



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

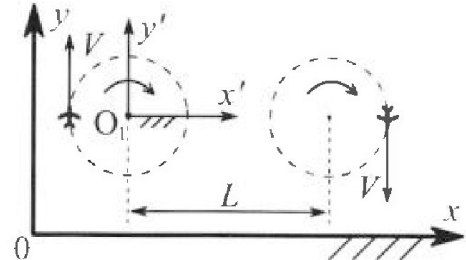
Вариант 10-04

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 $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R = 500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

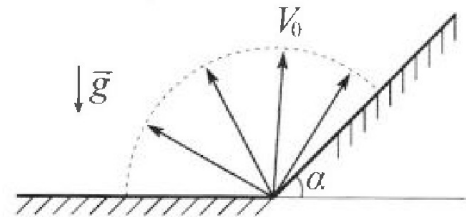
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени ни самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 1.25$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

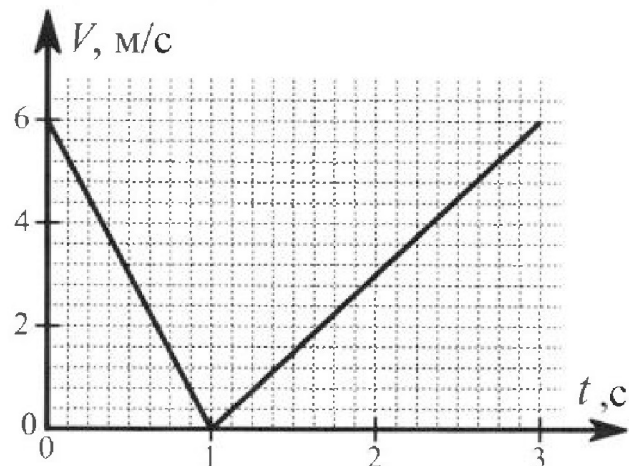
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5$ с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

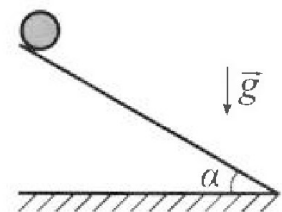
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



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

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 1.5$ 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 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

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

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m — масса частицы.

Через некоторое время по сле 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 ☐

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) ~~$a_n = \frac{v^2}{R}$~~

2) 2 3.4. по шота:

$$m\vec{g} + R\vec{N} = m\vec{a} = m\vec{a}_n$$

OX: $N_x = ma_n$

OY: $N_y = mg$

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2}$$

$$N = \sqrt{(mg)^2 + \left(mg \frac{v^2}{R}\right)^2}$$

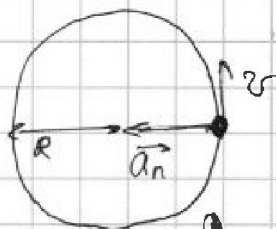
3) $\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}$$

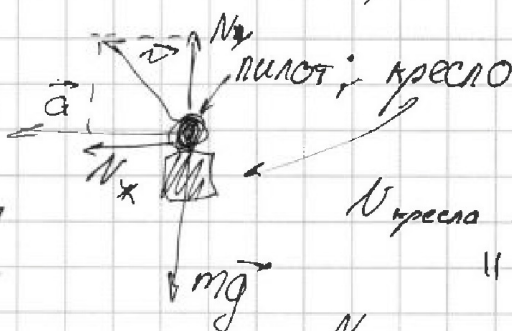
Подставляю
в СИ:

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{100^2}{10 \cdot 500}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{1 + \left(\frac{10^4}{5 \cdot 10^3}\right)^2} = \sqrt{1 + 2^2} = \sqrt{5}$$



