



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

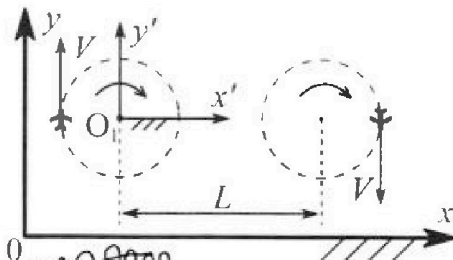


1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

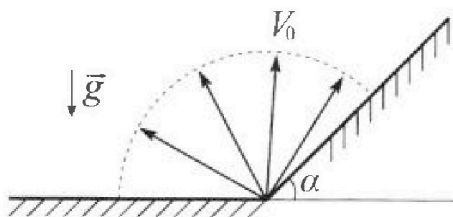
$$\frac{100^2}{10 \cdot 500} = \frac{10000}{5000} = 2$$

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



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

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5$ с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



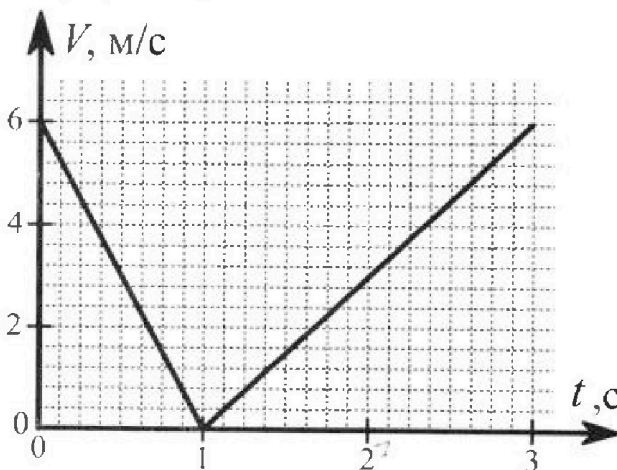
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

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.

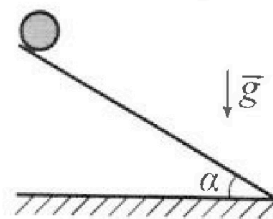
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 1,5$ м?

3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





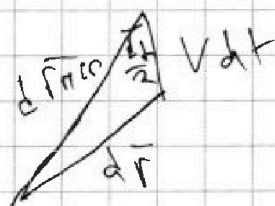
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

1-я задача:



~~1-я задача~~

~~$$dr = \sqrt{(L+R)^2 (d\alpha)^2 + V^2 (dt)^2} - 2(L+R) d\alpha \cdot V dt$$~~

~~$$dr = \sqrt{(L+R)^2 (d\alpha)^2 + V^2 (dt)^2}$$~~

~~$$dr =$$~~

2-я задача:

$$dr = \sqrt{(L+R)^2 (d\alpha)^2 + V^2 (dt)^2} - 2(L+R) d\alpha \cdot V dt$$

Согласно формуле
22
1

$$dr = (L+R) d\alpha - V dt$$

$$dr = V \left(\frac{L+R}{R} - 1 \right) dt \quad dr = V \cdot \frac{L}{R} dt$$

$$v = \frac{dr}{dt} = V \cdot \frac{L}{R} \quad v = 2.5V$$

$v = 250 \text{ м/с}$, скорость направлена вверх

Ответ: $\frac{v}{mg} = \sqrt{5}$

$v = 250 \text{ м/с}$, ~~вверх~~ вверх (вдоль оси Oy)

