \Rightarrow$
 \Rightarrow макс. время полета будет у осколков, летящих вертикально вверх, и их $\Rightarrow v_{0y} = v_0$

$$2v_0 = gT \Rightarrow v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{90 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

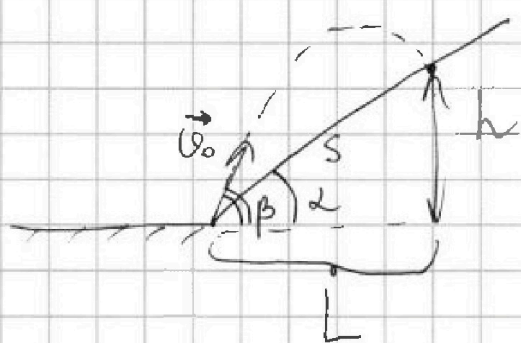


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$h = S \sin \alpha = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L = S \cos \alpha = v_0 \cos \beta t$$

$$\frac{h}{L} = \frac{v_0 \sin \beta - \frac{gt}{2}}{v_0 \cos \beta}$$

$$v_0 \cos \beta \operatorname{tg} \alpha = v_0 \sin \beta - \frac{gt}{2} \Rightarrow \frac{gt}{2} = v_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)$$

$$t = \frac{2v_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g}$$

$$S \cos \alpha = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g}$$

$$S = \cos \beta \cdot \frac{2v_0^2 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g \cos \alpha}$$

S БУДЕТ МАКС. ТОГДА, КОГДА $S'(\beta) = 0$:

$$(\cos \beta)' \cdot \frac{2v_0^2 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g \cos \alpha} + \cos \beta \cdot \left(\frac{2v_0^2 (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)}{g \cos \alpha} \right)' = 0$$

$$\cos \beta \cdot \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)' = \sin \beta \cdot \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha)$$

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

$$\cos^2 \beta + 2 \sin \beta \cos \beta \operatorname{tg} \alpha = \sin^2 \beta; \quad \cos^2 \beta = 1 - \sin^2 \beta$$

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

$$\sqrt{\sin^2 \beta} \operatorname{tg}^2 \alpha (1 - \sin^2 \beta) = \sqrt{\sin^4 \beta} - \sqrt{\sin^2 \beta} + 1$$

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

Пусть $u = \sin^2 \beta \Rightarrow 4u^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) - 4u (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) + 1 = 0$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

~~$$\sqrt{D} = \sqrt{(4 + \operatorname{tg}^2 \alpha)^2 - 4(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)} \Rightarrow \sqrt{D} = \sqrt{\frac{16g}{9} - \frac{16}{3}} =$$~~

~~$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$~~

~~$$= \sqrt{\frac{121}{9}} = \frac{11}{3}$$~~

~~$$\mu = \frac{\frac{13}{3} \pm \sqrt{\frac{11}{3}}}{2 \cdot \frac{4}{3}} ; \mu = \frac{13 \pm 11}{8}$$~~

~~$$\sin^2 \beta = \frac{24}{8} \quad \sin^2 \beta = \frac{1}{4}$$~~

~~$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$~~

~~$$\sqrt{D} = \sqrt{16 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 - 4 \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}} = \sqrt{\frac{256}{9} - \frac{64}{3}} = \sqrt{\frac{256 - 192}{9}} = \frac{8}{3}$$~~

~~$$\mu = \frac{4 \cdot \frac{4}{3} \pm \frac{8}{3}}{2 \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}} ; \mu = \frac{16 \pm 8}{32} = \frac{2 \pm 1}{4}$$~~

$$\sin^2 \beta = \frac{3}{4}$$

или

$$\sin^2 \beta = \frac{1}{4}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

или

$$\sin \beta = \frac{1}{2}$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

↑ ↑ ЭТОТ ВАРИАНТ НЕ ПОДАХОДИТ

$$\beta = 60^\circ$$

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

$$S = \frac{2U_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \cos \beta \cdot (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \alpha) = \frac{2 \cdot 45^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \right) =$$

$$= \frac{2025}{10\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{3-1}{\sqrt{3}} \right) \text{ м} = \frac{8025 \cdot 2}{30} \text{ м} = \frac{5050}{3} \text{ м} = 168 \frac{1}{3} \text{ м}$$

Ответы 1. $U_0 = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S = 168 \frac{1}{3} \text{ м}$



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.

