

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

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

Через 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?

Handwritten solution for problem 5:

Initial velocity V_0 is horizontal. The electric field $E = \frac{U}{d}$ is vertical. The particle's trajectory is a parabola. The vertical displacement is $\frac{3}{8}d$ at the start and $\frac{1}{2}d$ at the end.

Equations used:

$$L = V_0 t$$

$$L = \frac{q U t^2}{2m}$$

$$\frac{L}{V_0} = \frac{q U t^2}{2m}$$

$$t = \frac{L}{V_0} = \frac{q U L}{2m V_0^2}$$

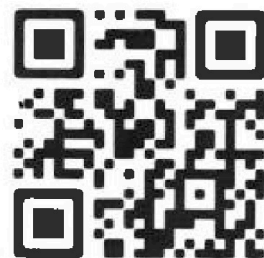
At the end of the trajectory, the velocity vector makes an angle α with the horizontal. The vertical component of velocity is $V_y = \frac{q U L}{m V_0}$. The total velocity is $V = \sqrt{V_0^2 + V_y^2}$.

Diagram showing the particle's path between the plates, starting at a height of $\frac{3}{8}d$ and ending at $\frac{1}{2}d$. The angle of the velocity vector at the end is 30° .



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04



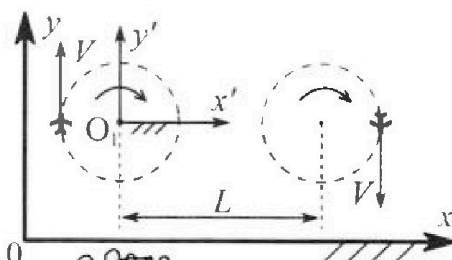
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R=500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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

$$\frac{100^2}{10 \cdot 500^2} = \frac{10000}{10 \cdot 250000} = \frac{10000}{2500000} = \frac{1}{250}$$

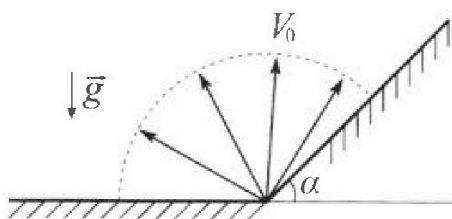
В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.



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

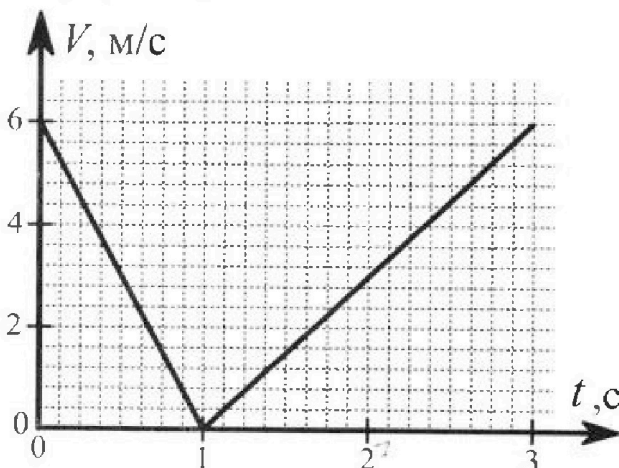
$$\frac{1250}{500} = \frac{250}{100} = 2,5$$

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



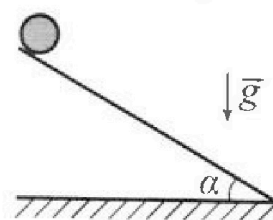
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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

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



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=1,5 \text{ м}$?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



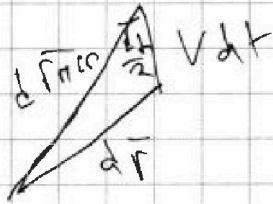
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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-к ABC:



~~in cos~~

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

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

~~dr =~~

in cos:

