



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

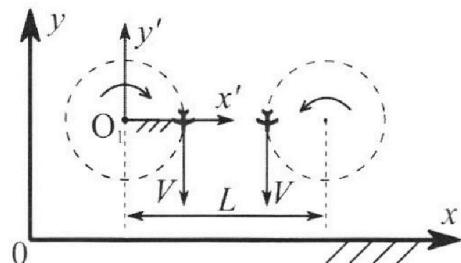


Вариант 10-03

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 $V = 60 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R=360 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

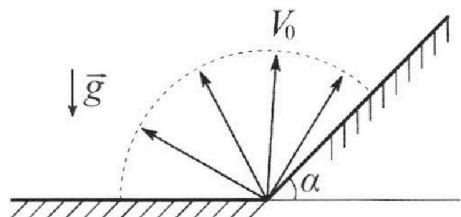
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L=1,8 \text{ км}$. 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 α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

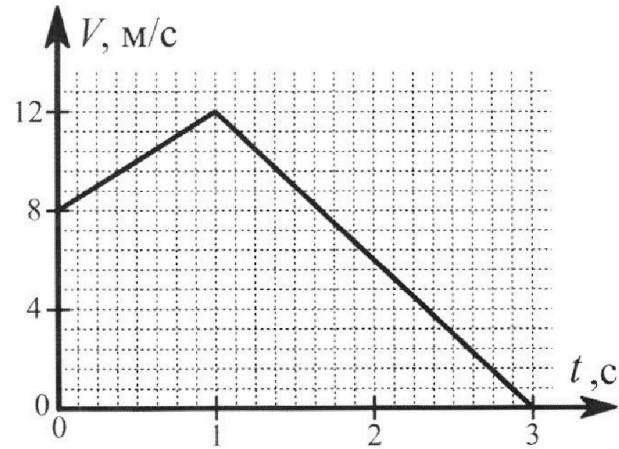


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

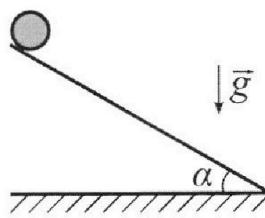
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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



Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1 \text{ м}$?
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 10-03

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



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_I}{N_K}$ 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. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

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?

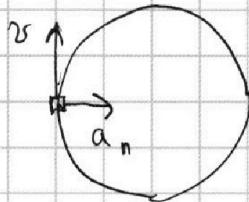
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

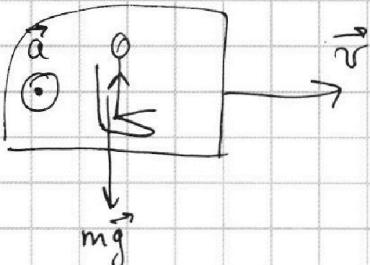
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

1.



$$a_n = \frac{v^2}{R} = \cancel{12 \frac{\mu}{c}}$$

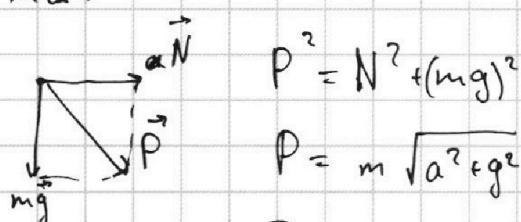


$$m\vec{a} = \vec{N}$$

б) вес лётчика: $\vec{N} + \vec{mg} = m\vec{a} + \vec{mg}$

сила тяжести действующая на лётчика: $m\vec{g}$

~~из рисунка~~ $|m\vec{a} + m\vec{g}| = m\sqrt{a^2 + g^2}$



$$F_T = mg$$

$$\frac{P}{F_T} = \frac{m\sqrt{a^2 + g^2}}{mg} \quad \text{или} \quad \frac{P}{F_T} = \sqrt{\left(\frac{a}{g}\right)^2 + 1}$$

82% ~~При~~ ~~82%~~ ~~При~~ $1 - \frac{\delta}{100\%} = \frac{F_T}{P}$

$$\frac{P - F_T}{P} = 8 \frac{\delta}{100\%}$$

$$\frac{\delta}{100\%} = 1 - \frac{mg}{m\sqrt{a^2 + g^2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{a}{g}\right)^2 + 1}} = \cancel{10\% \text{ из-за ошибки}}$$

$$= 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} \approx 0,2993$$

$$\delta = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} \cdot 100\% \approx 29,9\%$$

