



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

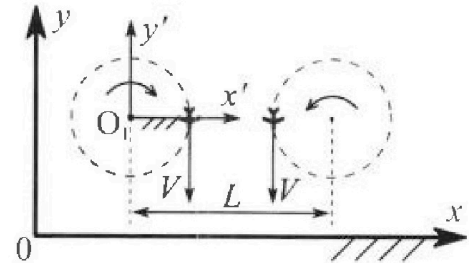
Вариант 10-03

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

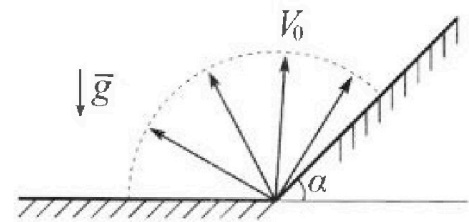
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



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.

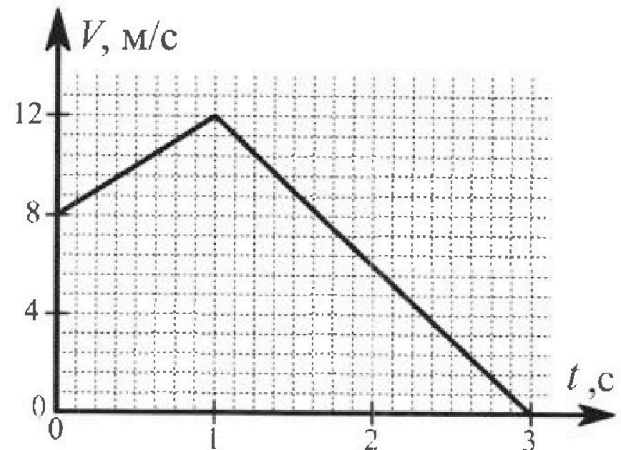
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

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.



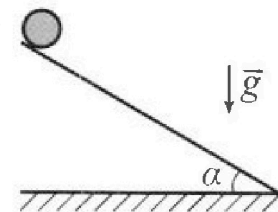
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

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 $\sin \alpha$, 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 $n = 3$ 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 A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. 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 нек оторое 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 61

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.

Дано:

$$R = 360 \text{ м}$$

$$V = 60 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$L = 1,8 \text{ км}$$

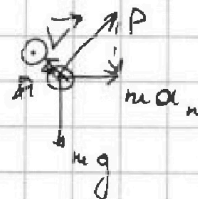
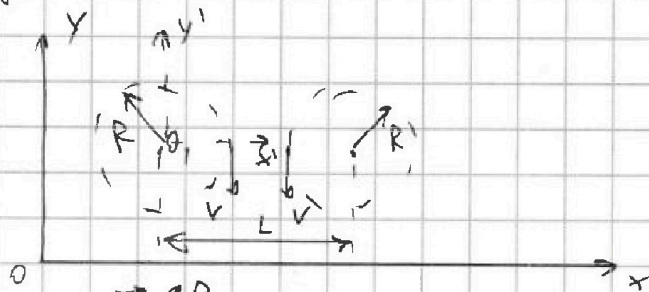
1) $\delta = \left(1 - \frac{mg}{P}\right) \cdot 100\% - ?$

вес

1)

2) $\vec{u} - ?$

см.



По II з. Ньютона для

длина:

$$P + mg = m \vec{a}_n$$

$$P = \sqrt{(ma_n)^2 + (mg)^2} \quad (\text{т.к. гипотенуза})$$

2) Во вращающ. СО - x', y' :

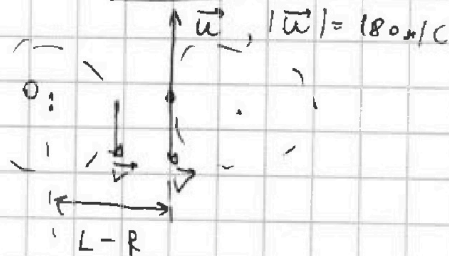
$$\frac{u_x'}{L-R} = \frac{v}{L-R} - \frac{v}{R} = \frac{v(2R-L)}{(L-R)R}$$

$$u_x' = v \frac{2R-L}{L-R}$$

$$= 60 \text{ м/с} \frac{720 \text{ м} - 1800 \text{ м}}{360 \text{ м}}$$

$$= -\frac{1080}{6} \text{ м/с} = -\frac{540}{3} \text{ м/с} =$$

$$= -180 \text{ м/с}$$



Значит $\delta = \left(1 - \frac{mg}{m \sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}}\right) \cdot 100\% =$

$$= \left(1 - \frac{g}{\sqrt{\frac{v^2}{R^2} + g^2}}\right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(1 - \frac{10 \text{ м/с}^2}{\sqrt{\frac{(60 \text{ м/с})^2}{(360 \text{ м})^2} + (10 \text{ м/с}^2)^2}}\right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% = \frac{\sqrt{2}-1}{2} \cdot 100\% \approx 30\%$$

