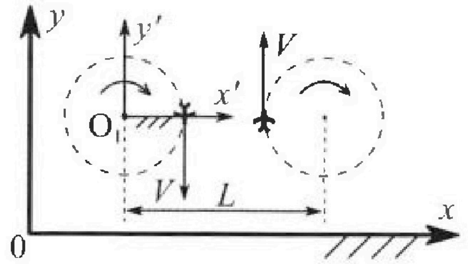
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

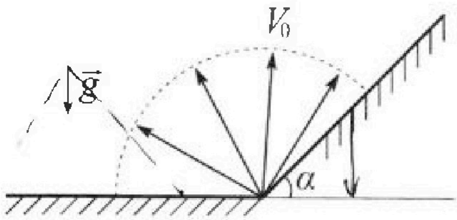


1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

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.

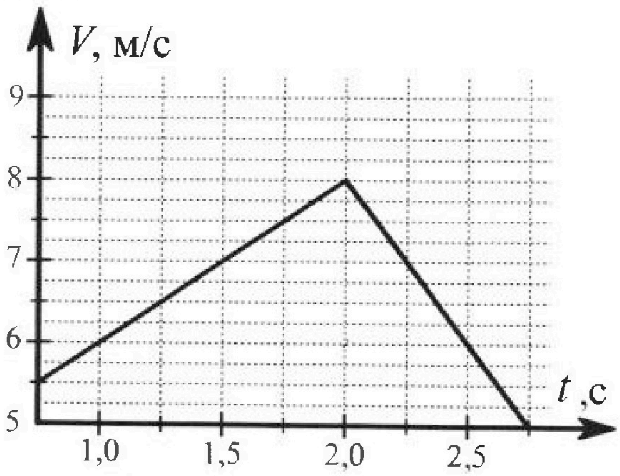
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.



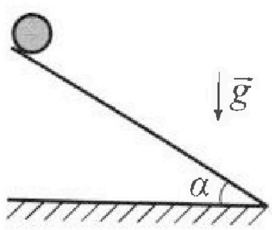
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $\Delta T_1 = 15$ 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 $\frac{N_Г}{N_К}$ 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 [ ]

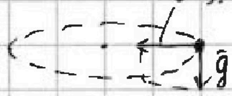
СТРАНИЦА 1 из 1

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!

№1

Рассм. движение самолета с летчиком:

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



$\bar P_1 = m\bar a$, ~~Раньше~~ $F = mg$

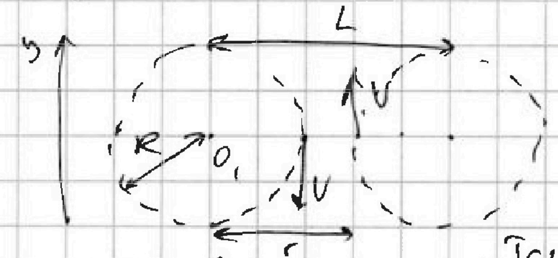
$a_ц = \frac{v^2}{R}$

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

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

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

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



Перейдем в СО вращающуюся с СО, связанную с первым летчиком. $\bar\omega_{co} = \frac{V}{R}$,

Тогда все тела в этой СО будут вращаться вокруг O, со угловой скоростью $\bar\omega' = -\bar\omega_{co}$ ~~и направленную~~ Тогда скорость 2 летчика в этот момент:

$\bar V' = \bar V - \bar\omega_{co}\cdot r \Rightarrow \boxed{\bar V \text{ направлен вдоль Oy вверх}}$

$Oy: V' = V + \omega_{co}\cdot r$

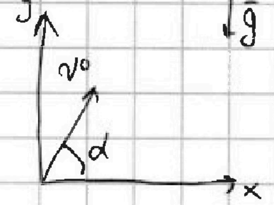
$r = L - R$

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

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

№2

Запишем уравнения для полёта тела, брошенного со скоростью v_0 под углом α (=30°) к горизонту:



$\downarrow \vec{g}$

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

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

$$h = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$$
$$D = v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh$$
$$t = \frac{v_0 \sin\alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g} \geq 0 \Rightarrow$$ чтобы время было максимально оставляем наибольший корень

