



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

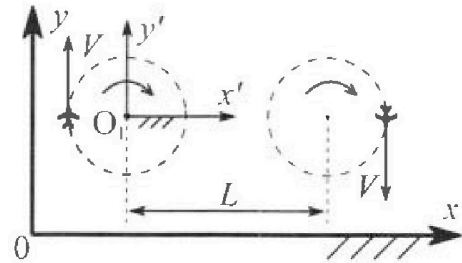
Вариант 10-04



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.

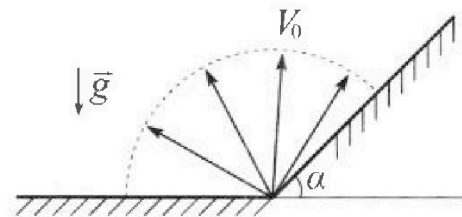
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



В некоторый момент времени 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.

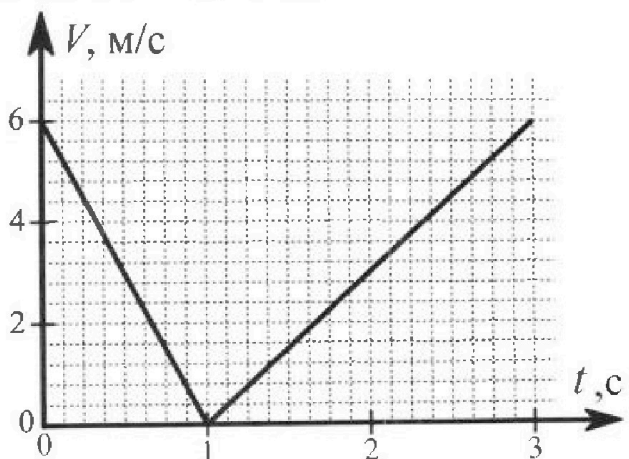


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

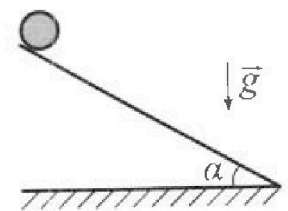
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



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

- 1 2 3 4 5 6 7

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!

№ 5

Дано:

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$R = 500 \text{ м}$$

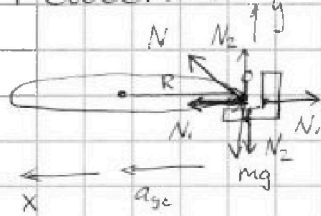
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{N}{mg} = ?$$

$$L = 1,25 \text{ км} = 1250 \text{ м}$$

а) $\vec{N} = ?$

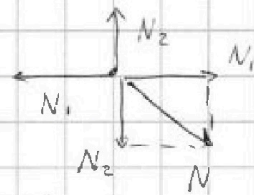
Решение:



а) по II закону Ньютона: для тела

$$\left. \begin{aligned} O_x: m a_{yc} &= N_1 \\ a_{yc} &= \frac{v^2}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_1 = \frac{m v^2}{R}$$

$$O_y: mg = N_2$$

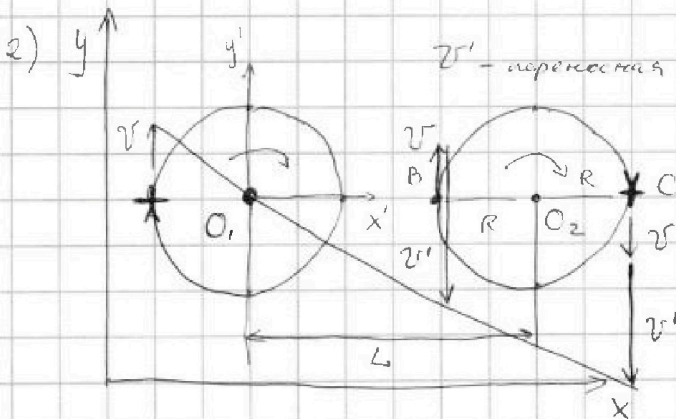


$$\rightarrow N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{\frac{m^2 v^4}{R^2} + m^2 g^2}$$

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

$$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{mg} = \frac{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{10^8}{5^2 \cdot 10^4} + 10^2}}{10}$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{10^4}{5^2} + 10^2}}{10} = \frac{\sqrt{5 \cdot 2^4 + 10^2}}{10} = \frac{\sqrt{5 \cdot 2^2(2^2 + 4)}}{10} = \frac{10\sqrt{5}}{10} = \sqrt{5} \approx 2,25$$



при переходе во вращающуюся СО $x'O_1y'$, связанной с первым шариком вся окружность O_2 (с центром) будет двигаться с одной угловой скоростью ω относ. O_1 .

O_1 - МЦВ в СО $x'O_1y'$

т.к. окружность с центром O_2 имеет одну ω_2 в АСО для всех точек

\rightarrow в т.В в АСО $v_B = v$ и направлена вдоль O_2y' .

