



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

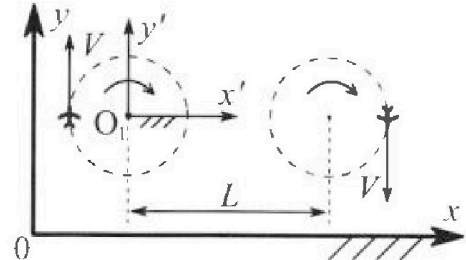
## Вариант 10-04



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/с<sup>2</sup>.

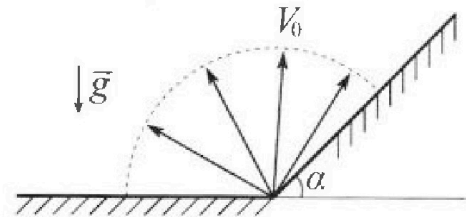
1. Определите отношение  $\frac{N}{mg}$ , здесь  $N$  – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло,  $mg$  – сила тяжести летчика.



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.

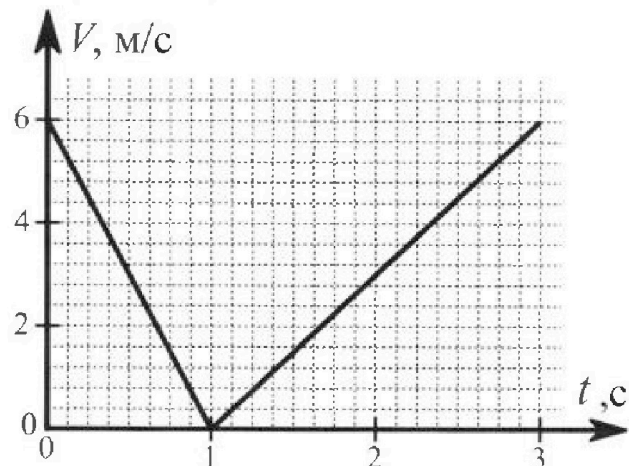
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

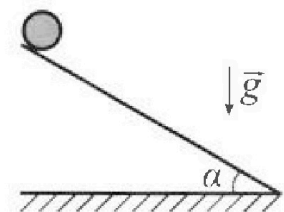
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – 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  $\mu$  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 со 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. на шота:

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

0x:  $N_x = ma_n$

0y:  $N_y = mg$

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

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

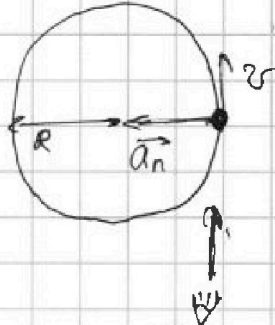
3)  $\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \left(\frac{v^2}{gR}\right)^2}$

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

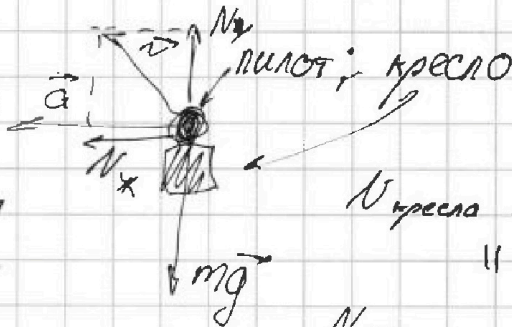
Подставляем в СИ:

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

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



Вид с боку:

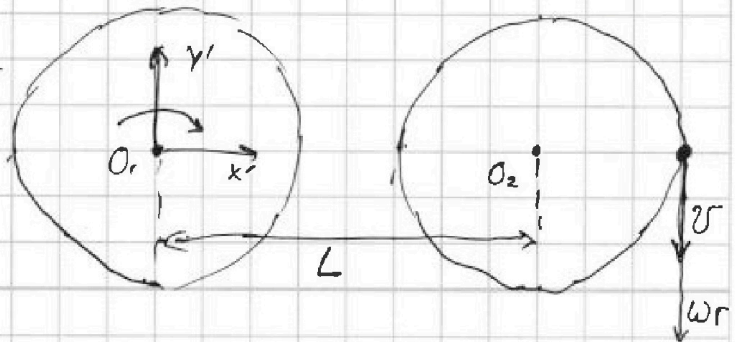


$N_{\text{кресла на пилота}}$

$N_{\text{пилота на кресло}}$

$N$   
по 3-ей закону Ньютона

4)  $\omega = \omega_c = \frac{v}{R}$   
- угловая СК-та 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 движ-ся самолет др-ся вниз со ск-тью  $\omega$  г, ~~где~~  
где  $r = L + R$  - расст. от  $O_1$ .