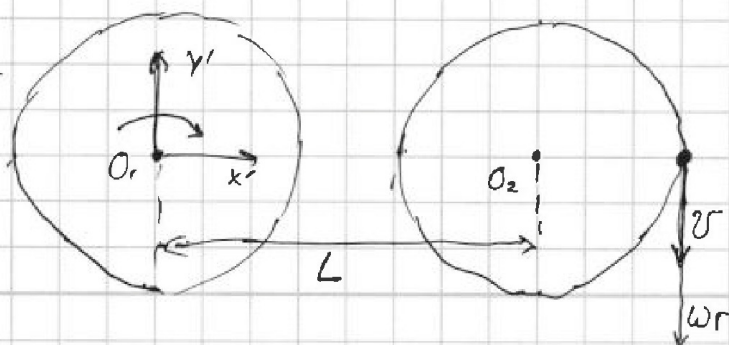
Вид с боку:



$N_{\text{кресла на пилота}}$
 $N_{\text{пилота на кресло}}$

N
по 3-ему закону Ньютона

4) $\omega = \omega_c = \frac{v}{R}$
- угловая ск-ть вращ.
системы





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!

5) Т. в координат сист. $Ox'y'$ в которой движется самолет движется вверх со скоростью ωr , где $r = L + R$ - расст. от O_1 .

$$6) \vec{v}' = \vec{v} - \vec{u}$$

$$Oy': v' = v - u \Rightarrow$$

$$v' = v - \omega(L+R)$$

$$v' = v - \frac{2\pi R}{T}(L+R)$$

$$v' = v - \frac{v(L+R)}{R} < 0, \text{ значит}$$

$\vec{v}'$ направ. вверх

$$|\vec{v}'| = v \left(\frac{L+R}{R} - 1 \right) = v \left(\frac{L+R-R}{R} \right)$$

$$|\vec{v}'| = v \cdot \frac{L}{R} = 100 \text{ м/с} \cdot \frac{1250 \text{ м}}{500 \text{ м}} = \frac{1250}{5} \text{ м/с} = 250 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) v' ; 2) 250 м/с; вверх по Oy'



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 3

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) Распишу ур-я дв-я для осколков, упавших на горизонт. поверх-ть:

$$\begin{cases} v_0 t \cdot \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 0 \\ v_0 t \cdot \cos \alpha = S \end{cases}$$

$$\text{из } v_0 t \cdot \sin \alpha = \frac{g t^2}{2}$$

$$T = \frac{2 v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

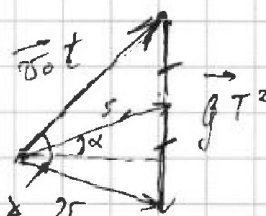
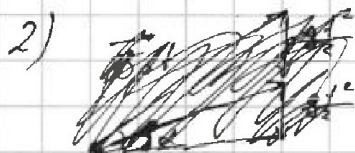
$$S = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$\sin 2\alpha \cdot \max \text{ при } \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha_{\max} = 45^\circ$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha_{\max} = \frac{g T}{2}$$

$$v_0 = \frac{g T}{2 \sin \alpha_{\max}} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с}}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = 25\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$v_0 = 25\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 25 \cdot 1,4 \text{ м/с} = \frac{140}{4} \text{ м/с} = \underline{35 \text{ м/с}}$$



$$\begin{aligned} \vec{v}_0 + \vec{g}t &= \vec{v} \\ \vec{v}_0 + \vec{g}t^2 &= \vec{v}^2 - \\ \text{нарисуем вект. 3-м} \\ \vec{v} &= \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}t^2}{2} - \text{гипотенуза} \end{aligned}$$

$\vec{v}$ (горизонт) = α , т.к. гипот. и кат. тогда кат. на накл. па-ти



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 3

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!

