



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

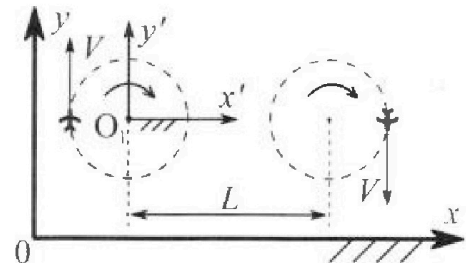
Вариант 10-04

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.

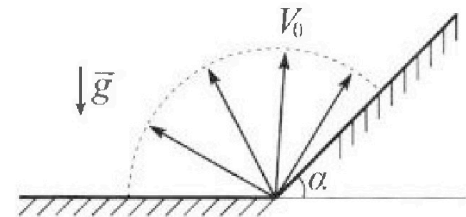
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени ни 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.

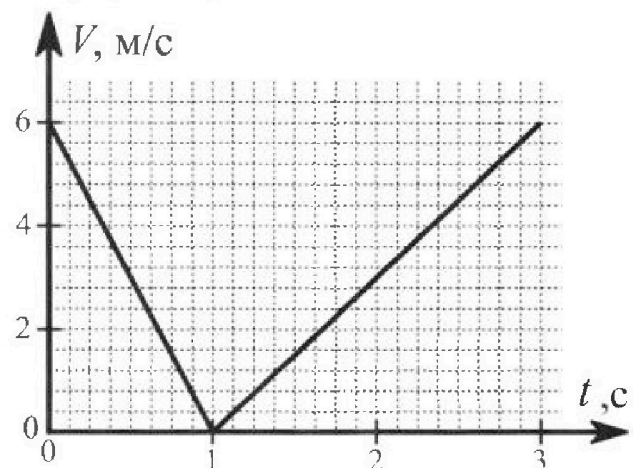
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.

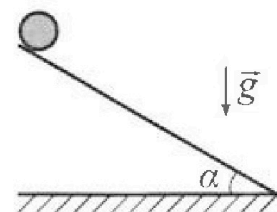
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$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





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 по сле вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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

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

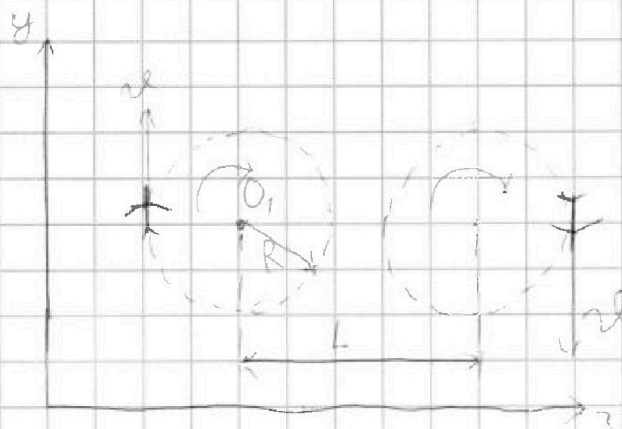
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



N 1



$$R = 500 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{N}{mg} = ?$$

Точкой вылета (соединяем

с центром по окр радиусом R $\Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha_g = \frac{v^2}{R}$ Тангенциальное ускорение (по оси x)

N_1 - сила, действующая в плоскости

Oxg, Oгг касательная $F_{\text{т}}$

Oгг $\geq$ направлена
к центру окр. O_1

$$y: N_1 - mg = 0$$

$$N_1 = mg$$

$$z: N_2 = m \alpha_g$$

$$N_2 = m \frac{v^2}{R}$$

$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v^4}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}$$

$$\frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}} = \sqrt{1 + \frac{10^8 \frac{\text{м}^4}{\text{с}^4}}{10^2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ м}^2}} = \sqrt{1 + \frac{10^2}{25 \cdot 10^6}} = \sqrt{1 + \frac{100}{25}} = \sqrt{5} = 2.236$$