Ответ: $\delta = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \cdot 100\% \approx 30\%$; $|\vec{u}| = 180 \text{ м/с}$



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
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!

Дано:

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$n = \frac{M}{m} = 3$$

масса воды
масса джана

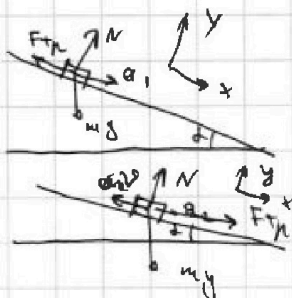
1) $\sin d$ - ?

2) $S = 1 \text{ м}$, v - ?

3) a - ?

4) μ - ?

Задача №3.



1) II з. Кинематика для материц:

$$\text{I ш. } \sum F_x: m_1 g \sin d - F_{\text{тр}} = m a_1$$

$$0_y: N = m g \cos d$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\Rightarrow a_1 = g \sin d - \mu g \cos d$$

$$\text{II ш. } 0_x: m_2 g \sin d + \mu N = m a_2$$

$$0_y: N = m_2 g \cos d$$

$$a_2 = g \sin d + \mu g \cos d$$

2) По кинематике:

$$a_1 = \frac{12-0}{1} \text{ м/с}^2 = 12 \text{ м/с}^2$$

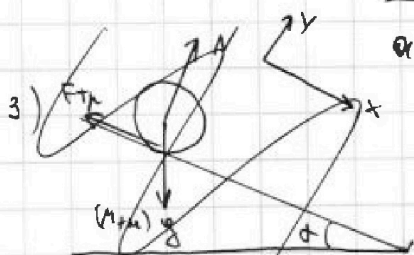
$$a_2 = \frac{12-0}{2} \text{ м/с}^2 = 6 \text{ м/с}^2$$

т. е. Кинематика:

$$\begin{cases} a_1 = g \sin d - \mu g \cos d \\ a_2 = g \sin d + \mu g \cos d \end{cases} \Rightarrow \sin d = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{12+6}{2 \cdot 10} = \frac{18}{20} = \frac{9}{10}$$

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

$$\mu = \frac{g \sin d - a_1}{g \cos d} = \frac{10 \cdot \frac{9}{10} - 12}{10 \cos d} = \frac{9 - 12}{10 \cos d} = \frac{-3}{10 \cos d}$$



по т. о. движения центра масс:

$$0_x: \sum F_x \Rightarrow (m+M)a = (m+M)g \sin d - F_{\text{тр}} \quad (1)$$

$$0_y: N = (m+M)g \cos d$$

$$\text{отсюда } a = g \sin d - \mu g \cos d = 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{9}{10} - \frac{1}{10 \cos d} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \cos d = 9 - \frac{1}{\cos d}$$

$$= 4 \text{ м/с}^2$$

$$4) \text{ Тогда } S = \frac{v^2 - 0}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2aS} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 1} = 2 \text{ м/с}$$

$$v = \sqrt{2aS} = \sqrt{2g(\sin d - \mu \cos d)S} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (\frac{9}{10} - \frac{1}{10}) \cdot 1} = 2 \text{ м/с}$$

Продолжение на стр. №3



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

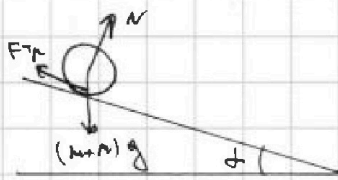
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 62

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!

Продолжение задачи №3.