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

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

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

$$v' = v - \frac{2LR}{R} (L + R)$$

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

$\vec{v}'$  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:

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

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

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

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

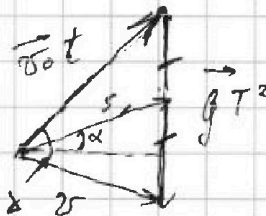
$$\sin 2\alpha \cdot \text{max при } \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow \alpha_{\text{max}} = 45^\circ$$

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

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

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

2)



$$\vec{v}_0 + \vec{g} t = \vec{v} t$$

$$\vec{v}_0 t + \vec{g} t^2 = \vec{v} t$$

параллельно вект. S-ном

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2} \text{ - медиана}$$

$\vec{S} \perp v$  (горизонт) =  $\alpha$ , т.к. гипот. к кон. точка макс. 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

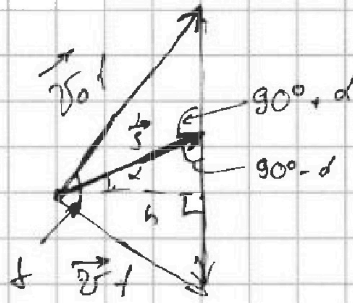
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Рассчитать площадь данного  
звонка:

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

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

$s$  - 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  $s$  - медиана правого  $\Delta$   
высотинке  $\Rightarrow$  равна половине гипотенузы.

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

поэтому  $\Rightarrow$

$$v_0 t = 2 \cdot s \cdot \cos \left( 45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right)$$

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

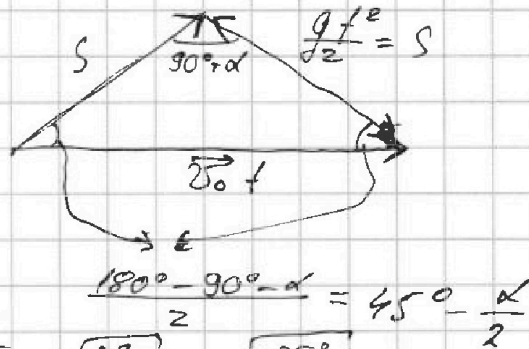
$$\sin \left( 45^\circ + \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{v_0 t}{2s} = \frac{v_0}{2s} \cdot \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2gs}}$$

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

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

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

$$\sin \frac{\alpha}{2} + \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{10}}{4} = \frac{2\sqrt{5}}{4} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$





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!

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

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

$$1 + \sin \alpha = \frac{5}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

Ответ: 1)  $\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right)$ ; 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!

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

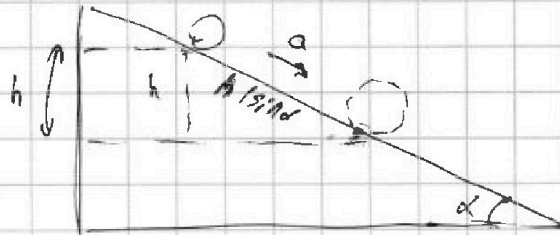
$$v = \sqrt{\frac{2(n+1)}{n+2} gh} = \sqrt{\frac{2 \cdot (4+1)}{4+2} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ м}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 10^1 \cdot 3}{8 \cdot 2} \text{ м/с}} = \boxed{5 \text{ м/с}}$$

6) Поскольку силы  $\vec{F}$  направлены к точке не перпенд. напр-е и модуль, то  $\vec{F}$  - в равновесии,

Значит:

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



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

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

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

$$a = \frac{(n+1)}{(n+2)} g \cdot \sin \alpha = \frac{5}{8} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{3}{20} = \frac{3}{8} \cdot 5 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{15}{8} \text{ м/с}^2 = 3,75 \text{ м/с}^2$$

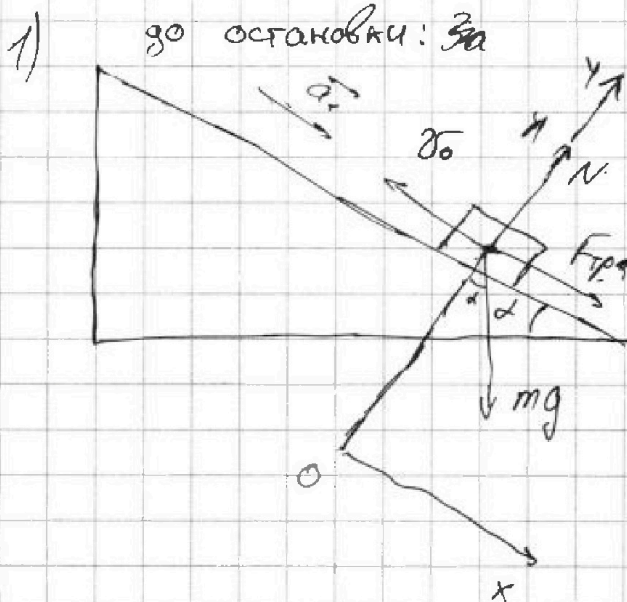


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Решение 2.3.Н.:

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

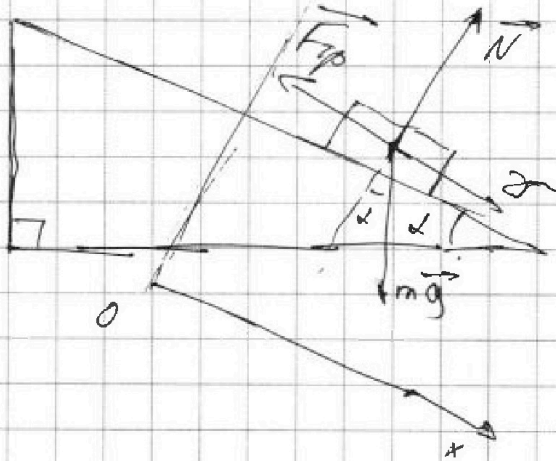
$$\begin{cases} OY: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ OX: F_{\text{тр}} = ma_1 \\ mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = \mu N \end{cases}$$

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

$$a_1 = \mu g \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha$$

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

2) После ост.:  $4a$



Решение 2.3.Н.:

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

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

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

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

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

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









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.

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!

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

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

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

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

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

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

$$\mu \geq \frac{5}{62} \cdot \frac{3g}{20} \cdot \sqrt{\frac{1}{1-\frac{81}{100}}}$$

$$\mu \geq \frac{3}{82} \cdot \sqrt{\frac{1}{\frac{319}{100}}}$$

$$\mu \geq \frac{3}{82} \cdot \frac{5}{20} \cdot \frac{\sqrt{319}}{319}$$

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

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

$$\begin{array}{r} - 400 \\ 81 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 23 \\ \hline 69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline 119 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ - 289 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 18 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\sqrt{319} = \sqrt{17^2 + 30} \approx$$

$$\approx 17 + \frac{30}{34} = \frac{17 \cdot 34 + 30}{34} \approx$$

$\approx$

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

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

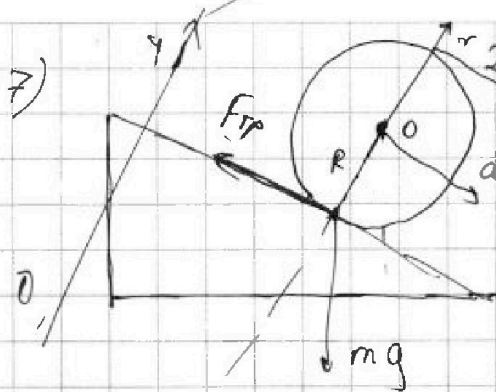


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  
закручивается в колесо

по часовой стрелке

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

$$\beta = \frac{a}{R} \text{ (если перейти в колесо то } \frac{a}{R} \text{ это станет ясно)}$$

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

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

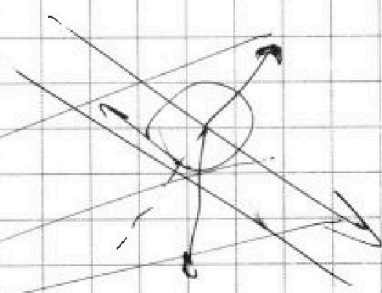
~~$$F_{тр} \cdot R = mR^2 \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F_{тр} = ma$$~~

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

~~$$m(n+1)am = Mg \cdot \sin \alpha - ma$$~~

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

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







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!

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

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

$$\begin{array}{r} 2320 \overline{) 29} \\ \underline{232} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

$$A = 9 \cdot 80 \text{ Дж}$$

$$A = \boxed{720 \text{ Дж}}$$

$$2) \delta Q_2 = \delta A_2 + \delta U_2$$

$$C_p \delta T = P \delta V + \frac{5 \nu_A + 3 \nu_B}{2} P \delta T$$

$$\begin{array}{r} 232 \overline{) 4} \\ \underline{20} \phantom{0} \\ 32 \end{array}$$

3) (2)

$$\left( \frac{5 \nu_A + 3 \nu_B}{2} \right) \cdot R \cdot \Delta T_{\text{total}} = Q$$

4

$$C_p \delta T = P \delta V + \frac{3 \nu_B + 5 \nu_A}{2} R \delta T$$

$$R \delta T = P \delta V$$

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





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!

$$1) 1. Q_2 = A_{r2} + \Delta U_2 - 1 \text{ н. т.}$$

$$\Rightarrow A_{r2} = -A$$

~~$$\Delta U_2 = \frac{5}{2} \Delta T_2 R + \frac{3}{2} \Delta T_2 R$$~~

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

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

$$Q_2 = -Q$$

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

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

$$2. Q_1 = P_A A_{r1} + \Delta U_1 \quad \text{0, r. k } \Delta U = 0$$

$$Q_1 = \Delta U_1$$

~~$$Q_1 = -Q$$~~

$$\Delta U_1 = -\frac{3}{2} \Delta T_1 R - \frac{5}{2} \Delta T_1 R$$

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

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

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

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

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



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!