$$2) L = 1.25 \text{ км}$$

$\vec{v} = ?$



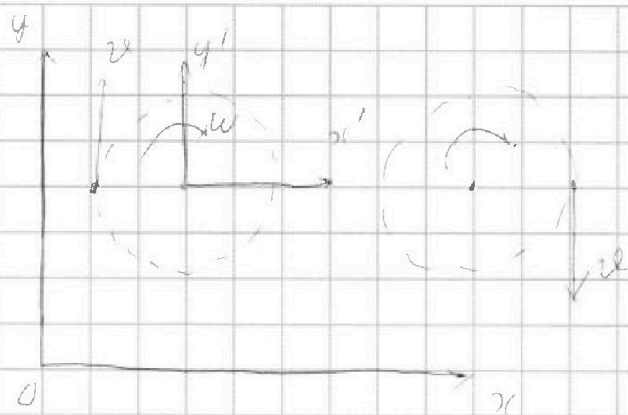
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

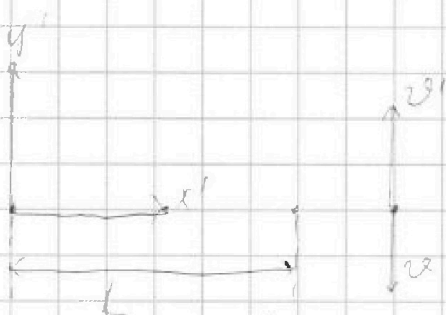
2 ИЗ 11

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!



Если мы перейдем в (0, y', x'), вращающаяся с угл. скоростью ω , по часовой стрелке, то всё вокруг будет вращаться против часовой стрелки (та-

кой же угловой скорости $\omega = \frac{v}{R} = \frac{1}{5} \text{ c}^{-1}$



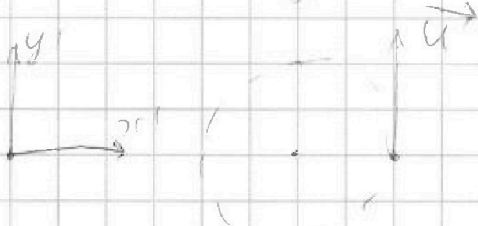
v - скорости отн. земли,
 v' - скорости, которой падает из-за перехода в вращ. ($v' = \omega(L+R)$)

$$U_{y'} = v' - v = \frac{v}{R} (L+R) - v = v \left(\frac{L+R}{R} - 1 \right) = v \left(\frac{L+R}{R} - \frac{R}{R} \right) = v \frac{L}{R} =$$

$$= 100 \cdot \frac{1250 \text{ м}}{500 \text{ м}} = \frac{1250}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Вектор скорости направлен

вниз на стороне y' и от y' , то есть



Отметим: 1) $\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2 R^2}} = \sqrt{5}$, 2) $|U| = v \frac{L}{R} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, Вектор

скорости направлен вверх (или вниз)



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
11 ИЗ 11

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!

$$\sin \delta \cos \alpha - \sin^2 \delta \tan \alpha = \max$$

$$(\sin \delta \cos \alpha - \sin^2 \delta \tan \alpha)' = \cos \delta \cos \alpha - (2 \sin \delta \tan \alpha)' =$$

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

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

$$\cos \delta (\cos \alpha - 2 \sin \delta \tan \alpha) = 0$$

$$\cos \delta = 0 \Rightarrow \delta = 90^\circ - \text{не подходит}$$

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

$$2 \sin \delta \tan \alpha = \cos \alpha$$

$$\sin \delta = \frac{\cos \alpha}{2 \tan \alpha}, \quad \cos \delta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4 \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \cos^2 \alpha}{4 \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha (4 \sin^2 \alpha - 1)}{4 \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha (4 \sin^2 \alpha - 1)}{4 \tan^2 \alpha}}$$

$$S_{\max} = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \delta \cos \alpha - \sin^2 \delta \tan \alpha) = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\cos \alpha}{2 \tan \alpha} - \frac{\cos^2 \alpha}{4 \tan^2 \alpha} \right) = \frac{2V_0^2 \cos \alpha}{g \cos \alpha \cdot 2 \tan \alpha} - \frac{2V_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cos \alpha \cdot 4 \tan^2 \alpha} =$$