5)



У-мне т.к. вода - идеальная жидкость (по ум.), то в Лунке она не будет вращаться, также её реакция действует на Лунку через центр Лунки => её момент отн. центра = 0

Тогда у-мне вращательного движения отн. ц. масс для Лунки:

$I_c \cdot \epsilon = F_{tr} R$ - радиус цилиндра, $I_c = m R^2$ (тонкая стенка)

• Также из (3) имеем (1): $(m+M)a = (m+M)g \sin \alpha - F_{tr}$

• Без проскальз. => $a = \epsilon R$

Тогда: $m R^2 \cdot \frac{a}{R} = F_{tr} R$
=> $a = \frac{F_{tr}}{m}$

$(m+M) \frac{F_{tr}}{m} = (m+M)g \sin \alpha - F_{tr}$

$F_{tr} = \frac{(m+M)g \sin \alpha}{2m+M}$ $m \leq \mu N$

$\frac{(m+M)mg \sin \alpha}{2m+M} \leq \mu (m+M)g \cos \alpha$

$\frac{(m+M)mg \sin \alpha}{2m+M} \leq \mu (m+M)g \cos \alpha$

т.е. $\mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2} = \frac{\sqrt{3}}{15}$

~~Ответ: $\sin \alpha = \frac{1}{2}$; $V = \sqrt{2g(n \sin \alpha - \mu \cos \alpha)S} = 2\sqrt{2} m/c$; $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 4m/c^2$; $\mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+2}$; $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{15}$.~~

7) $S = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow V = \sqrt{2aS} = \sqrt{2} m/c$

6) из 5): $F_{tr} = ma$, если глум. без проскальзвания

$\Rightarrow (m+M)a = (m+M)g \sin \alpha - ma$
 $a = \frac{(m+M)g \sin \alpha}{2m+M} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{(2+n)} = 4m/c^2$

Ответ: $\sin \alpha = \frac{1}{2}$; $V = \sqrt{2 \frac{(n+1)g \sin \alpha}{n+2} S} = 2\sqrt{2} m/c$; $a = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{n+2} = 4m/c^2$; $\mu \geq \frac{\tan \alpha}{n+1} = \frac{\sqrt{3}}{15}$.



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
14 ИЗ 14

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!

Дано:

$$Q = 360 \text{ Дж}$$

$$\Delta T_1: V = \text{const}$$

$$\Delta T_2: p = \text{const}$$

$$\Delta T_1 = 48 \text{ К}$$

$$\Delta T_2 = 30 \text{ К}$$

1) A_p ? - в изобарии.

2) C_v ? смеси

3) $\frac{N_\Gamma}{N_K}$?

Задача №4

1) Для изохорич. процесса 1-ое начало Термодинамики:

$$Q = \nu_\Gamma C_{V1} \Delta T_1 + \nu_K C_{V2} \Delta T_1,$$

$$C_{V1} = \frac{3}{2} R; C_{V2} = \frac{5}{2} R$$

изобарии.: $Q = \nu_\Gamma C_{p1} \Delta T_2 + \nu_K C_{p2} \Delta T_2,$

$$C_{p1} = \frac{5}{2} R, C_{p2} = \frac{7}{2} R$$

Отсюда $\nu_\Gamma \cdot \frac{3}{2} R \Delta T_1 + \nu_K \cdot \frac{5}{2} R \Delta T_1 = \nu_\Gamma \cdot \frac{5}{2} R \Delta T_2 + \nu_K \cdot \frac{7}{2} R \Delta T_2$

$$\nu_\Gamma (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2) = \nu_K (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1)$$

$$\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = \frac{N_\Gamma}{N_K} \cdot \frac{N_A}{N_A} = \frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = \frac{7 - 5 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}{3 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 5} = \frac{7 - 5 \cdot 1,6}{3 \cdot 1,6 - 5} =$$

$$\boxed{\frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = 5}$$

$$= \frac{-1}{-0,2} = \boxed{5}$$

2) $C_{v \text{ смеси}} \Delta T_1 = Q \Rightarrow C_{v \text{ смеси}} = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{360 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}}$

3) Для изобарии. 2-ое начало термодинамики:

$$Q = \frac{3}{2} \nu_\Gamma R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_K R \Delta T_2 + \underbrace{A_\Gamma + A_K}_{A_p}$$

$$\left(\frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right) R \Delta T_2 + A_p$$

$$p \Delta V = (\nu_\Gamma + \nu_K) R \Delta T_2 \equiv A_p$$

для изохорич.:

$$Q = \frac{3}{2} \nu_\Gamma R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_K R \Delta T_1,$$

$$\Rightarrow \left(\frac{3}{2} \nu_\Gamma + \frac{5}{2} \nu_K \right) R = \frac{Q}{\Delta T_1},$$