Рассчитать площадь данного
звезда:

$$\frac{1}{2} v_0 v t^2 \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2 h$$

$$h = \frac{v_0 v \cdot \sin \theta}{g} \quad \text{т.к. } s = \frac{h}{\cos \theta}$$

s - max при h - max, а h - max при $\sin \theta$ - max $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \sin \theta = 1 \Rightarrow \theta = 90^\circ$, когда $s = 100$ м

Если $\theta = 90^\circ$, то $\vec{s}$ - медиана провед. к гипотенузе $\Rightarrow$ равна половине гипот.

$$s = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

Вот так

$$v_0 t = 2 \cdot s \cdot \sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2})$$

$$v_0 t = 2 \cdot s \cdot \sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2})$$

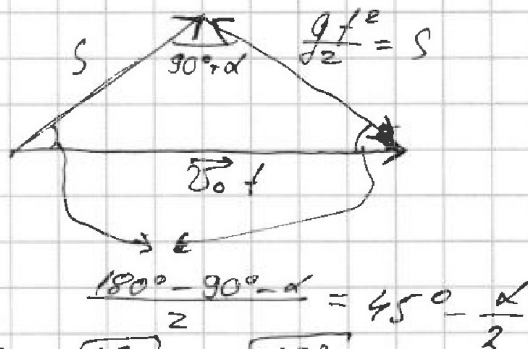
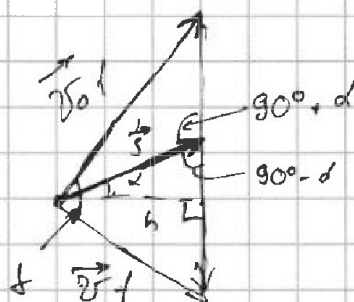
$$\sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) = \frac{v_0 t}{2s} = \frac{v_0}{2s} \cdot \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2gs}}$$

$$\sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) = \sqrt{\frac{25^2 \cdot 2}{2 \cdot 10 \cdot 100}} = \frac{25}{10} \cdot \sqrt{\frac{1}{10}} = \frac{5\sqrt{10}}{20}$$

$$\sin(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) = \frac{5\sqrt{10}}{20} = \frac{\sqrt{10}}{4}$$

$$\sin 45^\circ \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + \cos 45^\circ \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{10}}{4}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{20}}{4} = \frac{2\sqrt{5}}{4} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$





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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из 3

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!

$$\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\underbrace{\sin^2 \frac{\alpha}{2} + \cos^2 \frac{\alpha}{2}}_1 + \underbrace{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}_{\sin \alpha} = \frac{5}{4}$$

$$1 + \sin \alpha = \frac{5}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\text{Ответ: } 1) \alpha = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right); \quad 2) v_0 \approx 35 \text{ м/с}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 5

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!

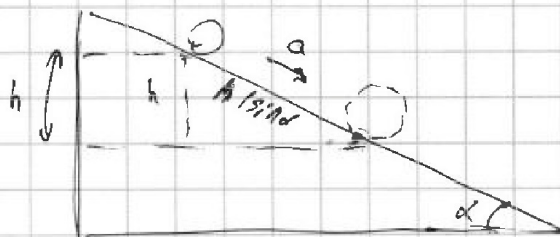
$$v^2 = \frac{2(n+1)}{n+2} gh$$

$$v = \sqrt{\frac{2(n+1)}{n+2} gh} = \sqrt{\frac{2 \cdot (4+1)}{4+2} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ м}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 3}{8 \cdot 2} \text{ м/с}^2} = \boxed{5 \text{ м/с}}$$

6) Поскольку силы $\vec{F}$ направлены к точке не перпенд. и модуль, то $\vec{F}$ - равноуск.,
Значит:

$$\begin{cases} at = v \\ \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2} \end{cases}$$



$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{a \cdot \frac{v^2}{a^2}}{2} = \frac{v^2}{2a}$$

$$\frac{v^2}{2a} = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$a = \frac{v^2 \cdot \sin \alpha}{2h} = \frac{\frac{2(n+1)}{n+2} gh \cdot \sin \alpha}{2h}$$

$$a = \frac{(n+1)}{(n+2)} g \cdot \sin \alpha = \frac{5}{8} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8} \cdot 5 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{15}{4} \text{ м/с}^2 = 3,75 \text{ м/с}^2$$