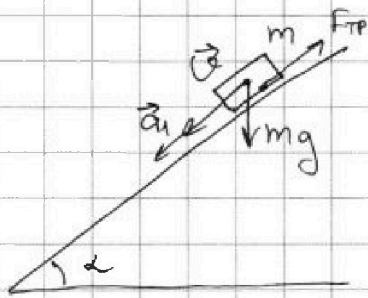
1 2 3 4 5 6 7

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!

Т.к. по условию движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой, то ^{вектор} ускорения шайбы всегда лежит на одной прямой с вектором скорости. Иначе бы вектор ускорения поворачивал бы вектор скорости шайбы и она бы двигалась не по прямой.

Из графика видно, что изначальное ускорение шайбы увеличивается по модулю, что значит, что ускорение шайбы a_1 и скорость были сонаправлены, т.е. шайба двигалась вниз по наклонной плоскости:



II 3-н. Ньютона:

$$ma_1 = mgs \sin \alpha - F_{тр}$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

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

Из графика можно найти a_1 - это коэфф. наклона μ первой части графика (когда шайба еще не остановилась) и скорость увеличивается)

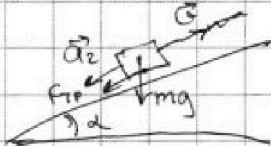
$$a_1 = \frac{8 \frac{m}{c} - 5.5 \frac{m}{c}}{2 \cdot 0.75 c} = \frac{2.5 \frac{m}{c}}{1.25 c} = 2 \frac{m}{c^2}$$

~~$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}; \quad \text{или} \quad \frac{a}{g} = \sin \alpha - \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$~~

~~$$\mu^2(1 - \sin^2 \alpha) = \sin^2 \alpha - \frac{2a \sin \alpha}{g} + \frac{a^2}{g^2}$$~~

~~$$\sin^2 \alpha (1 + \mu^2)$$~~

Теперь найдем ускорение шайбы, ^{можно тогда как} ~~коэфф~~ ^{она} ~~столкну-~~



II 3. Ньютона:

$$ma_2 = mgs \sin \alpha + F_{тр}$$

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



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!

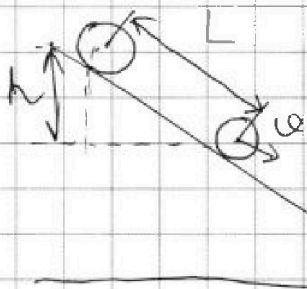
Из графика определим значение a_2 : (2-я часть)

$$a_2 = \frac{8 \frac{m}{c^2} - 5 \frac{m}{c^2}}{2,75c - 2c} = \frac{3 \frac{m}{c^2}}{0,75c} = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$a_1 + a_2 = g(\sin \alpha + \sin \alpha + \mu \cos \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{2 \frac{m}{c^2} + 4 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} =$$

$$= 0,3$$



$$\text{ЗСЭ: } Mgh = \frac{M\omega^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

M - масса бочки с водой

$\frac{M}{2}$ - масса воды и масса бочки

I - момент инерции бочки

ω - угловая скорость бочки относительно

св. центра

$$I = \frac{1}{2} M R^2; \quad \omega = \frac{v}{R} \quad (\text{скорость точки, соприка}$$

с поверхностью PA относительно центра бочки равно скорости центра бочки относительно PA (скольжения нет)

$$2gh = \omega^2 + \frac{1}{2} R^2 \cdot \frac{\omega^2}{R^2} \Rightarrow 4gh = 3\omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,3m}{3}} = 2 \frac{m}{c}$$

$$L = \frac{\omega^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\omega^2}{2L} = \frac{4 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 0,3m} =$$

$$L = \frac{h}{\sin \alpha} \Rightarrow \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{\omega^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{\omega^2 \sin \alpha}{2h} = \frac{4 \frac{m^2}{c^2} \cdot 0,3}{2 \cdot 0,3m} =$$

$$= 2 \frac{m}{c^2}$$

$$F_{TP} = \mu Mg \cos \alpha$$

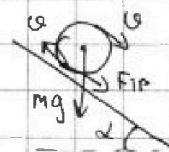
Бочка может соскользнуть

верно

$$Mg \sin \alpha = \mu Mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{3}{4}$$





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!

