

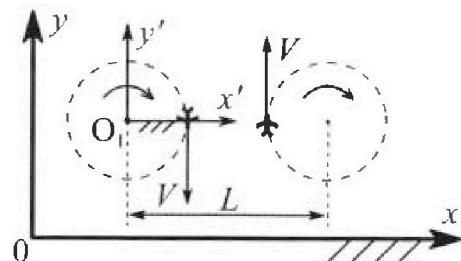
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 $V = 80 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=800 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

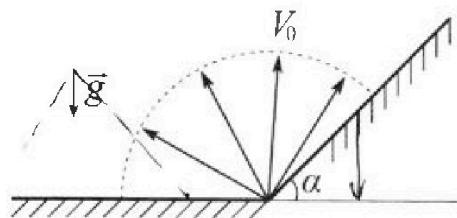


- На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=2 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

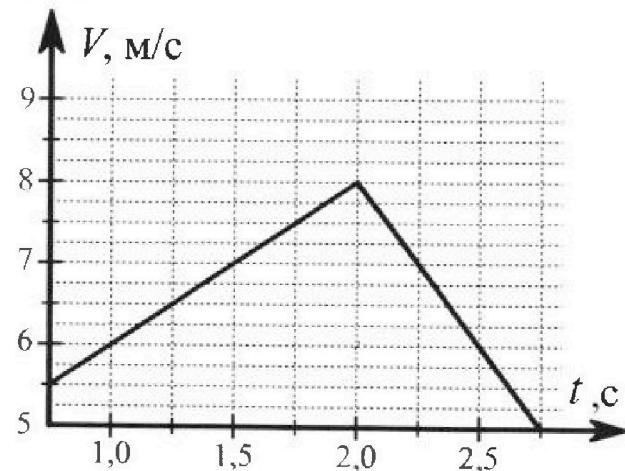
- Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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 $T = 9 \text{ с}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

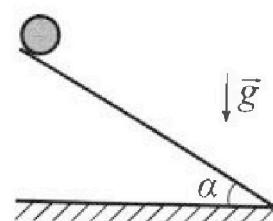


- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.



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.



- С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=0,3 \text{ м}$?
- Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
- 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 $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ 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?

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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

Рассмотрим движение самолета с лобовыми:

т.к. число корiolиса, то \vec{g} направлено перпендикулярно движению, самолет движется по окружности, \vec{a}_s зная ее центр спроецируем

$$\begin{array}{c} \leftarrow \quad \downarrow \\ \leftarrow \quad \downarrow \\ \leftarrow \quad \downarrow \end{array} \vec{g} \quad \vec{a}_s = \vec{a}_{ls} + \vec{g}, \text{ а} \quad \text{вес лежит}$$

$P_{ls} = m \vec{a}_s$, $P_{ls} = m \vec{a}_{ls}$

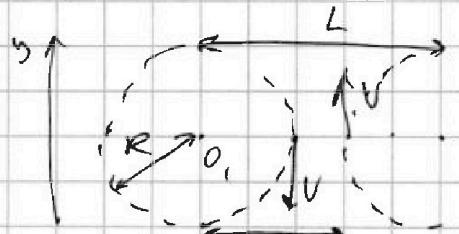
$$a_{ls} = \frac{V^2}{R}$$

$$a_{ls} + g \Rightarrow a_s = \sqrt{a_{ls}^2 + g^2} = \sqrt{V^4 + g^2 R^2}$$

$$P_{ls} = m \frac{\sqrt{V^4 + g^2 R^2}}{R}$$

$$G = \frac{(P_{ls} - mg)}{mg} = \frac{P_{ls}}{mg} - 1 = \left(\frac{\sqrt{V^4 + g^2 R^2}}{gR} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{\frac{V^4}{108800} + 1} - 1 \right) \cdot 100\%$$

$$\left(\sqrt{\frac{164}{100}} - 1 \right) \cdot 100 = (411 - 5) \% = 405\% \cdot 100\% = 405\%$$