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

$\cdot \cos \frac{d\alpha}{2}$
 $\frac{2}{2}$
 1

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

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

$$v = \frac{dr}{dt} = V \cdot \frac{L}{R} \quad \text{v} = 2,5V$$

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

ответ: $\frac{v}{mg} = \sqrt{5}$

$v = 250 \text{ м/с}$, ~~вверх~~ вверх (вось ось OY)

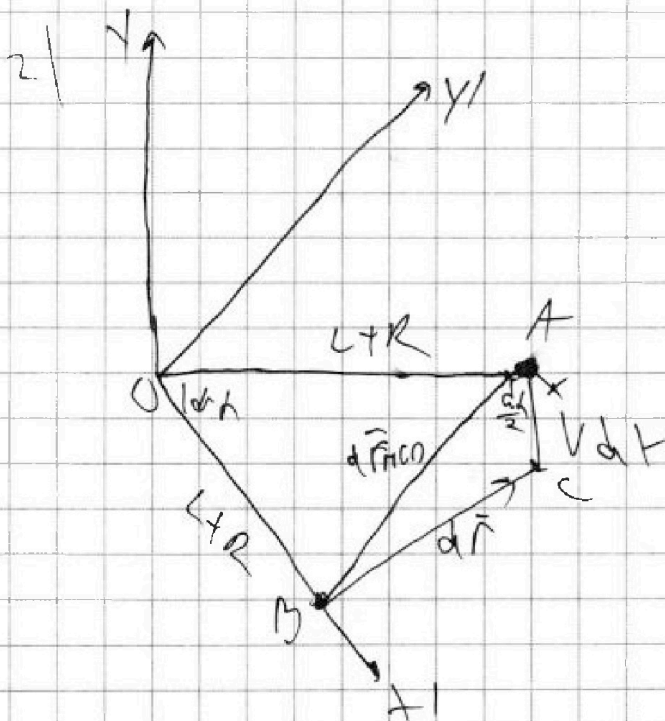


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 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!



Связь с первым условием:
мом: $W = \frac{V \cdot}{R}$

Расширим временноую систему (О-и карт) переменных считая в ней за малый промежуток dt .

- 1. B - точка с координатами такими же, как
- 1. A - положение Момента системы
- 1. C - положение системы

$$d\bar{\Gamma}_{CO} = AP = (L+R)dh$$

(так как $dh \neq 0 \Rightarrow dh \approx \sin h$)

$$\frac{d\bar{\Gamma}_{CO}}{2} = (L+R) \sin \frac{h}{2}$$

$$d\bar{\Gamma}_{CO} = (L+R) dh$$

$$dL = W \cdot dt$$

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

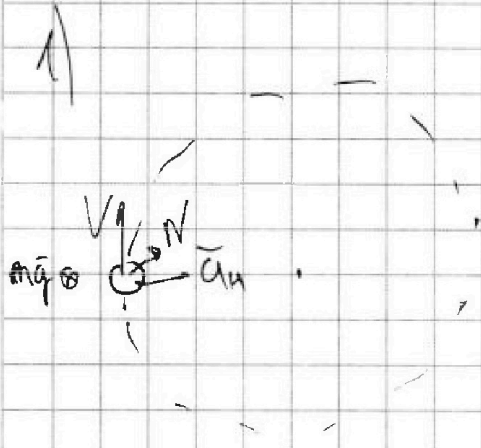
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

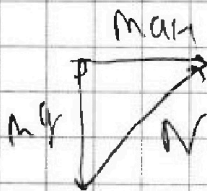
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



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

ищ 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!

$$\sin \alpha = \frac{25\sqrt{2}}{100 \cdot 10^{-1}} \quad \sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$L = a \cos \alpha$$

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

$$L = a \cos \alpha$$



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
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!