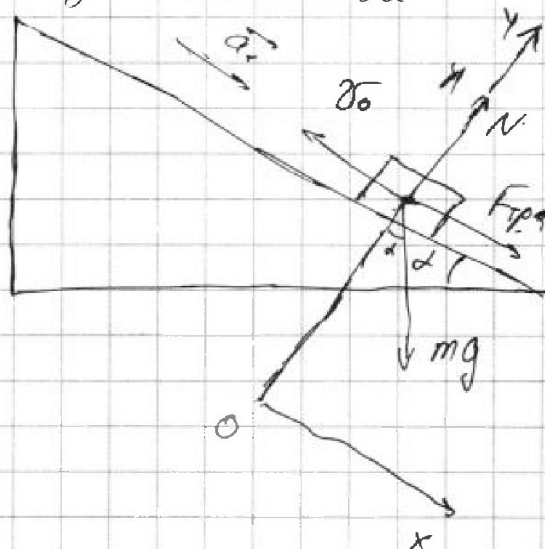


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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) до остановки: 3а



Решение 2.3.Н.:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}_1$$

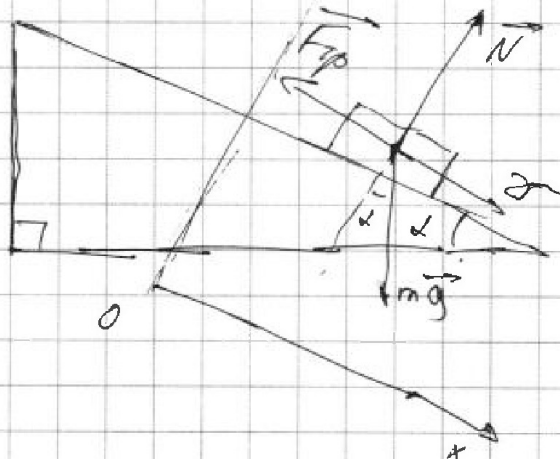
$$\begin{cases} OY: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ OX: F_{тр} = ma_1 \\ mg \sin \alpha - F_{тр} = \mu N \end{cases}$$

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

$$a_1 = \mu g \sin \alpha$$

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

2) После ост.: 4а



Решение 2.3.Н.:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}_2$$

$$\begin{cases} OY: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ OX: mg \sin \alpha - F_{тр} = ma_2 \\ F_{тр} = \mu N \end{cases}$$

$$ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

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

$$3) a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{6 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с}}{1 \text{ с} - 0 \text{ с}} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{6 \text{ м/с} - 0 \text{ м/с}}{3 \text{ с} - 1 \text{ с}} = 3 \text{ м/с}^2$$



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
2 ИЗ 5

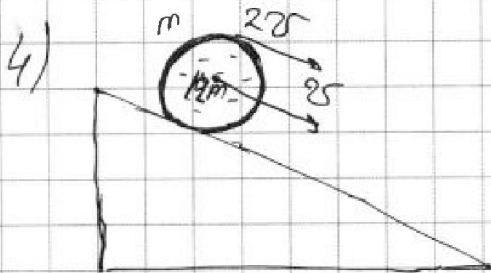
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

$$a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 \text{ м/с}^2 + 3 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = \frac{9}{20} = [0,45]$$



Когда боек скаатится

на на вниз у неё

$$\text{будет } E_k = \frac{Mv_{\text{с.м.}}^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

По Тх Кеннила.

$$M = m + nm = (n+1)m$$

$$J = mR^2, \text{ т.к. на воду не действ. закрут. силы.}$$

вода в с.о. ц.м. покоится.