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

$\nu_A$  - кол-во азота

$\nu_r$  - кол-во гелия

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

$$P \Delta V + \overset{0}{\cancel{P \Delta V}} = \nu R \Delta T$$

$$\quad \quad \quad \uparrow$$

$$\quad \quad \quad (\nu_A + \nu_r)$$

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

$$(2): \begin{cases} \frac{C_p}{R} = \frac{5}{2} \nu_r + \frac{7}{2} \nu_A \\ \frac{Q}{R \Delta T} = \frac{3}{2} \nu_r + \frac{5}{2} \nu_A \end{cases}$$

$$\frac{(\Delta T_1)}{(\Delta T_2)} = \alpha = \frac{5 \nu_r + 7 \nu_A}{3 \nu_r + 5 \nu_A}$$

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

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

$$3\alpha \nu_r + 5\alpha \nu_A = 5 \nu_r + 7 \nu_A$$

$$(3\alpha - 5) \nu_r = (7 - 5\alpha) \nu_A$$

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

$$= \frac{7 \cdot 20 - 5 \cdot 29}{3 \cdot 29 - 5 \cdot 20} = \frac{140 - 145}{87 - 100} = \left[ \frac{5}{13} \right]$$

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



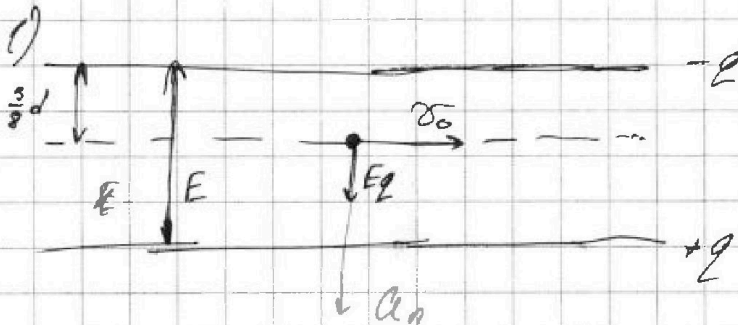
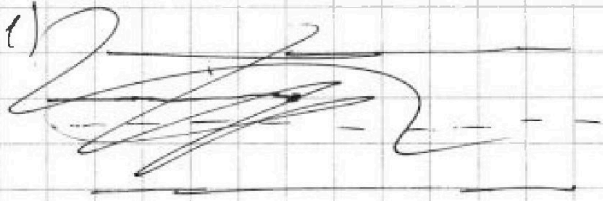


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

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



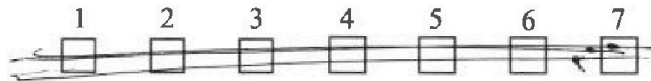
$$m a_n = E q$$

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

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

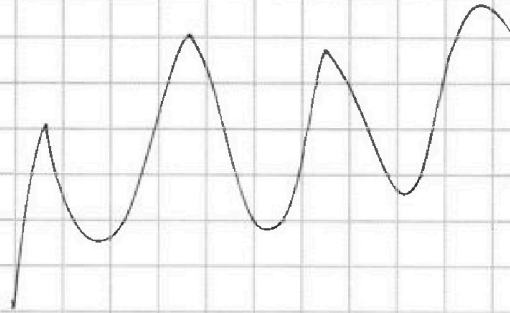


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



~~Задача~~

$$C_{pd}T = P_d V + \frac{3}{2} \gamma_r R_d T + \frac{5}{2} \gamma_A R_d T$$

$$\gamma_r R_d T = P_d V$$

$$\gamma_A R_d T = P_d V$$

$$(\gamma_r + \gamma_A) R_d T = P_d V$$

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

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

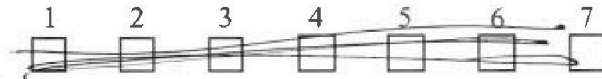
$$P_d V \approx \gamma R$$

$$A = P_d V = \gamma R / \Delta T_2$$





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*

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

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

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

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

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

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

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