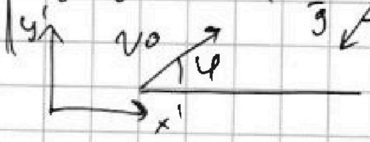
$$t = \frac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g} \quad (1)$$

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.:

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

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

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 $\beta = 30°$



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

При падении $y' = 0$:

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

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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 в (2):

$$x = V_0\cos\varphi\cdot\frac{2V_0\sin\varphi}{g\cos\beta} - \frac{g\sin\beta}{2}\cdot\frac{4V_0^2\sin^2\varphi}{g^2\cos^2\beta} = \frac{2V_0^2\cos\varphi\sin\varphi}{g\cos\beta} -$$

$$- \frac{2V_0^2\sin^2\varphi}{g\cos\beta}\,tg\beta = \cancel{2V_0^2}\,\frac{V_0^2}{g\cos\beta}(\sin2\varphi - 2\sin^2\varphi\,tg\beta)\ (\Delta)$$

Найдем экстремум функции:

$x' = 0$

$\cancel{\frac{V_0}{g\cos\beta}(\sin2\varphi - 2\sin^2\varphi\,tg\beta)'} = 0 \quad \frac{2V_0}{g\cos\beta}(\sin\varphi\cos\varphi - \sin^2\varphi\,tg\beta)' = 0$

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

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

$tg30° = \frac{1}{\sqrt3}$

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

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

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

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

$4\sin^2\varphi = 1$

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

$$x_{max} = \frac{V_0^2}{g\cos\beta}\cdot(\sin60° - 2\sin^2 30°\,tg\beta) = S =$$

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

Ответ: $V_0 = 45$ м/с

$S_{\cancel{x_{max}}} = 135$ 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 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 4

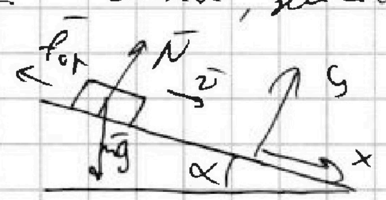
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

№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~~

Рассм. 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 её нач. скорость направлена туда же. Тогда её 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 её скорости поменялось на противоположное и скорость шайбы стала направлена вверх по наклонной плоскости, тогда её 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!

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

Решим систему уравнений:

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

и

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

$g\cos\alpha\mu = 1$

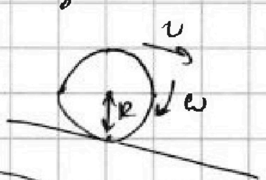
$\mu = \frac{1}{10\sqrt{0{,}91}}$

Перейдем ко 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 соприкасается с наклонной плоскостью равна 0 $\Rightarrow v = \omega R$.



Запишем ЗСЭ используя теорему кин. энергии вращ. движения

Начальная

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

кин. энергия поступательного движ.

Нач. ~~потенц.~~ энергия доски

Внутри доски вода тоже не может вращаться, 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 $F_{тр} = mg\cos\alpha\mu$

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

и

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

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

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

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

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.

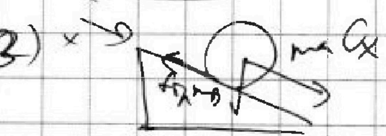
При перемещении на h по вертикали вдоль наклонной плоскости тело проходит $l = \frac{h}{\sin\alpha}$. $F_{тр} = mg\cos\alpha\mu$ (из 1 пункта)

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

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

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

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

3)  по 2-закону Ньютона:

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

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

Угловое ускорение точки доски:

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

Для того, чтобы не было проскальзывания:

Т.к. вращается только доска, а не вода

$m\varepsilon r \le F_{тр}$

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

$mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\mu \le 2a$ ...

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

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 ☐

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 кислорода ~~в задаче~~ смесь двухатомного 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. оба газа находятся вместе, то изменения давлений одинаковы, соответственно и изменения температур тоже одинаковы.

~~$p_г V_г = \nu_г R T$~~

~~$p_г + \Delta p$~~

$$p_г V_г = \nu_г R T$$

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

$$\Delta p V_г = \nu_г R \Delta T$$

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!

