



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



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

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

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

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

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

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

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



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

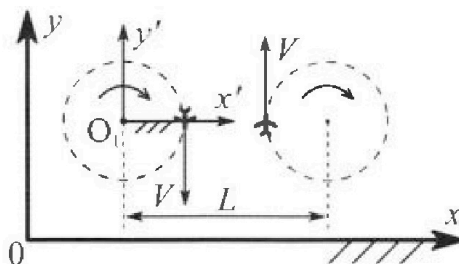
Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

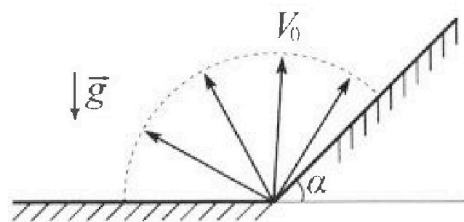
1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?



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

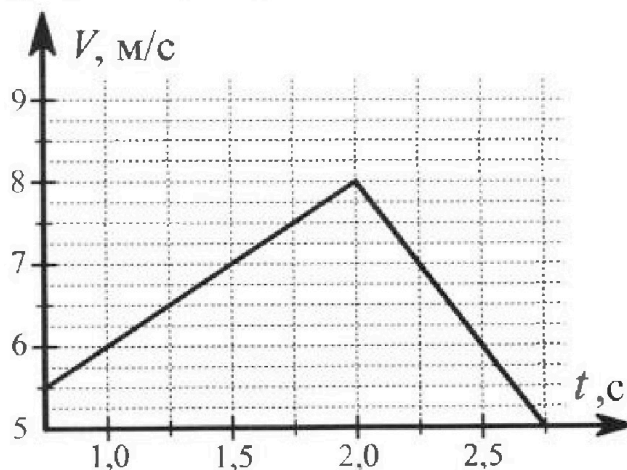
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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



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

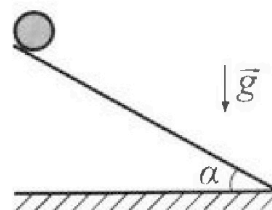
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение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



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

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

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



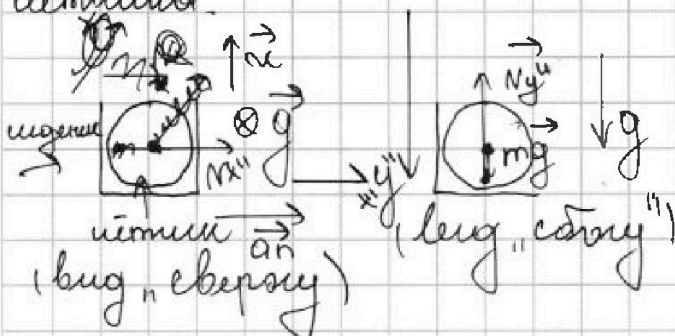


1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Решение: Разложим силы, действующие на шарики.



Шарики, вместе с самолётом летят по окружности с $v = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{const}$. Значит $a_t = 0$, а $a_n = \frac{v^2}{R}$.

По 2-ому закону Ньютона $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_n$

по Ox'' : $N \sin \alpha = m a_n$

по Oy'' : $m g - N \cos \alpha = 0$. Умножив $N \sin \alpha + N \cos \alpha = N$, то $N^2 \sin^2 \alpha + N^2 \cos^2 \alpha = N^2$

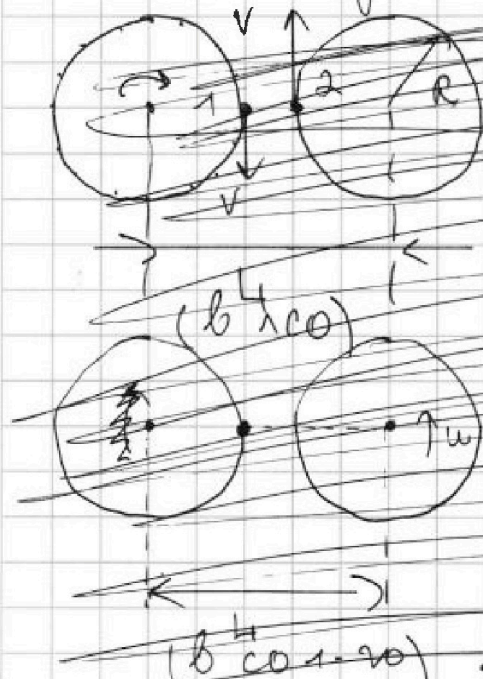
или $N = \sqrt{m^2 a_n^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{a_n^2 + g^2}$