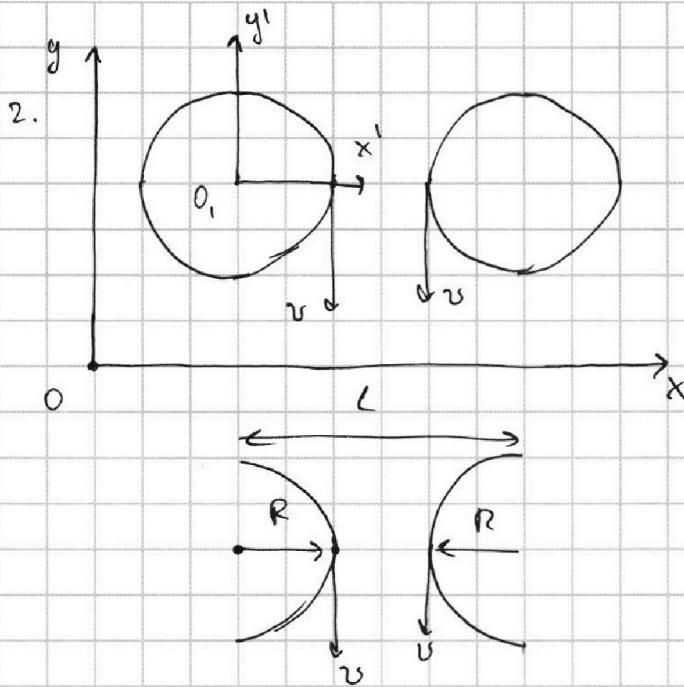


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input 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

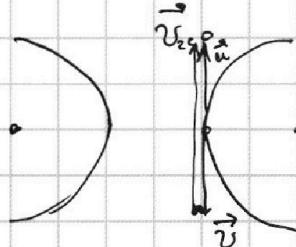
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



во вращающейся СО, связанной с первым
самолётом $\omega = \frac{v}{R}$

$$v_{\text{нос}} = \omega(L - R) = \frac{v}{R}(L - R) = \frac{L}{R}v - v$$

~~$v_{\text{нос}} = \vec{v} - \vec{v}_{\text{ко}}$~~



$$\vec{u} = \vec{v} - \left(\frac{L}{R} - 1 \right) \vec{v} = 2\vec{v} - \frac{L}{R}\vec{v}$$

$$\frac{L}{R} = \frac{1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} = 5$$

$$\frac{L}{R} > ?$$

$$\vec{u} = -3\vec{v}$$

вектор \vec{u} направлен в обратную сторону от вектора

$$\vec{v} \quad |\vec{u}| = 3 \cdot 6v = 180 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{Ответ}$$



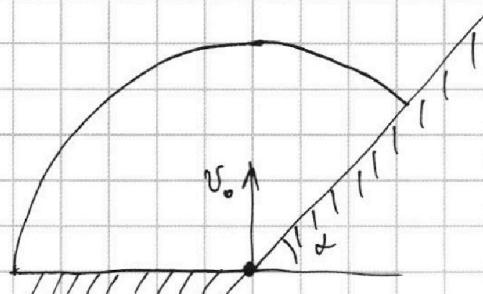
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

1.



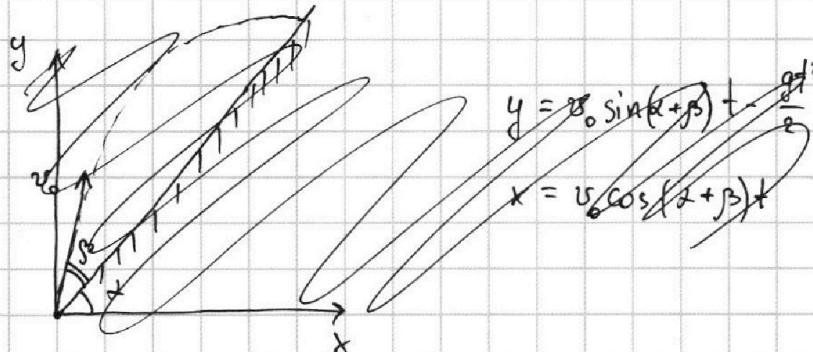
Максимальная высота подъёма H достигается

при v_0 направленном ровно вверх, т.е. промив
вектора \vec{g}

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH$$

$$v_0^2 = 2gH$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{900 \frac{m^2}{s^2}} = 30 \frac{m}{s} - \text{Ответ.}$$