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

~~$$\cos 2\beta = \frac{\sin \alpha + 1}{2}$$~~

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

~~$$x = S = v_0 \sqrt{\frac{\sin \alpha + 1}{2}}$$~~

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

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

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

$$x = \frac{v_0^2}{g} \frac{1 - \sin h}{\cos^2 h}$$

~~$$\frac{x \cdot g}{v_0^2} = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 h} = 1 - \sqrt{1 - \cos^2 h}$$~~

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

~~$$1 - t = 1 + \sqrt{\frac{x \cdot g}{v_0^2} + 2} - \frac{x \cdot g}{v_0^2}$$~~

$$x = \frac{v_0^2}{g} \frac{1 - \sin h}{1 - \sin^2 h}$$

$$\frac{x \cdot g}{v_0^2} = \frac{1}{1 + \sin h} \quad \sin h = \frac{v_0^2}{x \cdot g}$$



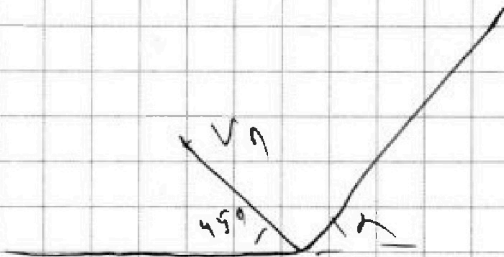
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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

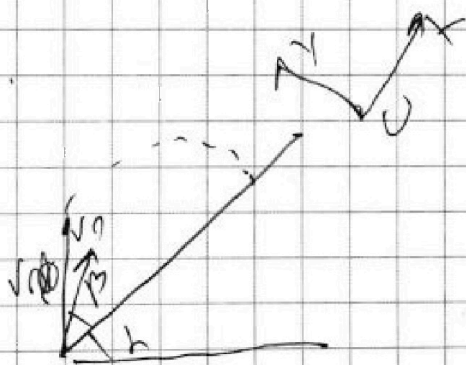
Максимальная длина полета достигается при угле $45^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

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

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

$$v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с}$$

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!

Типу призматический

$$V = 0$$

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

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

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

факторизируем левую часть

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

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

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

$$\sin 2 \alpha = \cos \alpha \quad \text{или} \quad \cos 2 \alpha = 1$$

$$\cos 2 \alpha = \sin \alpha \quad \text{или} \quad \cos 2 \alpha = 1$$

~~$$x = V_0 \cos \alpha \cdot g \sin \alpha$$~~

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

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

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



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: $\sin \alpha = \frac{2}{5}$ $v = \frac{\sqrt{15}}{2} \text{ м/с}$
 $g = 1,25 \text{ м/с}^2$
 $M \Rightarrow \frac{11}{8\sqrt{21}}$



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 9

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

$a_2 = -z^4/c^2$ Попробуем в виде:

$$\sin \alpha = \frac{z}{r}$$

II. Найти момент инерции бочки:



$J_1 = MR^2$ - момент инерции стенок

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

момент инерции бочки

a - высота цилиндра

$$dm = 2\pi a r \rho dr$$

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

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

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

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



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.

1

2

3

4

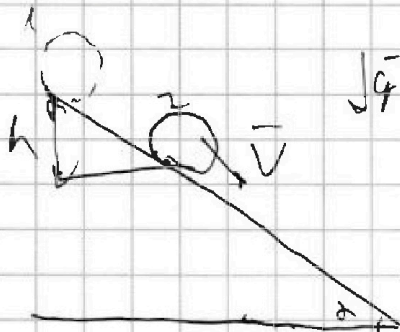
5

6

7

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!



