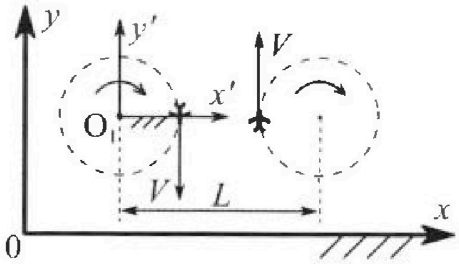
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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/с^2.

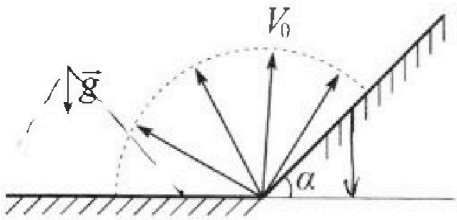


1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

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

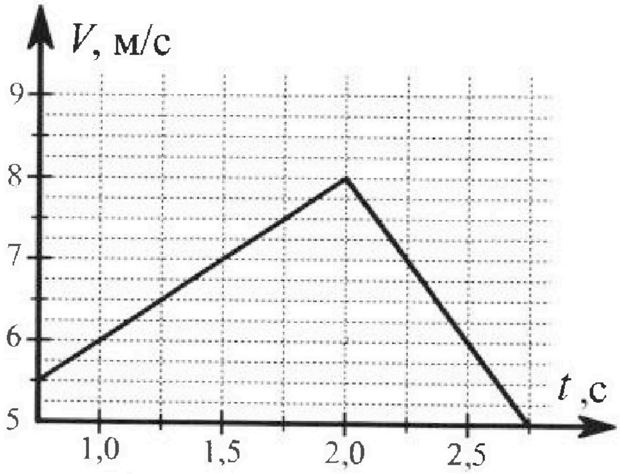
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^0$. 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/с^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



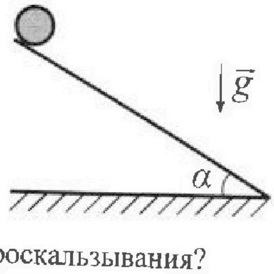
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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/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 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?

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 $\Delta T_1 = 15$ K. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ K.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_\Gamma}{N_К}$ 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 и з 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.

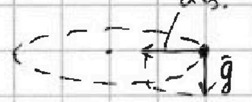
1 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

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!

№1

Рассм. движение самолёта с лётчиком:

т.к. плоскость горизонтальна, то $\bar g$ направлено перпендикулярно движению, самолёт движется по окружности, значит есть центростремительное ускорение. Тогда $\bar a = \bar a_ц + \bar g$, а вес лётчика:



$\bar P_1 = m\bar a$, ~~Ровно~~ $F_т = mg$

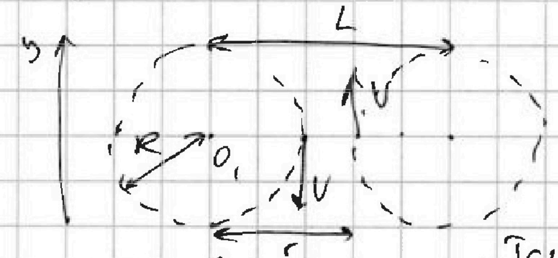
$a_ц = \frac{v^2}{R}$

$a_ц \perp g \Rightarrow a = \sqrt{a_ц^2 + g^2} = \frac{\sqrt{v^4 + g^2R^2}}{R}$

$P_1 = m\frac{\sqrt{v^4 + g^2R^2}}{R}$

$\delta = 100\left(\frac{P_1 - mg}{mg}\right) = 100\left(\frac{P_1}{mg} - 1\right) = \left(\frac{\sqrt{v^4 + g^2R^2}}{gR} - 1\right)\cdot 100\% = \left(\sqrt{\frac{80^4}{10^2\cdot 800^2} + 1} - 1\right)\cdot 100 =$

$= \left(\sqrt{\frac{164}{100}} - 1\right)100 = (\sqrt{41} - 5)20 = \boxed{20\sqrt{41} - 100}\ \%$.