т. е. имеем: $Q = \frac{Q}{\Delta T_1} \Delta T_2 + A_p$

$$A_p = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж} \left(1 - \frac{30}{48} \right) = \frac{360 \text{ Дж}}{2}$$

Ответ: $A_p = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = 360 \text{ Дж}; C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = 20 \frac{\text{ Дж}}{\text{ К}}; \frac{\nu_\Gamma}{\nu_K} = \frac{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1}{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2} = 5.$



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!

Дано:

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

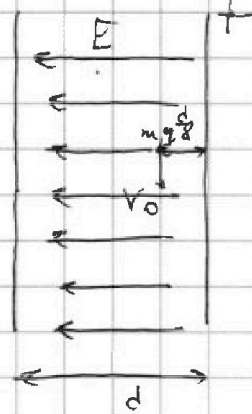
$$d, \frac{d}{8}$$

V_0, R - данные условия

1) u - ?

2) V - ?

Задача №5.



1) по 3-му закону Ньютона:

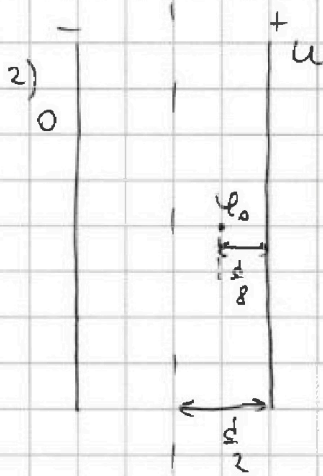
$$qE = m a_n = m \frac{V_0^2}{R}$$

$$jE = \frac{V_0^2}{R}, \text{ где } j = \frac{q}{m} \text{ - заряд единицы массы.}$$

$$u = Ed$$

$$\Rightarrow j u = \frac{V_0^2 d}{R}$$

$$u = \frac{V_0^2 d}{j R}$$



пусть потенциал правой обкладки u , левой 0 , тогда

$$u - \varphi_0 = E \frac{d}{8} = \frac{u}{8} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{7u}{8}$$

$$u - \varphi_1 = E \frac{d}{2} = \frac{u}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{u}{2}$$

Тогда по 3-му закону сохранения энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} + \varphi_0 q = \frac{m V^2}{2} + \varphi_1 q$$

$$V_0^2 + (\varphi_0 - \varphi_1) \cdot \frac{2q}{m} = V^2$$

$$V^2 = V_0^2 + \left(\frac{7u}{8} - \frac{u}{2} \right) \cdot 2j = V_0^2 + \frac{3}{4} d \cdot \frac{V_0^2 d}{j R} = V_0^2 + \frac{3}{4} V_0^2 \frac{d}{R}$$

$$V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3}{4} \frac{d}{R}}$$

Ответ: $u = \frac{V_0^2 d}{j R}$; $V = V_0 \sqrt{1 + \frac{3}{4} \frac{d}{R}}$.



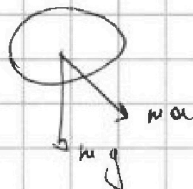
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

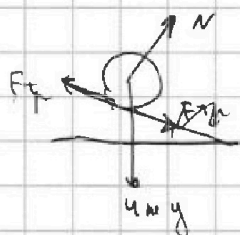
СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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!

~~$\mu = \frac{2}{5} \sqrt{15}$~~ ; $\sin \alpha = \frac{1}{2}$



~~$\int \frac{v^2}{2a}$~~
 ~~$a = \frac{v^2}{2S} = \frac{\frac{4}{5}}{2} = \frac{2}{5} \text{ m/s}^2$~~



$a = \frac{v^2}{R}$

$4mg \sin \alpha - F_{fr} = ma$ $\frac{1}{5 \sqrt{3}}$

~~$I_C \frac{dv}{dt} = F_{fr} R$~~

~~$4mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$~~

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

$a = g \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \alpha \right) = \frac{2}{5} g$

$\frac{v^2}{2a} = S \Rightarrow v = \sqrt{2aS} = \sqrt{\frac{2}{5} g \cdot \frac{1}{2}} = 1 \text{ m/s}$

$4mg \sin \alpha - F_{fr} = 4ma$

$4mg \sin \alpha - F_{fr} = 4m \cdot \frac{F_{fr}}{m} = 4F_{fr}$

$I_C \frac{a}{R} = F_{fr} R$

$\frac{2}{5} mg \sin \alpha = F_{fr}$

$\frac{4}{5} mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$

$\frac{4}{5} mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$

$\mu \geq \frac{6}{5} \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{5}$



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!