$\Rightarrow p = \sqrt{a_n^2 + g^2} m \Rightarrow \frac{p}{m g} = \sqrt{\left(\frac{a_n}{g}\right)^2 + 1} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{g R}\right)^2} \Rightarrow \frac{p - m g}{m g} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{g R}\right)^2} - 1$

$\delta = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{g R}\right)^2} - 1 \right) \cdot 100\%$. $\delta = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{80^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 800 \text{ м}}\right)^2} - 1 \right) \cdot 100\%$

$\delta \approx 28\%$

Разложим ситуацию, когда самолёт движется равномерно.



Перейдём в со первого самолёта (небного)

и тогда "визуально" кажется, что шарик движется со угловой скоростью ω (по окружности) ($\omega = \frac{v}{R}$)

Скорость центра тяжести шарика $a_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$

Будет пройден маленький промежуток времени Δt , когда

$$\Delta t \omega = \Delta \varphi \quad \text{или} \quad \Delta t \ll \frac{2\pi R}{v}$$

Будем считать все измерения вертикальными (т.к. $\cos \alpha \approx 1$) и построим $\Delta B = v \Delta t =$

$$= (L - 2R) \Delta \varphi + R \Delta \varphi = (L - R) \omega \Delta t$$

Значит $v = \frac{L - R}{R} \cdot \frac{v}{R} \Rightarrow v = \frac{L - R}{R} \cdot \frac{v}{R}$

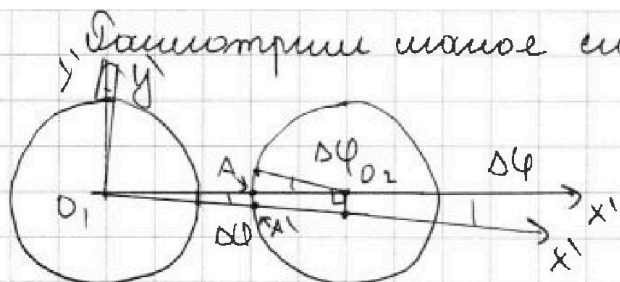
Ответ: $\delta \approx 28\%$, $v = 120 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (по 2-ой окружности)



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!



Радиусы шара считаем 1-го счёта. Вместе с ним повернёмся в координатах $x'Ox'$. $\Delta\varphi \ll 1 \text{ рад}$. Тогда следует, что центр O_1 в данной системе на $\Delta y_1 = \Delta x_1$

Δx_1 пренебрежем, т.к. $1 - \cos \Delta\varphi \approx \frac{\Delta\varphi^2}{2} \ll \Delta\varphi \ll 1$. С другой стороны 2-ой счётом 2 системы на Δy_2 , при этом повернёмся также на $\Delta\varphi$ $\Delta y_2 = \Delta\varphi R$. С другой стороны точка A (указана 1-го рисунка) сместится на $\Delta\varphi (L - R) = \Delta y_3$.

т.к. $\Delta x_1 \ll \Delta y_1$, то 2-ой счётом, удалив от O_1 на $\Delta y = \Delta y_3 + \Delta y_2 = \Delta\varphi (L - R + R) = \Delta\varphi L$

Заметим, что $\Delta\varphi = \omega \Delta t$, а $\Delta y = v \Delta t$. Тогда $v \Delta t = \omega \Delta t L \Rightarrow v = \omega L$; $\omega = \frac{v}{R}$ $\Rightarrow v = v \frac{L}{R} \Rightarrow v = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{2000 \text{ м}}{800 \text{ м}}$
 $v = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: 1) $\delta \approx 28\%$ 2) $v = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



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

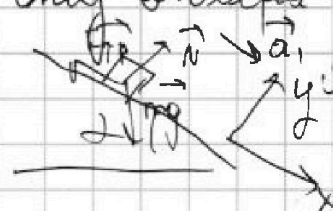
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 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!

Решение:

1) Найдите ускорения шайбы при скатывании вниз и вверх по наклонной плоскости.