$$\omega = \frac{v}{R}; \quad v_{\text{ц.м.}} = v_{\text{ш}}$$

5) § 3СЭ:

$$(n+1)mgh = E_k = \frac{(n+1)m v^2}{2} + \frac{mR^2 \cdot \frac{v^2}{R^2}}{2}$$

$$(n+1)mgh = \frac{(n+1)m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \quad | :2$$

$$2(n+1)gh = (n+2)v^2$$



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
5 из 5

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!

$$8) \quad ma = F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$$m \cdot a \leq \mu N$$

$$m \cdot a \leq \mu m g \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{n+1}{n+2} \cdot g \cdot \sin \alpha \leq \mu g \cdot \cos \alpha$$

$$\mu \geq \frac{n+1}{n+2} \cdot \operatorname{tg} \alpha =$$

$$\mu \geq \frac{n+1}{n+2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\mu \geq \frac{5}{6} \cdot \frac{3}{20} \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{81}{100}}}$$

$$\mu \geq \frac{3}{8} \cdot \sqrt{\frac{1}{\frac{319}{100}}}$$

$$\mu \geq \frac{3}{8} \cdot \frac{5}{20} \cdot \frac{\sqrt{319}}{319}$$

$$\mu \geq \frac{14}{2\sqrt{319}}$$

$$\mu \geq \frac{14}{2\sqrt{319}}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 400 \\ \hline 81 \\ 319 \\ \times 17 \\ \hline 17 \\ 179 \\ \hline 17 \\ 289 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{319} = \sqrt{17^2 + 30} \approx \\ \approx 17 + \frac{30}{34} = \frac{17 \cdot 34 + 30}{34} \approx \end{array}$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,45$; 2) $0,5 \text{ м/с}$; 3) $a = 3,75 \text{ м/с}^2$

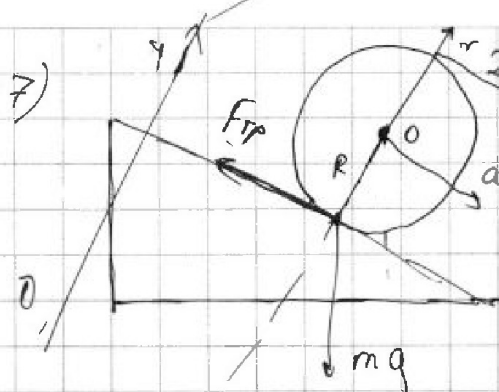
$$4) \mu \geq \frac{14}{2\sqrt{319}}$$

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
4 из 5

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!



$F_{тр}$ на пр. так, потому
это Отн. г. о момент
созд. только ma , а
загружается в колесо

по гасовой стрелке

$$F_{тр} \cdot R = J \cdot \beta, \text{ где } \beta - \text{угловое уск.}$$

$$\beta = \frac{a}{R} \quad \left(\text{если перейти в колесо то } \frac{a}{R} \text{ это} \right)$$

станет есть

$$J = mR^2; \quad F_{тр} \cdot R = mR^2 \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F_{тр} = ma$$

Уг 2 з.ч. по ОУ: $N = mg \cdot \cos \alpha$

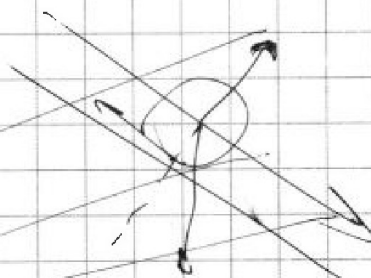
$$F_{тр} \cdot R = mR^2 \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F_{тр} = ma$$

$$F_{тр} = ma = mg \cdot \sin \alpha - ma$$

$$m(n+1)a = mg \cdot \sin \alpha - ma$$

$$ma(n+2) = (n+1)mg \cdot \sin \alpha$$

$$a = \frac{n+1}{n+2} g \cdot \sin \alpha$$





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 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

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!