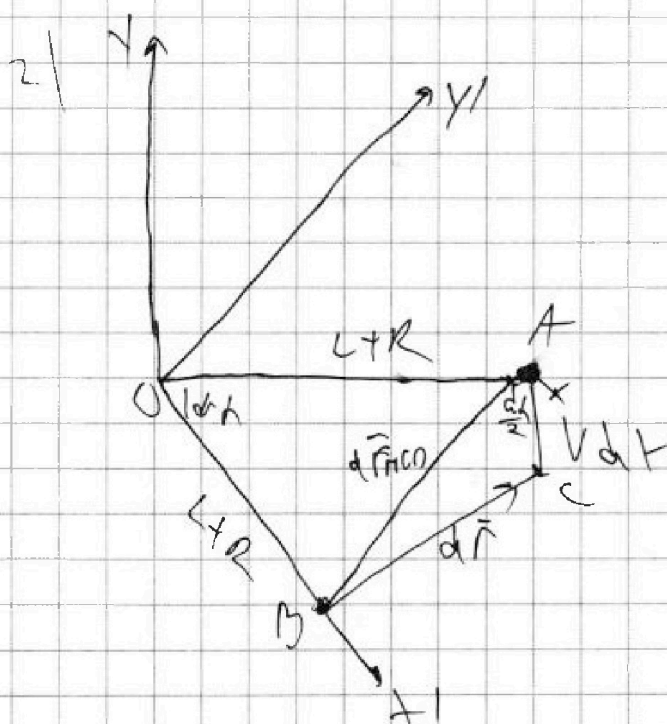


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Связь с первым каноническим:
 $W = \frac{V}{R}$

Расширим вращающуюся СО и найдем переменные канонические в ней за малый промежуток dt .

1. B - точка с координатами фиксированными, как

1. A - начальное положение канонической

1. C - конечное положение канонической

$$d(r)_{AO} = AB = (L+R)dh$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} dh \neq 0 \Rightarrow dh \sim \sin h$$

$$\frac{d(r)_{AO}}{2} = (L+R) \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h}{2}$$
$$d(r)_{AO} = (L+R)dh$$

$$dh = W \cdot dt$$

$$dh = \frac{V}{R} dt$$

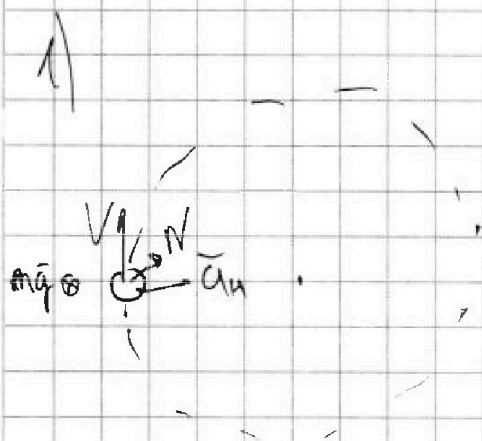


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



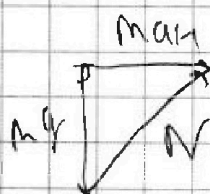
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



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

и в векторном виде:



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

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

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

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{101}$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{10^8}{10^2 \cdot 9^2 \cdot 10^4}}$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$$



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
4 из 4

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

$$\sin \alpha = \frac{25\sqrt{2}}{100 \cdot 10^{-1}}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$$

Проблем: $v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с}$

$$\alpha = \arcsin \frac{1}{4}$$



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
7 ИЗ 7

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

$$\cos 2\beta = \sin \alpha = \cos^2 \beta \quad \chi = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta - 2 \sin^2 \beta \tan \alpha)$$
~~$$\cos 2\beta = \frac{\sin \alpha + 1}{2}$$~~

$$\sin 2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\beta$$
~~$$\chi = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{\frac{\sin \alpha + 1}{2}}$$~~

$$\chi = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\cos \alpha - |1 - \sin \alpha| \tan \alpha)$$

$$\chi = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$\chi = \frac{v_0^2}{g} \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 \right)$$

$$\chi = \frac{v_0^2}{g} \frac{1 - \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

~~$$\frac{\chi \cdot g}{v_0^2} = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 1 - \sin \alpha$$~~
~~$$\frac{\chi \cdot g}{v_0^2} = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$~~

~~$$\frac{\chi \cdot g}{v_0^2} = \frac{100 \cdot 10}{25^2 \cdot \sqrt{2}}$$~~

~~$$1 - \sin \alpha = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 10}{25^2}}$$~~

$$\chi = \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{1 - \sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{\chi \cdot g}{v_0^2} = \frac{1}{1 + \sin \alpha} \quad \sin \alpha = \frac{v_0^2}{\chi \cdot g}$$



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.

