



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 calculations and diagrams for problem 5:

Diagram: A particle enters a parallel plate capacitor between two plates separated by distance d . The particle starts at a distance $\frac{3}{8}d$ from the bottom plate. It moves with initial velocity V_0 parallel to the plates. The trajectory is curved upwards. It crosses the midline (distance $\frac{d}{2}$ from the bottom plate) at some point.

Calculations:

$$U = 10 \text{ В}$$

$$\frac{10 \text{ В}}{25 \text{ А}} = \frac{1}{5} \text{ Ом}$$

$$t = \frac{2 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ}{10 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{2}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

$$L = \frac{200}{25} = 8$$

$$t = \frac{2V_0 \sinh}{q}$$

$$L = V_0$$

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

$$\frac{200}{25} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{200 \cdot g}{25}} = \sqrt{8g}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2}$$

$$V = \sqrt{8g + g^2 \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{8g + \frac{4g^2}{3}}$$

$$V = \sqrt{\frac{24g + 4g^2}{3}} = \sqrt{\frac{4g(6 + g)}{3}}$$

$$V = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{g(6 + g)}$$



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

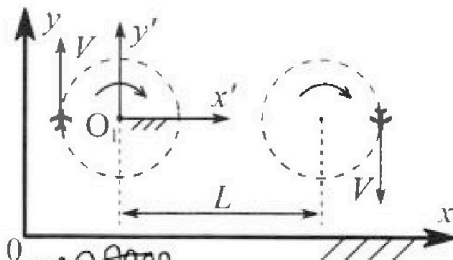


1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

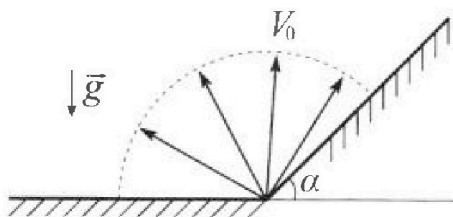
$$\frac{100^2}{10 \cdot 500} = \frac{10000}{5000} = 2$$

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.



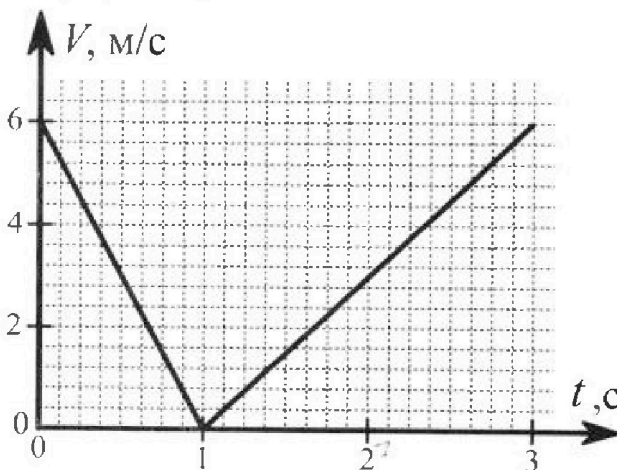
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

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.

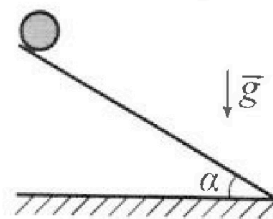
Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



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?





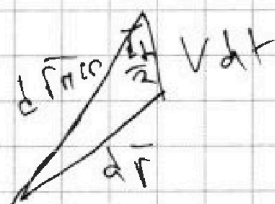
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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~~

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

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

~~$$dr =$$~~

2-я задача:

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

Скорость
22
1

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

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

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

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

Ответ: $\frac{v}{mg} = \sqrt{5}$

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

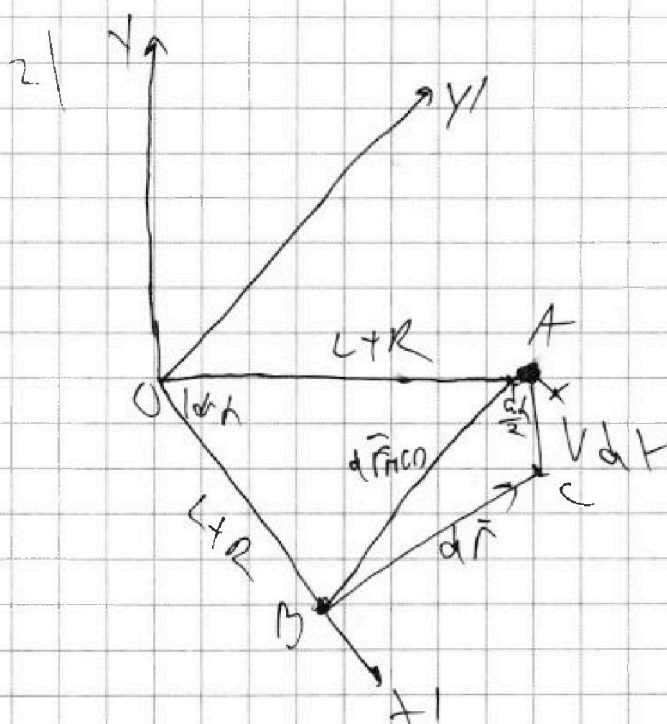


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 переменный канонический вектор за малый промежуток dt .

1. B - точка с координатами фиксированными, как

1. A - начало неподвижного канонического

1. C - начало вращающегося канонического

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

$$\lim_{d\alpha \rightarrow 0} d\alpha \approx \sin \alpha$$

$$\frac{d(r)_{AO}}{2} = (L+R) \lim \frac{\alpha}{2}$$

$$d\alpha = W \cdot dt$$

$$d\alpha = \frac{V}{R} dt$$

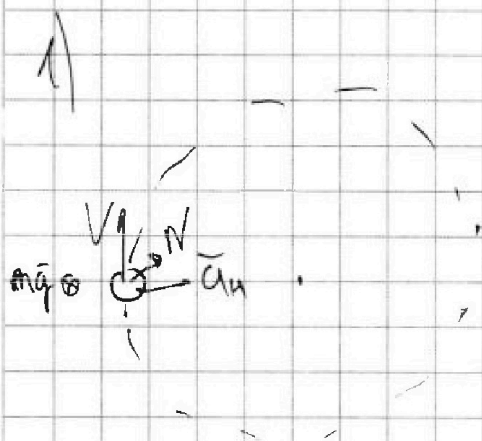


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



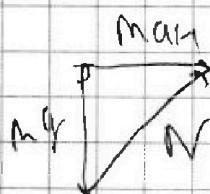
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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.

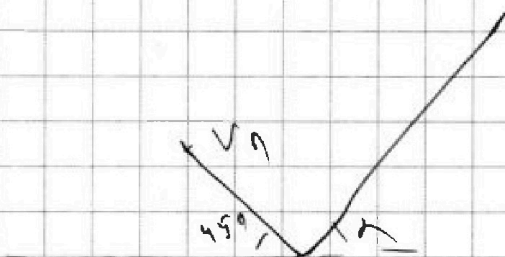
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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)



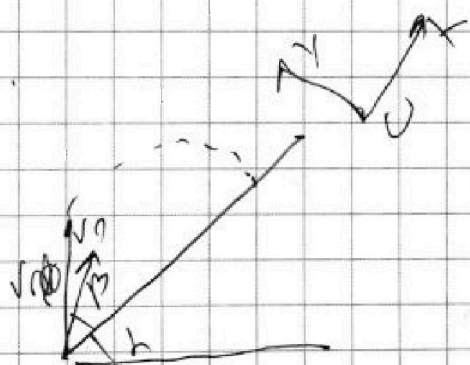
Найдем v_0 через T

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

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

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

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

$V \rightarrow 0$

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

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

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

Искомый шаг равен

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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