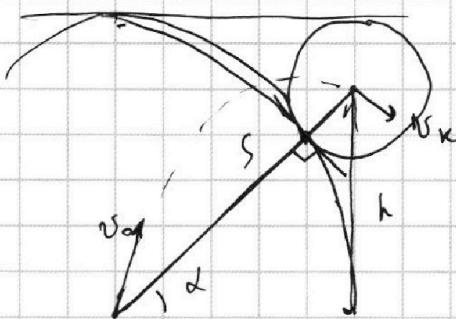
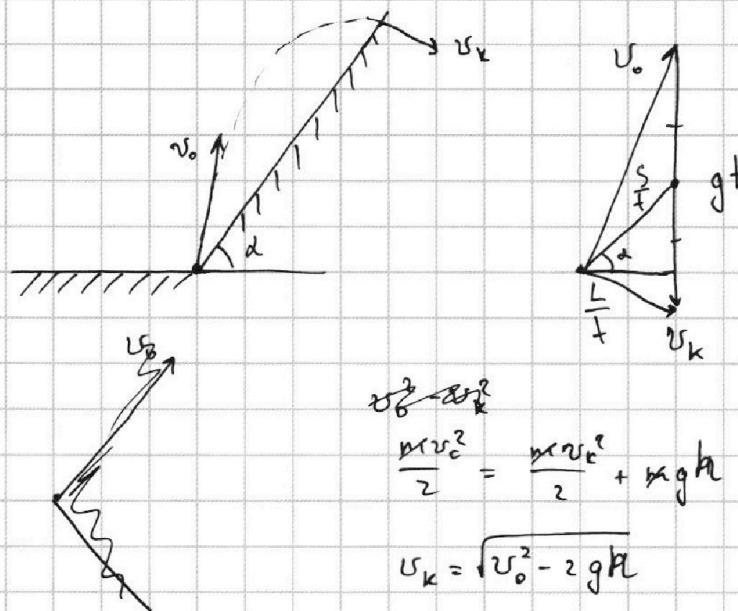
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

2.



$$h = S \sin \alpha = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 0,8 S$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + m g h$$

$$v_k^2 = v_0^2 - 2 g h = v_0^2 - 1,6 g h \quad \downarrow \text{Касательна она на}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2g}$$

склоне, т.е.

$$S = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_k^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2 - 1,6 g h}{2g} = 0,8 g h$$

$$S = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_k^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} - 0,8 g h$$

$$1,8 g h = \frac{v_0^2}{g}$$

$$S = \frac{v_0^2}{1,8 g} = \frac{900 \frac{m^2}{s^2}}{18 \frac{m}{s^2}} = 50 \text{ м} - \text{Ответ}$$

м.к. S - максимальное расстояние от точки старта до момента осколок упалет только по одной траектории (насильная и плавесная траектории совпадают)

окружности проведены построенные в точке запуска с радиусом $\frac{v_0^2}{2g}$, касающиеся окружности построенной в точке падения с радиусом $\frac{v_k^2}{2g}$



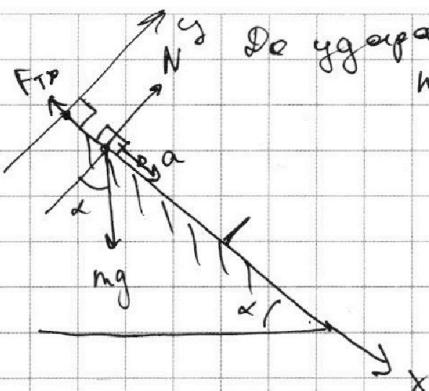


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 6

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!



До удара:

$$\text{на } x: ma_x = mg \sin \alpha - F_{TP}$$

$$F_{TP} = \mu N$$

$$\text{на } g: N = mg \cos \alpha$$

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

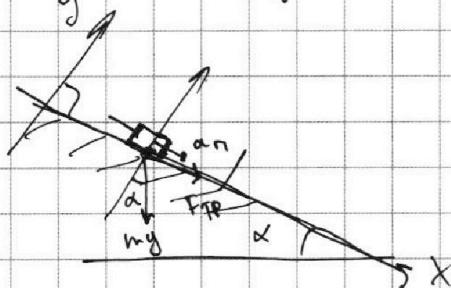
Из графика до столкновения

$$\text{с упором } a_g = \frac{v(0) - v(t)}{\Delta t} = \frac{12 \frac{m}{c} - 8 \frac{m}{c}}{1 c} = 4 \frac{m}{c^2}$$

Из графика до столкновения $v(t)$ - зависимость \Rightarrow движение равноускореное, после

удара $v(t)$ тоже линейно \Rightarrow тоже равноускореное движение

После удара:



$$\text{на } x: ma_x = F_{TP} + mg \sin \alpha$$

$$a_n = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a_n = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 12 \frac{m}{c}}{2 c} = -6 \frac{m}{c^2}$$

$$\text{на } x: ma_n = \mu g \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_n = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = 6 \frac{m}{c^2} \quad \left| \frac{0 - 12 \frac{m}{c}}{2 c} \right| = 6 \frac{m}{c^2}$$