$$3(R \cdot \alpha) \rightarrow R \alpha$$

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

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

$$V = \omega R$$

$$3) \quad 4mV^2 = mgh$$

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

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

Для нахождения a рассмотрим сторону h

$$4mV^2 = mgh$$

Дифференцируем по времени

$$8V a = g$$

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

$$a = 1,25 \text{ м/с}^2$$

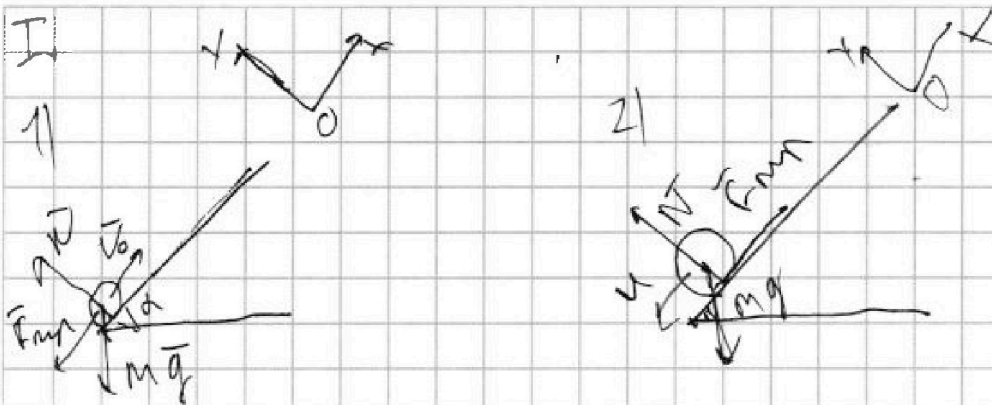


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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 тяжести и скатывания:

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

$$Ox: ma_1 = -mg \sin \alpha - \mu N$$

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

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

$$ma_2 = -mg \sin \alpha + \mu N$$

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

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

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

a_1 и a_2 найдем из графиков.

Угловой коэффициент наклона первого участка:

$$a_1 = -6 \text{ м/с}^2$$

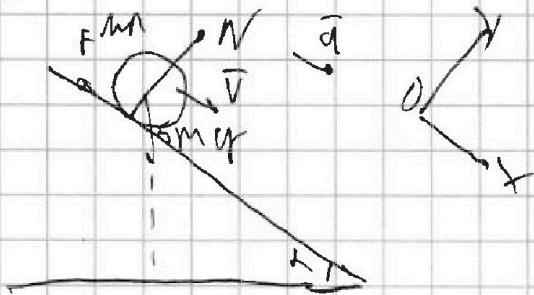
На втором участке скорость растет \Rightarrow шаг скатывания



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!

б) V: $N = 5mg \cos \alpha$

дх: $5ma = 5mg \sin \alpha - F_{fm}$

$$F_{fm} = 5mg \sin \alpha - 5ma$$

$$F_{fm} = 5mg \left(\sin \alpha - \frac{1}{3} \right)$$

Доска не проскальзывает, пока $F_{fm} \leq \mu N$
препят скольжению:

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

Крайний случай:

$$5mg \left(\sin \alpha - \frac{1}{3} \right) = 5mg \mu \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{11}{3\sqrt{21}}$$

доска не соскальзывает

Доска проскальзывает



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 IHTD:

$$Q = \Delta U + A$$

1) $A = 0$ процесс изохорный

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

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

2) процесс изобарный

$$A = Q - \Delta U_2$$

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

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

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

$$A = 2720 \left(1 - \frac{40}{58} \right) \text{ Дж} \quad A = \frac{9 \cdot 2720}{29} \text{ Дж}$$

$$A = 720 \text{ Дж}$$

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



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.

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!

41

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$x = \frac{140 - 5 \cdot 29}{3 \cdot 29 - 100} = \frac{5}{17}$$

Ответ:
1. $A = 720 \text{ Дж}$
2. $C_P = 58 \text{ Дж/К}$
3. $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5}{17}$

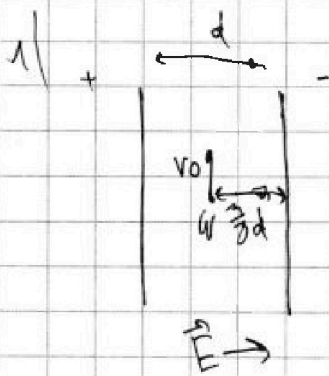
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