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

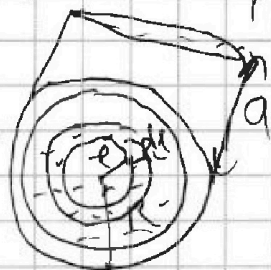
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

важно $\Rightarrow a_2 = -$ центр масс

$a_2 = -z^4/c^2$ Преобразим в вид:

$$\lim_{z \rightarrow 0} z = \frac{2}{5}$$

II. Найти момент инерции бочки:



$J_1 = MR^2$ - момент инерции стенок

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

момент инерции бочки

a - высота цилиндра

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

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

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

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

$$J = J_1 + J_2 \quad J = 3mR^2$$

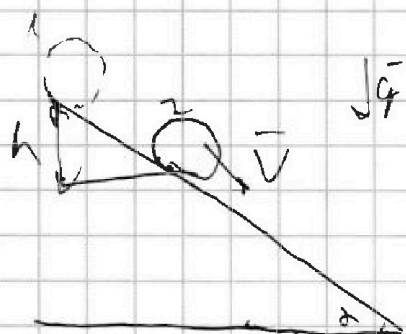


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$3(7:19) \rightarrow 191$$

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

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

$$V = \omega R$$

$$4mV^2 = mgh$$

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

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

Для нахождения a используем формулу (3)

$$4mV^2 = mgh$$

Дифференцируем ее по времени

$$8V a = mg$$

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

$$a = 1,25 \text{ м/с}^2$$



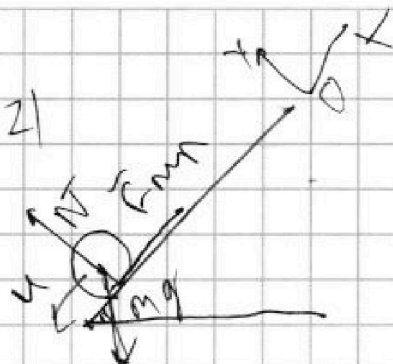
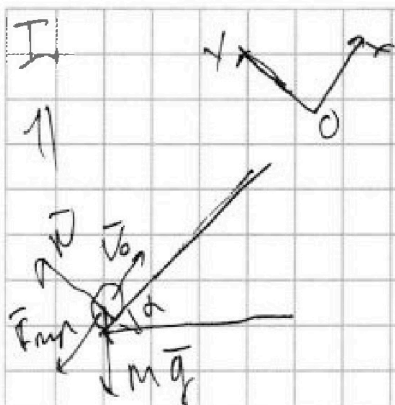
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 поворота и скатывания:

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

$$Ox: m a_1 = -mg \sin \alpha - F_f$$

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

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

$$m a_2 = -mg \sin \alpha + F_f$$

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

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

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

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 сил



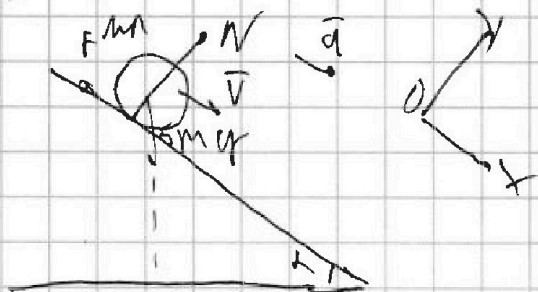
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

бл: $N = mg \cos \alpha$

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

$$F_{тр} = 5mg \sin \alpha - 5ma$$

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

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

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

крайний случай:

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow \mu \approx 11 > \frac{11}{3\sqrt{21}}$$

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

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

$$Q = \Delta U = c_v \cdot |\Delta T_1|$$

$$c_v = \frac{Q}{|\Delta T_1|}$$

$$c_v = 40 \text{ Дж/К}$$

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



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) ~~1000~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