Перейдём в СО вращающуюся с СО, связанную с первым лётчиком. $\bar\omega_{со} = \frac{\bar V}{R}$,

Тогда все тела в этой СО будут вращаться вокруг O, со угловой скоростью ~~$\bar\omega_{со}$~~ а $\bar\omega' = -\bar\omega_{со}$

~~направленную~~ Тогда скорость 2 лётчика в этот момент: $\bar V' = \bar V - \bar\omega_{со}\cdot \bar r \Rightarrow$ $\boxed{\bar V' \text{ направлен вдоль } Oy \text{ вверх}}$

$Oy: V' = V + \omega_{со}\cdot r$

$r = L - R$

$\Rightarrow \boxed{V' = V + \frac{V}{R}\cdot (L - R) = \frac{VL}{R}} = \frac{80\cdot 2000}{800} = \boxed{200 \text{ м/с}}$

Ответ: $\delta = (20\sqrt{41} - 100)\%$; $V' = 200$ м/с; $\bar V'$ направлен вдоль оси Oy вверх

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.

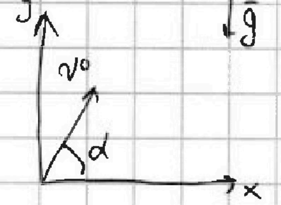
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

№2

Запишем уравнения для полёта тела; брошенного со скорость v_0 под углом α $(=30)$ к горизонту:



$x = v_0\cos\alpha t$

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

При падении на горизонтальную поверхность, конечная ~~высота~~ коорд. y будет 0, при падении на склон h:

$h = v_0\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$D = v_0^2\sin^2\alpha - 2gh$

$t = \frac{v_0\sin\alpha \pm \sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{g}$ => чтобы время было максимально оставлен наибольший корень

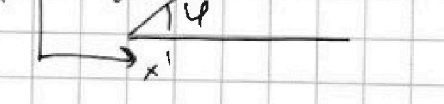
$t = \frac{v_0\sin\alpha + \sqrt{v_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{g}$ (1)

Из (1) видно, что любое значение h, кроме 0 (т.к. очевидно $h \geq 0$) будет уменьшать максимальное время, а значит, время будет максимальным, если осколок будет падать на горизонтальную поверхность, т.е.:

$t = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}$; $\sin\alpha \in [0;1]$ (т.к. $\alpha \in [0;180]$) => $t_{max} = \frac{v_0\cdot 2}{g}$, т.е. $\sin\alpha = 1$, $\alpha = 90°$

$t_{max} = \frac{2v_0}{g} = T$ => $\boxed{v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{10\cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с}}$

Для ответа на второй вопрос перейдем в СО наклонной плоскости: пусть тело брошено со скоростью v_0 под углом φ к горизонту; β – угол наклона плоскости; по условию β = 30°



$x' = v_0\cos\varphi t - \frac{g\sin\beta t^2}{2}$ (2)

$y' = v_0\sin\varphi t - \frac{g\cos\beta t^2}{2}$

При падении $y' = 0$,

$0 = v_0\sin\varphi t - \frac{g\cos\beta t^2}{2}$ => $t = \frac{2v_0\sin\varphi}{g\cos\beta}$

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!

Подставим t_0 (2):

$$x = v_0\cos\varphi\cdot\frac{2v_0\sin\varphi}{g\cos\beta} - \frac{g\sin\beta}{2}\cdot\frac{4v_0^2\sin^2\varphi}{g^2\cos^2\beta} = \frac{2v_0^2\cos\varphi\sin\varphi}{g\cos\beta} -$$

$$- \frac{2v_0^2\sin^2\varphi}{g\cos\beta}tg\beta = \cancel{\frac{2v_0^2}{}}\frac{v_0^2}{g\cos\beta}(\sin2\varphi - 2\sin^2\varphi\, tg\beta) \quad (\Delta)$$

Найдем экстремум функции:

$x' = 0$

$\cancel{\frac{v_0}{g\cos\beta}(\sin2\varphi - 2\sin^2\varphi\, tg\beta)' = 0}$ $\quad \frac{2v_0}{g\cos\beta}(\sin\varphi\cos\varphi - \sin^2\varphi\, tg\beta)' = 0$

$\cancel{\cos2\varphi - 2tg\beta \cos\varphi}$ $\quad 0 = \sin'\varphi\cos\varphi + \sin\varphi\cos'\varphi - 2\sin\varphi\cos\varphi\, tg\beta$

$\cos^2\varphi - \sin^2\varphi - 2\sin\varphi\cos\varphi\, tg\beta = 0$

$tg30° = \frac{1}{\sqrt3}$

$\cos^2\varphi - \frac{2}{\sqrt3}\cdot\sin\varphi\cos\varphi - \sin^2\varphi = 0$

$D = \frac{4}{3}\sin^2\varphi + 4\sin^2\varphi = \frac{16}{3}\sin^2\varphi$

$\cos\varphi = \frac{\left(\frac{2}{\sqrt3} \pm \frac{4}{\sqrt3}\right)\sin\varphi}{2} = \frac{6}{2\sqrt3}\sin\varphi = \sqrt3\sin\varphi \quad \varphi \in [0;90] \Rightarrow \cos\varphi \geq 0$

$\cos^2\varphi + \sin^2\varphi = 1$

$4\sin^2\varphi = 1$

$\sin\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30° \Rightarrow \cos\varphi = \frac{\sqrt3}{2} \to (\Delta)$:

$$x_{max} = \frac{v_0^2}{g\cos\beta}\cdot(\sin60 - 2\sin^2 30\, tg\beta) = S =$$

$$= \frac{45^2}{10\cdot\frac{\sqrt3}{2}}\cdot\left(\frac{\sqrt3}{2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt3}\right) = \frac{45^2}{5\sqrt3}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{\sqrt3} = \frac{45^2}{15} = 3\cdot45 = \boxed{135м}$$

Ответ: $v_0 = 45$ м/с

$S = 135$ м.

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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

Очевидно, что перелом на графике $V(t)$ – изменение ускорения шайбы, а следовательно – это момент столкновения шайбы с упором.

Т.к. после столкновения с упором модуль скорости шайбы ~~не поменялся, то можно~~ считать удар абсолютно упругим, т.е. скорость шайбы не изменила свой модуль, но изменила направление на противоположное. ~~Т.к. после сообщения шайбе начальной скорости её модуль только увел~~

Расм. силы, действующие на шайбу:

$Oy: N = mg\cos\alpha$

$Ox: ma = mg\sin\alpha - f$

$f_{тр} = N\mu = mg\cos\alpha\,\mu$

$a_{x_1} = g\sin\alpha - g\cos\alpha\,\mu$

если V тела направлена вниз по наклонной плоскости

и $a_{x_2} = g\sin\alpha + g\cos\alpha\,\mu$, если V тела направлена вверх по наклонной плоскости.

Т.к. после сообщения шайбе начальной скорости её модуль только увеличивался, то шайба соскальзывала вниз по наклонной плоскости и ее нач. скорость направлена туда же. Тогда ее ускорение: $a_{x_1} = g\sin\alpha - g\cos\alpha\,\mu$.

По графику $V(t)$ найдем его как ~~угла~~ тангенс угла наклона первой прямой (до столкновения): $tg\,\alpha = \frac{8-6}{1} = 2 \Rightarrow a = 2\ м/с^2 = g\sin\alpha - g\cos\alpha\,\mu$.

Соответственно после удара ~~вектор~~ направление ее скорости поменялось на противоположное и скорость шайбы стала направлена вверх по наклонной плоскости, тогда ее ускорение: $a_{x_2} = g\sin\alpha + g\cos\alpha\,\mu$

По графику тем же способом найдем a_{x_2}:

$tg\,\beta = \frac{8-6}{0{,}5} = 4 \Rightarrow a_{x_2} = 4\ м/с^2 = g\sin\alpha + g\cos\alpha\,\mu$.