в СО $x'O_1y'$

$$\omega = \frac{v_{отн. B}}{R_B} = \frac{v_{отн. C}}{R_C}$$

где R_B - расстояние от т.В до O_1

R_C - расстояние от т.С до O_1

$$\omega = \frac{v - v'}{L - R} = \frac{v + v'}{L + R}$$

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



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!

$$v' = v \frac{R}{L}$$

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

направлена вниз
по оси Oy

$$|U| = 100 \left(1 + \frac{500}{1250} \right) = 100 \left(\frac{1750}{1250} \right) = 100 \cdot \frac{7}{5} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ м/с}$$

Ответ: $\frac{N}{mg} = \sqrt{5} \approx 2,25$; $U = 140 \text{ м/с}$ ~~направлена вниз~~
↑ Oy || 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 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

Дано: Решение:

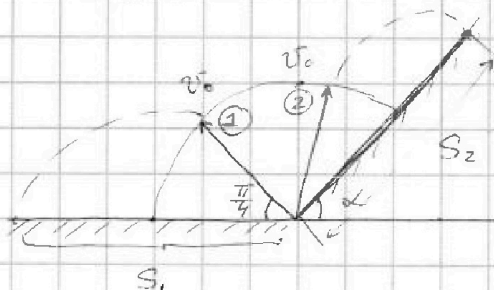
$$T_1 = 5 \text{ с}$$

$$S_2 = 100 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) $v_0 = ?$

2) $\alpha = ?$



по горизонту
максимальное расстояние
у основания, выстреливаемого
под углом 45° к
горизонту

формула 1
 $S_2 = \frac{1}{2} v_0 \cdot v_n \cdot \sin \alpha$
 $S_2 = \frac{1}{2} L \cdot g$
 $\Rightarrow L - \text{max}$ при $\sin \alpha = 1$
 $\sin \alpha = 90^\circ \Rightarrow v_n = v_0$
 $\Rightarrow \frac{\alpha}{2} = 45^\circ \Rightarrow$ угол
вылета равен
при этом $T_{\text{полета}} = \frac{T_{\text{полета}}}{2}$

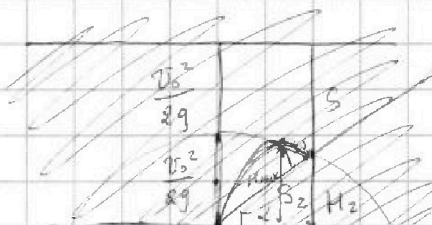
1) $S_1 = v_0 \cdot \cos \frac{\pi}{4} \cdot T_1$

$$H_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \frac{\pi}{4}}{2g} = \frac{g \cdot \left(\frac{T_1}{2}\right)^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{g^2 T_1^2}{4 \sin^2 \frac{\pi}{4}} \Rightarrow v_0 = \frac{g T_1}{2 \sin \frac{\pi}{4}}$$

$$v_0 = \frac{10 \cdot 5}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \approx 35 \text{ м/с}$$

2) нарисуем параболу безопасности



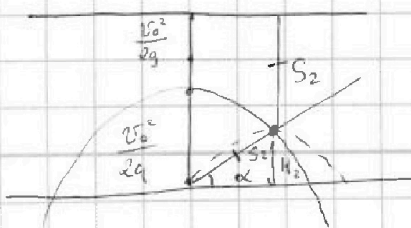
графически

$$S_2 + H_2 = \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow H_2 = \frac{v_0^2}{g} - S_2$$

$$\sin \alpha = \frac{H_2}{S_2}$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{v_0^2}{g} - S_2}{S_2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{35 \cdot 35 / 10 - 100}{100} = \frac{38^2 - 1000}{100}$$

$$\sin \alpha = \frac{1225 - 1000}{100}$$



графически

$S_2 - \text{max}$

будет точкой касания для
силы и параболы безопасности

$$\sin \alpha = \frac{H_2}{S_2}$$

$$\frac{v_0^2}{g} = H_2 + S_2$$



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 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!

$$\frac{v_0^2}{g} = S_2 \cdot \sin \alpha + S_2 = S_2 (\sin \alpha + 1)$$

$$\Rightarrow \sin \alpha + 1 = \frac{v_0^2}{S_2 g} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{S_2 g} - 1$$

$$\sin \alpha = \frac{35 \cdot 35}{100 \cdot 10} - 1 = \frac{1225}{1000} - 1 = 1,225 - 1 = 0,225$$
$$\alpha = \arcsin(0,225)$$

Ответ: $v_0 = 25\sqrt{2} \approx 35 \text{ м/с}$, $\alpha = \arcsin(0,225)$

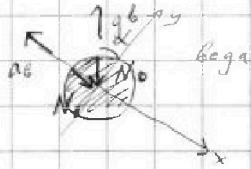
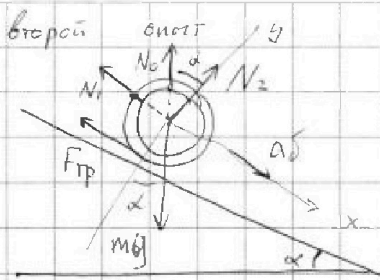