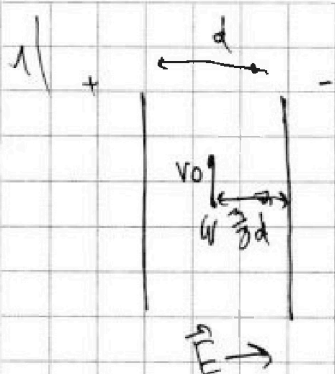
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

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
☐

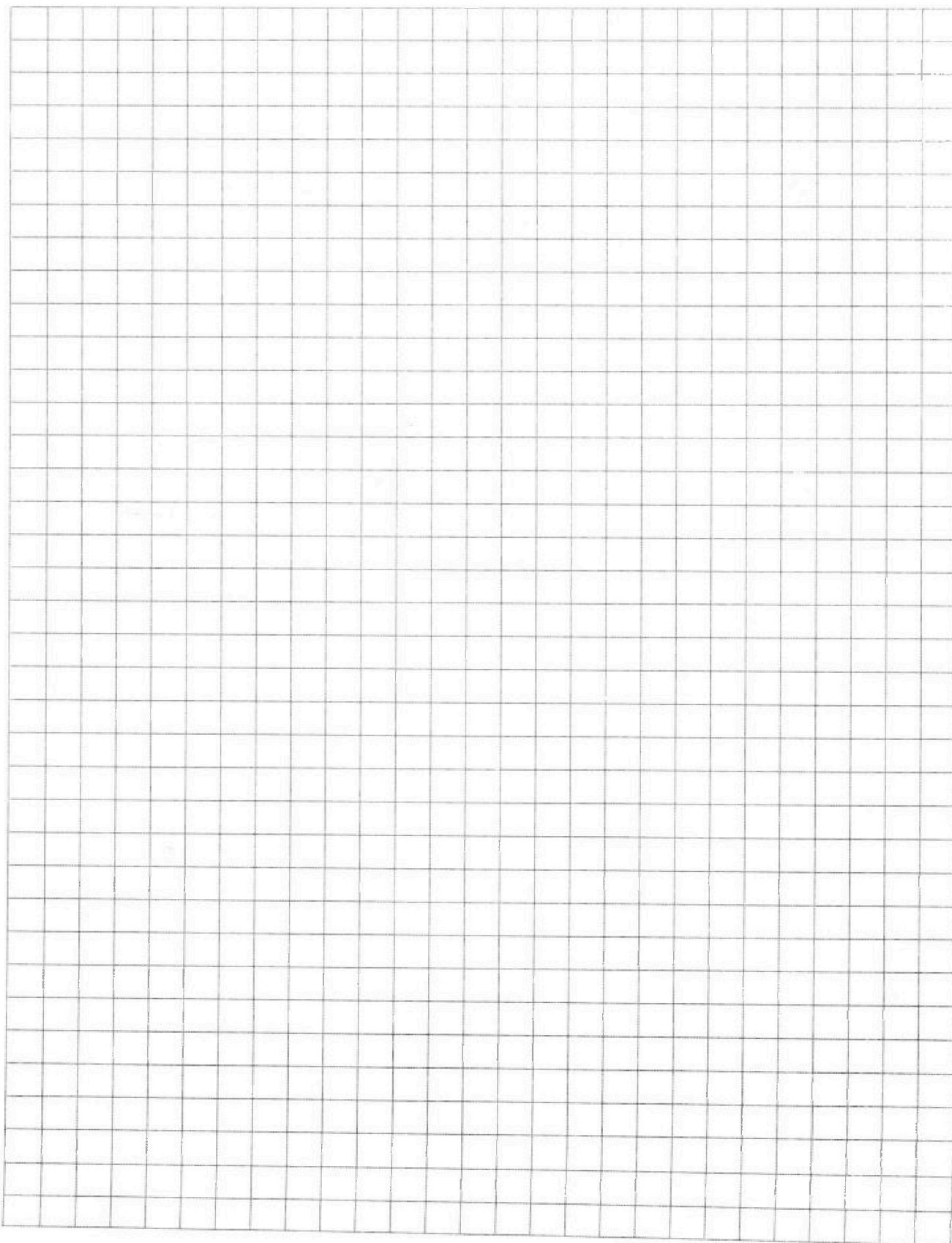
5
☐

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!