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

2) $mg = Eq$

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

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

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

2)

$$\Delta U = E \left| \frac{1}{2}d - \frac{7}{8}d \right| = E d \cdot \frac{1}{8}$$

3) (7):

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q U d \cdot \frac{1}{8}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{q E d}{4}}$$

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

$$\boxed{v_1 = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{4R}}}$$

Ответ: $\gamma = \frac{v_0^2 d}{UR}$

$$v_1 = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{4R}}$$



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

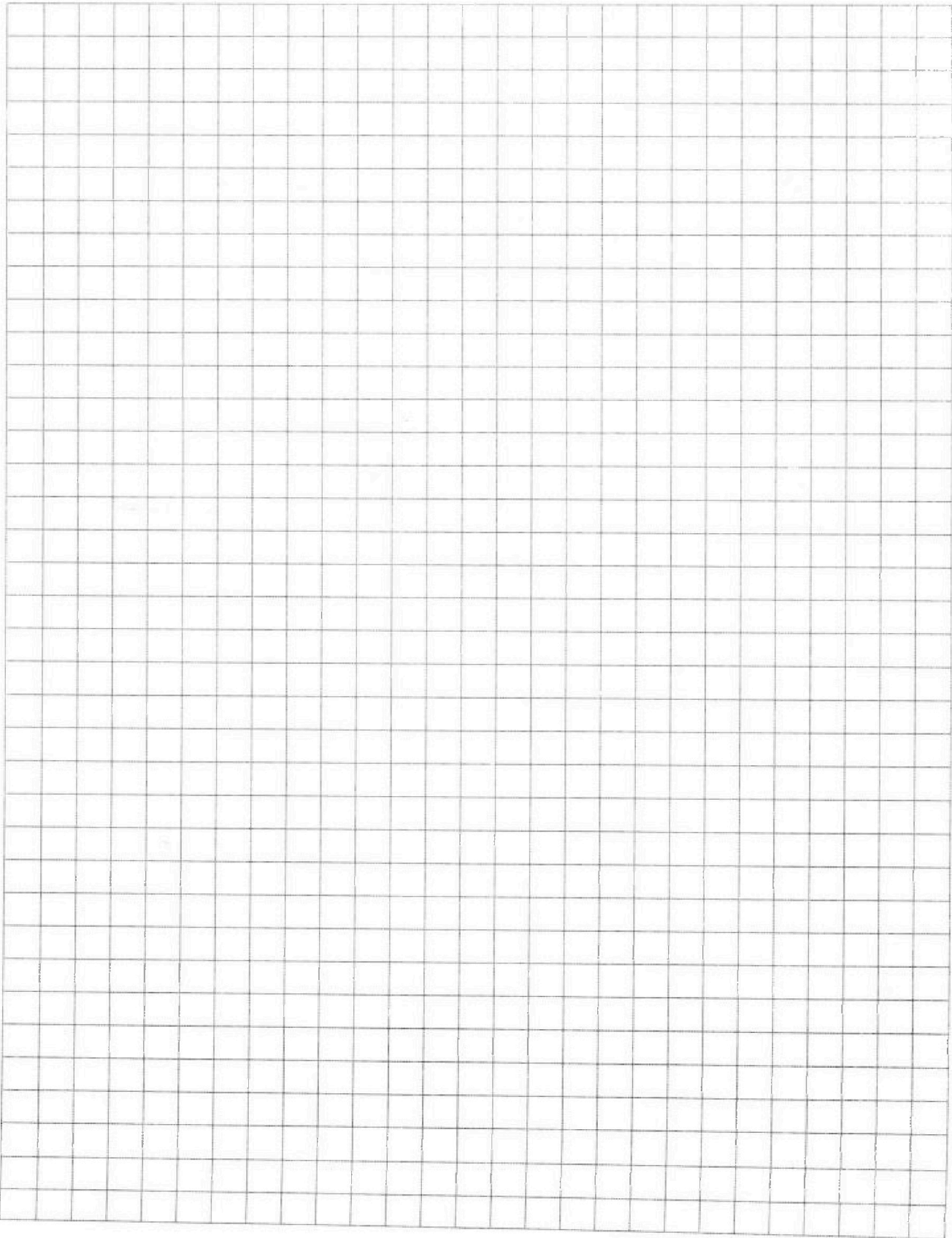
5

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!