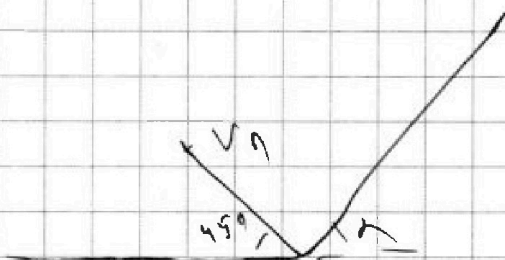


СТРАНИЦА

1 из 4

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

1)



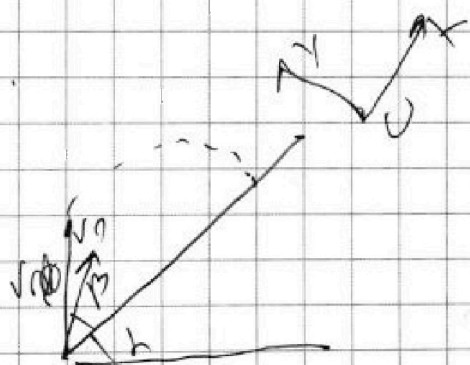
Найдем v_0 через T

Максимальная длина полета достигается при угле $45^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 = \frac{T \cdot g}{2 \sin \alpha} \quad v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2)



Перейдем к системе координат $OxOy$:

$$Ox: x = v_0 \cos \alpha t - \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2}$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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

Тип приложения

$V \rightarrow 0$

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

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

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

Искомый шаг равно

$$\frac{dx}{d\alpha} = \frac{V_0^2}{g \cos \alpha} (2 \cos 2 \alpha - 4 \sin \alpha \cos \alpha \tan \alpha) = 0$$

$$1 = \tan 2 \alpha \Rightarrow \tan 2 \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$2 \alpha = 90^\circ - \alpha$$

$$\sin 2 \alpha = \cos \alpha \Rightarrow 2 \cos 2 \alpha = 1$$

$$\cos 2 \alpha = \sin \alpha \Rightarrow \cos 2 \alpha = \sin \alpha = \cos(90^\circ - \alpha) \Rightarrow 2 \alpha = 90^\circ - \alpha$$

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

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

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

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



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
5 из 5

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!

Ответ: $\mu_{\text{inh}} = \frac{2}{5}$ $V = \frac{\sqrt{15}}{2} \text{ м/с}$
 $q = 1,25 \text{ м/с}^2$
 $M \Rightarrow \frac{11}{8\sqrt{21}}$



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 7

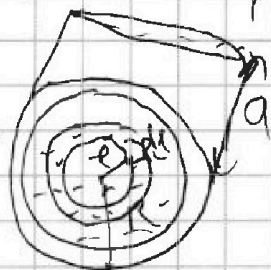
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

важно $\Rightarrow a_2 = -$ центр масс

$a_2 = -Z^4/c^2$ Преобразим в вид:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{Z}{x}$$

II. Найти момент инерции бочки:



$J_1 = MR^2$ - момент инерции стенок

$$J_2 = \int dm r^2$$

момент инерции бочки

a - толщина стенки

$$dm = 2\pi R a \rho dz$$

$$J_2 = \int_0^R 2\pi a \rho z^3 dz = \frac{1}{2} \pi a \rho R^4$$

$$V = \pi R^2 a \quad m = \pi R^2 a \cdot \rho$$

$$\frac{J_2}{m} = \frac{1}{2} R^2 \quad J_2 = \frac{1}{2} m R^2$$

$$J = J_1 + J_2 \quad J = \frac{3}{2} m R^2$$



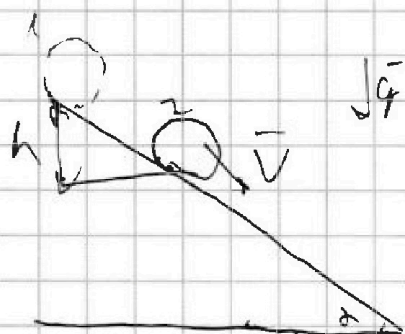
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

3 из 5

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!