Аргументы задачи №3

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

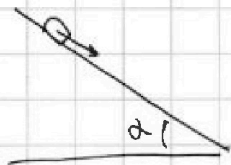


1 2 3 4 5 6 7

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!

$\sin \alpha = ?$



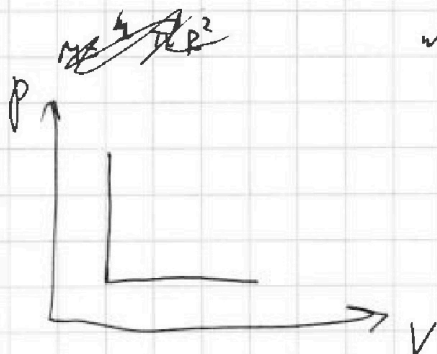
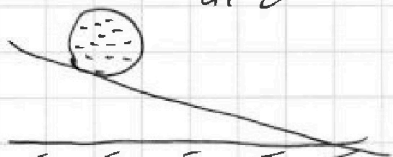
$$\alpha_1 = \frac{4 \mu / c}{1c} = 4 \mu / c^2$$

$$a_{\Sigma} = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$0,6 = \sin \alpha + \mu \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\frac{M}{m} = 3 = k$$



$$mg \sin \alpha - \mu N g \cos \alpha = m \frac{dv}{dt} \equiv m a$$

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

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0,4$$

$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,6$$

$$2 \sin \alpha = 1 \quad \mu = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2} \quad \alpha = 30^\circ$$

$$\mu = \frac{1 - \frac{2}{5}}{\cos \alpha} = \frac{1}{5\sqrt{3}}$$

$$W = \frac{I_c \omega^2}{2} + \frac{m v_c^2}{2}$$

$$I_c = m R^2$$

$$4 \mu g S \sin \alpha - 4 \mu g S \cos \alpha =$$

$$= \frac{4 m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = \mu m g$$

$$2 g S - 0,4 g S =$$

$$= \frac{5}{2} v^2$$

$$V = \text{const} : Q, \Delta T_1$$

$$p = \text{const} : Q, \Delta T_2$$

$$1) A p^? \quad 3) \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{к}}}$$

$$2) C v^?$$

$$A p = p_0 V = \frac{Q}{5} =$$

$$= 192 \text{ Дж} ?$$

$$1) Q = p \Delta V + \frac{5}{2} p \Delta V + \frac{3}{2} p \Delta V = 5 p \Delta V$$

$$Q = C_v \Delta T_1 \quad C_v = \frac{360}{48} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$C_v \Delta T_1 = Q \left(\frac{3}{2} V_{\text{п}} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} V_{\text{к}} R \Delta T_1 \right)$$

$$Q = \frac{3}{2} V_{\text{п}} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} V_{\text{к}} R \Delta T_2$$

$$3 V_{\text{п}} \Delta T_1 + 5 V_{\text{к}} \Delta T_1 = 3 V_{\text{п}} \Delta T_2 + 5 V_{\text{к}} \Delta T_2$$

$$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{к}}} = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{к}}} \quad (u+M) a = (u+M) g \sin \alpha - \mu a$$

$$(2m+M) a = (u+M) g \sin \alpha$$

$$a = \frac{(u+M) g \sin \alpha}{2m+M} = \frac{2}{5} g$$

$$\frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{к}}} = \frac{5(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{3(\Delta T_1 - \Delta T_2)}$$



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.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
___ ИЗ ___