шайба замедление с меньшим ускорением

$$a_g + a_n = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 6

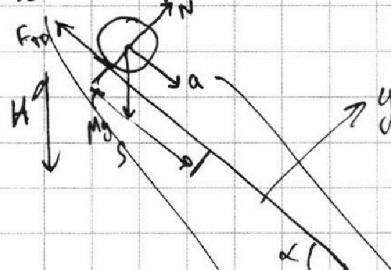
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2g \sin \alpha = \frac{a_g + a_n}{a_g + a_n}$$

$$\sin \alpha = \frac{10 \frac{m}{c^2} a_g + a_n}{2g} = \frac{\frac{6m}{c^2} + 4 \frac{m}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{1}{2} - \text{Ошибок}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

2 Второй опыт:



$$m_f = 3m$$

$$\text{тогда } M = m_f + m = 4m$$

$$H = S_m \cdot \sin \alpha = \frac{s}{2}$$

$$3C2: \theta = \frac{\mu \cdot \alpha^2}{2} = \frac{\mu g H}{2} \Rightarrow \frac{M \cdot \mu}{2} = \frac{M g H}{2}$$

$$v^2 = mgH$$

$$\theta = \frac{M v^2}{2} - MgH$$

$$v^2 = 2gH = 2 \cdot g \frac{s}{2} = gs$$

$$v = \sqrt{gs} = \sqrt{10 \frac{m}{c^2}} = \sqrt{10} \frac{m}{c} - \text{Ошибок}$$

$$\text{на } x: Ma \leftarrow = Mg \sin \alpha - F_{TP} = Mg \sin \alpha - \mu N$$

$$\text{на } y: N = Mg \cos \alpha$$

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



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

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

СТРАНИЦА
4 из 6

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!

продвижение резинки вдоль оси времени:

$$\frac{d v^2}{dt} = \frac{d \cancel{s}}{dt} \left(\frac{8}{5\sqrt{3}} g s \right)$$

Болка всегда движется равно-

$$2v \frac{dv}{dt} = \cancel{\frac{4}{5} g \frac{ds}{dt} \frac{8}{5\sqrt{3}} g ds}$$

Ускорение т.н. вдоль оси x силы не меняется:

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\sqrt{3}}{2} v \Rightarrow 2va = \cancel{\frac{4}{5} g \frac{8}{5\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} g v}$$

$$= v \cos \alpha$$

$$a = \frac{2}{5} g = 4 \frac{m}{s^2}$$

Равн.

$$Ma = Mg \sin \alpha - F_{TP}$$

Болка движется без проскальзывания при $F_{TP} \geq 0$, т.е.

на оси x : $Ma = Mg \sin \alpha - F_{TP}$

$$F_{TP} = Mg \sin \alpha - Ma = M(g \sin \alpha - a)$$

$$\mu N = M(g \sin \alpha - a)$$

$$N = Mg \cos \alpha$$

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

на оси x : $Ma = Mg \sin \alpha - F_{TP}$

$$F_{TP} = \mu N$$

$$N = Mg \cos \alpha$$

$$Ma = Mg \sin \alpha - \mu Mg \cos \alpha$$

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



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

СТРАНИЦА
3 из 6

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!

Второй опыт

$M = m_f + m$

$m_f = n \cdot m = 3m$

$M = 4m$

После ~~всего~~ перемещения на s ободок вращается с угловой скоростью ω , м.р.

чтм проскальзывания:

$\omega = \frac{v}{R}$

Задача: $E_0 = 0 = E_s$

$E_s = \cancel{E_{kin}} + E_{kin} - Mg\mu$

$H = \frac{1}{2} s \cdot \tan \alpha = \frac{s}{\sqrt{3}}$

$E_{kin} = \frac{3mv^2}{2}$ - кин. энергия бояки

Лейбница Кёнига:

$E_{kin} = E_{kin,m} + E_{kin,ободка} = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mR^2\omega^2}{2} = mv^2$

$I = mR^2$

кин. энергия ободка

из задачи: $\frac{5}{2}mv^2 = Mgh$

$\frac{5}{2}mv^2 = 2mg\cancel{s} \quad \frac{4mgS}{\sqrt{3}}$

$v^2 = \frac{8}{5\sqrt{3}} g S$

$v = \sqrt{\frac{8}{5\sqrt{3}} g S} = \sqrt{\frac{16}{5\sqrt{3}}} \frac{m}{s}$

Ответ

из задачи: $v^2 = \frac{8}{5\sqrt{3}} g S$



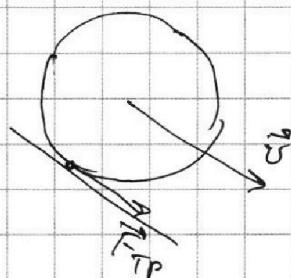
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
5 из 6

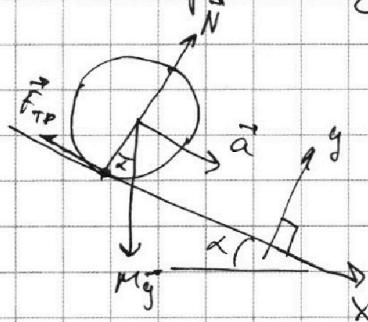
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Когда бочка скользит вправо, F_{TP} направлена в сторону гашения.