~~Действительно~~

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 ☐

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!

~~Нач~~ Тогда $a_{x_2} > a_{x_1}$, что и видно на графике.

Решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 2 = g\sin\alpha - g\cos\alpha\,\mu \\ 4 = g\sin\alpha + g\cos\alpha\,\mu \end{cases}$$

$\Downarrow$

$g\sin\alpha = 3 \Rightarrow \boxed{\sin\alpha = \frac{3}{10}}$ $\quad$ $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ $\Downarrow$ $\cos\alpha = \sqrt{0{,}91}$

$g\cos\alpha\,\mu = 1$

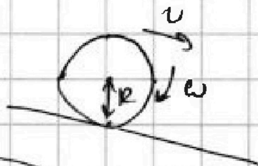
$\mu = \frac{1}{10\sqrt{0{,}91}}$

Перейдём по второму опыту:

~~Т.к. доска заполнена идеальной жидкостью, то~~

нельзя говорить о том, что жидкость вращается вместе с доской.

Т.к. движение доски без проскальзывания, то скорость точки доски, которая контактирует с наклонной плоскостью равна 0 $\Rightarrow V = \omega R$.



Запишем ЗСЭ используя теорему кин. энергии ~~вращ. движения~~

Кин.:

$2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \frac{m\omega^2R^2}{2} + \cancel{mg} A_{тр}$ — работа силы трения.

кин. энергия поступательного движения.

Кин. ~~потенц.~~ энергия доски

Внутри доски вода той же массы, но вращается только доска, поэтому $E_{вращ} = \frac{mv^2}{2}$, т.к. $\omega R = v$

Если доска по вертикали переместилась на высоту h, то вдоль наклонной плоскости она переместилась на $\frac{h}{\sin\alpha}$.

Из первого эксперимента $F_{тр} = mg\cos\alpha\,\mu$

$A_{тр} = mg\cos\alpha\,\mu \cdot \frac{h}{\sin\alpha}$

$\Downarrow$

$2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mg\cos\alpha\,\mu\cdot\frac{h}{\sin\alpha}$

$v^2 = \frac{2}{3}\cdot\left(2gh - g\cos\alpha\,\mu\cdot\frac{h}{\sin\alpha}\right)$

$v^2 = \frac{2}{3}\left(2\cdot10\cdot0{,}3 - 10\cdot\sqrt{0{,}91}\cdot\frac{1}{10\sqrt{0{,}91}}\cdot\frac{0{,}3}{0{,}3}\right) = \frac{2}{3}(6-1) = \frac{10}{3}$ 4

$\boxed{v = \sqrt{\frac{10}{3}}\ 2}$

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 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!

2) Запишем ЗСЭ используя теорему Кенига:

$\underset{(1)}{2mgh} = \underset{(2)}{\frac{2mv^2}{2}} + \underset{(3)}{\frac{m\omega^2R^2}{2}} + \underset{(4)}{A_{тр}}$

т.к. вода не вращается вместе с доской

(1) – пот. мех. энергия доски с водой

(2) – конечная кин. энергия вращ. движения доски с водой

(3) – конечная кин. энергия вращ. движения доски

(4) работа силы трения.

При перемещении на h по вертикали вдоль наклонной плоскости тело проходит $l = \frac{h}{\sin\alpha}$. $F_{тр} = mg\cos\alpha\mu$ (из 1 опыта)

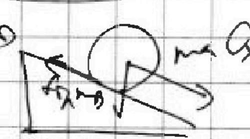
$A_{тр} = F_{тр} \cdot l = mg\cos\alpha\mu\frac{h}{\sin\alpha}$

$2gh = \frac{3}{2}v^2 + g\cos\alpha\mu\frac{h}{\sin\alpha}$

$5 = \frac{3}{2}v^2$

$v = \sqrt{\frac{10}{3}}$

по 2-закону Ньютона:

3) 

$2ma_x = 2mg\sin\alpha - 2mg\cos\alpha\mu$

$\boxed{a = g\sin\alpha - g\cos\alpha\mu = 2\ м/с^2}$

Угловое ускорение точки доски:

$\varepsilon = \frac{a}{r}$ — рад. доски

Для того, чтобы не было 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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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!