$$p_r \Delta V = \nu_r R \Delta T_2 \quad (\text{из чр. выше Менд.-Кур.})$$

$$p_k \Delta V = \nu_k R \Delta T_2$$

$$A = R \Delta T_2 (\nu_r + \nu_k)$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{2R \Delta T_2 (\nu_r + \nu_k)}{R \Delta T_1 (3\nu_r + 5\nu_k)}$$

$$A = 200 \Delta u = \frac{Q}{3}$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta T_1 (3\nu_r + 5\nu_k) = 6\Delta T_2 (\nu_r + \nu_k)$$

$$\nu_r (6\Delta T_2 - 3\Delta T_1) = \nu_k (5\Delta T_1 - 6\Delta T_2)$$

$$\frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{\nu_r \cdot N_A}{\nu_k \cdot N_A} = \frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{5\Delta T_1 - 6\Delta T_2}{6\Delta T_2 - 3\Delta T_1}$$

$$\frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{5\Delta T_1 - 6\Delta T_2}{3(2\Delta T_2 - \Delta T_1)} = \frac{5 \cdot 15\text{K} - 6 \cdot 10\text{K}}{3 \cdot (2 \cdot 10\text{K} - 15\text{K})} = \frac{75\text{K} - 60\text{K}}{15\text{K}} = 1$$

Ответ: 1. $A = 200 \Delta u$; 2. $C_V = 40 \frac{\Delta u}{K}$; 3. $\frac{\nu_r}{\nu_k} = 1$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Работа газа в изохорич. процессе равна нулю, т.к. газ не изменяет свой объём.

ΔU_1 и ΔU_2 - изм. внутр. энергии смеси в 1-ом и 2-ом процессе соответственно

Для 1-ого процесса:
(1-ое начало термод.)

$$Q = \Delta U_1; \Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_1$$

одноатомный газ

ν_r и ν_k - кол-во вещества гелия и кислорода соответственно

$$Q = \frac{R \Delta T_1}{2} (3\nu_r + 5\nu_k)$$

Для 2-ого процесса:

$$Q = A + \Delta U_2; \Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu_r R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_k R \Delta T_2 = \frac{R \Delta T_2}{2} (3\nu_r + 5\nu_k)$$

$$\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} = \frac{2 R \Delta T_2 (3\nu_r + 5\nu_k)}{2 R \Delta T_1 (3\nu_r + 5\nu_k)} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \Rightarrow \Delta U_2 = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \cdot \Delta U_1 = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \cdot Q$$

$$A = Q - \Delta U_2 = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 600 \text{ Дж} \cdot \left(1 - \frac{10\text{K}}{15\text{K}}\right) = 200 \text{ Дж}$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600 \text{ Дж}}{15\text{K}} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

$$A = p_r \Delta V + p_k \Delta V = (p_r + p_k) \Delta V$$

ΔV - изм. объёма смеси с изобар. процессом
 p_r и p_k - парциальные давления гелия и кислорода в изобар. процессе

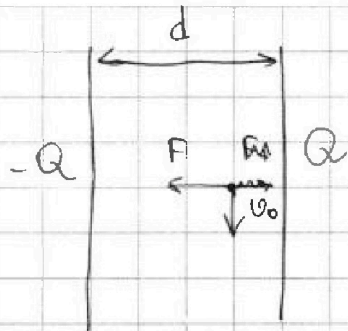
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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



$$F = F_a + F_{-a}$$

~~Итого $q = \frac{16kQq}{gd^2}$~~

$$F_a = \frac{16kQq}{d^2}; \quad F_{-a} = \frac{16kQq}{gd^2}$$

$$F = \frac{16kQq}{d^2} + \frac{16kQq}{gd^2} = \frac{160kQq}{gd^2}; \quad q = \gamma \cdot m$$

γ - норм. ускорение заряда частицы

II 3 Ньютона:

$$m\alpha = F \Rightarrow \cancel{m}\alpha = \frac{160kQ \cdot \gamma m}{gd^2}$$

$$\alpha = \frac{v_0^2}{R}; \quad R - \text{РАДИУС КРИВИЗИНЫ ТРАЕКТОРИИ ЧАСТИЦЫ}$$

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{160kQ\gamma}{gd^2} \Rightarrow R = \frac{gd^2 v_0^2}{160kQ\gamma}$$

ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kQ \cdot \gamma m}{L} \quad \left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{4kQ\gamma m}{d} + \frac{4kQ\gamma m}{3d} \right) \frac{mv_0^2}{2} + E_p$$

$$E_p = \frac{4kQ\gamma m}{3d} - \frac{4kQ\gamma m}{d}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2} + \frac{16k\gamma Q}{3d}$$

$$3v_0^2 = 3v_0^2 + \frac{32k\gamma Q}{d}$$

$$Q = \sqrt{\frac{3v_0^2 d + 32k\gamma Q}{3d}}$$

Ответ: 1. $R = \frac{gd^2 v_0^2}{160kQ\gamma}$; 2. $v_0 = \sqrt{\frac{3v_0^2 d + 32k\gamma Q}{3d}}$



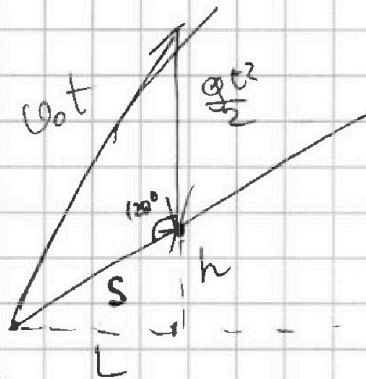
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

18 мин - 1,5 часа



$$L = u_0 \cos \beta t = S \sin \alpha$$

$$h = u_0 t \sin \beta - \frac{g t^2}{2} = S \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u_0 \cos \beta}{u_0 \sin \beta - \frac{g t}{2}}$$

$$(u_0 \sin \beta - \frac{g t}{2}) \operatorname{tg} \alpha = u_0 \cos \beta$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} x$$

$$\frac{3}{2} x^2 + x^2 = 1$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu_{He} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{O_2} R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu_{He} R \Delta T$$

$$Q = \frac{R \Delta T_1}{2} \cdot (3 \nu_{He} + 5 \nu_{O_2})$$

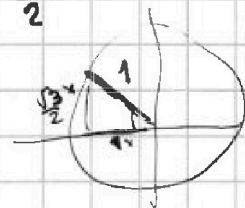
$$\frac{7}{4} x^2 = 1$$

$$x = \sqrt{\frac{4}{7}}$$

$$Q = \nu A + \frac{R \Delta T_2}{2} (3 \nu_{He} + 5 \nu_{O_2})$$

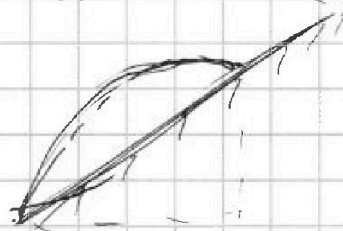
$$C_v = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$u_0^2 t^2 = S^2 \cos^2 \alpha + \left(\frac{g t^2}{2} + S \sin \alpha \right)^2$$

$\frac{N_r}{M}$
 N



$$u_0 \sin \beta \operatorname{tg} \alpha - u_0 \cos \beta = \frac{g t}{2}$$

$$t = \frac{2(u_0 \sin \beta \operatorname{tg} \alpha - u_0 \cos \beta)}{g \operatorname{tg} \alpha}$$

DR

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$A = p_1 \Delta V + p_2 \Delta V$$

$$\cos 2\beta =$$

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

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

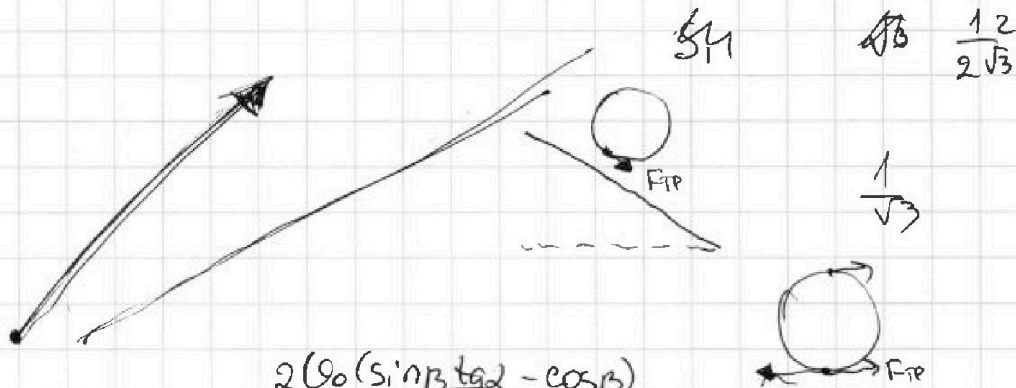
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$S \sin \alpha = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2(v_0(\sin \beta \operatorname{tg} \alpha - \cos \beta))}{g \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot \left(\frac{2v_0}{g \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha} \cdot (\sin \beta \operatorname{tg} \alpha - \cos \beta) \right) = v_0 \sin \beta \cdot \frac{2v_0(\sin \beta \operatorname{tg} \alpha - \cos \beta)}{g \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha}$$