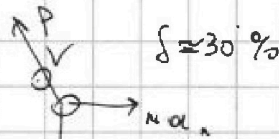
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Черновик

$$\frac{I_c \omega^2}{2} = \frac{m R^2}{2} \cdot \omega^2 = \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = m v^2 + \frac{3}{2} m v^2 = \frac{5}{2} m v^2$$

$$1) \delta = \frac{m g}{P} \cdot 100\% = ?$$



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

$$\vec{P} + m \vec{g} = m \vec{a}_n$$

$$P = \sqrt{(m a_n)^2 + (m g)^2} = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}$$

$$1,450 \approx 70$$

$$\delta = \frac{g}{\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}} \cdot 100\% = \frac{10}{\sqrt{\frac{(3600)^2}{360^2} + 10^2}} \cdot 100 = \frac{1000}{\sqrt{2} \cdot 10} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \approx 70\%$$

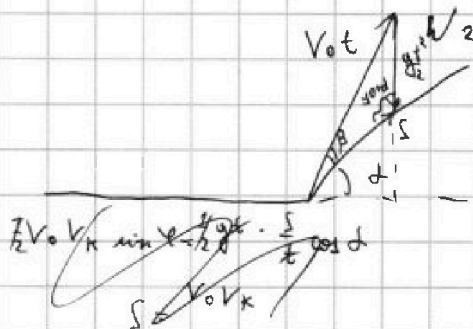
2) \bar{u} - ?

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega$$

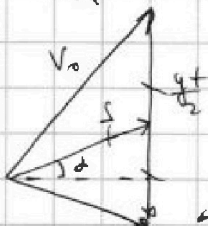
$$\frac{u}{L-R} = \frac{v}{R} \frac{v}{L-R} - \frac{v}{R} = \frac{vR - vL + vR}{R(L-R)} = \frac{v(2R-L)}{R(L-R)}$$

$$\frac{u}{L-R} = \frac{v}{L-R} - \frac{v}{R}$$

$$u = v \frac{2R-L}{R} = 80 \cdot \frac{720-1800}{360} = -\frac{1080}{6} = -180 \text{ м/с}$$



$\sin \alpha = 0,8$ 1) V_0 - ?
 $H_{max} = H = 45 \text{ м}$ 2) S - ?



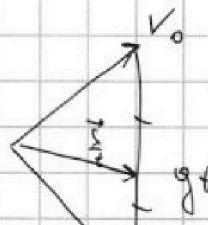
$$\frac{V_0 t}{\sin \alpha} = \frac{y + x}{2 \sin \beta} = \frac{S}{\sin \alpha \cos(\alpha + \beta)}$$

$$S(\beta) = \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - \sin \beta \sin(\alpha + \beta) = 0$$

$$\tan \beta = \tan(\alpha + \beta)$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{2V_0^2 \sin \alpha \cos(\alpha + \beta)}{g \cos^2 \alpha}$$



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.



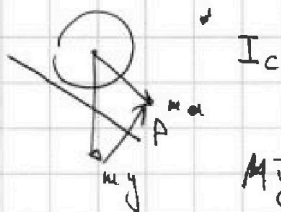
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\vec{\omega} = \frac{\vec{v}}{r \cdot 2\pi R}$$

$$I_C = \sum m_i R_i^2$$



$$M \vec{y} + \vec{P} = M \vec{a}$$

$$I_C \frac{d\omega}{dt} =$$

$$m g S \sin \alpha = m g \frac{(m+M) R^2}{2} \frac{\omega^2}{2} + I_C \frac{\omega^2}{2}$$

$$Q = \frac{5}{2} v_1 R \Delta T_1 + \frac{3}{2} v_2 R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{7}{2} v_1 R \Delta T_2 + \frac{3}{2} v_2 R \Delta T_2$$

$$(7 v_1 + 5 v_2) \Delta T_2 = (5 v_1 + 3 v_2) \Delta T_1$$

$$v_1 (7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1) = v_2 (3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2)$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{3 \Delta T_1 - 5 \Delta T_2}{7 \Delta T_2 - 5 \Delta T_1} = 2,1 \frac{3 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} - 5}{7 - 5 \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{4,8 - 5}{7 - 5 \cdot 1,6} = \frac{-0,2}{-1} = 0,2$$

$$Q = \frac{5}{2} v_1 R \Delta T_1 + v_2 R \Delta T_1$$

$$A = v_1 R \Delta T_2 + v_2 R \Delta T_2 = (v_1 + v_2) R \Delta T_2 =$$

$$\frac{2Q}{R \Delta T_1} = A \quad + v_1 + 3 v_2 = 4 v_2$$

$$= \frac{6}{5} v_2 R \Delta T_2$$

$$A = \frac{6}{5} R \Delta T_2 \cdot \frac{Q}{2 R \Delta T_1} = \frac{3}{5} \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} Q =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{30}{10} \cdot \frac{5}{8} \cdot 960 =$$