Рассмотрим то вращающуюся с ω_0 , связанную с первым лобом. $\omega_{ls} = \frac{V}{R}$,

то есть вращающаяся лобом O , со скоростью ω_{ls} в $\omega' = \omega_0$

направлена вдоль L . Тогда скорость 2 лоба в этот момент:

$$\bar{V}' = \bar{V} + -\omega_0 \cdot r \Rightarrow \bar{V}' \text{ направлен вдоль } L \text{ (вперед)}$$

$$\text{Однако } \bar{V}' = V + \omega_{ls} \cdot r \Rightarrow \bar{V}' = V + \frac{V}{R} \cdot L - R \cdot \frac{V L}{R} = \frac{80 \cdot 2000}{800} = 200 \text{ м/с}$$

Ответ, $G = (205\% - 100\%) = 105\%$; $V' = 200 \text{ м/с}$; \bar{V}' направлен вдоль оси L .



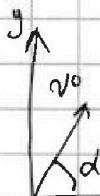
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 уравнение для полёта тела; брошенного со скоростью v_0 под углом $\alpha \neq 30^\circ$ к горизонту:



$$g$$

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

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

При падении на горизонтальную поверхность, коэффициент $\frac{dy}{dt}$ будет 0,

при падении на силу h :

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

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

$$t_s = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g} \Rightarrow$$

всюду время броска
максимально оставшееся
наибольший време

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

Из (1) ясно, что при отсутствии земли h , кроме 0, и при $h \geq 0$ будет уменьшать максимальное время, а значит, время будет максимальным, если основной будет падать на горизонтальную поверхность, т.е.:

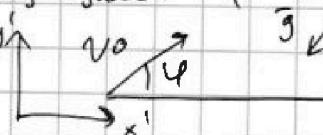
$$t_{max} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; \quad \sin \alpha \in [0; 1] (\sin \alpha \in [0; 180]) \Rightarrow t_{max} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g},$$

т.е. $\sin \alpha = 1, \alpha = 90^\circ$

$$t_{max} = \frac{2v_0}{g} \cdot T_g \Rightarrow (v_0 \sin \frac{\pi}{2})^2 = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/c}$$

Две обласи на горизонтальном переборе

f) β) максимальная масса: При этом брошено под углом φ к горизонту; B -угол падения массы;



$$x' = v_0 \cos \varphi t \quad (2)$$

$$y' = v_0 \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2}$$

При падении $y' = 0$,

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



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Решение № 2:

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

$$- \frac{2V_0^2 \sin^2 \varphi + g \beta}{g \cos \beta} \leq \frac{2V_0^2}{g \cos \beta} \left(\sin 2\varphi - 2 \sin^2 \varphi \tan \beta \right) \quad (\Delta)$$

Найдем экспрессии функций:

$$\begin{aligned} x' &\leq 0 \\ \frac{V_0}{g \cos \beta} (\sin 2\varphi - 2 \sin^2 \varphi \tan \beta) &\leq 0 \quad \frac{2V_0}{g \cos \beta} (\sin \varphi \cos \varphi - \sin^2 \varphi \tan \beta) \leq 0 \end{aligned}$$

$$\cos 2\varphi - 2 \tan \beta \cos \varphi \leq 0 \quad \text{или} \quad \sin \varphi \cos \varphi + \sin \varphi \cos \varphi - 2 \sin \varphi \cos \varphi \leq 0$$

$$\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi - 2 \sin \varphi \cos \varphi \tan \beta \leq 0$$

$$\angle 30^\circ \quad \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos^2 \varphi - 2 \cdot \sin \varphi \cos \varphi - \sin^2 \varphi \leq 0$$

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

$$\cos \varphi \leq \frac{\left(\frac{2}{\sqrt{3}} \pm \frac{1}{\sqrt{3}}\right) / \sin \varphi}{2} \leq \frac{6}{2\sqrt{3}} \sin \varphi \sqrt{3} \sin \varphi \in [0; 90^\circ]$$