2) По теореме Штейнера: $I = \frac{1}{2} m r^2$

$$N = \mu mg \quad N = mg \cos \alpha \text{ (на } OX)$$

$$ma_1 = (mg \sin \alpha - F_{тр}) \quad (F_{тр} = \mu N)$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

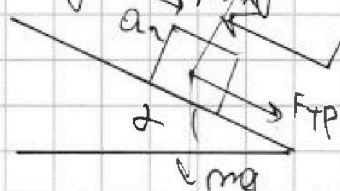
$$a_1 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

В случае подъема:

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

$$F_{тр} = \mu N, \quad a_2 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

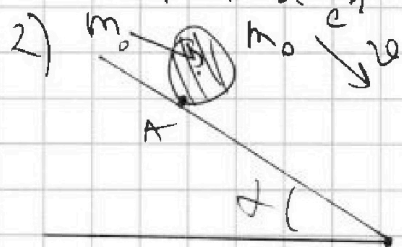
$$a_2 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$



$$\text{Отсюда } a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}, \quad \sin \alpha = \frac{6 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,3$$

(у шариков) $a_1 = |\vec{a}_1| = 2 \frac{m}{c^2}$
 $a_2 = |\vec{a}_2| = 4 \frac{m}{c^2}$



Если болта натянута без трения - вращения, для нее выполняется ЗСЭ, т.к. $A_{тр} = 0$ и $A_N = 0$.

$$E_{к вогд} = m_0 \frac{v^2}{2}$$

$$E_k = m_0 \cdot \frac{v \cdot \omega}{2} + E_{\text{вращ}}; \quad E_k \text{ (где } E_k \text{ - кин. энергия тела)}$$

В СО ЧМ все точки болты (как вогд) в СО ЧМ вращаются вокруг центра шарика с ω .

Но, с другой стороны $\omega = \frac{v}{R}$ (м. вращ. вращ.)

$$v_{\text{цм}} = v \quad (R \text{ - радиус шарика)} \quad \text{Имеем } E_k = m_0 \cdot \frac{(v \cdot \frac{v}{R})^2}{2}$$

$$E_k = m_0 v^2$$

$$\text{Отсюда ЗСЭ} = \frac{3}{2} m_0 v^2 + 2m_0 gh = \text{const.}$$

$$\text{Отсюда } 2m_0 gh = \frac{3}{2} m_0 v^2 \Rightarrow v = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{gh} = 2 \sqrt{\frac{gh}{3}}$$

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



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!

Умножив уравнение на 3 с з: $2m_0 g h' + \frac{3}{2} m_0 v^2 = \text{const}$

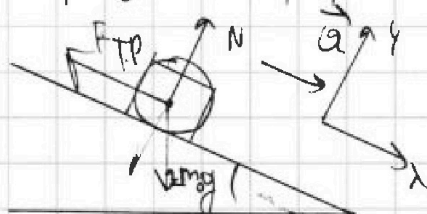
$$2m_0 g \cdot \frac{dh}{dt} + 3m_0 v \frac{dv}{dt} = 0 \quad \left(\frac{dv}{dt} = a \right) \quad \left(\frac{dh}{dt} = -v \sin \alpha \right)$$

$$-2m_0 g \cdot v \sin \alpha + 3m_0 v \cdot a = 0 \Rightarrow a = \frac{2g \sin \alpha}{3}$$

$$a = \frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,3}{3} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найдём ограничения на $F_{\text{тр}}$.

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (эквивалентно: "затормозить" прибор не можем)



Затормозим 2-ой g -н потоком на ox и oy :

$$N_z = N - 2m_0 g \cos \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}} = 2m_0 g \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 2m_0 \cdot \frac{2g \sin \alpha}{3}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{2m_0 g \sin \alpha}{3} \quad 1 + \mu = \frac{0,3}{\sqrt{1+0,3^2}}$$

$$\frac{2m_0 g \sin \alpha}{3} \leq \mu \cdot 2m_0 g \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\mu \geq \frac{1}{\sqrt{100+9}} \Rightarrow \mu \geq \frac{1}{\sqrt{109}} \Rightarrow \mu \geq 0,096$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,3$; $v = 2\sqrt{\frac{gh}{3}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $a = \frac{2g \sin \alpha}{3} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

$$\mu \geq \frac{\tan \alpha}{3} \Rightarrow \mu \geq \frac{1}{\sqrt{100}} \approx 0,096$$



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!