Т.к. вращается только доска, а не вода

$m\varepsilon r \le F_{тр}$.

$ma \le 2mg\cos\alpha\,\mu$

$mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\,\mu \le \cancel{2ag}$ [illegible]

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{3\cos\alpha} = \frac{1}{10\sqrt{0{,}91}}$$

При этом доска должна двигаться

$$a > 0 \Rightarrow g\sin\alpha > g\cos\alpha\,\mu$$

$$\mu < \frac{3}{10\sqrt{0{,}91}}$$

$$\frac{1}{10\sqrt{0{,}91}} \le \mu < \frac{3}{10\sqrt{0{,}91}}$$

Ответ: $\sin\alpha = \frac{3}{10}$; $v = \sqrt{\frac{10}{3}}$; $a = 2$ м/с²; $\frac{1}{10\sqrt{0{,}91}} \le \mu < \frac{3}{10\sqrt{0{,}91}}$

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!

№4

По первому закону термодинамики:

$Q = \Delta U + A$, но так как в данном случае смесь двухатомного (кислорода) и одноатомного (гелия) газа, то:

$\Delta U_г$ – изм. внутр. энергии гелия

$A_г$ – работа гелия

$\Delta U_к$ – изм. вн. энергии кисл.

$A_к$ – работа кислорода

$Q = \Delta U_г + A_г + \Delta U_к + A_к$

Работа ИГ в может быть, только если меняется объем, => при изохоре $A_г = A_к = 0$

$Q = \Delta U_г + \Delta U_к = \frac{3}{2} V_г \cdot \Delta p + \frac{5}{2} V_к \Delta p$ (1) т.к. газы находятся вместе, то изменения давлений одинаковы, и соответственно изменения температуры тоже одинаковы.

~~$p_г V_г = \nu R T$~~

~~$p_г + \Delta p$~~

$p_г V_г = \nu_г R T$

$(p_г + \Delta p) V_г = \nu_г R (T + \Delta T)$

$\Delta p V_г = \nu_г R \Delta T$

Аналогично для кислорода:

$\Delta p V_к = \nu_к R \Delta T$

Подставим в (1):

$Q = \frac{3}{2} \nu_г R \Delta T + \frac{5}{2} \nu_к R \Delta T$

Для изобары то же самое:

$Q = \Delta U_г + \Delta U_к + A_г + A_к$

При изобаре:

$A = p \Delta V \Rightarrow A_г = p \Delta V_г \quad A_к = p \Delta V_к$

$\Delta U_г = \frac{3}{2}(p(V_г + \Delta V_г) - pV_г) = \frac{3}{2} p \Delta V_г$

$\Delta U_к = \frac{5}{2}(p(V_к + \Delta V_к) - pV_к) = \frac{5}{2} p \Delta V_к$

Т.к. газы находятся в смеси, то их измен. температур одинаковы

$pV_г = \nu R T_1$

$p(V_г + \Delta V_г) = \nu R (T_1 + \Delta T_1)$

$p \Delta V_г = \nu R \Delta T_1$

$pV_к = \nu R T_1$

$p(V_к + \Delta V_к) = \nu R (T_1 + \Delta T_1) \Rightarrow p \Delta V_к = \nu R \Delta T_1$

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 __ 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!

$Q = \frac{3}{2} p\Delta V + p\Delta V$

$Q = \frac{3}{2} \nu R\Delta T + \nu R \Delta T$

3 м/с

3 м/с $\quad v = \sqrt{1,8}$

$\sqrt{\frac{10}{3}}$ $\quad \frac{\frac{10}{3}}{2a} = 0,3$

$\mu \geq$

$a = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$ ... $\quad \frac{5}{3a} = 0,3$

$a = \frac{50}{9}$

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!