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

$$2 \sin^2 \varphi \leq 1 \quad \sin \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 30^\circ \Rightarrow \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}, \rightarrow (\Delta):$$

$$x_{\max} = \frac{V_0^2}{g \cos \beta} \cdot (\sin 60^\circ - 2 \sin^2 30^\circ \tan 30^\circ) \leq S \leq$$

$$\leq \frac{45^2}{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \leq \frac{45^2}{5\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{45^2}{15} \right) \leq 3.45 \sqrt{135} \text{ м}$$

Ответ: $V_0 = 45 \text{ м/с}$
 $S_{\max} = 135 \text{ м.}$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

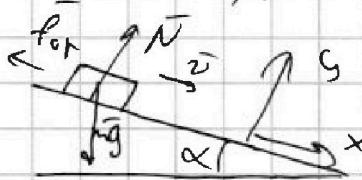
СТРАНИЦА
1 из 4

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!

13

Очевидно, что первое на графике $V(t)$ — изменение ускорения шайбы, а согласовано — это изменение соотношения шайбы с упором.

т.к. такое соотношение с упором шайбы скорость шайбы не изменяется по модулю, т.е. скорость шайбы не изменила свой модуль, то изменение направления на противоположное. т.к. после соударения шайбе начали действовать её модули только тем. Рассмотрим силы, действующие на шайбу:



$$\begin{aligned} & \text{Cys } N > mg \text{ cos}\alpha \\ & \text{Ox: } ma = mg \sin\alpha - f \\ & f = \mu N = \mu m g \cos\alpha \\ & \text{ax} = g \sin\alpha - \mu g \cos\alpha \end{aligned}$$

Если шайба движется на конвейере, то из условия равноторможения получим

и $\frac{d}{dt} g \sin\alpha + \mu g \cos\alpha = 0$, если шайба движется вправо по конвейеру не скользит.

т.к. после соударения шайбе начали действовать её модули горизонтального ускорения, то шайба движется вправо по конвейеру не скользит и ее горизонтальное направление будущее. Тогда ее ускорение $\frac{d}{dt} g \sin\alpha + \mu g \cos\alpha$.

На графике $V(t)$ найдем ею начальную гармоническую форму движения приборов (точки синхронизации): $\frac{\Delta V}{t} = \frac{\delta - \ell}{4} \Rightarrow \Delta V = \frac{\delta - \ell}{4} t$ направление.

Согласовано выше форму $V(t)$ ее скорости по линии на противоположное и скорость шайбы соударения движется вправо по конвейеру не скользит, т.т. ее ускорение: $a_{x_2} = g \sin\alpha + \mu g \cos\alpha$ по графике тем же способом решим для a_{x_2} :

$$a_{x_2} = \frac{\delta - \ell}{4}, \quad (\text{т.к. } \frac{\delta - \ell}{4} \text{ и } \frac{\delta - \ell}{4} \text{ одинаковы}) \Rightarrow a_{x_2} = \frac{\delta - \ell}{4} \sin\alpha + \mu \frac{\delta - \ell}{4} \cos\alpha.$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 4

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

Решение задачи $a_{x_2} > a_x$, то и видно на чертеже.

Решим систему уравнений:

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

$$g \sin \alpha = 3 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{10}$$

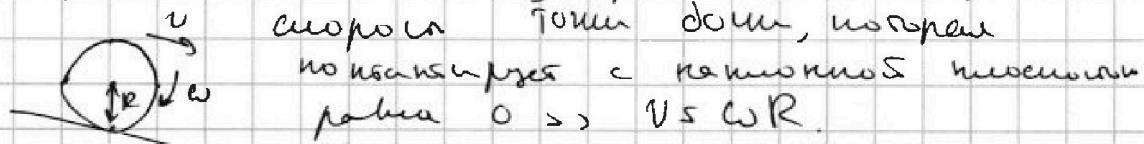
$$g \cos \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{0,91}$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{10,91}}$$

Перейдем по горизонтали синусу:

Т.к. доска занесена идеальной пылью, то первые четыре оголки, то падающие брачдаются линиями с доской.