$$3(7:19) \rightarrow 101$$

$$\frac{I\omega^2}{2} + \frac{5mV^2}{2} = mgh$$

$$\frac{3m(R\omega)^2}{2} + \frac{5mV^2}{2} = mgh$$

$$V = \omega R$$

$$4mV^2 = mgh$$

$$V = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

$$V = \sqrt{\frac{15}{2}} \text{ м/с}$$

Для нахождения a используем формулу (3)

$$4mV^2 = mgh$$

Дифференцируем ее по времени

$$8V a = mg$$

$$a = \frac{g}{8}$$

$$a = 1,25 \text{ м/с}^2$$



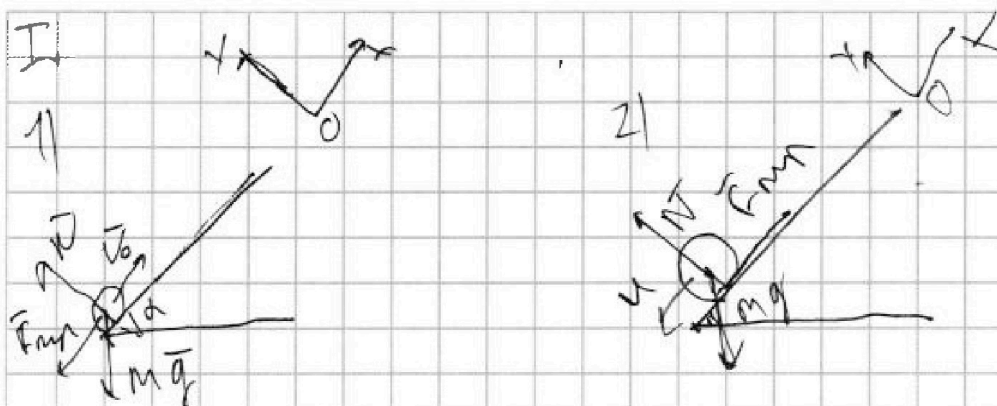
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 из 5

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!



Запишем вторые законы в проекции $\vec{g}$ на оси OX и OY для сил натяжения и скольжения:

$$1) \text{ } OY: mg \cos \alpha = N$$

$$OX: m a_1 = -mg \sin \alpha - \mu N$$

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

$$2) \text{ } OY: mg \cos \alpha = N$$

$$m a_2 = -mg \sin \alpha + \mu N$$

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

$$a_1 + a_2 = -2g \sin \alpha$$

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

a_1 и a_2 найдем из графиков.

Угловой коэффициент наклона первого участка:

$$a_1 = -6 \text{ м/с}^2$$

На втором участке скорости растут $\Rightarrow$ нет скольжения



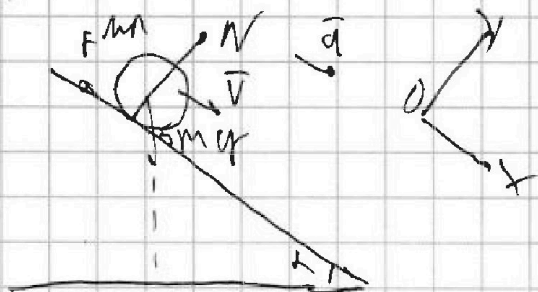
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

4 из 5

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!



23 Н для доски!

бу: $N = mg \cos \alpha$

ох: $5mg \sin \alpha = 5mg \sin \alpha - F_{тр}$

$$F_{тр} = 5mg \sin \alpha - 5ma$$

$$F_{тр} = 5mg \left(\sin \alpha - \frac{1}{5} \right)$$

доска не проскальзывает, пока $F_{тр} \leq$ силы трения скольжения:

$$F_{тр} \leq \mu N = 5mg \mu \cos \alpha$$

крайний случай:

$$5mg \left(\sin \alpha - \frac{1}{5} \right) = 5mg \mu \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha - \frac{1}{5}}{\cos \alpha}$$

$$\mu = \frac{3 \sin \alpha - 1}{3 \cos \alpha}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{5} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{21}}{5}$$

$$\mu = \frac{\frac{6}{5} - 1}{3 \cdot \frac{\sqrt{21}}{5}}$$

$$\mu = \frac{11}{3\sqrt{21}}$$

$$\Rightarrow \mu \approx 0.81$$

доска не проскальзывает

без проскальзывания



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!