$Q = \frac{3}{2}\nu_г R\Delta T_1 + \nu_г R\Delta T_1 + \frac{5}{2}\nu_к R\Delta T_1 + \nu_к R\Delta T_1 =$

$= \frac{5}{2}\nu_г R\Delta T_1 + \frac{7}{2}\nu_к R\Delta T_1$

Решим систему двух уравнений:

$600 = \frac{3}{2}\nu_г R\cdot 15 + \frac{5}{2}\nu_к R\cdot 15$

$600 = \frac{5}{2}\nu_г R\cdot 10 + \frac{7}{2}\nu_к\cdot R\cdot 10$

$\frac{3}{2}\nu_г\cdot\frac{15}{3} + \frac{5}{2}\nu_к\cdot\frac{15}{3} = \frac{5}{2}\nu_г\cdot\frac{10}{2} + \frac{7}{2}\nu_к\cdot\frac{10}{2}$

$4{,}5\nu_г + 7{,}5\nu_к = 5\nu_г + 7\nu_к$

$0{,}5\nu_к = 0{,}5\nu_г$

$\nu_к = \nu_г = \underline{\nu}$

Тогда:

$600 = 60\nu R$

$\nu = \frac{10}{8{,}3} \approx \frac{6}{5}$

$A = A_г + A_к = \nu R\Delta T_1 + \nu R\Delta T_1 = 2\nu R\Delta T_1 = 2\cdot\frac{6}{5}\cdot 8{,}3\cdot 10 =$

$= 2\cdot\frac{6}{5}\cdot\frac{25}{3}\cdot 10 = \boxed{200\ Дж}$

C_V: $Q = C_V$

Для изохоры

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \frac{5}{2}\nu R\Delta T$

$Q = \underbrace{4\nu R}_{C_V}\Delta T \Rightarrow C_V = \frac{Q}{\Delta T} = \boxed{40\ \frac{Дж}{°C}}$

$\nu_г = \nu_к$

$\frac{N_г}{N_A} = \frac{N_{O_2}}{N_A} \Rightarrow N_г = N_{O_2}$, но т.к. кислород двухатомный, то

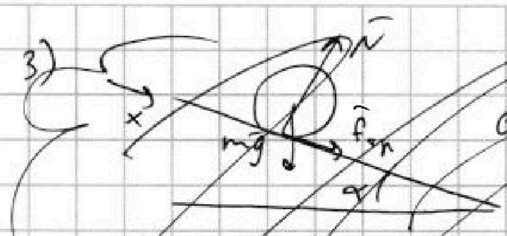
$N_к = 2N_{O_2} = 2N_г \Rightarrow \boxed{\frac{N_г}{N_к} = \frac{1}{2}}$

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 __

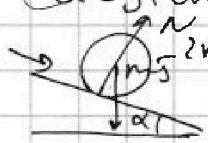
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

3) 

Рассмотрим проекции сил в соотношении с на ускорении бочки не влияет, значит

$2ma_x = 2mg\sin\alpha$

$a_x = g\sin\alpha = 3$ м/с²

4) Если бы не было силы трения, то бочка бы двигалась с ускорением a под действием ускорения a, каждая точка бочки двигается с угл. ускорением $\varepsilon = \frac{a}{r}$. Но при условии отсутствия проскальзывания, когда ~~a~~ 

$2ma_x = 2mg\sin\alpha$

$a_x = g\sin\alpha = 3$ м/с

β ~~$V = 2$ м/с~~

~~$h = 0,3$ м~~

~~$h = \frac{at^2}{2}$~~

~~$v = at$~~ $\Rightarrow t = \frac{v}{a}$ $\quad h = \frac{v^2}{2a}$

$a = \frac{v^2}{2h} = \frac{4}{0,6} = \frac{20}{3}$ м/с²

Тогда угловое ускорение точки на бочке пусть будет ε; $\varepsilon = \frac{a}{r}$