$$= \frac{2V_0^2}{g \tan \alpha} - \frac{V_0^2 \cos \alpha}{2 g \tan^2 \alpha} = \frac{2V_0^2 \sqrt{4 \tan^2 \alpha - \cos^2 \alpha} - V_0^2 \cos \alpha}{2 g \tan^2 \alpha}$$

$$= \frac{2V_0^2}{g \tan^2 \alpha} \left(\sqrt{4 \tan^2 \alpha - \cos^2 \alpha} - \frac{\cos \alpha}{2} \right)$$

$$2 S g \tan^2 \alpha = 2 V_0^2 \tan \alpha \quad 2 S g \tan^2 \alpha = V_0^2 \sqrt{4 \tan^2 \alpha - \cos^2 \alpha} - V_0^2 \cos \alpha \tan \alpha =$$

$$= V_0^2 (\sqrt{4 \tan^2 \alpha - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha) \quad \text{Объем: } 1) V_0 = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2 S g \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = V_0^2 (\sqrt{4 \tan^2 \alpha - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)$$

$$\frac{2 S g}{V_0^2} = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} (\sqrt{4 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha) = \cos^2 \alpha \left(\sqrt{\frac{4 \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \cos^2 \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$

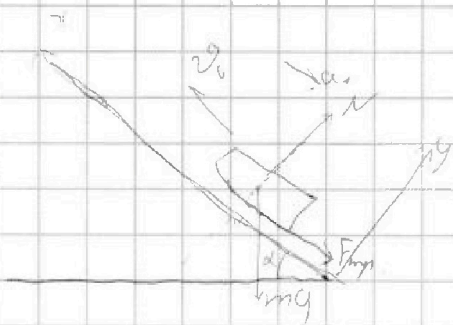


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 ИЗ 11

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!



N3

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$x: mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma,$$

$$\mu g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = a \rightarrow$$

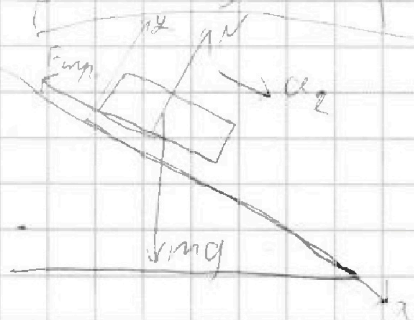
$$a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v(t) = v_0 - a_1 t = v_0 - g t (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$v(t) = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t$$

коэффициент наклона

$$g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 6 \frac{m}{c^2} = 1.3 \text{ градуса}$$



$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$x: mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma,$$

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

$$v(t) = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) t$$

$$\text{из графика } a_0 = \frac{6 \frac{m}{c^2}}{20} = 3 \frac{m}{c^2}$$

$$\begin{cases} g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = a_0 \\ g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = a_0' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin \alpha + \mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g} \\ \sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{a_0'}{g} \end{cases} \Rightarrow 2 \sin \alpha = \frac{1}{g} (a_0 + a_0')$$

$$= \frac{g \mu}{20 \frac{m}{c^2}} = \frac{0}{20} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{400 - 81}{400}} = \frac{1979}{400}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2g} (a_0 + a_0')$$

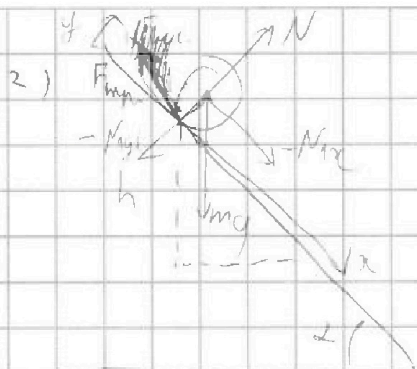


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
7 ИЗ 17

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



$$h = 1,5 \text{ м}, \alpha = 30^\circ$$

$$a = ?, \text{ м/с}^2$$

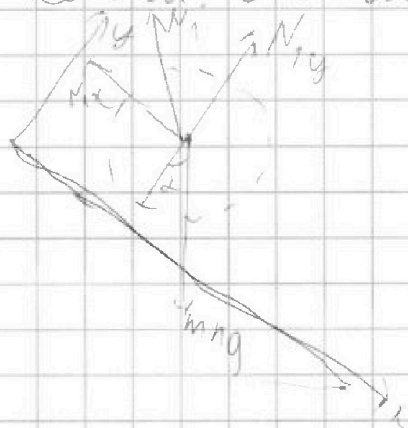
Рассмотрим силы, действующие на бочку. Пусть ее масса

m , тогда масса воды m_1 .