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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



$$m_b = n m_s = 4 m_s \quad (m_b = 4 m_s) \\ m_s = m$$

$$a \uparrow \downarrow a_s \quad | a_0 | = a_s \\ g \uparrow \downarrow g_s \quad | g_0 | = g_s$$

по II закону Ньютона:

$$\text{блага: } O_x: 4ma = 4mg \cdot \sin \alpha - N_1 - N_0 \cdot \sin \alpha \\ \Rightarrow N_1 + N_0 \sin \alpha = 4mg \sin \alpha - 4ma$$

Зарна O_x :

$$ma = mg \cdot \sin \alpha - (N_1 + N_0 \cdot \sin \alpha) - F_{\text{тр}}$$

Зарна O_y :

$$N_2 = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N_2 \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow ma = mg \sin \alpha - 4\mu mg \sin \alpha + 4ma + \mu mg \cos \alpha$$

$$3a + g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 4g \sin \alpha$$

$$3a = 3g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 2g \sin \alpha + g(\sin \alpha \mu \cos \alpha)$$

из предыдущего пункта

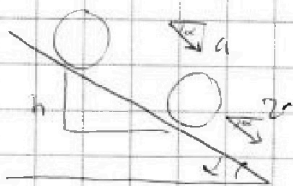
$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_1}{t_1} = a_1 \Rightarrow g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{6 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 6 \text{ м/с}^2$$

из предыдущего пункта

$$2g \sin \alpha = \frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} \Rightarrow 2g \sin \alpha = \frac{6 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} + \frac{6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = 9 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{2g \sin \alpha + g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{3} = \frac{\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} + \frac{v_1}{t_1}}{3} = \frac{\frac{2}{3} \frac{v_1}{t_1} + \frac{1}{3} \frac{v_1}{t_2}}{3}$$

$$\Rightarrow a = \frac{6 \text{ м/с}^2 + 9 \text{ м/с}^2}{2} \Rightarrow a = 7.5 \text{ м/с}^2$$



$$v = a \cdot t$$

$$h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2a \cdot \sin \alpha} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2ah'}{\sin \alpha}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 1.5}{0.45}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1.5}{0.45}} = \sqrt{\frac{300}{9}} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

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
4 ИЗ 4

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

N=3

Дано:
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

1) $\sin \alpha = ?$

первый отрез

$h = 1,5 \text{ м}$

$n = 4$

а) $v = ?$ 3) $\mu = ?$
2) $a = ?$

$S_1 = v_1 \cdot t_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{v_1 \cdot t_1}{2}$
площадь под графиком

$\Rightarrow \frac{v_1 t_1}{2} = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow at_1 = v_1 \Rightarrow g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) t_1 = v_1$
 $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$

$\sin \alpha = \frac{h_1}{S_1}$
 $H_1 = \frac{v_1^2 \sin^2 \alpha}{2a \sin \alpha} = \frac{v_1^2 \sin \alpha}{2a} = \frac{v_1^2 \sin \alpha}{2 \cdot v_1} \cdot t_1 = \frac{v_1 \sin \alpha t_1}{2}$

~~$H_2 = \frac{v_2^2 \sin^2 \alpha}{2a_2 \sin \alpha}$~~



рассмотрим промежуток от $t_1 = 1$ до $t_2 = 3$
 $t_2 - t_1 = t_2 = 2$

$O_x: ma = mg \sin \alpha - F_{тр}$ $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$
 $O_y: N = mg \cos \alpha$

$\Rightarrow ma_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
 $a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

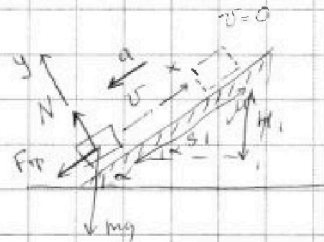
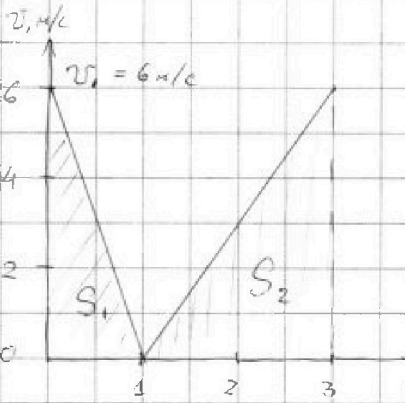
~~$S_2 = \frac{v_2^2 \sin^2 \alpha}{2a_2 \sin \alpha}$~~ $v_1 = a_2(t_2 - t_1) = a_2 t_2 \Rightarrow a_2 = \frac{v_1}{t_2} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$a_1 + a_2 = \frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha + g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