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

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

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

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

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

$$C_p = V_{v2} \cdot \frac{5}{2} R + V_{H2} \cdot \frac{3}{2} R$$

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

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

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

$$34 \quad x = \frac{V_{v2}}{g \cdot \cos h} \quad \frac{\sin^2 \alpha - 2 \sin^2 \beta}{-5}$$

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

$$1 \quad 2 \alpha = 90^\circ - \beta$$

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

$$x = \frac{V_{v2}}{g} \left(1 + \frac{g h}{V_{v2}} - \frac{1}{\cos h} \right)$$

$$\mu = 45^\circ - \frac{1}{2} \quad \sin^2 \mu = \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos 2\mu}{2} \right)$$

$$x = \frac{V_{v2}}{g \cdot \cos h} \left(\cos h - 2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sin h \right) \right) = \frac{V_{v2}}{g \cdot \cos h} \left(\cos h + \sin h - 1 \right)$$



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 x-axis along the incline and the y-axis perpendicular to it. A projectile is launched from the origin with initial velocity v_0 at an angle α to the x-axis. The incline itself makes an angle β with the horizontal. The acceleration g acts vertically downwards, with components $g \sin \beta$ along the incline and $g \cos \beta$ perpendicular to it.

Equations:

- Vertical displacement (perpendicular to incline):
$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cos \beta}{2} t^2$$
- Horizontal displacement (along incline):
$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \sin \beta}{2} t^2$$
- Condition for maximum height (y=0):
$$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \beta}$$
- Maximum height H (at the end of the trajectory):
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \beta}$$
- Range X (at the end of the trajectory, where $y=0$ and $t \neq 0$):
$$X = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \beta} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g \cos \beta}$$

Additional notes:

- Condition for maximum range: $\alpha = 45^\circ$ (when $\beta = 0$).
- Condition for maximum range on an incline: $\alpha = 45^\circ + \frac{\beta}{2}$.
- Condition for maximum range: $\alpha = 45^\circ$ (when $\beta = 0$).
- Condition for maximum range: $\alpha = 45^\circ$ (when $\beta = 0$).