N_1 — ~~масса~~ сила, действующая на бочку со стороны воды.

~~В~~ Центр масс воды прямо движется по наклонной плос-

кости. Рассмотрим силы, действующие на воду.



$$x: \begin{cases} m_1 g \sin \alpha; \\ m_1 x + N_{1x} = m_1 a \end{cases}$$

$$y: N_{1y} = m_1 g \cos \alpha$$

Бочка:

~~$$y: m_1 g \cos \alpha - N_{1y} = 0$$~~

$$y: N - N_{1y} - m_1 g \cos \alpha = 0$$

$$N = N_{1y} + m_1 g \cos \alpha = m_1 g \cos \alpha (h + 1)$$

$$x: m_1 g \sin \alpha - N_{1x} - \mu N = m_1 a$$

$$m_1 g \sin \alpha - N_{1x} - \mu m_1 g \cos \alpha (h + 1) = m_1 a$$



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
9 ИЗ 11

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!

П.к. движение без проскальзывания, сила трения работ не совершает, ЗОЗ.

$$mgh_1 = mgh_2 + mV^2 + m(n+1)V^2$$

$$mgh = mV^2 + \frac{m(n+1)V^2}{2}$$

$$gh = V^2 + \frac{nV^2}{2}$$

$$gh = V^2 \left(1 + \frac{n}{2}\right)$$

$$V^2 = \frac{2gh}{n+2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{n+2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2}}{6+2}} \cdot \frac{\mu}{c} = \sqrt{\frac{5}{2}} \cdot \frac{\mu}{c}$$

4) Чтобы не было проскальзывания, точки соприкосновения относительно центра бочки и скорости бочки должны быть равны, и условием

$$I_c \frac{d\omega}{dt} = M$$

$$I_c = \sum m_i r_i^2 = \sum dm R^2 = mR^2$$

$$mR^2 \frac{d\omega}{dt} R = M$$

$$mR\alpha = \mu mg \cos \alpha (n+1) R$$

$$gs \sin \alpha - mg \cos \alpha = \mu g \cos \alpha (n+1) \Rightarrow \mu g \cos \alpha (n+2) = gs \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{S \sin \alpha}{(n+2) \cos \alpha}$$

Ответ: 1) $S \sin \alpha = \frac{g}{20}$, 2) $V = \sqrt{5} \frac{\mu}{c}$, 3) $\alpha = 3 \frac{\mu}{c}$, 4) $\mu = \frac{S \sin \alpha}{(n+2) \cos \alpha}$



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

3 ИЗ 11

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!

24

$$Q = 2320 \text{ Дж} - \text{определено}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К} - \text{указано}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

$$N_1, N_2$$

$$1) Q' \rightarrow Q \text{ со знаками, } Q' = -2320 \text{ Дж}$$

$$Q' = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 + A'$$

$$A' = A'_1 + A'_2 = 0$$

$$Q' = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2)$$

$$2) Q' = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 + A' - \text{необходимо учесть разное}$$

$$A' = -A \Rightarrow A = \frac{5}{2} V_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} V_2 R \Delta T_2 - Q' = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) + Q$$

$$A = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) + Q$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (5V_1 + 3V_2) \Rightarrow 5V_1 + 3V_2 = \frac{-2Q}{R \Delta T_2}$$

$$A = \frac{R \Delta T_2}{2} \left(\frac{-2Q}{R \Delta T_2} \right) + Q = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \cdot (-Q) + Q = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \cdot \left(1 - \frac{40}{58} \right) \text{ Дж}$$

$$A = 2320 \cdot \frac{18}{58} \text{ Дж} = 720 \text{ Дж} = 720 \text{ Дж}$$

$$3) C_p = \frac{\delta Q}{dT} - \text{необходимо}$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} V_1 R dT + \frac{3}{2} V_2 R dT + (V_1 R dT + V_2 R dT)$$

$$A = \frac{R \Delta T_2}{2} \left(-\frac{2Q}{R \Delta T_1} \right) + Q = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 720 \text{ Дж}$$

$$2) C_p = \frac{Q'}{\Delta T_2} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$3) \text{ По условию } \frac{N_1}{N_2} = 2, \text{ тогда } N_1 = 2 N_2$$