Т.к. движение доски без проскальзывания, то



скорость точки доски, повернутой по окружности с начальной скоростью равна $0 \Rightarrow V_s \leq R \omega$.

Напишем:

$$2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \frac{m(\omega R)^2}{2} + mgh$$

или. зеркало брачдается горизонтально

задачи 3 \Rightarrow используя зеркальную

вторую формулу кинетической энергии

внутри доски эта же масса не брачдается горизонтально

Если доска не брачдается горизонтально

на высоту h, то доска начинает

переворачиваться она переворачивается на высоту

h_3 не брачда и не переворачиваясь \Rightarrow $h_3 = \sin \alpha$

$$2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \frac{mV^2}{2} + mgh \cos^2 \alpha \cdot h$$

$$V^2 = \frac{2}{3} \cdot (2gh - g \cos^2 \alpha \cdot h)$$

$$V^2 = \frac{2}{3} \cdot (2 \cdot 10 \cdot 0,91 - 10 \cdot 0,91 \cdot \frac{1}{10,91} \cdot 0,91) = \frac{2}{3} (G - 1) = \frac{2}{3} \cdot 4 = \frac{8}{3}$$

$V_s = \frac{8}{3}$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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) Задачем 3 Ст используйте формулу Кеплера:

$$2mg h s \frac{2m v^2}{r^2} + \frac{m w^2 r^2}{2} + A_{\text{сн}}$$

т.к. $\log a$ не бываете вмесе с

долж

(1) - нач. кин. энергия должна = лога

(2) - конечная кин. энергия равна

затрачена должна = лога

(3) - конечная кин. энергия равна затрачена

долж

(4) работа сила тяжести.

При перемещении за h по вертикали
легко вычислить потенциальную энергию
затраченную $(\Delta E_p = mgh)$ (затрачена)

$A_{\text{п}} = F_p \cdot (\Delta h) = mg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha}$

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

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

$$(\cancel{m}) s \frac{10}{3}$$

по 2-значной Кеплера:

$$3) \rightarrow mgh 2mg \sin \alpha - 2mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$[a = g \sin \alpha - g \cos \alpha \frac{s^2 v^2}{c^2}]$$

Число ускорение тоже должно

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

Две силы, одна же две
противодействия;



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
Ч ИЗ Ч

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 вращается только донце, а не бока
 $m\ddot{r} \leq F_r$.

$$ma \leq 2mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \leq 2mg \cos \alpha$$

$$m \leq \frac{\sin \alpha}{2 \cos \alpha} = \frac{1}{10 \cos \alpha}$$

При этом донце должно вращаться

$$a \geq 0 \Rightarrow g \sin \alpha \geq g \cos \alpha$$

$$\Rightarrow m \geq \frac{3}{10 \cos \alpha}$$

$$\boxed{\frac{1}{10 \cos \alpha} \leq m \leq \frac{3}{10 \cos \alpha}}$$

Ответ: $\sin \alpha = \frac{3}{10}$; $U = \sqrt{\frac{10}{3}}$; $a = 2m/c^2$; $\frac{1}{10 \cos \alpha} \leq m \leq \frac{3}{10 \cos \alpha}$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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:

$Q_s = \Delta U + A$, но так как ΔU зависит от температуры, то A не зависит от температуры.

$$Q_s = \Delta U_r + A_r + \Delta U_k + A_k.$$

Работа U_r в первом приближении не зависит от температуры, поэтому если изменится одновременно температура и давление, то она изменится

$$Q_s = \Delta U_r + \Delta U_k. = \frac{3}{2} V_r \cdot \Delta P + \frac{5}{2} V_k \Delta T \quad (\text{т.к. } \Delta U_r = \text{const})$$