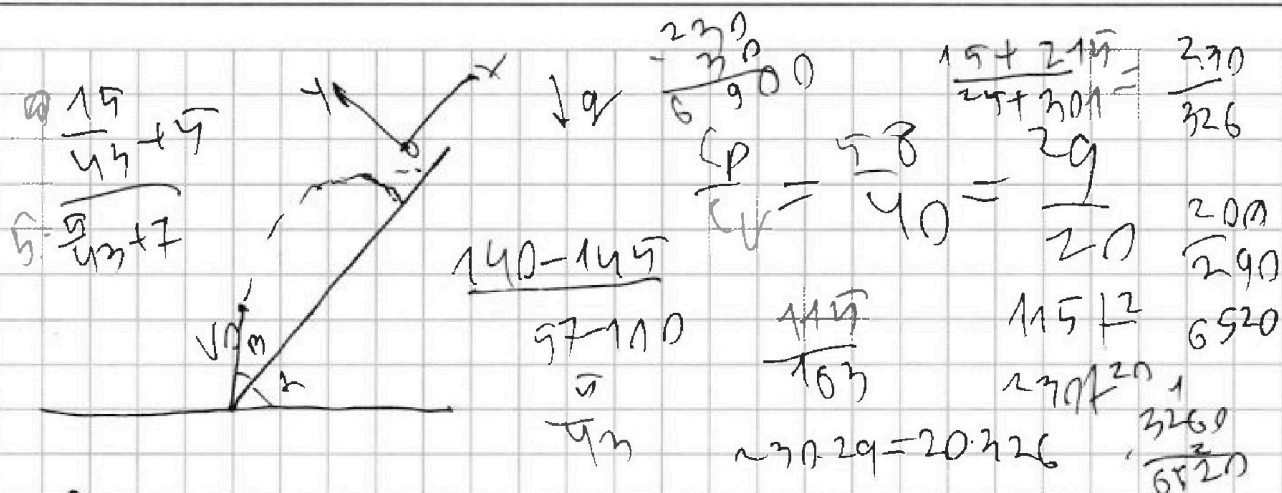


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
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!



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 $y = 0$

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

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

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

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

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



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

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!

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

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

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

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

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

$$3 \cdot 29 = 90$$

$$g^2 \cos^2 \alpha$$

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

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

$$(\sin 2\alpha - 2 \sin^2 \alpha \cos \alpha)$$

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

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

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

$$x$$

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

$$\frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha} - 2 \cos \alpha$$

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

$$21$$

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

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

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

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

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

$$\frac{116}{36} \frac{4}{29}$$

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

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

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

$$x = 5$$

$$\sin \alpha = \frac{25}{9+2} - 1$$

$$\sin \alpha =$$

$$\frac{15}{17+5} \frac{29}{17+7}$$

$$\frac{15+69}{29+91} = \frac{84}{120} = \frac{7}{10}$$



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

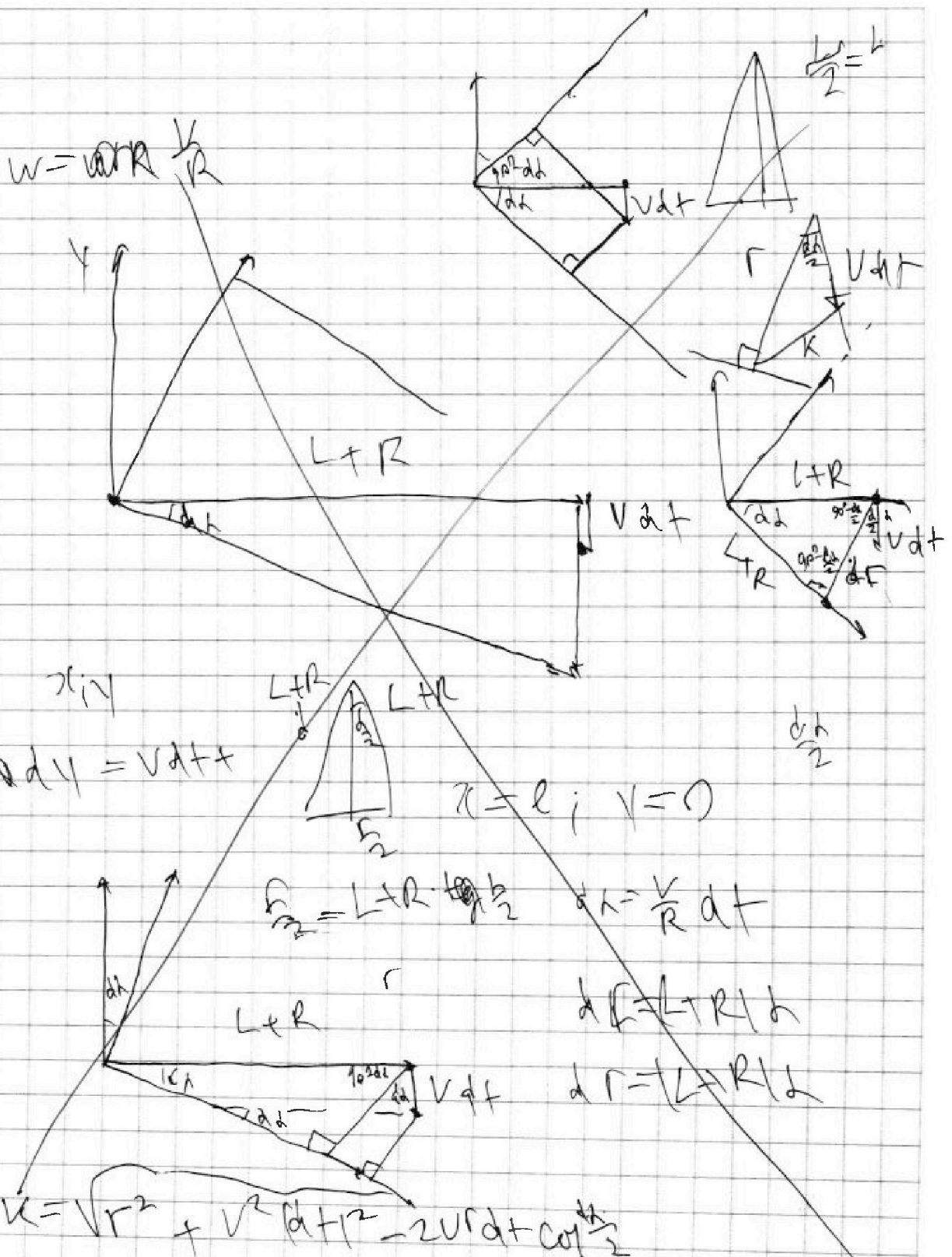
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