$$\cos \beta \cdot \frac{2v_0}{g \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha} \cdot (\operatorname{tg} \alpha \cos \beta + \sin \beta) = \sin \beta \cdot \frac{2v_0}{g \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha} \cdot (\sin \beta \operatorname{tg} \alpha - \cos \beta)$$

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

$$\operatorname{tg} \alpha (1 - \sin^2 \beta) + 2 \sin \beta \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sin^2 \beta \operatorname{tg} \alpha$$

$$4 \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \beta) = \sin^4 \beta \operatorname{tg}^2 \alpha - 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \beta (1 - \sin^2 \beta) + \operatorname{tg}^2 \alpha (1 - \sin^2 \beta)^2$$

$$= \sin^4 \beta (\operatorname{tg}^2 \alpha + 4)$$

$$4 \sin^2 \beta + 4 \sin^4 \beta - 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \beta + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^4 \beta + \operatorname{tg}^2 \alpha -$$

$$- 2 \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \beta + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^4 \beta$$

$$\sin^4 \beta (4 \operatorname{tg}^2 \alpha + 4) - 4 \sin^2 \beta + \operatorname{tg}^2 \alpha = 0$$

$$16 - 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}, \sqrt{16 - \frac{64}{9}} \quad \frac{12 + \frac{\sqrt{80}}{3}}{32} \quad \frac{12 - \frac{\sqrt{80}}{3}}{32}$$

$$\frac{144 - 64}{9} = 3 \left(4 \pm \frac{\sqrt{80}}{9} \right)$$

$$\frac{2 \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}}{32} \quad 8 \frac{\sqrt{160}}{mg \sin \alpha}$$

$$1 - \frac{9}{100} \quad \sqrt{9} \quad \frac{3}{10} \quad 0,3$$



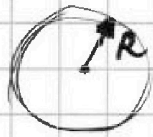
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

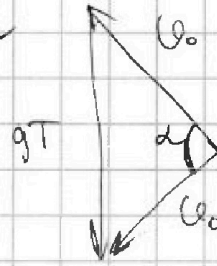
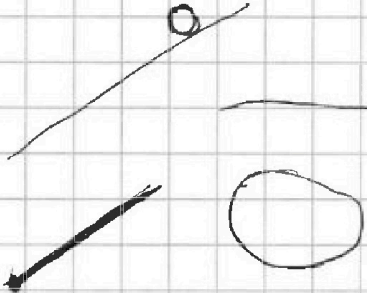
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1:49

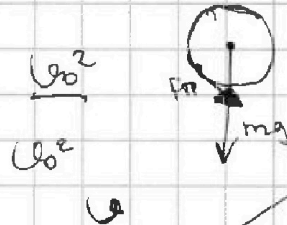
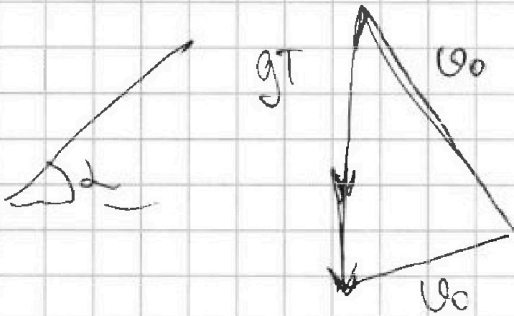


$$\frac{I\omega^2}{2}$$

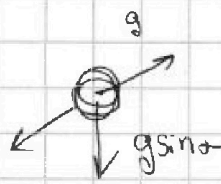
$$\begin{array}{r} 2 \\ 45 \\ \times 45 \\ \hline 1225 \\ + 780 \\ \hline 2025 \end{array}$$