Запишем ИЧД:

$$Q = \Delta U + A$$

1) $A = 0$ процесс изохорный

~~$$Q = \Delta U$$~~

$$Q = \Delta U = c_v \cdot |\Delta T_1| \quad c_v = \frac{Q}{|\Delta T_1|} \quad c_v = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

2) процесс изобарный

$$A = Q - \Delta U_2$$

$$A = Q - c_v |\Delta T_2|$$

~~$$A = c_v (|\Delta T_1| - |\Delta T_2|)$$~~

$$A = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right)$$

$$A = 2720 \left(1 - \frac{40}{2720} \right) \text{ Дж} \quad A = \frac{9 \cdot 2720}{29} \text{ Дж}$$

$$A = 720 \text{ Дж}$$

3) $c_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|} \quad c_p = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$



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!

41/ ~~100~~

$$C_V = \frac{3}{2} \cdot \nu_{H_2} R + \frac{5}{2} \nu_{N_2} R$$

$$C_P = \frac{5}{2} \nu_{H_2} R + \frac{7}{2} \nu_{N_2} R$$

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{3\nu_{H_2} + 5\nu_{N_2}}{5\nu_{H_2} + 7\nu_{N_2}}$$

$$\frac{C_V}{C_P} = \frac{3 \left(\frac{\nu_{H_2}}{\nu_{N_2}} \right) + 5}{5 \left(\frac{\nu_{H_2}}{\nu_{N_2}} \right) + 7}$$

$$x = \frac{\nu_{H_2}}{\nu_{N_2}} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$3x + 5 = (5x + 7) \frac{C_V}{C_P}$$

$$x(3 - 5 \cdot \frac{C_V}{C_P}) = 7 \cdot \frac{C_V}{C_P} - 5$$

$$x = \frac{7 \cdot \frac{C_V}{C_P} - 5}{3 - 5 \cdot \frac{C_V}{C_P}}$$

$$x = \frac{7 \cdot \frac{20}{29} - 5}{3 - 5 \cdot \frac{20}{29}}$$

$$x = \frac{140 - 5 \cdot 29}{29 - 100} \quad x = \frac{5}{19}$$

Given:
1. $A = 7208 \text{ m}$
2. $C_P = 58 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
3. $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5}{19}$



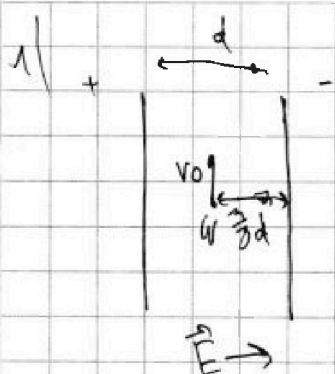
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\vec{F} = Eq \quad E = \frac{U}{d}$$
$$m a_H = Eq$$

$$a_H = E \cdot \frac{q}{m} = E \gamma = \frac{v_0^2}{R}$$

$$\gamma = \frac{v_0^2}{R E}$$

$$\gamma = \frac{v_0^2 d}{U R}$$

$$2) \Delta U = E \left| \frac{1}{2}d - \frac{2}{3}d \right| = E d \cdot \frac{1}{6}$$

3(7):

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q E d \cdot \frac{1}{6}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{q E d}{m}}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{v_0^2 \cdot \gamma \cdot d}{U R \gamma}}$$

$$v_1 = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{U R}}$$

Answer: $\gamma = \frac{v_0^2 d}{U R}$

$$v_1 = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{U R}}$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