$\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2g} \left(\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} \right)$

$\sin \alpha = \frac{1}{2 \cdot 10} \cdot \left(\frac{6}{1} + \frac{6}{2} \right) = \frac{1}{2 \cdot 10} \cdot 9 = \frac{9}{20} = 0,45$

Решение:



рассмотрим промежуток от $t_1 = 0$ до $t_2 = 1$

по II закону Ньютона:

$O_x: -ma_1 = -F_{тр} - mg \sin \alpha$

$O_y: N = mg \cos \alpha$
 $\mu N + F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$
 $\Rightarrow ma_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$
 $a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$

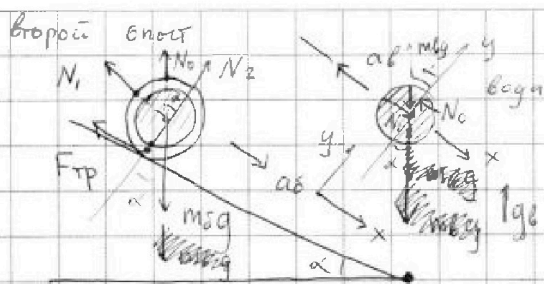


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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



$$m_6 = n m_5 = 4 m_5 \quad | \quad m_6 = 4m \quad | \quad m_5 = m$$

$$| a_6 = | a_5 | - a \quad a_5 \neq | a_6 | \quad a_5 = -a_6 \quad g_5 = -g_6$$

по II Закону Ньютон

блага: $O_x: \dots$

Сумма $O_y: N_2 = \dots (m_5 + m) g \cdot \cos \alpha$

Сумма $O_x: m a_5 = m g \cdot \sin \alpha - N_1 - F_{тр} - N_0 \cdot \sin \alpha$

$$F_{тр} = \mu N_2 = \mu m g \cos \alpha$$

~~$$m a = m g \sin \alpha - 4 m a - \mu m g \cos \alpha - 4 m g \sin \alpha$$~~

~~$$3 m a = m g \cos \alpha - m g \sin \alpha$$~~

~~$$a = \frac{\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha}{3}$$~~

$$\Rightarrow a =$$

~~...~~

по II Закону Ньютон

~~$$4 m a_6 = 4 m g \cdot \sin \alpha + N_1 - N_0 \cdot \sin \alpha$$~~

~~$$\Rightarrow m a_5 = m g \cdot \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha - 4 m a - 4 m g \cdot \sin \alpha$$~~

~~$$5 m a_5 = 4 m a_5 + 4 m g \sin \alpha + m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha$$~~

~~$$a_5 = 4 a_5 = 5 g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$~~

$$\sin \alpha = \frac{g}{20}$$

из предыдущего пункта

$$a_2 - a_1 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha - \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$$

$$a_2 - a_1 = -2 \mu g \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu g \cos \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2}$$

$$\mu g \cos \alpha = \left(\frac{v_1}{t_1} - \frac{v_1}{t_2} \right) \cdot \frac{1}{2}$$

$$\mu g \cos \alpha = \left(\frac{6}{1} - \frac{6}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$g \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_1}{t_2} \right)$$

$$g \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{6}{1} + \frac{6}{2} \right) = \frac{9}{2}$$

при $\mu \geq \tan \alpha$

без проскальзывания

$$\sin \alpha = \frac{9}{20}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{400 - 81}}{20}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{319}}{20}$$

$$\tan \alpha = \frac{9}{\sqrt{319}}$$

$$\mu \geq \frac{9}{\sqrt{319}}$$

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

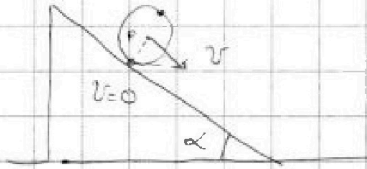
6

7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$v = \frac{10}{\sqrt{3}} \approx 5,8 \text{ м/с}$$



Ответ: $\sin \alpha = 0,45$; $v = \frac{10}{\sqrt{3}} \approx 5,8 \text{ м/с}$; $\mu \geq \frac{9}{\sqrt{319}}$



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
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!