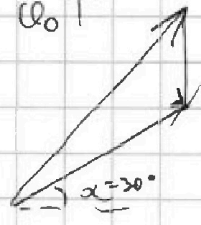
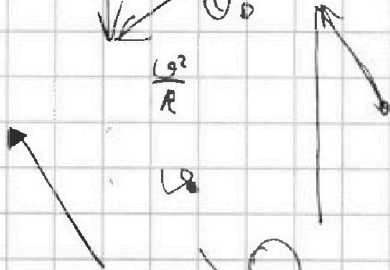
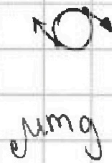
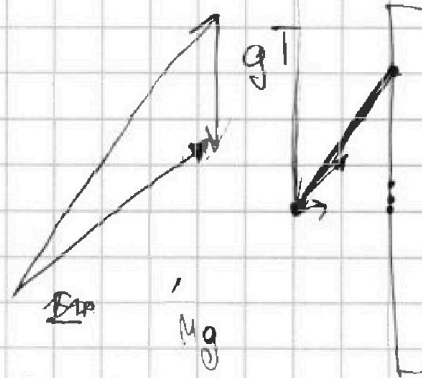
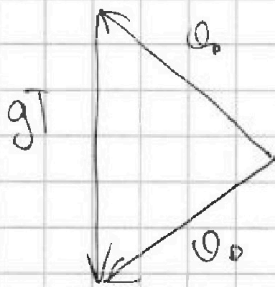
$$g^2 T^2 = (2\omega_0^2 - 2\cos\alpha \omega_0^2)$$



$$480 = 24$$



$$c = \frac{Q}{S}$$



$$a_2 = g(\sin\alpha + \dots)$$

$$\begin{array}{r} 505/2 \\ - 20 \\ \hline 168 \\ - 16 \\ \hline 25 \\ - 24 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$168 \frac{1}{3}$$

$$16 + 9 \cdot 16$$

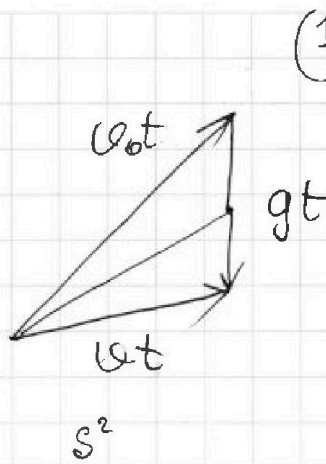
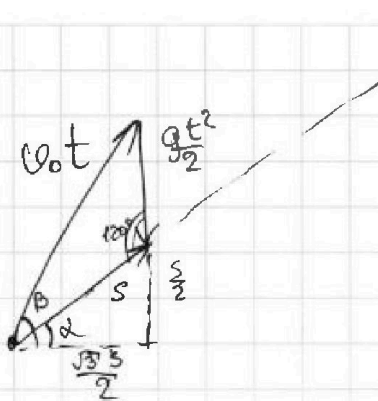
$$1$$

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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$\left(\frac{13}{3}\right)^2$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{4}{3}$$

$$16 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 - 4 \cdot \frac{4 \cdot 4}{3}$$

41

$\times \frac{64}{3}$

$$\frac{4^4 - 4^3 \cdot 3}{9}$$

4.

$$2\sqrt{41}$$

$$\frac{256 - 64}{3}$$

3

192

$$\frac{\sqrt{41}}{5}$$

$$\sqrt{41} - 5$$

$$\sqrt{41} - 5$$

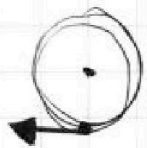
$$v_0 \cos \beta \cdot t = L$$

$$v_0^2 t^2 = g \quad \frac{256 - 192}{9} \quad \sqrt{\frac{64}{9}}$$

$$\frac{6}{6} \times \frac{14}{6}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 6.5 \\ \hline 39.0 \\ \times 6.5 \\ \hline 422.5 \end{array}$$

$$\frac{192}{3}$$



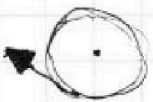
$$\frac{80^4}{800^2}$$

$$\frac{80 \cdot 80 \cdot 80^2}{800 \cdot 800}$$

$$\mu mg \cos \alpha =$$

$$c g$$

$$\frac{800^2}{100}$$



$$\frac{80^2}{100}$$

$$6400$$

$$\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$64 + 100 \mu$$

$$\frac{4 \cdot 4}{8} \pm \frac{8}{8} \quad 8 \cdot \frac{4}{8}$$

$$\frac{16 \pm 8}{8 \cdot 4}$$

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

$$\sin^2 \beta = \frac{3}{4}$$

$$\sin^2 \beta = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$