Решение: 1) $C = \frac{Q}{\epsilon_0 \sigma} \cdot \frac{Q}{d} \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} = E$ (поле между пластинами конденсатора при $d \ll \sqrt{S}$)
 $\sigma = \frac{Q}{S} \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{QC}{d} = E$

$F = Eq \Rightarrow a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = E \cdot q = \frac{Qe}{m}$
 Заметим, что $a = \text{const}$ вне зависимости от расстояния до пластины с зарядом $+Q$.
 Заметим, что $a = a_n$ ($a \perp v_0$)
 значит $R = \frac{v_0^2}{a_n} = \frac{v_0^2 d}{Qe \gamma}$

2) $\vec{v} \perp \vec{a} = \text{const}$, то траектория частицы - парабола. $\vec{v} \perp \vec{a}$ конденсатор плоский, то эквивалентным

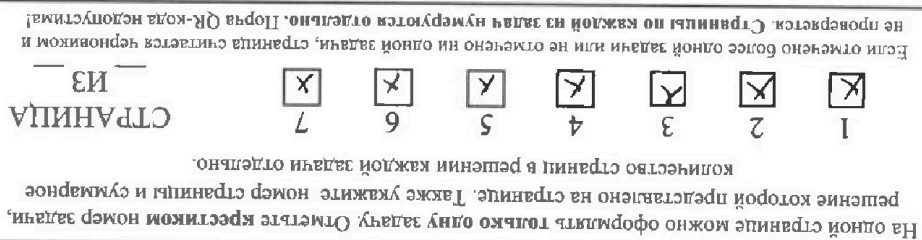
моменты будут параллельны $-Q$ обкладкам конденсатора.
 $-\varphi_a + \varphi_b = +E \cdot d/4 \Rightarrow -\varphi_a + \varphi_b = -\frac{Qe \cdot d}{4} = -\frac{Qe \cdot d}{4}$

Заметим γ -к сохранения энергии.

$m \frac{v_0^2}{2} + \varphi_a q = m \frac{v^2}{2} + \varphi_b q \Rightarrow$
 $\Rightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{Qe \cdot d}{4} \cdot 2 \cdot \gamma$

$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{Qe \cdot d}{2} \gamma} \Rightarrow v \left(\frac{Qe \cdot d}{2} \right)$

Ответ: 1) $R = \frac{v_0^2 d}{Qe \gamma}$ 2) $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{Qe \cdot d}{2} \gamma}$



☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
7	6	5	4	3	2	1

На одной странице можно оформить только одну задачу. Ответьте вопросом номер задания, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное

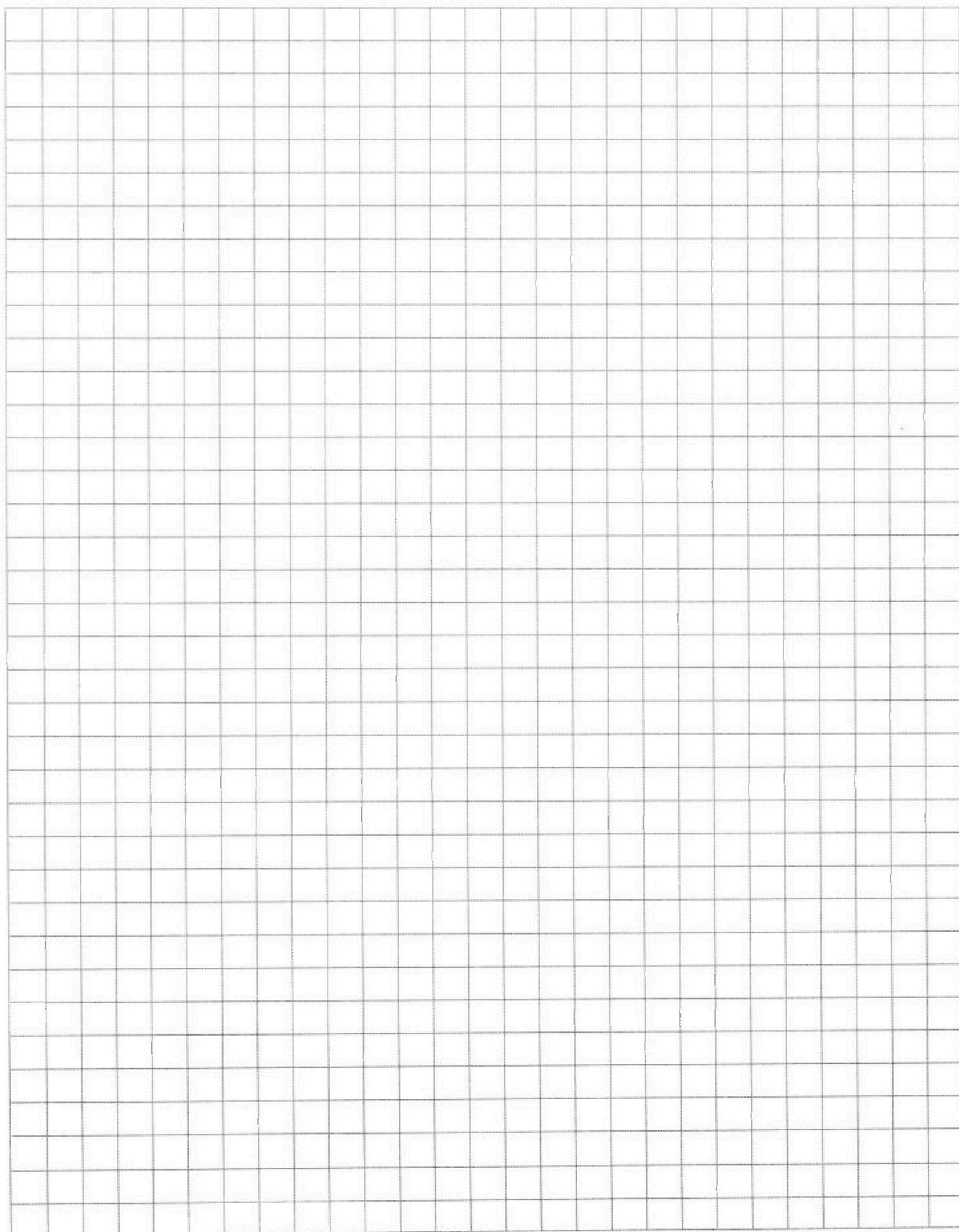


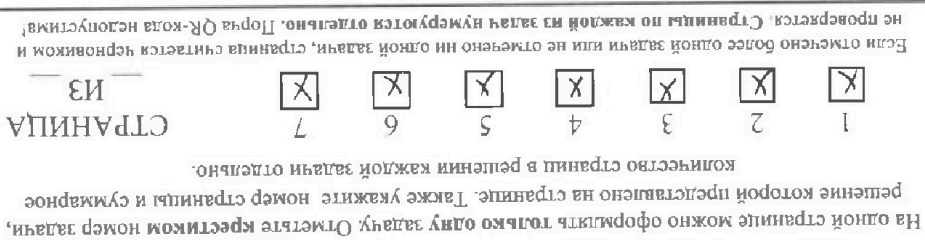
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
7	6	5	4	3	2	1

На одной странице можно оформить **только одну** задачу. Ответьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное

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!

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} R V_r + \frac{5}{2} R V_k \quad \frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{Q}{\Delta T_1} = R(V_r + V_k) \quad 60 \neq 0$$

$$\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{5}{2} R V_r + \frac{7}{2} R V_k$$

$$V_k = \frac{Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\Delta T_1 \Delta T_2} - V_r$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} R V_r + \frac{5}{2} R \left(\frac{Q(\Delta T_1 - \Delta T_2)}{\Delta T_1 \Delta T_2} - V_r \right) - \frac{5}{2} R V_r$$

$$R V_r = \frac{5}{2} \frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{7}{2} \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{5\Delta T_1 - 7\Delta T_2}{2\Delta T_1 \Delta T_2} Q$$