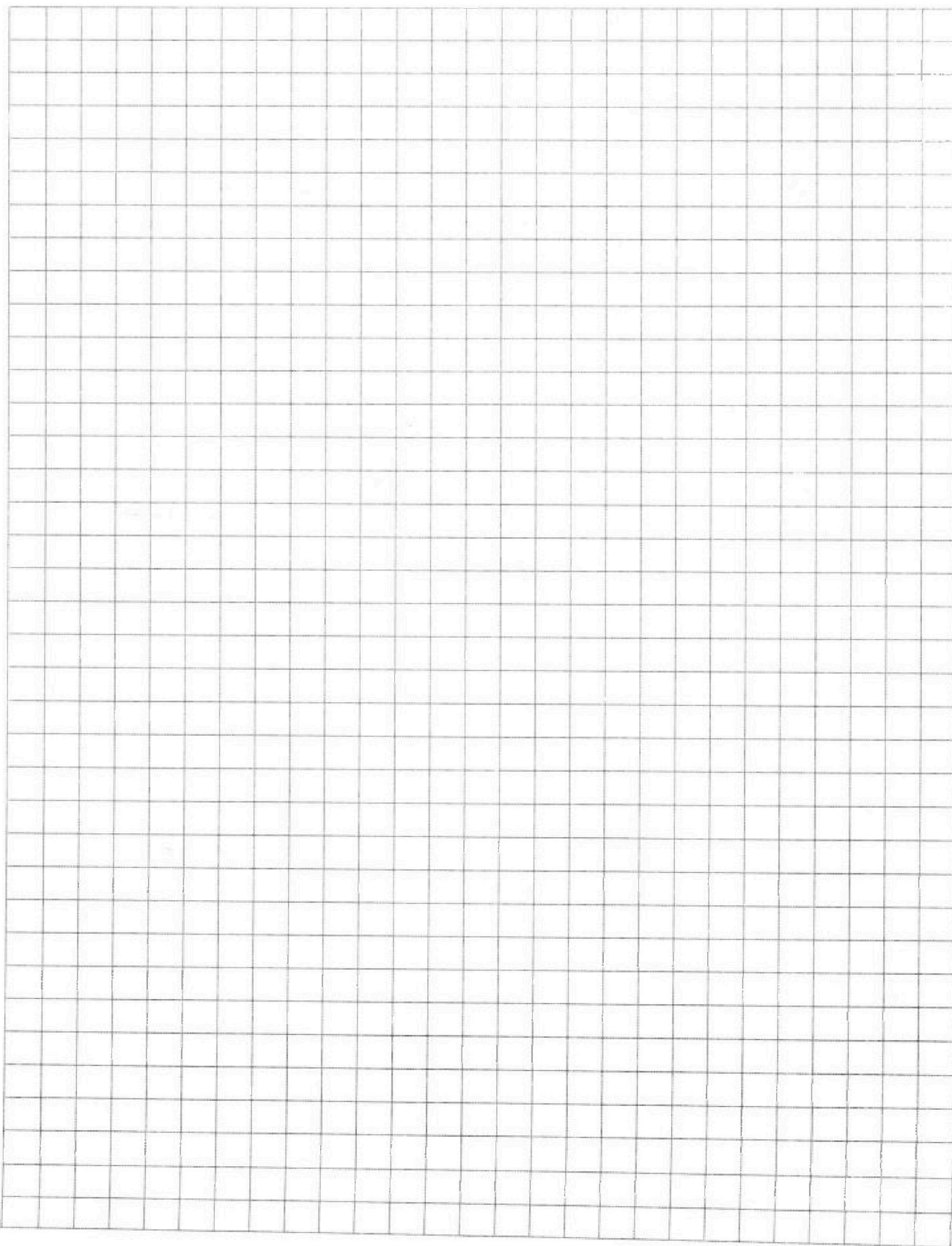
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\begin{array}{r} 2320 | 40 \\ -20 \\ \hline 32 \end{array} \quad \begin{array}{r} 53 \\ 53 \end{array}$$

$$\frac{1}{4} \quad x=10 \quad \sqrt{2} \quad + \quad \frac{12}{4}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ -58 \\ \hline 29 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20 \\ -29 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 140 - 5.29 \\ -29 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 140 \\ -5.29 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 140 \\ -5.29 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 140 \\ -5.29 \\ \hline \end{array}$$

$$V_{\text{св}} T = \frac{1000}{29 \cdot 2 \cdot 4} \quad \frac{1}{20}$$

$$C_v = V_{v1} \cdot \frac{5}{2} R + V_{H1} \cdot \frac{3}{2} R$$

$$C_p = V_{v2} \cdot \frac{5}{2} R + V_{H2} \cdot \frac{5}{2} R$$

$$x = 10 - \frac{10}{2} \quad \frac{3 \cdot 10}{8+2} = \frac{3 \cdot 10}{10} = 3$$