$$из (a-1) \quad Q = \frac{3}{2} J_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_2 R \Delta T_2$$

$$из (b-2) \quad Q = \frac{3}{2} J_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} J_2 R \Delta T_2 + \overbrace{J_1 R \Delta T_2 + J_2 R \Delta T_2}^{+A_{внеш} = J R \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} J_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} J_2 R \Delta T_1 = \frac{5}{2} J_1 R \Delta T_2 + \frac{7}{2} J_2 R \Delta T_2 +$$

$$J_2 R \left(\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2 \right) = J_1 R \left(\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right) \quad J_1 = \frac{N_1}{N_A} \quad J_2 = \frac{N_2}{N_A}$$

$$\Rightarrow \frac{J_1}{J_2} = \frac{\left(\frac{5}{2} \Delta T_1 - \frac{7}{2} \Delta T_2 \right)}{\left(\frac{5}{2} \Delta T_2 - \frac{3}{2} \Delta T_1 \right)} = \frac{\frac{5}{2} \cdot 58 - \frac{7}{2} \cdot 40}{\frac{5}{2} \cdot 40 - \frac{3}{2} \cdot 58} = \Rightarrow \frac{J_1}{J_2} = \frac{N_1}{N_A} \cdot \frac{N_A}{N_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$= \frac{5 \cdot 29 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 29} = \frac{145 - 140}{100 - 87} = \frac{5}{13} = \frac{N_1}{N_2}$$

Ответ: $A_{внеш} = 630 \text{ Дж}$; $c_p = \frac{29}{9} R \approx 26,8 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$;
 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}$.



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!

№ 4

Дано:

$$|Q| = 2320 \text{ Дж}$$

$$|\Delta T_1| = 58 \text{ К}$$

$$|\Delta T_2| = 40 \text{ К}$$

$$i(\text{He}) = 3$$

$$i(\text{N}_2) = 5$$

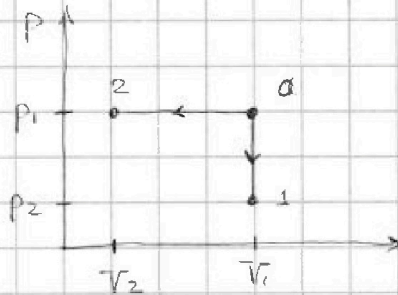
1) $A_{\text{внеш}_2} = ?$

2) $C_{p2} = ?$

3) $\frac{N_1(\text{He})}{N_2(\text{N}_2)} = ?$

Решение:

нарисуем график процессов p(V)



$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$\nu_1 - (\text{He})$

0-1 - изохорный

0-2 - изобарный

$\nu_2 - (\text{N}_2)$

ν - смеси

$$1) \Delta H T : \Delta Q = \Delta U + \Delta A_{\text{внеш}}$$

$$(0-1) |Q| = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_1 + 0$$

$$\Rightarrow Q = R \Delta T_1 \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right)$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right) = \frac{Q}{R \Delta T_1}$$

$$2) \Delta H T : \Delta Q = \Delta U + \Delta A_{\text{внеш}} \Rightarrow \Delta Q = \Delta U - A_{\text{внеш}}$$

$$(0-2) |Q| = \left(\frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2 \right) - A_{\text{внеш}} \Rightarrow A_{\text{внеш}} = Q - R \Delta T_2 \left(\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 \right)$$

$$\Rightarrow A_{\text{внеш}} = Q - R \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{R \Delta T_1} = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 2320 \cdot \left(1 - \frac{40}{58} \right) = 2320 \cdot \frac{9}{29} = 709 = 630 \text{ Дж}$$

$$3) A_{\text{внеш}} = p_1 \Delta V = p_1 (V_1 - V_2)$$

$$pV = \nu RT \text{ уравнение Менделеева-Клапейрона}$$

$$\Rightarrow p_1 (V_1 - V_2) = \nu R (T_1 - T_2) = \nu R \Delta T_2$$

$$\Rightarrow A_{\text{внеш}} = \nu R \Delta T_2 = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) \Rightarrow \nu = \frac{Q (\Delta T_1 - \Delta T_2)}{R \Delta T_2 \Delta T_1}$$

$$\Delta H T : \Delta Q = \Delta U + \Delta A_{\text{внеш}} \equiv \nu C_{p1} \Delta T \text{ (т.к. изобар.)} \equiv \nu C_{p2} \Delta T$$

$$\Rightarrow Q = \nu C_{p2} \Delta T_2 \Rightarrow C_{p2} = \frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{Q \cdot R \Delta T_2 \Delta T_1}{Q (\Delta T_1 - \Delta T_2) \Delta T_2}$$

$$\Rightarrow C_p = \frac{R \Delta T_1}{\Delta T_1 - \Delta T_2} = \frac{8,31 \cdot 58}{(58 - 40)} = \frac{8,31 \cdot 58}{18} \approx$$

$$C_p = \frac{29}{9} R \approx 26,8 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$



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!