$$V_0 \sqrt{V_0^2 + 2gh} =$$

$$R V_k = C_p - C_v - \frac{3C_p}{2} + \frac{7C_v}{2}$$

$$\frac{30 - 28}{30 - 42} = 1$$

$$= 1 \cdot \frac{3(1+5)}{5(1+5)}$$

$$\frac{3C_v - 3C_p}{2R}$$

$$\frac{5C_p - 7C_v}{5C_v - 3C_p}$$

$$= \frac{5 \cdot 15 - 7 \cdot 10}{5 \cdot 10 - 3 \cdot 15} = 1$$

$$4 =$$

$$V_r, V_k$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{3}{2} R V + \frac{5}{2} R V = 4 R V$$

$$2V_0 = T$$

$$Q \frac{600}{15} = 40$$

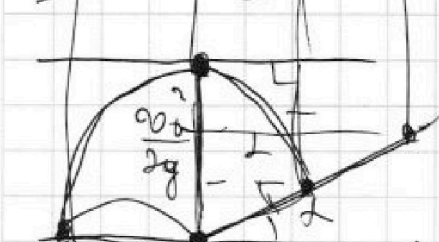
$$\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{5}{2} R V + \frac{7}{2} R V = 6 R V$$

$$Q \frac{0.10}{2}$$

$$600 \cdot 10 = 2000 \text{ m}$$

$$600 = A + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \sqrt{V_0^2 + 2gh}$$

$$A = 600 \left(1 - \frac{2}{3} \right) = 200$$



$$V_0' = x \sin \alpha + x$$

$$120 + 15$$

$$= 135 \text{ m}$$

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

$$4 = \sqrt{\left(\frac{V_0}{g} \right)^2 + 2h \frac{V_0^2}{g}}$$

$$\frac{45}{10 \cdot \frac{9}{2}} = 3$$

$$= \frac{45 \cdot 45 \cdot 2}{80 \cdot 2}$$

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

$$\frac{1}{\sin \alpha} = h + \frac{V_0^2}{g}$$

$$\frac{V_0^2}{g} = h + \frac{V_0^2}{g} \Rightarrow \left(\frac{V_0}{g} \right)^2 + 2h \frac{V_0}{g} = h^2 + 4h^2$$

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

$$\frac{1}{\sin \alpha} = h + \frac{V_0^2}{g}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_0}{g} \right)^2 + 2h \frac{V_0}{g} = h^2 + 4h^2$$



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!

$$\sqrt{1 + \left(\frac{80 \cdot 80}{10 \cdot 800}\right)} - 1 = \sqrt{\frac{100 + 64}{100}} - 1 = \frac{\sqrt{164}}{10} - 1$$

$$\sqrt{1640} \quad \sqrt{0,164} = 12,80 \quad \frac{20}{1} = 20 \text{ см.}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 64 \\ \hline 248 \\ \times 2000 \\ \hline 256 \times 1984 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$(L-R) \frac{w}{R} + w$$

$$\frac{L}{R} w =$$

$$d\phi = w dt$$

$$N = \sqrt{2gR \left(\frac{V'}{R}\right)^2 + g^2}$$

$$R = \sqrt{1 + \left(\frac{V'^2}{gR}\right)^2} \sqrt{1}$$

$$\sqrt{1 + \left(\frac{640 \cdot 80}{10 \cdot 800}\right)^2} - 1 = \frac{164}{100}$$

$$C_p = (C_{VH_2} + R) V_{H_2} + (C_{V_{O_2}} + R) V_{O_2}$$

$$C_p = -\frac{5}{2} C_V + \frac{3}{2} C_p = R V_{H_2}$$

$$V_{H_2} = \frac{3C_p - 5C_V}{2R}$$

$$\Delta\phi(L-2R) + \Delta\phi R = \frac{5}{2} \cdot 10 + \frac{17}{2} \cdot 10 = 40$$

$$V_{O_2} =$$

$$\begin{array}{r} 12,8 \\ 12,8 \\ \hline 1024 \\ 256 \\ \hline 128 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,8 \\ 12,8 \\ \hline 1024 \\ 256 \\ \hline 128 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$R w dt + w dt + L-R w$$

$$w dt = \frac{w}{R} dt$$

$$\frac{12,8}{12,8} = \frac{C_p - C_V}{1}$$

$$(L-2R) d\phi + d\phi R = \frac{L-R}{R} d\phi w dt$$

$$\frac{164}{100} = \frac{2C_p - 2C_V}{3C_p - 5C_V} = \frac{3C_V - C_p}{2R}$$