$$\frac{2320}{32} \sqrt{53}$$

$$\frac{1}{4} x = 10 \sqrt{\frac{3}{2}} + \dots$$

$$\frac{140 - 5 \cdot 29}{29} = \dots$$

$$D_{\text{cost}} = \dots$$

$$C_V = V_{\text{из}} \frac{5}{2} R + V_{\text{из}} \frac{3}{2} R$$

$$C_P = V_{\text{из}} \frac{7}{2} R + V_{\text{из}} \frac{5}{2} R$$

$$x = 10 - \frac{10}{3}$$

$$\frac{C_V}{V_{\text{из}}} = \frac{5}{2} R + x \cdot \frac{3}{2} R$$

$$\frac{C_P}{V_{\text{из}}}$$

$$x = \frac{V_{\text{из}}}{C_{\text{cost}}} | \sin^2 \theta - 2 \sin^2 \theta$$

$$\frac{-5}{3 \cdot 29 - 5 \cdot 20} = \frac{-5}{57 - 100} = \frac{45}{43}$$

$$x = \frac{V_{\text{из}}}{C_{\text{cost}}} (1 + \sin^2 \theta - \frac{1}{\cos^2 \theta})$$

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

$$x = \frac{V_{\text{из}}}{C_{\text{cost}}} | \cos^2 \theta - 2 \cdot \frac{1}{2} (1 - \frac{1}{2} \sin^2 \theta) = \frac{V_{\text{из}}}{C_{\text{cost}}} | \cos^2 \theta + \sin^2 \theta - 1$$

$\cos^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1$
 $\sin^2 \theta = 2 \sin^2 \theta - 1$



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!

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

Diagram: Shows a projectile launched from the origin O with initial velocity v_0 at an angle β to the horizontal. The projectile follows a parabolic path, landing on an inclined plane that makes an angle α with the horizontal. The landing point is A . The distance along the incline is s . The horizontal distance is x and the vertical height is h . The angle of the incline is α . The angle of the launch is β . The angle between the launch direction and the incline is $\beta - \alpha$.

Equations and Calculations:

- Initial velocity components: $v_{0x} = v_0 \cos \beta$, $v_{0y} = v_0 \sin \beta$
- Equation for vertical displacement: $y = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos^2 \alpha}{2} t^2$
- Equation for horizontal displacement: $x = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{2} t^2$
- Condition for landing on the incline: $\frac{y}{x} = \tan \alpha$
- Resulting equation for time t : $t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \sin(\beta - \alpha)$
- Final horizontal distance: $x = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} \sin(\beta - \alpha)$
- Final vertical height: $h = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} \sin(\beta - \alpha) \tan \alpha$
- Distance along the incline: $s = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} \sin(\beta - \alpha) \frac{1}{\cos \alpha}$

Additional notes:

- At the top right, there are notes: $\sin \beta \cos \beta$, $2 \cos^2 \beta$, $2 \sin \beta \cos \beta$, $\sin^2 \beta$, $\cos^2 \beta$.
- Below the diagram, there is a note: $x = \frac{v_0^2}{g} (1 - \frac{1}{\cos^2 \alpha})$ with $\beta = 90^\circ$.
- Further down, there is a note: $v = 0$, $T = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$.
- At the bottom, there is a note: $H = \frac{v_0^2}{2g}$.



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

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!