№5

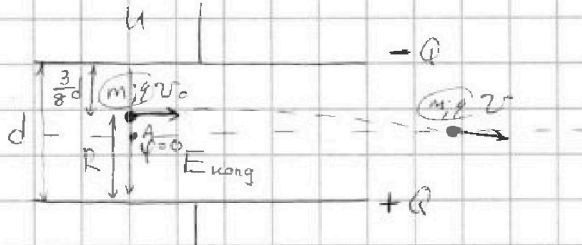
Дано:
 $U; d; v_0$
 $\frac{3}{8}d; R$

Решение:

Q - заряд конденсатора

1) $\gamma = \frac{q}{m} = ?$

2) $v = ?$



1) $g = R = \frac{v_0^2}{a_n}$ - ф-ла для радиуса кривизны $\Rightarrow a_n = \frac{v_0^2}{R}$

2) $C_{\text{плоского конденсатора}} = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$
 $E_{\text{плоского конг}} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 2 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ $2 E_{\text{плоскости}}$ $E_{\text{конг}} = \frac{U}{d}$

3) по II Заколу Ньютона: (для частицы)

$ma_n = F = E_{\text{конг}} \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q \Rightarrow \gamma = \frac{q}{m} = \frac{a_n \cdot d}{U}$
 $\Rightarrow \gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 \cdot d}{R \cdot U}$

4) ЗСЭ: $W_1 + E_{k1} = W_2 + E_{k2}$ $W_2 = 0$ (т.к. частица вылетела из конг. не действуя поле $E_{\text{конг}}$)

$W_1 = \varphi \cdot q$

т.к. в серединной плоскости конденсатора $\varphi = 0$ $\text{бт. А } \varphi_1 = 0$

$\Rightarrow (\varphi_2 - \varphi_1) = E_{\text{конг}} \cdot (d_2 - d_1) = \frac{U}{d} \cdot \left(\frac{4}{8}d - \frac{3}{8}d\right) = \frac{U}{8}$ $d_2 = \frac{4}{8}d$

$\Rightarrow 0 - \varphi_1 = \frac{U}{8} \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{U}{8}$

$\Rightarrow W_1 = -\frac{U}{8} \cdot q$

\Rightarrow в ЗСЭ: $-\frac{U}{8}q + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$ $/: m$

$\Rightarrow -\frac{U}{8}\gamma + \frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2}$ $/: 8$

$-U\gamma + 4v_0^2 = 4v^2$

$\Rightarrow v^2 = v_0^2 - \frac{U\gamma}{4} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - \frac{U \cdot v_0^2 \cdot d}{4mR}} = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{4R}}$

Ответ: $\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2 d}{UR}$; $v = v_0 \sqrt{1 - \frac{d}{4R}}$



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!

№4

He - ν_1 , N₂ - ν_2

(He) (N₂)

$Q = 2320 \text{ Дж}$

$|\Delta T_1| = 58 \text{ K}$

$|\Delta T_2| = 40 \text{ K}$

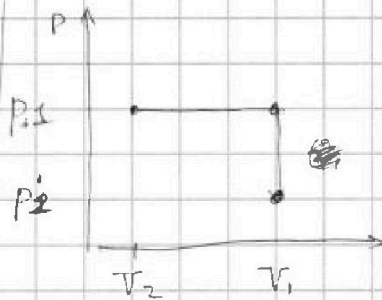
Абвем₂ = ?

c_{p2} = ?

$\frac{\mu_1}{\mu_2}$ = ?

$pV = \nu RT$

Менделеев - Клапейрон



1HT: $Q = \nu_1 U + \nu_2 A_{разн}$

$+ Q = \frac{\nu_1}{2} R \Delta T_1 + \nu_2 A_{разн}$

$Q = \frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R T_1$

4 - Абвем

2HT: $\nu_1 Q = \nu_1 U + \nu_2 A_{разн}$

$-Q = -\frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 - \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2$

$= -(\nu_1 (V_1 - V_2))$ Абвем

Абвем = $Q - \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2 - \frac{5}{2} \nu_2 R \Delta T_2$

Абвем = $Q - R \Delta T_2 (\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2)$

Абвем = $Q - \frac{R \Delta T_2 \cdot Q}{R \Delta T_1}$

$\boxed{\text{Абвем} = Q (1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1})}$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_1$

$p_2 V_2 = \nu_1 R T_2 + \nu_2 R T_2$

$Q = R \Delta T_1 (\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2)$

$\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2 = \frac{Q}{R \Delta T_1}$

1 ~~Q~~ $-Q_2 = -R \Delta T_2 (\frac{3}{2} \nu_1 + \frac{5}{2} \nu_2) - \text{Абвем} = \nu c_p \Delta T_2$

$\Rightarrow -Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - Q + Q \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \nu c_p \Delta T_2$

$\frac{\nu R (T_1 - T_2)}{\nu R \Delta T_2}$

$\nu R \Delta T_2 = Q (1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1})$

$\nu = \frac{Q (1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1})}{R \Delta T_2}$

$Q = \nu c_p \Delta T_2$

$\boxed{c_p} = \frac{Q}{\nu \Delta T_2} = \frac{R \cdot R \Delta T_2}{(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}) \cdot \Delta T_2} = \frac{T_1 R}{\Delta T_1 - \Delta T_2}$

$\frac{429}{145}$
 $\frac{58-40}{58} = \frac{18}{58}$
 $\frac{29}{87}$
 $\frac{9}{29}$
 $\frac{629}{203}$
 $\frac{2320}{203} = 11.43$
 $\frac{11.43}{11.43} = 1$
 $\frac{290}{290} = 1$

$\frac{240.99}{78} = 3.09$
 $\frac{60}{-54} = -1.11$
 $\frac{69}{63} = 1.10$
 $\frac{28.31}{16.62} = 1.70$
 $\frac{72240.99}{240.99} = 300$
 $8.31 \cdot \frac{29}{9} = 26.77$



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!