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
9 ИЗ 11

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!

$$5V_1 + 3V_2 = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$5 \frac{N_1}{N_a} + 3 \frac{N_2}{N_a} = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$5 \frac{2N_2}{N_a} + 3 \frac{N_2}{N_a} = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R}$$

$$52V_2 + 3V_2 = -\frac{2Q}{\Delta T_1 R} \Rightarrow \left(-\frac{2Q}{\Delta T_1 R} = V_2(52+3) \right) \quad (1)$$

Как известно, молярная теплоемкость $C_p = \frac{f+2}{2} R$, ($f = \frac{5}{2} R$).

Для азота: $C_{p1} = \frac{7}{2} R$, при этом молярная теплоемкость $C'_{p1} = \frac{7}{2} R V_1$

Для гелия: $C_{p2} = \frac{5}{2} R$, $C'_{p2} = \frac{5}{2} R V_2$

Получим:

$$-Q = C'_{p1} \Delta T_1 + C'_{p2} \Delta T_2 = \frac{7}{2} V_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} R V_2 \Delta T_2$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (7V_1 + 5V_2) \quad V_1 = 2V_2$$

$$-Q = \frac{R \Delta T_2}{2} (72V_2 + 5V_2)$$

$$\left(-\frac{2Q}{R \Delta T_2} = V_2 (72+5) \right) \quad (2)$$

$$\begin{cases} -\frac{2Q}{\Delta T_1 R} = V_2 (52+3) & (1) \\ -\frac{2Q}{R \Delta T_2} = V_2 (72+5) & (2) \end{cases}$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{2Q \cdot \Delta T_2 R}{\Delta T_1 R \cdot 2Q} = \frac{52+3}{72+5}$$

$$\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{52+3}{72+5}$$

$$72 \Delta T_2 + 5 \Delta T_2 = 52 \Delta T_1 + 3 \Delta T_1 \Rightarrow 72(72 \Delta T_1 + 5 \Delta T_1) + 5 \Delta T_1 = 52 \Delta T_1 + 3 \Delta T_1$$



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
☐

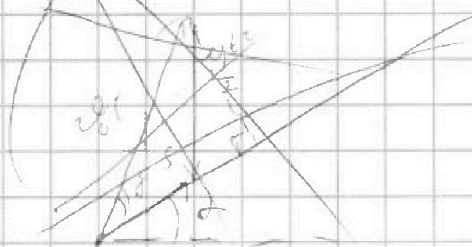
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
5 ИЗ 11

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!

400-10
35



$$\alpha = \frac{3\Delta I_2 - 5\Delta I_1}{7\Delta I_2 - 5\Delta I_1} = \frac{3 \cdot (-58) + 5 \cdot 90}{-7 \cdot 90 + 5 \cdot 58}$$
$$= \frac{-174 + 450}{-630 + 290} = \frac{276}{-340} = -0,81$$
$$= 2,6$$

Ответ: 1) $A = 720 \text{ Др}$, 2) $C_p = 58 \frac{\text{Др}}{\text{К}}$, 3) $\frac{N_1}{N_2} = 2,6$



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



СТРАНИЦА

8 ИЗ 11

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!

$$\begin{cases} mg \sin \alpha + N_{1x} = ma \\ mg \sin \alpha - N_{1x} - \mu mg \cos \alpha (h+1) = ma \end{cases}$$

$$mg \sin \alpha (h+1) - \mu mg \cos \alpha (h+1) = ma(h+1)$$

$$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a$$

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

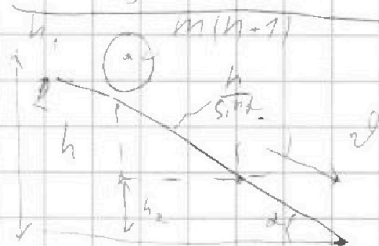
из 1-й и 2-й графика:

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g}$$

$$\mu \cos \alpha = \frac{a_0}{g} - \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{a_0 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{6 - \frac{10 \cdot 9}{20}}{\frac{10 \cdot \sqrt{19}}{20}} = \frac{6 - \frac{9}{2}}{\frac{\sqrt{19}}{2}} = \frac{12 - 9}{\sqrt{19}} = \frac{3\sqrt{19}}{\sqrt{19}} = 3$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \cdot \frac{9}{20} \left(\frac{9}{20} - \frac{3 \cdot \sqrt{19}}{\sqrt{19} \cdot 20} \right) = \frac{10 \cdot 6}{20} = \frac{3 \cdot 10}{10} = 3$$



3.1.1.

$$mgh_1 - \left(mgh_2 + \frac{mv^2}{2} \right) = -\mu mgh_1 \sin \alpha$$

$$gh_1 - \left(gh_2 + \frac{v^2}{2} \right) = -\mu g \frac{h_1}{\sin \alpha}$$

$$gh - \frac{v^2}{2} = -\mu g \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v^2}{2} = gh \left(1 + \frac{\mu}{\sin \alpha} \right)$$

$$v = \sqrt{2gh \left(1 + \frac{\mu}{\sin \alpha} \right)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2} \cdot 1} = \sqrt{30}$$