$$\frac{C_v}{V_{v2}} = \frac{5}{2} R + x \cdot \frac{3}{2} R$$

$$\frac{C_p}{V_{v2}}$$

$$34 \quad x = \frac{V_{v2}}{V_{H2}} \quad \frac{1000}{29 \cdot 2 \cdot 4} \quad \frac{1}{20}$$

$$\frac{1000}{29 \cdot 2 \cdot 4} \quad \frac{1}{20} \quad \frac{1000}{29 \cdot 2 \cdot 4} \quad \frac{1}{20}$$

$$1 \quad 2 \quad m=90^\circ \quad h$$

$$\frac{d \varphi}{V_{v2}}$$

$$x = \frac{V_{v2}}{V_{H2}} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h}{r} - \frac{1}{2} \frac{h}{r} \right)$$

$$m=45^\circ \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}$$

$$\eta = \frac{V_{v2}}{V_{H2}} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{h}{r} \right) = \frac{V_{v2}}{V_{H2}} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{h}{r} - 1 \right)$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

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

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving projectile motion on an inclined plane.

Diagram: A coordinate system is established with the origin at the launch point. The x-axis is along the incline, and the y-axis is perpendicular to it. A projectile is launched with initial velocity v_0 at an angle α to the incline. The incline itself makes an angle β with the horizontal. The acceleration due to gravity g acts vertically downwards. The components of gravity along and perpendicular to the incline are $g \sin \beta$ and $g \cos \beta$ respectively.

Equations:

- Vertical displacement (perpendicular to incline): $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos \beta}{2} t^2$
- Horizontal displacement (along incline): $x = v_0 \cos \alpha t - \frac{g \sin \beta}{2} t^2$
- Condition for landing on the incline: $y = 0$ (at $t = 0$ and $t = t_{\text{flight}}$)
- Range along the incline: $x = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \beta} - \frac{g \sin \beta \sin^2 \alpha \cdot 2 v_0^2}{g^2 \cos^2 \beta}$
- Maximum height perpendicular to incline: $H = \frac{v_0^2}{2g}$
- Time of flight: $t_{\text{flight}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \beta}$

Additional notes:

- Angle $\alpha = 45^\circ$ is indicated.
- Angle $\beta = 30^\circ$ is indicated.
- Initial velocity $v_0 = 100 \text{ m/s}$ is given.
- Final velocity $v = 0$ is noted.
- Time $t = 10 \text{ s}$ is calculated.
- Range $x = 1000 \text{ m}$ is calculated.

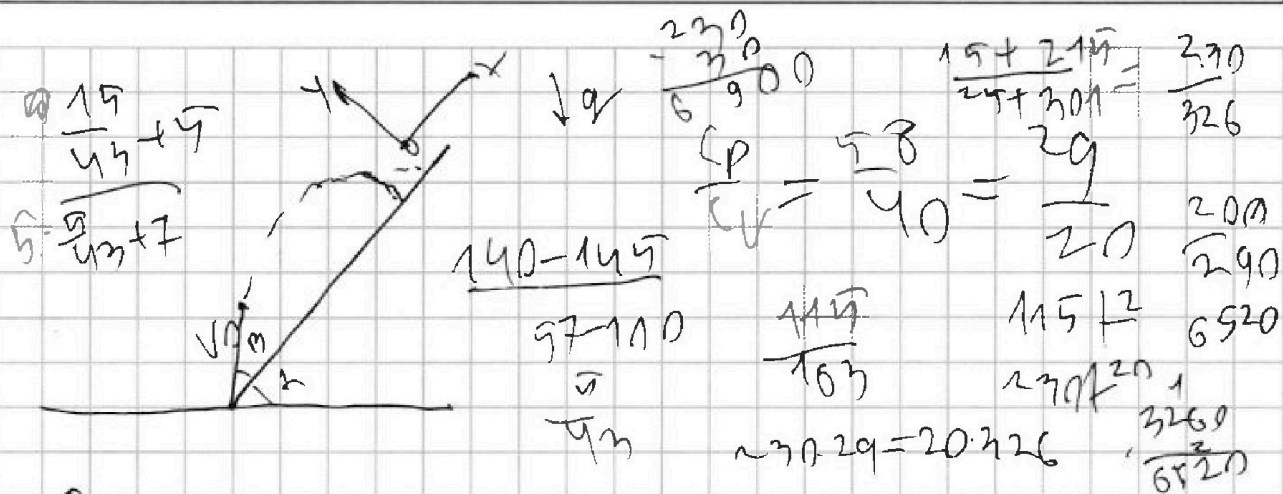


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Находим уравнение движения в проекции на ось Ox:

$$Ox: x = v_0 \cos \alpha t - \frac{g \sin^2 \alpha}{2} t^2$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos^2 \alpha}{2} t^2$$