$Q = \frac{3}{2}p_0V + p_0V$

$Q = \frac{3}{2}\nu R_0T + \nu R_0T$

3м/с

3м/с $v = \sqrt{1{,}8}$

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

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

$\mu \geq$

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

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

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

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

Решим систему двух уравнений:

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

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

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

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

$$0{,}5\nu_к = 0{,}5\nu_г$$

$$\nu_к = \nu_г = \underline{\nu}.$$

Тогда:

$$600 = 60\nu R$$

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

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

$$= 2\cdot\frac{6^2}{8}\cdot\frac{25^5}{3}\cdot 10 = \boxed{200\ Дж.}$$

Для изохоры

$C_V = \frac{Q}{} = C_V$

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

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

$$\nu_г = \nu_к$$

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

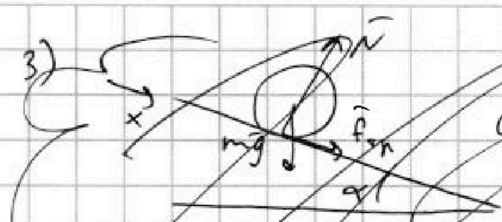
$$N_к = 2N_{O_2} = 2N_г \Rightarrow \boxed{\frac{N_г}{N_к} = \frac{1}{2}}$$

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 ☐

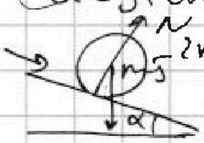
СТРАНИЦА __ ИЗ __

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) 

Сила трения препятствует скольжению и на ускорение 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~~ x  $2ma_x = 2mg\sin\alpha$

$a_x = g\sin\alpha = 3$ м/с

β) ~~$V = 2$ м/с~~

~~$h = 0,3$ м~~

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

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

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

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

Для предотвращения проскальзывания:

$m\varepsilon \leq F_{тр}$

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

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

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

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

Но при этом $F_{тр} \leq F_{ск}$, т.к. колесо должно двигаться $\Rightarrow$ $2\mu mg\cos\alpha \leq 2mg\sin\alpha$

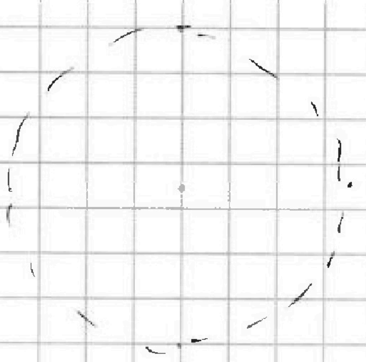
$\frac{3}{20\sqrt{0,91}} \leq \mu \leq \frac{3}{10\sqrt{0,91}}$ $\mu \leq \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow \mu \leq \frac{3}{10\sqrt{0,91}}$

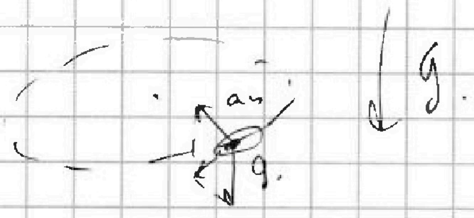
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ ИЗ __

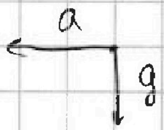
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





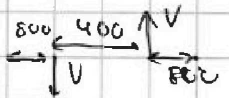
$\sqrt{g^2+a^2} = \sqrt{100+\frac{6400}{800}} = \sqrt{164}$

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



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

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



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

$V_1' = \omega \cdot 1200 = 120$ м/с

$V' = V + V' = 200$ 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

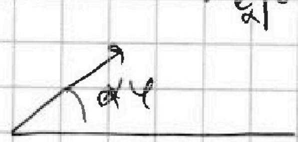
падает на горизонт $\Rightarrow t_п = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow$ max, если $\sin\alpha = 1,\ \alpha = 90°$

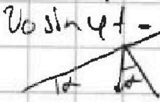
$t = \frac{2V_0}{g}$

$V_0 = 45$

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

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





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

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

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!