П.к. блок еще и вращается, то ед. кин. энергии $K = \frac{mv^2}{2} = mv^2$

$$mgh_1 - \left(mgh_2 + mv^2 \right) = -\mu mgh_1 \sin \alpha$$

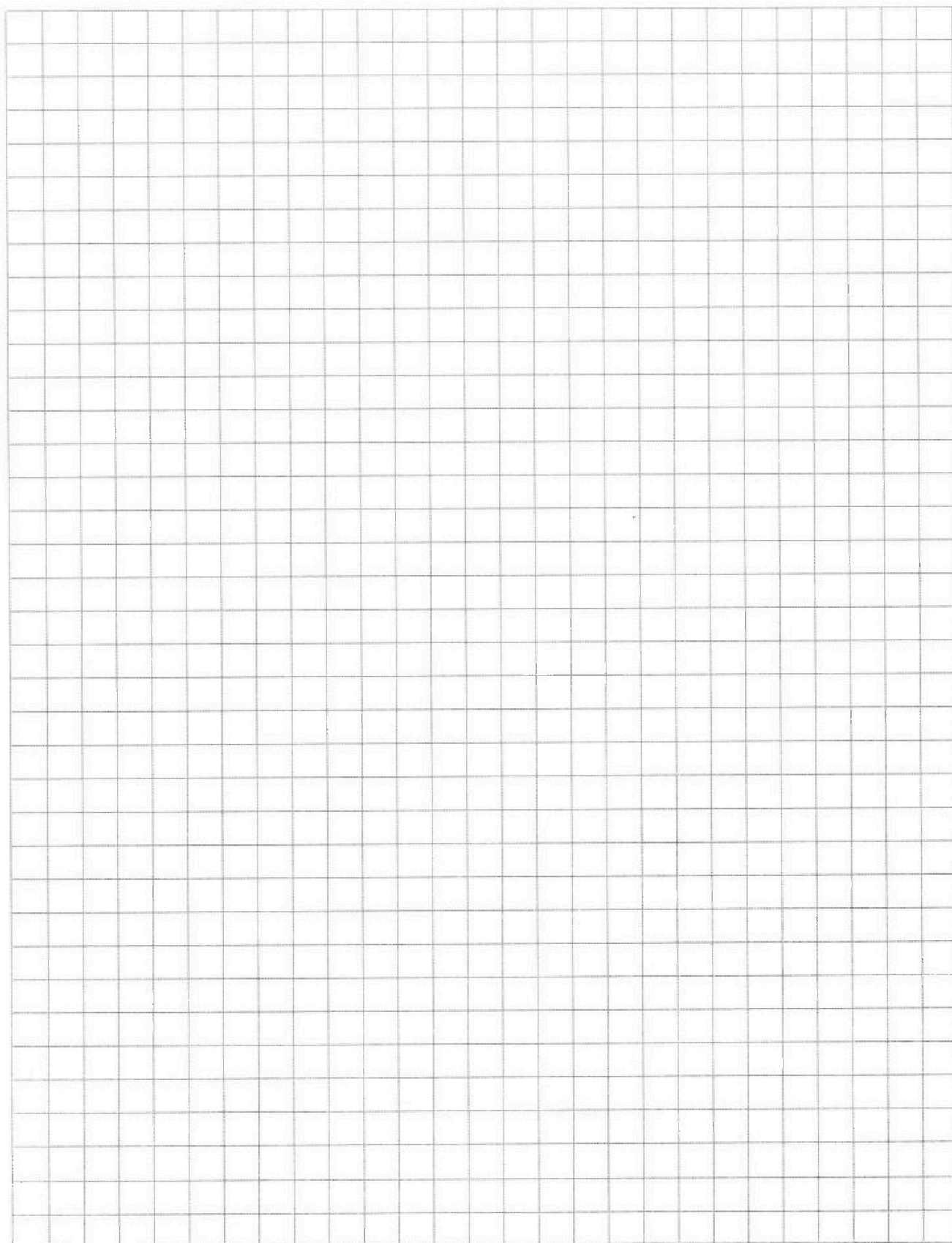


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



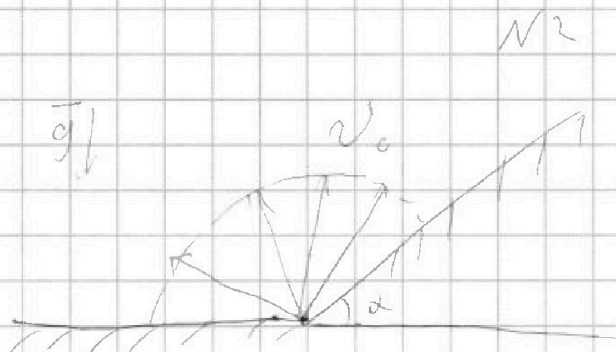
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
10 ИЗ 11

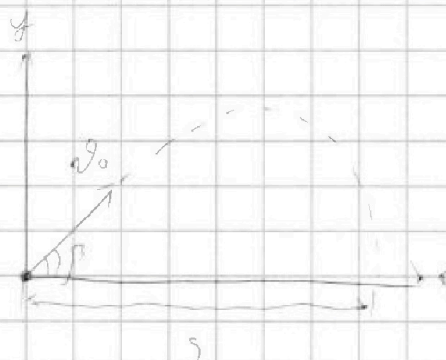
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F=50, S=100\text{ м}, g=10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1) v_0 = ?$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$



$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_{\text{max}} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \beta}{g}$$

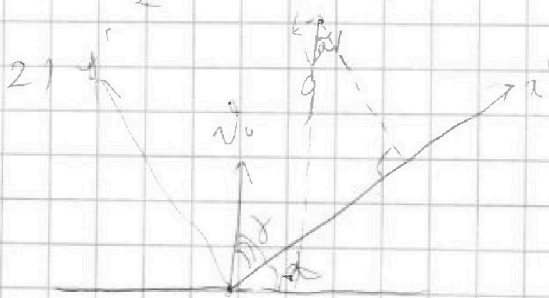
$$= \frac{2v_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow S_{\text{max}} \text{ при } \beta = 45^\circ \Rightarrow$$

$$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{g} = 100 \Rightarrow v_0 = \sqrt{100g}$$

$$S = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{100g}$$

$$F = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g} = \frac{2v_0 \frac{\sqrt{2}}{2}}{g} = \sqrt{2} \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{g \cdot F}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{\sqrt{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 50}{2} = \frac{1,4 \cdot 10 \cdot 50}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{70 \cdot 5}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 175 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$g_{x'} = -g \sin \alpha$$

$$g_{y'} = -g \cos \alpha$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{|g_{y'}|} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

max range

$$S_{x'} = v_0 t \cos \alpha - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot 2v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2 \cos^2 \alpha}$$

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

max