$\frac{15}{47+5}$
 $\frac{5}{47+7}$

$\frac{230}{5 \cdot 900}$
 $\frac{15+215}{25+501} = \frac{230}{326}$
 $\frac{115}{103}$
 $\frac{115 \cdot 2}{270 \cdot 20} = \frac{230}{5400}$
 $\frac{140-145}{97-110} = \frac{5}{-13}$
 $\frac{115}{103}$
 $\frac{115 \cdot 2}{270 \cdot 20} = \frac{230}{5400}$
 $\frac{15+215}{25+501} = \frac{230}{326}$
 $\frac{200}{290}$
 $\frac{6520}{6520}$

Ищем корни уравнения кинематика в проекции на ось Ox:

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

Oy: $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2 + h$

При приземлении $y = 0$

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

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

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

Ищем корни максимизируя габариты:

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

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



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!

$$\angle \beta = 90^\circ - \alpha \quad \rho = 45^\circ - \frac{1}{2} \quad \sin 2\beta = \sin \alpha$$

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

$$3 \cdot 29 = 90$$

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

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

$$(\sin 2\beta = 2 \sin \beta \cos \beta)$$

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

$$\frac{60}{27}$$

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

$$\frac{x}{T^2} = \frac{g \cos \alpha}{2} \left| \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} \right| \quad \text{--- [Ауд]} \quad \text{--- } \frac{v}{R} = \frac{1}{5}$$

$$21$$

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

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

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

$$\frac{x}{T^2} = \frac{g \cos \alpha}{2} \left| \frac{2 \cos \alpha}{1 - \sin \alpha} - \frac{2 \sin \alpha}{\cos \alpha} \right| = \frac{g}{2} \left| \frac{1 - \sin^2 \alpha}{1 - \sin \alpha} - \frac{\sin \alpha}{1} \right|$$

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

$$\frac{41}{25} = \frac{116}{96}$$

$$\frac{116}{96} = \frac{29}{24}$$

$$\frac{2x}{gT^2} = 1 + \sin \alpha \quad \sin \alpha = \frac{2x}{gT^2} - 1$$

$$\sin \alpha = \frac{2x}{gT^2} - 1 \quad x = 5$$

$$\sin \alpha = \frac{25}{96} - 1$$

$$15$$

$$\frac{15+5}{29} = \frac{20}{29}$$

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

$$\sin \alpha =$$



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!

$\cos 60^\circ = \frac{v_2}{v_1}$
 $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$
 $\frac{2\sqrt{10}}{5} = \frac{v_2}{v_1}$
 $v_2 = \frac{2\sqrt{10}}{5} v_1$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2\sqrt{10}}{5}$
 $v_2 = \frac{2\sqrt{10}}{5} v_1$

$2\sqrt{10} - 2\cos\beta \sin\beta$
 $1 - \frac{2}{5} = \frac{2}{5}$
 $\frac{2}{5} = \frac{2}{5}$

$a_1 = -6 \text{ м/с}^2$
 $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

$q_1 = g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha$
 $q_2 = g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha$
 $2\sqrt{10} - 1 - 2\cos\beta \sin\beta$
 $2\cos\beta \sin\beta - 1 = 2\sin 2\beta - 1 = 0$
 $\sin 2\beta = \frac{1}{2}$
 $2\beta = 30^\circ$
 $\beta = 15^\circ$

$\sin 2\beta = \frac{1}{2}$
 $2\beta = 30^\circ$
 $\beta = 15^\circ$

$q_1 = g \sin\alpha + \mu g \cos\alpha$
 $q_2 = g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha$
 $\frac{q_2 + q_1}{2g} = \sin\alpha$
 $\frac{2\sqrt{10} - 1 + 2\sqrt{10} + 1}{2g} = \sin\alpha$
 $\frac{4\sqrt{10}}{2g} = \sin\alpha$
 $\frac{2\sqrt{10}}{g} = \sin\alpha$

$\frac{2\sqrt{10}}{g} = \sin\alpha$
 $\sin\alpha = \frac{2\sqrt{10}}{g}$

$\frac{2\sqrt{10}}{g} = \sin\alpha$
 $\sin\alpha = \frac{2\sqrt{10}}{g}$




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.