$$= 120 \cdot 3 = \boxed{360 \text{ Дж}}$$

$$\text{tg } \beta = \frac{1}{3} \quad \frac{Q}{2 R \Delta T_1} = v_2$$

$$C \cdot \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{Q}{\Delta T_1}$$

$$\left(\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{10} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{10} \right) = \frac{v_0^2}{g} \frac{50 \cdot \frac{1}{10}}{g} \cdot \frac{1}{5 \cdot 10} (9 - 4) = \frac{v_0^2}{g} \frac{50}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot 5 =$$

$$= \frac{50 \cdot 30^2}{9 \cdot 10} = \frac{50 \cdot 100}{10} = \boxed{500 \text{ м}}$$



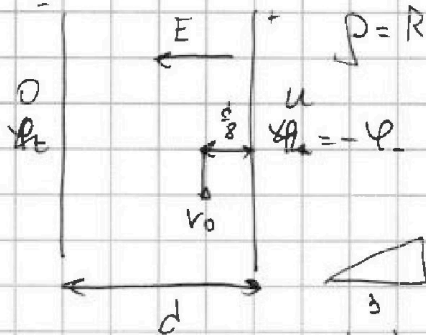
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

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



1) $u = ?$

2) $v = ?$

$$u - \varphi_0 = E \frac{d}{8}$$

или

$$u - \varphi' = E \frac{d}{2}$$

$$0 = \varphi'$$

$$\frac{q}{2\epsilon_0}$$

$$\varphi_+ - \varphi_- = u$$

$$2\varphi_+ = u$$

$$\varphi_+ = \frac{u}{2}$$

$$Eq = m \frac{v_0^2}{R} \cdot d$$

$$u_j = \frac{v_0^2}{R} d$$

$$u = \frac{v_0^2}{R} \frac{d}{d}$$

$$\varphi = \int E dx$$

$$q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

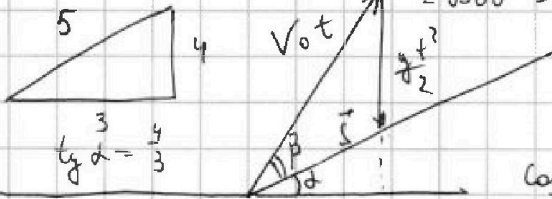
$$v = \sqrt{\frac{2q\varphi_0}{m} + v_0^2} = \sqrt{\frac{3u}{4m} + v_0^2}$$

$$= \sqrt{\frac{3u}{4} \cdot \frac{v_0^2 d}{R} + v_0^2}$$

$$= \sqrt{\frac{3}{4} v_0^2 \frac{d}{R} + v_0^2} = v_0 \sqrt{\frac{3}{4} \frac{d}{R} + 1}$$

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

$$v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$$



$$\sin \beta = \frac{g \cos \alpha t}{2v_0}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{4v_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha t}}{2v_0}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$S = e \cdot 2t \cdot \frac{kV_0^2}{g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{g \cos \alpha}{kV_0} \cdot t \cdot \left[\frac{\cos \alpha}{2v_0} \sqrt{4v_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha t^2} - \frac{g \sin \alpha \cos \alpha t}{2v_0} \right]$$

$$S'(t) =$$

$$-\frac{\cos \alpha g^2 \cos^2 \alpha \cdot 2t}{4v_0 \sqrt{4v_0^2 - g^2 \cos^2 \alpha t^2}} - \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{4v_0}$$

$$\frac{1}{\tan \beta} = \frac{\frac{4}{3} + \tan \beta}{1 - \frac{4}{3} \tan \beta}$$

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta}{\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta}$$

$$= \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta} \quad \tan^2 \beta + \frac{4}{3} \tan \beta - 1 = 0$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{4}{3} \tan \beta = \frac{4}{3} \tan \beta + \tan^2 \beta$$

$$\tan \beta = \frac{-\frac{4}{3} \pm \sqrt{\frac{16}{9} + 4}}{2} = \frac{-\frac{4}{3} \pm \frac{5}{3}}{2} = \left[\frac{1}{3} \right] - 3$$