Если бочка начнет проскальзывать, F_{TP} изменяет направление и будет действовать против гашения.

Если проскальзываем:



$$\text{на } x: Ma = Mg \sin \alpha - F_{TP}$$

$$\text{на } y: N = Mg \cos \alpha$$

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

Когда $F_{TP} \cdot \vec{a} \leq 0$ - есть проскальзывание

~~$F_{TP} = Mg \sin \alpha - Ma$~~

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

~~$\mu g \cos \alpha < g \sin \alpha - a$ если нет проскальзывания~~

~~если нет проскальзывания $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \geq 0$~~

Максимальная

~~макс проскальзывания при:~~

~~$Ma = Mg \sin \alpha + F_{TP}$~~

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

~~$\mu \geq \frac{1}{\tan \alpha}$~~

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

~~$\mu \geq \frac{1}{\sqrt{3}} - \text{Ограничение}$~~



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
6 из 6

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!

Прокальзывают края

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

$$\mu = \frac{a}{g \cos \alpha} - \operatorname{tg} \alpha$$

$a > 0 \Rightarrow$ прокальзывающее если при $\mu < \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

''

нет прокальзываания при $\mu > \operatorname{tg} \alpha$

$$\mu > \frac{1}{\sqrt{3}} - \text{Ответ}$$

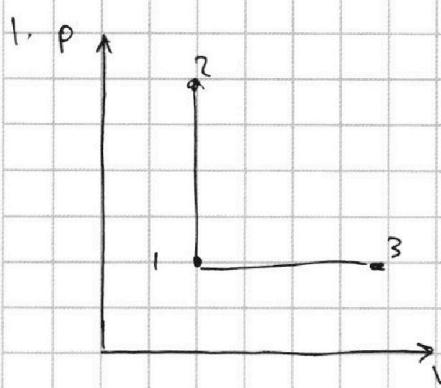
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



Задача 1-2:

$$Q = A + \Delta U ; \text{ т.к. } A=0, \text{ т.к. } V=\text{const}$$

$$\Delta U = Q = \gamma C_V \Delta T_1$$

$$\gamma = \frac{R_{He} + R_{O_2}}{C_{V, He} + C_{V, O_2}}$$

$$C_V = \frac{R_{He} C_{V, He} + R_{O_2} C_{V, O_2}}{R_{He} + R_{O_2}}$$

Задача 1-3:

He - одностадийный газ

$$C_{V, He} = \frac{3}{2} R$$

$$\Delta U_{He} = \frac{3}{2} R_{He} \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V,$$

при изохорическом процессе

$$Q = A + \Delta U = p \Delta V + \Delta U_{He} + \Delta U_{O_2} =$$

$$= p \Delta V + \frac{3}{2} p \Delta V + \frac{5}{2} p \Delta V = 5 p \Delta V =$$

$$= 5 A$$

$$A = \frac{Q}{5} = \frac{192}{5} = 38.4 \text{ Дж} - \text{ одинаков}$$

~~$$Q = \gamma C_V \Delta T_1$$~~

~~$$Q = \frac{Q}{5} + \gamma_{He} C_{V, He} \Delta T_2 + \gamma_{O_2} C_{V, O_2} \Delta T_2 = \frac{Q}{5} + \gamma C_V \Delta T_2$$~~

~~$$\frac{4}{5} Q = \gamma C_V \Delta T_2$$~~

? Для изобары: $Q = A + \gamma C_V \Delta T_2 = \gamma_{He} R \Delta T_2 + \gamma_{O_2} R \Delta T_2 +$

~~$$+ \gamma_{He} C_{V, He} \Delta T_2 + \gamma_{O_2} C_{V, O_2} \Delta T_2 = \gamma_{He} C_{p, He} \Delta T_2 + \gamma_{O_2} C_{p, O_2} \Delta T_2 =$$~~

$$= \gamma C_p \Delta T_2 = \gamma R \Delta T_2 + \gamma C_V \Delta T_2 \Rightarrow C_p = C_V + R$$

$$Q = \gamma C_p \Delta T_2$$

1-2:

$$Q = \gamma C_V \Delta T_1$$



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.