- 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!

$-6 \quad -2 \quad \rho a$



$dm = 2\pi r \cdot a \cdot dl \cdot \rho$
 $dJ = 2\pi r^3 \cdot a \cdot dl$
 $J = \frac{2}{5} \pi R^4 \rho a$

$M R^2 + \int dm \cdot r^2 \cdot \pi r^2 \quad J = \frac{1}{2} \pi R^4 \rho a$

$\frac{3}{2} M \quad \int m r \cdot 2\pi r \cdot a \cdot dl \quad \frac{3 \cdot \frac{2}{5} - 1}{\frac{3}{2} - 1} \quad \frac{0 \cdot \frac{2}{5} - 2}{\frac{3}{2} - 1} = \frac{2}{5}$

$\sqrt{\frac{15}{2}} \frac{M}{a} \quad \frac{10}{8} = \frac{5}{4} \rightarrow \quad \frac{16 - 4}{5} \quad \frac{16}{5} \quad \frac{16}{5} \quad \frac{16}{5} \quad \frac{16}{5}$

$dm = 2\pi r \cdot a \cdot \rho \cdot dl$
 $dJ = 2\pi r^3 \cdot a \cdot \rho \cdot dl$
 $J = \frac{1}{2} \pi R^4 \rho a$

$M = \pi R^2 \cdot a \cdot \rho$
 $J = \frac{1}{2} \pi R^2 \cdot a \cdot \rho \cdot R^2 = \frac{1}{2} M R^2$

$J = \frac{1}{2} M R^2$



На одной странице можно оформить 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. Порец QR-кода недоступны!

$w = \omega R \frac{1}{R}$

$\pi = \ell; v = 0$

$\frac{r}{2} = L+R \cdot \frac{1}{2}$

$dr = \frac{v}{R} dt$

$dL = L+R \cdot \frac{1}{2}$

$dR = L+R \cdot \frac{1}{2}$

$k = \sqrt{r^2 + v^2 dt^2 - 2vr dt \cos \frac{\pi}{2}}$



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!

$$L = \frac{1}{2} \rho g h^2$$

$$\frac{100}{25 \cdot 10}$$

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

$$\cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

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

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

$$H = \frac{2\sqrt{2} \rho g h^2}{\rho} = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

$$x = \frac{2\sqrt{2} \rho g h^2 \sin 2\beta}{\rho g \cos \beta}$$

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

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

$$L = \frac{1}{2} \rho g h^2 \sin 2\beta$$

$$\cos^2 \beta = \frac{1}{4} \rho g h^2 \quad \cos^2 \beta = \tan^2 \beta$$

$$L = \frac{2\sqrt{2} \rho g h^2 \sin \beta \cos \beta}{\rho}$$

$$\cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - \sin^2 \beta$$

$\beta = 45^\circ$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \frac{1}{1} = 1 \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

$$x = \frac{2\sqrt{2} \rho g h^2}{\rho g \cos \beta}$$

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

$$\cos^2 \beta =$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$\frac{100}{250}$$

$$x = \frac{2\sqrt{2} \rho g h^2}{\rho g \sin 2\beta - \sin \beta \cos \beta}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \left| 1 - \frac{1}{2} \right| = \frac{1}{4}$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$\frac{1}{2} \quad \frac{3}{2}$$

$$L = \frac{\rho g h^2}{2}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \left| 1 + \frac{1}{2} \right|$$

$$\frac{2(1-1/2)}{1-1/2} = x$$

$$L = \frac{\rho g h^2 \sin \beta}{2}$$

$$\sin 2\beta = \cos \beta$$

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

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

$$h = 0$$