$$1) A = \frac{58 \text{ К} - 40 \text{ К}}{58 \text{ К}} \cdot 2320 \text{ Дж}$$

$$A = \frac{18}{58} \cdot 2320 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 2320 \cdot 18 \\ \hline 232 \cdot 180 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$A = 9 \cdot 80 \text{ Дж}$$

$$A = \boxed{720 \text{ Дж}}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= A_2 + U_2 \\ C_p \Delta T &= P \Delta V + \frac{(52 \text{ К} + 32 \text{ К})}{2} \end{aligned}$$

$$3) (2)$$

$$\begin{array}{r} 232 \cdot 4 \\ \hline 20 \cdot 158 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$\frac{(52 \text{ К} + 32 \text{ К})}{2} \cdot R \cdot \Delta T = Q$$

$$\begin{aligned} C_p \Delta T &= P \Delta V + \frac{(32 \text{ К} + 52 \text{ К})}{2} R \Delta T \\ R \Delta T &= P \Delta V \end{aligned}$$

$$2) C_p = \frac{\Delta Q_2}{\Delta T_1} = \frac{-Q_1}{|\Delta T_1|} = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$



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 3

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!

$$1) 1. Q_2 = A_{\Gamma 2} + \Delta U_2 \quad - \text{1 н.т.}$$

$$A_{\Gamma 2} = -A$$

$$\Delta U_2 = -\frac{5}{2} \nu_A R |\Delta T_2| + \frac{3}{2} \nu_{\Gamma} R |\Delta T_2|$$

$$\Delta U_2 = -R |\Delta T_2| \left(\frac{5}{2} \nu_A + \frac{3}{2} \nu_{\Gamma} \right)$$

$$\Delta U_2 = -R |\Delta T_2| \left(\frac{5}{2} \nu_A + \frac{3}{2} \nu_{\Gamma} \right)$$

$$Q_2 = -Q$$

$$-Q = -A - R |\Delta T_2| \cdot \left(\frac{5\nu_A + 3\nu_{\Gamma}}{2} \right)$$

$$Q - A = R |\Delta T_2| \cdot \frac{5\nu_A + 3\nu_{\Gamma}}{2} \quad (1)$$

$$2. Q_1 = P_A A_{\Gamma 1} + \Delta U_1 \quad \text{0, т.к. } \Delta U = 0$$

$$Q_1 = \Delta U_1$$

$$Q_1 = -Q$$

$$\Delta U_1 = -\frac{3}{2} \nu_{\Gamma} R |\Delta T_1| - \frac{5}{2} \nu_A R |\Delta T_1|$$

$$\Delta U_1 = -R |\Delta T_1| \left(\frac{5\nu_A + 3\nu_{\Gamma}}{2} \right)$$

$$Q = R |\Delta T_1| \cdot \left(\frac{5\nu_A + 3\nu_{\Gamma}}{2} \right) \quad (2)$$

$$3. (1) \div (2):$$

$$\frac{Q - A}{Q} = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}$$

$$1 - \frac{A}{Q} = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \Rightarrow A = Q \cdot \frac{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}$$



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
3 из 3

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!

$$3) C_p \Delta T = \alpha A + \alpha U$$

γ_A - кол-во азота

γ_r - кол-во гелия

$$C_p \Delta T = P \Delta V + \frac{3}{2} \gamma_r R \Delta T + \frac{5}{2} \gamma_A R \Delta T$$

$$P \Delta V + \alpha P \Delta V = \gamma R \Delta T$$

$(\gamma_A + \gamma_r)$

$$C_p \cdot \Delta T = \gamma_r R \Delta T \left(1 + \frac{3}{2}\right) + \gamma_A R \Delta T \left(1 + \frac{5}{2}\right)$$

$$(2): \begin{cases} \frac{C_p}{R} = \frac{5}{2} \gamma_r + \frac{7}{2} \gamma_A \\ \frac{\alpha}{R \Delta T_1} = \frac{3}{2} \gamma_r + \frac{5}{2} \gamma_A \end{cases}$$