Для предотвращения проскальзывания:

$m\varepsilon \le F_{тр}$

$ma \le 2\mu mg\cos\alpha$ (из первого опыта)

$\mu \ge \frac{a}{2g\cos\alpha}$

$\mu \ge \frac{\cancel{20}\ 3}{3 \cdot 10 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,91}} = \frac{3}{20\sqrt{0,91}}$

$\boxed{\mu \ge \frac{3}{20\sqrt{0,91}}}$

Но при этом $F_{тр} \le F_{тр.п.}$ колесо должно двигаться $\Rightarrow$ $2\mu g\cos\alpha \le 2mg\sin\alpha$

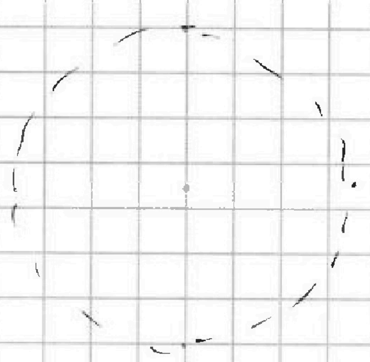
$\boxed{\frac{3}{20\sqrt{0,91}} \le \mu \le \frac{3}{10\sqrt{0,91}}}$ $\quad \mu \le \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow \mu \le \frac{3}{10\sqrt{0,91}}$

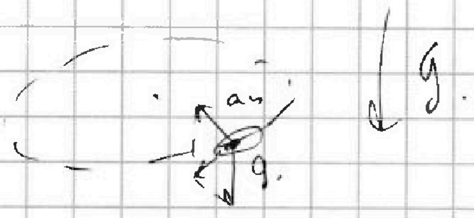
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ ИЗ __

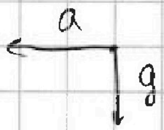
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





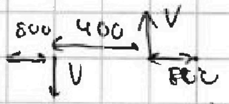
$\sqrt{g^2+a^2} = \sqrt{100+\frac{6400}{800}} = \sqrt{164}$

$a_n = \frac{6400}{800} = 8$



$\delta = \frac{\sqrt{164}-10}{10} = \frac{\sqrt{164}}{10} - 1 =$

$\left(\frac{\sqrt{41}}{5}-1\right)\cdot 100 = \sqrt{41}\cdot 20 - 100 = 20(\sqrt{41}-5)$



$\omega = \frac{80}{800} = 0{,}1\ \frac{1}{c}$

$V_1' = \omega \cdot 1200 = 120$ м/с

$V' = V + V_1' = 200$ м/с.

$h = 0 + V_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin\alpha\, t + h = 0$

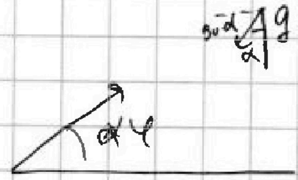
$D = V_0^2 \sin^2\alpha - 2gh \Rightarrow \max$, если $h = 0$.

$t_{max} = \frac{V_0 \sin\alpha + \sqrt{V_0^2\sin^2\alpha - 2gh}}{g} \Rightarrow$ дальше, если

падает на горизонт $\Rightarrow t_n = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow \max$, если $\sin\alpha = 1, \alpha = 90°$

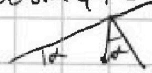
$t = \frac{2V_0}{g}$

$V_0 = 45$



$x = V_0 \cos\varphi t - g\sin\alpha\, t^2$

$y = V_0 \sin\varphi t - \frac{g\cos\alpha\, t^2}{2}$



$0 = V_0 \sin\varphi \cancel{t} - \frac{g\cos\alpha\, t^2}{2}$

$L = \frac{V_0\cos\varphi \cdot 2V_0\sin\varphi}{g\cos\alpha} - \frac{4V_0^2\sin^2\varphi \cdot g\sin\alpha}{2\cdot g^2\cos^2\alpha} \quad \frac{2V_0\sin\varphi}{g\cos\alpha} = t$

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!