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

$$\delta = \frac{q}{m} > 0$$

$$U = \psi - \Delta \psi$$

~~$$U = \frac{C}{q}$$~~

$$q = \delta m$$

$$U = \frac{C}{\delta m}$$

$$C = q^2 \cdot \frac{v_0^2}{\frac{d}{8}} = \frac{8 v_0^2 q^2}{d}$$

$$\frac{\psi_{1/2}}{\psi_0} = \frac{\frac{U}{4 \frac{d}{2}}}{\frac{U_0}{R}} = \frac{1}{2} \frac{U}{U_0} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{U}{U_0} = \frac{64 v_0^2 R}{(d/2)^2} = \frac{16 v_0^2 R}{d^2}$$

$U = 16 \frac{v_0^2 R}{d^2}$

ответ



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 7СТРАНИЦА
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!

$$F_{tp} = \mu N = \mu Mg \cos \alpha$$

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

$$M\vec{a} = Mg \sin \alpha \vec{e}_a + \vec{F}_{tp}$$

$$\vec{F}_{tp} = F_{tp} R \frac{\vec{e}_a}{|\vec{e}_a|}$$

$$Ma^2 = Mg \sin \alpha + (F_{tp} \cdot \vec{a})$$

$$m \frac{v^2}{R^2} = Mg \sin \alpha + \mu Mg \cos \alpha$$

$$R \ddot{v} = a$$

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

~~Когда бочка начнется
F_tp сопротивление с направле-
нием скользить, если она
начнет проскальзывать~~

~~F_tp подействует изменит направление и будет~~

~~и оно & направления движения~~

$$N = Mg \cos \alpha$$

$$Ma = F_{tp} + Mg \sin \alpha$$

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

~~$\vec{e}_a \cdot \vec{a} = g \sin \alpha \vec{e}_a + \mu g \cos \alpha \vec{e}_f \sin \alpha + \mu \cos \alpha \vec{e}_f$~~

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

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

$$\mu < -\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = -\tan \alpha = -\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$a > 0 \Rightarrow \mu > \tan \alpha$$



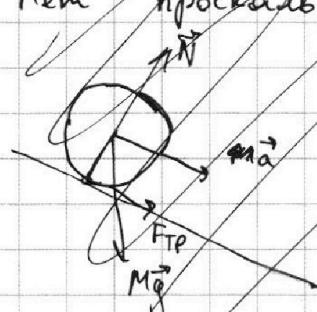
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
6 ИЗ 6

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!

Нем проскальзывание когда:



$$\mu M g \cos \alpha + M g \sin \alpha = Ma$$

$$\mu = \frac{a}{g \cos \alpha} - \tan \alpha$$

$$a > 0$$

$$\Rightarrow \mu > -\tan \alpha = -\frac{1}{\sqrt{3}}$$

Ответ: $\mu > -\frac{1}{\sqrt{3}}$

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

$$\mu = \tan \alpha - \frac{a}{g}$$



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 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
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!

2.

$$1 = \frac{C_p \Delta T_2}{C_v \Delta T_1} \neq 2$$

$$C_v(\Delta T_1 - \Delta T_2) = R \Delta T_2$$

$$C_v = R \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = R \cdot \frac{30 \text{ K}}{48 \text{ K} - 30 \text{ K}} = R \cdot \frac{30}{18} = \frac{5}{3} R - \text{Ответ}$$

3. ~~недоработка~~ Не однодоломный газ $C_{v\text{нед}} = \frac{3}{2} R$

2. O_2 - двухатомный газ $C_{v\text{o}_2} = \frac{5}{2} R$

$$C_v = \frac{\gamma_{\text{нед}} C_{v\text{нед}} + \gamma_{O_2} C_{v\text{o}_2}}{\gamma_{\text{нед}} + \gamma_{O_2}}$$

$$\gamma_{\text{нед}} = \frac{N_{He}}{N_{AA}}$$

$$\gamma_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{N_A}$$

$$\frac{5}{3} R = \frac{N_{He} \cdot \frac{3}{2} R + N_{O_2} \frac{5}{2} R}{N_{He} + N_{O_2}}$$

$$\frac{5}{3} N_{He} + \frac{5}{3} N_{O_2} = \frac{3}{2} N_{He} + \frac{5}{2} N_{O_2}$$

$$\frac{10 - 8}{6} N_{He} = \frac{15 - 10}{6} N_{O_2}$$

$$\frac{1}{6} N_{He} = \frac{5}{6} N_{O_2}$$

$$\frac{N_{He}}{N_{O_2}} = 5 - \text{Ответ.}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

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

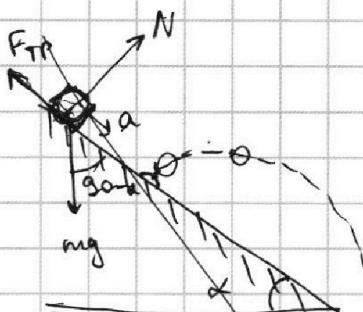


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!