Diagram: A diagram shows two inclined planes meeting at a horizontal surface. A mass m_1 is on the left incline, and a mass m_2 is on the right incline. The left incline has an angle α and the right incline has an angle β . The horizontal surface is at the bottom. A coordinate system is shown with x and y axes.

Equations and Calculations:

- $\cos 40^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$
- $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$
- $\sin 40^\circ = \frac{1}{2}$
- $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- $a_1 = -6 \text{ m/s}^2$
- $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$
- $q_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$
- $q_2 = g \sin \beta - \mu g \cos \beta$
- $2 \cos^2 \beta - 1 - 2 \cos \beta \sin \beta \sin \alpha$
- $q_2 - a_1 = 2g \sin \beta$
- $2 \cos^2 \beta - 1 - 2 \sin^2 \beta \sin \alpha \cos \alpha = 0$
- $\sin \alpha = \frac{q_2 - a_1}{2g}$
- $\sin \alpha = \frac{4}{10} = 0.4$
- $\alpha = 23.7^\circ$
- $\frac{a_2 + a_1}{2g} = \sin \alpha$
- $\frac{2}{20} = \sin \alpha$
- $\sin \alpha = 0.1$
- $\alpha = 5.7^\circ$





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!

$$\lg 2\beta = \frac{1}{\lg h} \quad \frac{100}{25 \cdot 10} \quad \frac{4}{10} \quad \sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta \quad -\frac{1}{5}$$

$$H = \frac{2\sqrt{h} \sin \beta}{g} = \frac{\sqrt{2}}{g} \quad 2\beta = 90^\circ - \beta \quad \sin 2\beta = 2 \cos^2 \beta - 1 \quad \cos^2 \beta = \frac{\sin 2\beta + 1}{2}$$

$$L = \frac{2\sqrt{h} \sin \beta}{g} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} \quad \sin^2 \beta = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \beta = 45^\circ$$

$$x = \frac{2\sqrt{h} \sin \beta}{g} \quad \sin^2 \beta = \frac{1}{2} (1 - \cos 2\beta) \quad \cos^2 \beta = \frac{1}{2} (1 + \cos 2\beta) \quad \beta = 30^\circ$$

$$\frac{L}{2} = \frac{\cos \beta}{\sin 2\beta} \quad \sin 2\beta = \cos \beta \quad \sin^2 \beta = \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\beta}{2} \quad \frac{L}{2} = \frac{g \cos \beta}{2} \quad \beta = 60^\circ$$