~~$P_r V_r = P_k V_k$~~

$$P_r V_r = J_r R T$$

~~$P_r = \rho V_r$~~

$$(P_r + \rho V) V_r = J_r R (T + \Delta T)$$

$$\Delta P V_r = J_r R \Delta T$$

Аналогично для второго приближения

$$\Delta P V_k = J_k R \Delta T$$

Подставим в (1):

$$Q_s = \frac{3}{2} J_r R \Delta T + \frac{5}{2} J_k R \Delta T.$$

Две изодары тоже самое,

$$Q_s = \Delta U_r + \Delta U_k + A_r + A_k.$$

Но изодары

$$A_s = \rho \Delta V \Rightarrow A_r = \rho \Delta V_r \quad A_k = \rho \Delta V_k.$$

$$\Delta U_r = \frac{3}{2} (P_r (V_r + \Delta V_r) - P_r V_r) = \frac{3}{2} \rho \Delta V_r$$

$$\Delta U_k = \frac{5}{2} (P_k (V_k + \Delta V_k) - P_k V_k) = \frac{5}{2} \rho \Delta V_k.$$

~~$P_r V_r = J_r R T$~~

$$P_r (V_r + \Delta V_r) = J_r R (T + \Delta T)$$

$$\rho \Delta V_r = J_r R \Delta T$$

$$\rho \Delta V_k = J_k R \Delta T$$

$$P_k (V_k + \Delta V_k) = J_k R (T + \Delta T) \Rightarrow \rho \Delta V_k = J_k R \Delta T$$



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

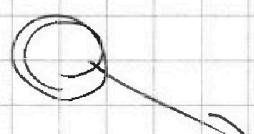
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$Q_s = \frac{3}{2} \rho_0 V + \rho_0 V$$

$$Q_s = \frac{2}{3} \sqrt{R_0 T} + \Delta \sqrt{R_0 T}$$

Задача



$$3 \text{ мк} \quad v = \sqrt{18}$$

$m \geq$

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

$$\frac{10}{3} \leq 4,3$$

$$a = \text{запись} - 2 \sin 2 m \quad \text{или} \quad a = \frac{5}{3} \text{ мк} \approx 1,7$$



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!

$$Q = \frac{3}{2} J_r \omega T_1 + J_r R \omega T_1 + \frac{5}{2} J_u R \omega T_1 + J_u R \omega T_1$$

$$\rightarrow \frac{5}{2} J_u R \omega T_1 + \frac{3}{2} J_u R \omega T_1$$

Решим систему двух уравнений:

$$600 = \frac{3}{2} J_r R \cdot 15 + \frac{5}{2} J_u R \cdot 15$$

$$600 = \frac{5}{2} J_u R \cdot 10 + \frac{3}{2} J_u R \cdot 10$$

$$\begin{aligned} \frac{3}{2} J_r \cdot 15 + \frac{5}{2} J_u \cdot 15 &= \frac{5}{2} J_r \cdot 10 + \frac{3}{2} J_u \cdot 10 \\ 4,5 J_r + 7,5 J_u &= 5 J_r + 7,5 J_u \\ 0,5 J_u &= 0,5 J_r \\ J_u &= J_r \end{aligned}$$

Тогда:

$$600 = 60 J_r$$

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

$$A_s A_{st} A_u = J_r \omega T_1 + J_u \omega T_1 + 2 J_r \omega T_1 = 2 \cdot \frac{6}{5} \cdot 8,3 \cdot 10 \cdot$$

$$\rightarrow 2 \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{25}{8} \cdot 10 \approx \boxed{200 \Delta x}$$

При $Q_s = C_v$ $Q_s = \frac{3}{2} J_r \omega T_1 + \frac{5}{2} J_u \omega T_1$

$$Q_s = \underbrace{4,5 J_r \omega T_1}_{C_v} \Rightarrow C_v = \frac{Q}{\omega T_1} = \boxed{40 \frac{\Delta x}{^{\circ}C}}$$

$$J_r = J_u$$

$$\frac{N_f}{N_A} = \frac{N_{A2}}{N_A} \Rightarrow N_f = N_{A2}, \text{ но с.и. имеет подзаголовок, то}$$

$$N_{A2} = 2 N_{A1} = 2 N_f \Rightarrow \boxed{\frac{N_f}{N_A} = \frac{1}{2}}$$



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.