$\gamma = \frac{q}{m}$
 $R = \frac{v_0^2}{a_n} \Rightarrow a_n = \frac{v_0^2}{R}$
 $\rho = \frac{q}{u} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$
 $E = \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{u}{d}$
 $R = \frac{5}{8} d$

no II 3M

$ma_n = F_e + F_g = E \cdot q + mg$

$ma_n = \frac{u}{d} \cdot q = m \frac{v_0^2}{R}$

$\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{R} \cdot \frac{d}{u}$

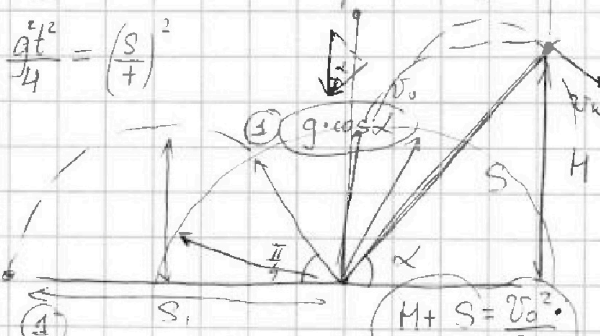
3C3: $-\frac{1}{8} qEd + \frac{mv_0^2}{2} = W_n = \frac{mv^2}{2}$

$0 - \varphi = E \cdot \frac{1}{8} d \Rightarrow \varphi = -\frac{1}{8} Ed \Rightarrow W = q \cdot \varphi = -\frac{1}{8} qEd$

N^o 2

$\alpha + \beta = L = S$

$\frac{gt^2}{4} = \left(\frac{S}{t}\right)^2$



$T_1 = 5c$
 $S = 100m$
 $\sin \alpha = \frac{H}{S}$

$S^2 = H^2 + v_0 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot t$

$H + S = \frac{v_0^2}{2g}$
 $S_1 = (v_0 \cdot \cos \frac{\pi}{4}) \cdot T_1$

$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \frac{\pi}{4}}{2g} = \frac{g \left(\frac{T_1}{2}\right)^2}{2}$

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

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{g^2 \cdot T_1^2}{\sin^2 \frac{\pi}{4}}} = \frac{gT_1}{2 \sin \frac{\pi}{4}} = \frac{gT_1}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}} = \frac{gT_1}{\sqrt{2}} = \frac{10 \cdot 5}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2}$

$H_2 = \frac{gT_2^2}{2}$



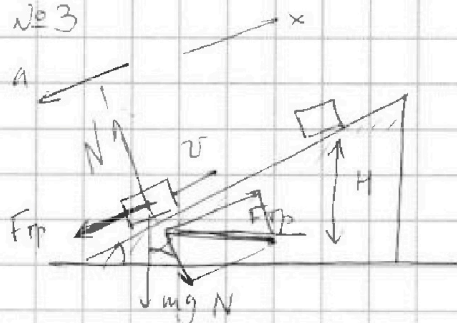
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

№3

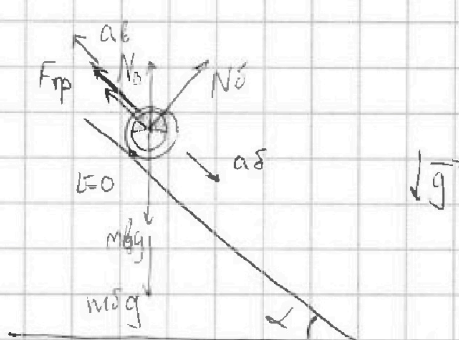


ЗСЭ: mV^2

$$\Delta p = \frac{F}{\Delta t}$$

$$\Delta p = mV_6 - mV_0 = mV_6$$

$\Delta p =$



$N = mg \cdot \cos \alpha$

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

$$ma = F_{tr} + mg \cdot \sin \alpha$$

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

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

$$S = V_0 \cdot t - \frac{at^2}{2}$$

400 м^2

$m_6 = 4 \text{ мс}$

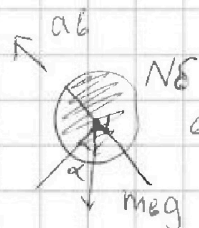
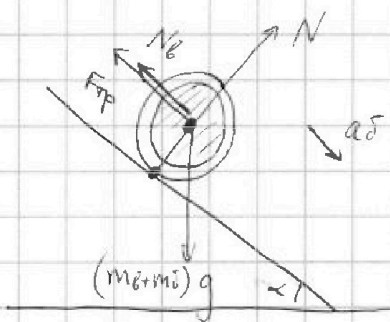
$$H = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{+2a}$$