$$ma = mg \cos(\beta_0 - \alpha) - F_{TP}$$

$$a = g \sin \alpha - \mu \frac{F_{TP}}{m}$$

$$F_{TP} = \mu N; \quad N = mg \sin(\beta_0 - \alpha)$$

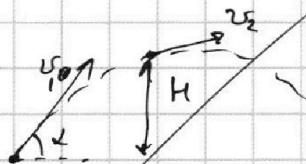
$$F_{TP} = \mu mg \cos \alpha$$

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

На графике в токке физ. произошло столкновение

с ударом иначе бы разъяснялось с постоянным тайда продолжала бы ускорением

Через 2с после удара $v_w = 0 \Rightarrow$ шайба катится десница берущие траектории полета, т.к. до этого момента скорость убывает низ.



$$v_2^2 = v_1^2 - 2gH$$

минимальная скорость в токке v_{min}

$v_{min} = v_0 \cos \alpha$, т.к. в $\#$ наивысшей токке полета скорость направлена по касательной к траектории, т.е. $\perp \vec{g}$

Из графика $v_{min} = 0 \Rightarrow$ это максимальная токка

максимально токко при начальном угле $\beta = 90^\circ$ с горизонтом, $\beta =$ угол между направлениями начальной скорости полета и горизонтом

$$u = \frac{v_0}{c} \cdot \sin \alpha$$

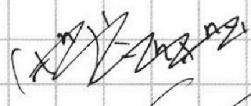
$$u = 4$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$v_0 - gt_n = 0$$

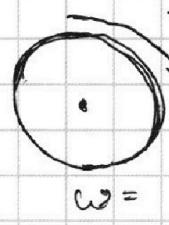
в момент времени перед ударом скорость центра
+ = 10 м/с выше начальной оценки

$\frac{x^{n+1}}{x^n}$



$$I\ddot{\omega} = f_{\text{ext}}R$$

100



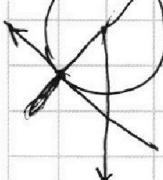
$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\frac{m\vec{v}^2}{2} = \frac{m(v_{\text{бес}}^2 + v_{\text{цм}}^2)}{2} = \frac{m v_{\text{бес}}^2}{2} + \frac{m v_{\text{цм}}^2}{2}$$

$$g \cdot I = m\vec{v}_{\text{бес}} \cdot \vec{v}_{\text{цм}} = m$$

$$I = mR^2$$

$$\frac{3mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{3}{2}mv^2 + \frac{m v^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$$



$$E_K = E_{\text{бес}} + E_{\text{цм}} =$$

$$\frac{Mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} = Mv^2$$

$$1 - 0,7007 \\ 4 - 0,2993$$

$$1 \cdot 1,414$$

$$mg = \frac{3}{2}mv^2 + \frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} = MgH$$

$$g = \frac{5mv^2}{2} = \frac{5}{8}Mv^2 \quad \delta = \frac{KA}{c} \cdot dm = \frac{\Phi_A}{KA} - \frac{10000}{5898} \mid \frac{14014}{0,7007}$$

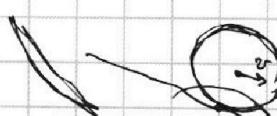
$$u \cdot q = c$$

$$dm = \frac{KA}{cB} \quad m = \frac{M}{4}$$

$$v^2 = \frac{8}{5}gH = \frac{4}{5}gs \quad 9898$$

$$v^2 = \frac{4}{5}gs \mid \frac{d}{dt} + 2\pi$$

$$2 \cdot 1,414$$



$$2\pi v = \frac{4}{5}g \frac{ds}{dt} +$$

$$2\pi a = \frac{4}{5}gv$$

$$\frac{mv_0}{R}$$

$$2,828$$

$$\odot = \frac{m}{\pi R^2}$$

$$dm = \delta \cdot dr \cdot 2\pi r =$$

$$= \frac{2\pi mrdr}{\pi R^2} = \frac{2mrdr}{R^2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2m}{4\pi^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}c$$

$$\frac{a^2}{2} = 1m$$

$$B = A \cdot dm$$



$$dJ = \frac{2mr^3dr}{KA} \cdot dm = \frac{2mr^3dr}{KA} \cdot \frac{dm}{KA} = \frac{2mr^3dr}{KA^2} = \frac{mr^3}{KA^2}$$

$$T = \int \frac{2mr^3dr}{KA^2} = \frac{mr^3}{2KA^2}$$

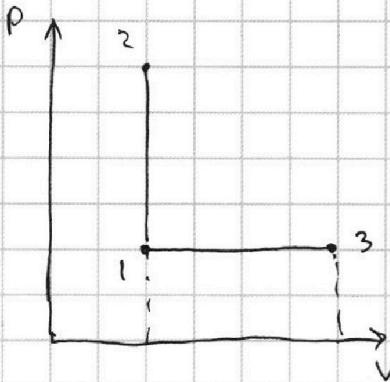
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



1-2 - Изотермический процесс.