$$\frac{(\Delta T_1)}{(\Delta T_2)} = \frac{5 \gamma_r + 7 \gamma_A}{3 \gamma_r + 5 \gamma_A}$$

$$\alpha = \frac{(\Delta T_1)}{(\Delta T_2)} = \frac{58}{40} = \frac{29}{20}$$

$$\frac{(\Delta T_1)}{(\Delta T_2)} \cdot 3 \gamma_r + \frac{(\Delta T_1)}{(\Delta T_2)} \cdot 5 \gamma_A = 5 \gamma_r + 7 \gamma_A$$

$$3 \alpha \gamma_r + 5 \alpha \gamma_A = 5 \gamma_r + 7 \gamma_A$$

$$(3 \alpha - 5) \gamma_r = (7 - 5 \alpha) \gamma_A$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\gamma_r}{\gamma_A} = \frac{7 - 5 \alpha}{3 \alpha - 5} = \frac{7 - 5 \cdot \frac{29}{20}}{3 \cdot \frac{29}{20} - 5}$$

$$= \frac{7 \cdot 20 - 5 \cdot 29}{3 \cdot 29 - 5 \cdot 20} = \frac{140 - 145}{87 - 100} = \sqrt{\frac{5}{13}}$$

Ответ: 1) 720 К 2) 58 $\frac{29}{20}$ К 3) $\frac{5}{13}$



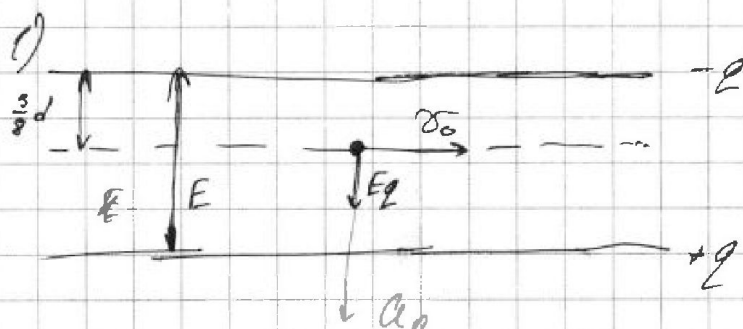
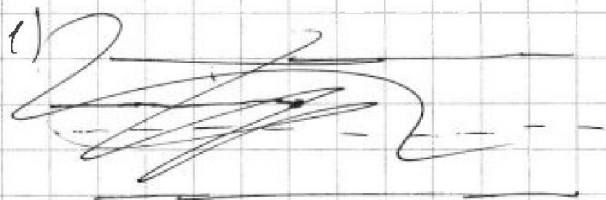
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА

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!



$$m a_n = E q$$

$$m \frac{v_0^2}{R} = E q$$

$$x = \frac{q}{m} = \boxed{\frac{v_0^2}{E R}}$$



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!



Зр. 27

$$C_p dT = p dV + \frac{3}{2} \gamma_r R dT + \frac{5}{2} \gamma_A R dT$$

$$\gamma_r R dT = p_r dV$$

$$\gamma_A R dT = p_A dV$$

$$(\gamma_r + \gamma_A) R dT = p dV$$

$$\frac{C_p}{R} dT = (\gamma_r + \gamma_A) R dT + \frac{3}{2} \gamma_r R dT + \frac{5}{2} \gamma_A R dT$$

$$\frac{C_p}{R} = \frac{5}{2} \gamma_r + \frac{7}{2} \gamma_A$$

$$p_A dV = \gamma_A R dT$$

$$A = p_A V = \gamma_A R T_2$$



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!

Черновик

$$\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$\cos^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{5}{4}$$

$$1 + \sin \alpha = \frac{5}{4}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{15}}{4} = \frac{\sqrt{10}}{4}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2}$$