400

$$\sin \alpha = \frac{H}{S}$$

$$\frac{g}{20} \mu \geq \tan \alpha$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 7} \\ \underline{28} \\ 39 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 4,5 \overline{) 45} \\ \underline{10} \\ 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 13} \\ \underline{26} \\ 59 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \overline{) 2} \\ \underline{4} \\ 0,5 \\ \underline{0,5} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 39 \\ \times 14 \\ 546 \end{array}$$

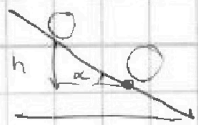
$$-m\delta a = N\delta + m\delta g \cdot \sin \alpha$$

$$N = m\delta g \cdot \cos \alpha$$

$$m\delta a\delta = m\delta g \cdot \sin \alpha - \mu m\delta g \cos \alpha + N\delta$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \overline{) 45} \\ \underline{10} \\ 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 14} \\ \underline{28} \\ 59 \end{array}$$



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

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

$$\begin{array}{r} 319 \overline{) 17} \\ \underline{17} \\ 249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 47 \\ \times 17 \\ 799 \end{array}$$

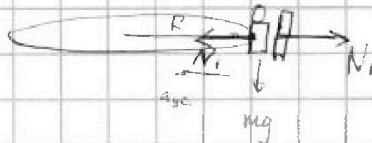
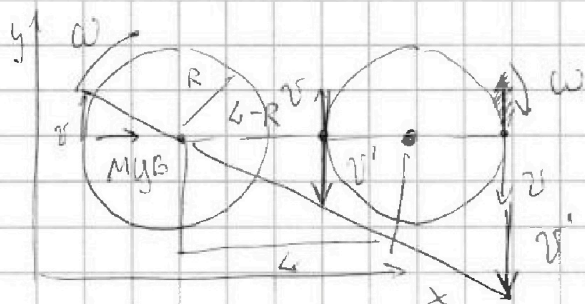


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



по II ЗН:

$$ma = N_1 = m \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{mg} = \frac{v^2}{Rg}$$

$$100^4 = (10^2)^4 = 10^8$$

$$500^2 = (5 \cdot 10^2)^2 = 5^2 \cdot 10^4$$

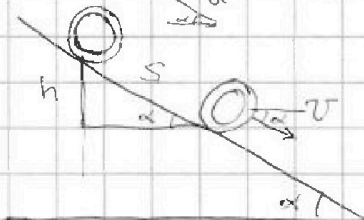
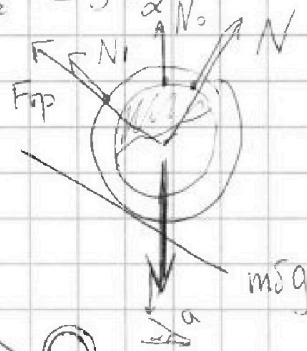
$$\frac{10^4}{5^2} = \frac{5^4 \cdot 2^4}{5^2} = 5^2 \cdot 2^4$$

$$\begin{array}{r} 1, \\ \times 2,1 \\ \hline 21 \\ 42 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ \times 2,3 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 5,29 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 2,2 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 4,84 \end{array}$$

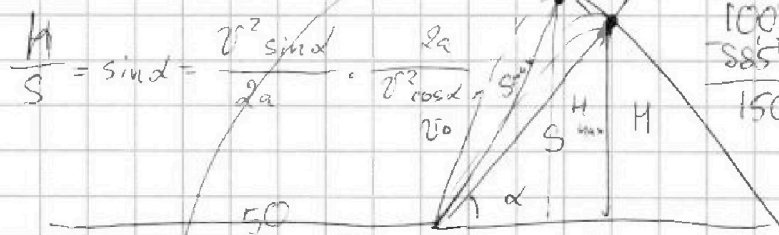
$$\begin{array}{r} 2,25 \\ \times 2,25 \\ \hline 1125 \\ 450 \\ \hline 506,25 \end{array}$$



$$\frac{v' - v}{L - R} = \frac{v + v'}{L + R}$$

$$\frac{175}{125} = \frac{7}{5}$$

$$S = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2a \cos \alpha} = \frac{v^2 \cos \alpha}{2a}$$



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

$$\frac{100 \cdot 1,7}{885 \cdot 5,8} = \frac{150}{150}$$

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

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

$$t = \frac{2 \cdot 6}{2 \cdot 1} = 4$$

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

$$\frac{1,5}{0,45} = \frac{150 \cdot 10^2}{45} \cdot \frac{1}{9} = \frac{v^2 \sin \alpha}{2a}$$

$$N_1 + N_0 \sin \alpha = 4mg \sin \alpha - 4ma$$



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