При приземлении $y = 0$

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

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

$$x = \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} |\sin 2\alpha - 2\sin^2 \alpha \tan \alpha|$$

Находим максимум по углу:

$$\frac{dx}{d\alpha} = \frac{2v_0^2}{g \cos^2 \alpha} |2 \cos 2\alpha - 4 \sin \alpha \cos \alpha \tan \alpha| = 0$$

$$\tan 1 = \tan 2\alpha \tan \alpha \quad \tan 2\alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$



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!

$$\angle \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\rho = 45^\circ - \frac{1}{2}$$

$$\sin 2\beta = \sin 41^\circ$$

$$\sin 2\beta = \sin 41^\circ$$

$$T^2 = \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$3.2g = 90$$

$$x = \frac{v_0^2 \sin 2\beta \cos \alpha}{g \cos \alpha (\sin 2\beta - 2 \sin^2 \beta \tan \alpha)}$$

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

$$(\sin 2\beta - 2 \sin^2 \beta \tan \alpha)$$

$$\frac{1750}{535}$$

$$\frac{60}{124}$$

$$\frac{87}{87}$$

$$\frac{1}{87}$$

$$\frac{T}{T^2} = \frac{g \cos \alpha}{2}$$

$$\frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} - 2 \tan \alpha$$

$$w = \frac{V}{R} = \frac{1}{5}$$

$$21$$

$$\sin 2\beta \cos \alpha$$

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

$$\frac{1750}{290} \frac{5}{350}$$

$$\frac{T}{T^2} = \frac{g \cos \alpha}{2} \frac{2 \cos \alpha}{1 - \sin \alpha} - \frac{2 \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{g}{2} \frac{1 - \sin^2 \alpha}{1 - \sin \alpha} - \frac{\sin \alpha}{2}$$

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

$$\frac{116}{29} \frac{4}{29}$$

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

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

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

$$x = 5$$

$$\sin \alpha = \frac{25}{g + 2} - 1$$

$$\sin \alpha =$$

$$15$$

$$15 + 5$$

$$\frac{20}{15 + 7}$$

$$\frac{15 + 65}{25 + 91} = \frac{80}{116} = \frac{20}{29}$$





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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving two masses on inclined planes.

Diagram: A diagram shows two inclined planes. The left plane has an angle α and a mass m on it. The right plane has an angle β and a mass M on it. The planes are connected by a string over a pulley. The distance between the pulleys is $2R$. The height of the pulley on the right is $2R \sin \beta$. The height of the pulley on the left is $2R \sin \alpha$. The total height difference is $2R(\sin \alpha + \sin \beta)$.

Equations:

$$a_1 = -g \sin \alpha$$
$$a_2 = g \sin \beta$$
$$a_2 - a_1 = 2g \sin \beta$$
$$2 \cos \beta - 1 - 2 \sin^2 \beta = 0$$
$$\cos 2\beta = 0$$
$$2\beta = 90^\circ$$
$$\beta = 45^\circ$$
$$\alpha = 45^\circ$$

Final Answer: $\alpha = 45^\circ$

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.



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!

$$\lg 2\beta = \frac{1}{\lg h} \quad \frac{100}{25 \cdot 10} \quad \sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta \quad -\frac{1}{5}$$

$$H = \frac{2\sqrt{h} \sin \beta}{g} = \frac{\sqrt{2}}{g} \quad \sin 2\beta = 2 \cos^2 \beta - 1 \quad \cos^2 \beta = \frac{\sin 2\beta + 1}{2}$$

$$L = \frac{2\sqrt{h} \sin \beta}{g} \quad \sin^2 \beta = 1 - \frac{\cos 2\beta + 1}{2} \quad \sin^2 \beta = \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\beta}{2}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2}$$

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

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2}$$

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

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2}$$