1-3 - изобарический процесс

В процессе 1-2:

$$Q = A + \Delta U = (\gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2}) C_V \Delta T_1$$

$$A = 0, \text{м.к. } dV = 0$$

$$\gamma_V = \frac{\gamma_{\text{He}} C_{V,\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2} C_{V,\text{O}_2}}{\gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2}}$$

В процессе 1-3:

$$Q = \gamma C_p \Delta T_2 \quad Q = \gamma C_V \Delta T_1$$

$$1 = \frac{C_p \Delta T_2}{C_V \Delta T_1} =$$

$$\approx C_V \Delta T_1 = C_V \Delta T_2 + R \Delta T_2$$

$$C_V = R \frac{30}{18} = \frac{5}{3} R$$

$$C_{p,\text{He}} = C_{V,\text{He}} + R = \frac{5}{2} R$$

$$= (\gamma_{\text{He}} C_{p,\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2} C_{p,\text{O}_2}) \Delta T_2 = C_V (\Delta T_1 - \Delta T_2) = R \Delta T_2$$

$$C_V = R \frac{30}{18} = \frac{5}{3} R$$

$$C_{V,\text{O}_2} = C_{V,\text{O}_2} + R = \frac{7}{2} R$$

$$\gamma_{\text{He}} R \Delta T_2 = p \Delta V = A$$

$$A = p \Delta V = (\gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2}) R \Delta T_2$$

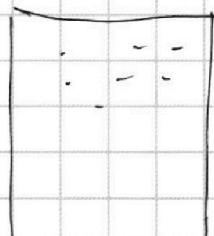
$$\gamma_{\text{O}_2} R \Delta T_2 = p \Delta V$$

$$p = \frac{(\gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2}) R \Delta T_2}{V}$$

$$Q = \Delta U = \gamma_{\text{He}} C_{V,\text{He}} \Delta T_1 + \gamma_{\text{O}_2} C_{V,\text{O}_2} \Delta T_1$$

$$Q = A + \Delta U = (\gamma_{\text{He}} + \gamma_{\text{O}_2}) R \Delta T_2 + \gamma_{\text{He}} C_{V,\text{He}} \Delta T_2 + \gamma_{\text{O}_2} C_{V,\text{O}_2} \Delta T_2 =$$

$$= \cancel{\gamma_{\text{He}} R \Delta T_2} + \frac{5}{2} p \Delta V + \frac{7}{2} p \Delta V = 6 p \Delta V$$



$$p \Delta V + \frac{5}{2} p \Delta V + \frac{7}{2} p \Delta V = Q$$

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



γ_{He} - кол-во гелия
 γ_{O_2} - кол-во кислорода

В изохорическом процессе:

$$A = 0, \text{ т.к. } dV = 0$$

$$\Delta A = PdV = 0$$

$$\Delta A = \int \Delta A = 0$$

$$Q = A + \Delta U = 0 + (\gamma_{\text{He}} C_V + \gamma_{O_2} C_V) \Delta T_1$$

м.н.к. Не однотипный $\Rightarrow \gamma_{O_2} \neq \gamma_{\text{He}}$

м.н.к. O_2 - двухатомный $\Rightarrow \gamma_{O_2} = \frac{5}{2} R$

$$U_{O_2} = \frac{5}{2} PV = \frac{5}{2} \gamma_{O_2} RT$$

В изодиабатическом процессе: $A = P(V_2 - V_1)$

$$Q = A + \Delta U = P(V_2 - V_1) + \frac{5}{2} \rho n R \ln \frac{V_2}{V_1} = 2P(V_2 - V_1) + \frac{5}{2} P(V_2 - V_1) + \frac{3}{2} P(V_2 - V_1)$$

$$Q = A + \Delta U = A + \frac{5}{2} P(V_2 - V_1) + \frac{3}{2} P(V_2 - V_1) = 5P(V_2 - V_1) = 5A$$

$$A = \frac{Q}{5} = 192 \text{ Дж}$$

В изохорическом процессе: $Q = A + \Delta U = (\gamma_{\text{He}} + \gamma_{O_2})(V \Delta T_1)$

$$C_V = \frac{C_{V,\text{He}} \gamma_{\text{He}} + C_{V,O_2} \gamma_{O_2}}{\gamma_{\text{He}} + \gamma_{O_2}}$$

$$\gamma_{\text{He}} + \gamma_{O_2} = \gamma$$

$$Q = \gamma C_V \Delta T_1$$

В изобарическом процессе: $Q = A + \Delta U = A + \frac{5}{2} \gamma R \Delta T_2 + \frac{3}{2} \gamma_{\text{He}} R \Delta T_2$

$$PV = \gamma R T$$

$$PV = (\gamma_{\text{He}} + \gamma_{O_2}) RT \Rightarrow A = P \Delta V = \frac{\gamma R T}{V} \Delta V$$