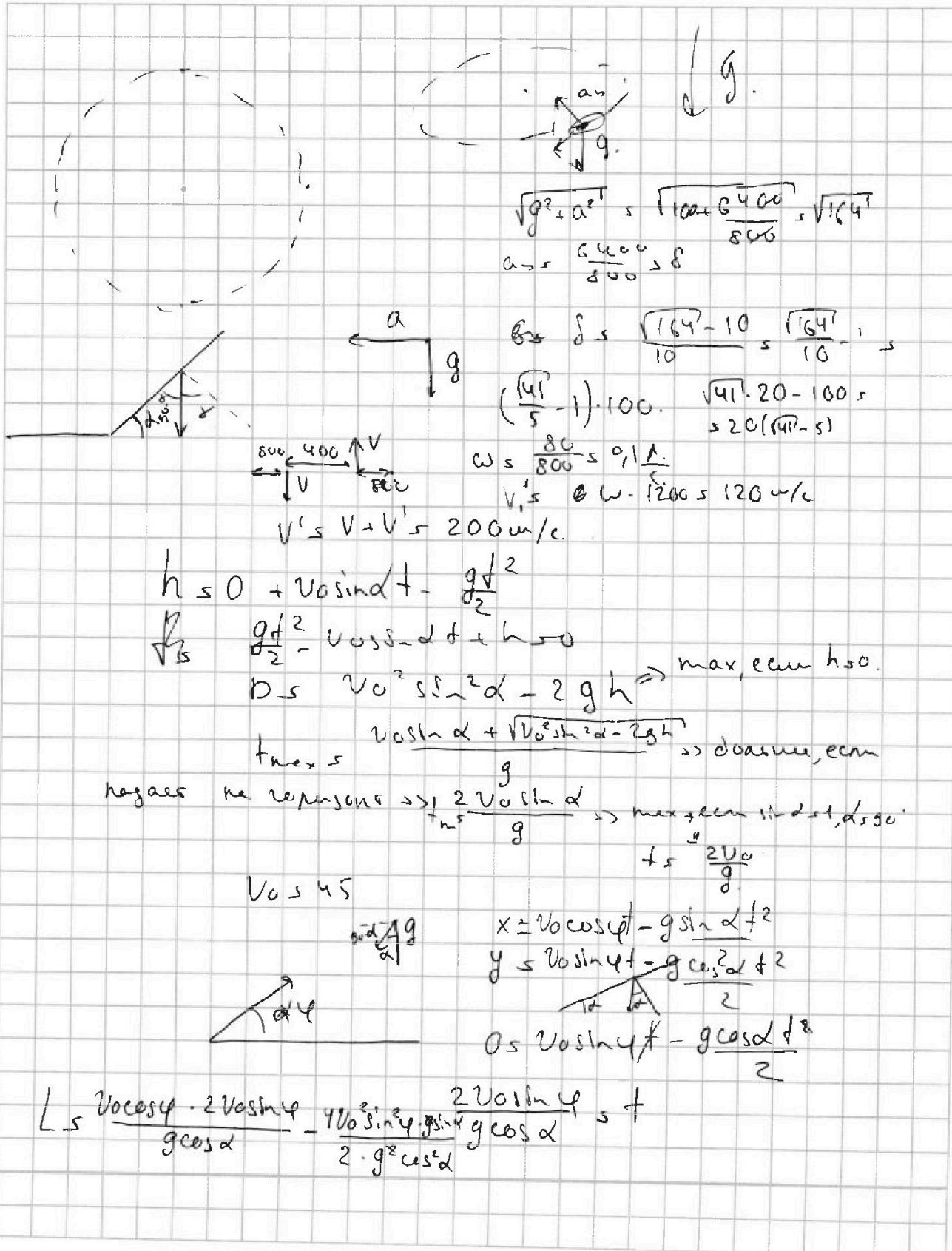
СТРАНИЦА
ИЗ

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





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 |
| <input type="checkbox"/> |

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!