



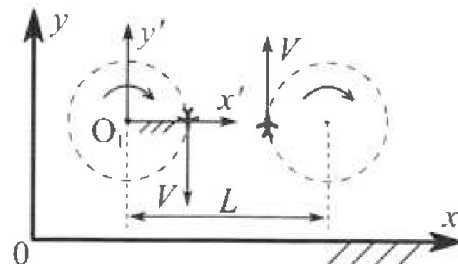
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-01

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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 800$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

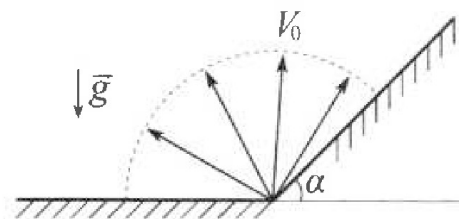


1. На сколько δ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 2$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

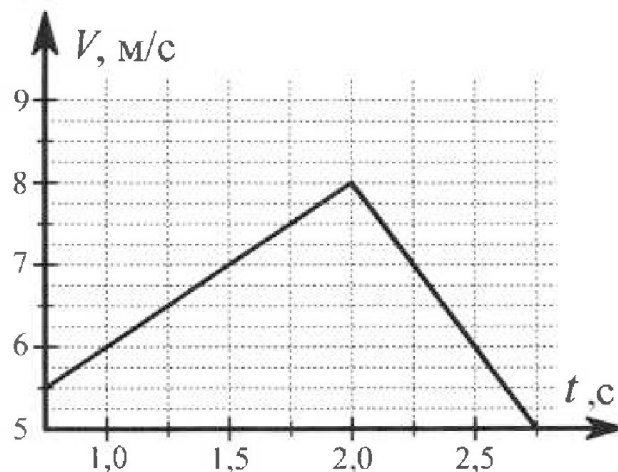
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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?

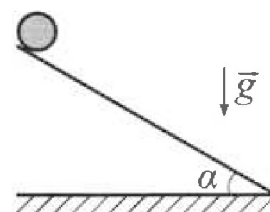
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ 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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h = 0,3$ 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 10-01

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



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ 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. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора C , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью V_0 на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1. Найдите радиус R кривизны траектории в этот момент времени.

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?

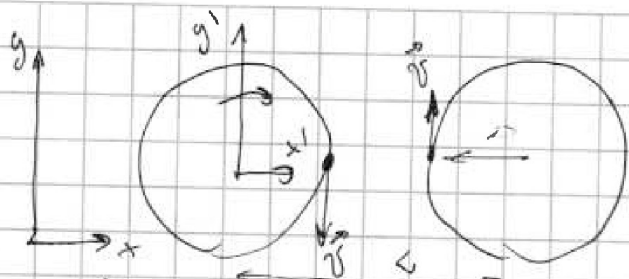


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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: $v = 80 \text{ м/с}$
 $R = 800 \text{ м}$ $L = 2 \text{ км}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\delta = ?$; $u = ?$

1 Рассмотрим $\vec{m}$ действующие на пилота по горизонтали: (2-й закон Ньютона).

$$m a_y = F \quad a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

По вертикали на него действует $m\vec{g}$. Тогда N вычислится:

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

$$\frac{mg}{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}} = 2g \quad \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}}{mg} = \frac{\sqrt{10^2 + \frac{80^4}{800^2}}}{10}$$

$$= \frac{100 + \frac{80^2 \cdot 80}{800^2 \cdot 10^2}}{10} = \frac{\sqrt{100 + 64}}{10}$$

$$\delta = \arccos \frac{\sqrt{164}}{10} \cdot 100\% - 100\% = 100\% \left(\frac{\sqrt{164}}{10} - 1 \right) \approx$$

$$\sqrt{164} \approx 13 \quad \approx 100\% (1.3 - 1) = 30\%$$

2. $u = \frac{v}{R}$

$$\vec{u} = \vec{v} - \vec{\omega} \times (\vec{L} - \vec{r}_R)$$

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

$$= 80 \left(1 + \frac{2000 - 800}{800} \right) = 80 \left(1 + \frac{3 \cdot 1000}{800} \right) = 400 \text{ м/с}$$

$|\vec{u}| = 400 \text{ м/с}$ направление по оси Oy .
 направление по оси Oy .

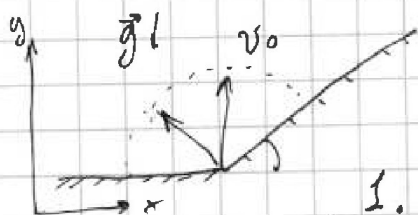
Ответ: 30%; 400 м/с; направление по оси Oy .



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 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!



Дано: $\alpha = 30^\circ$; $T = 9\text{c}$; $g = 10\text{м/с}^2$
 $v_0 = ?$ $S = ?$

1. Дальше все будет лететь
по параболе, вектор скорости которого
изначально был вертикален.
(На время полета вышет скорость по
оси Oy, при броске вверх она max).

$$v_0 T - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$gT^2 - 2v_0 T = 0$$

$$T(gT - 2v_0) = 0$$

$$\begin{cases} T = 0 & \text{не подходит} \\ gT = 2v_0 \end{cases}$$

$$g = \frac{2v_0}{T} \quad T = \frac{2v_0}{g}$$

$$v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45\text{ м/с}$$

2. Рассчитаем, насколько, если $\angle(\vec{v}_0; \vec{v}_k) \neq 90^\circ$
Заметим это: прямоугольный треугольник:



$$\frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \sin \alpha \cdot v_0 \cdot v_k$$

$$L_{\max} \text{ при } \sin \alpha_{\max} \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

Построим векторный треугольник:



$\frac{L}{t}$ - медиана, проведенная из угла 90°

$$\Rightarrow \frac{L}{t} = \frac{g t}{2} \quad L = \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0 \cdot \cos \varphi = \frac{L}{t} \cdot \cos \alpha$$

$$L_{\max} = \frac{v_0 \cos \varphi t}{\cos \alpha}$$

$$v_k \cdot \cos(90^\circ - \varphi) = \frac{L}{t} \cdot \cos \alpha$$

$$L = \frac{v_k \cdot \sin \varphi t}{\cos \alpha}$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2}$$



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
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!



$$Ox: X = v_0 \cdot \cos \varphi \cdot t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$Y = v_0 \cdot \sin \varphi \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

конечные значения

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

$$t = S \quad Y = 0$$

$$2 v_0 \sin \varphi \cdot S = g \cos \alpha \cdot S^2$$

$$S \neq 0$$

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

$$S = v_0 \cos \varphi \cdot \sin \varphi \cdot \frac{2 v_0}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \sin^2 \varphi \cdot \frac{4 v_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (2 \sin \varphi \cos \varphi - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cdot \sin^2 \varphi) =$$

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin \varphi \cos \varphi \sin^2 \varphi - \frac{2 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot 2 \sin^2 \varphi \right)$$

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (2 \cdot \cos^2 \varphi - 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \sin \varphi \cdot 1) = 0$$

$$2 \cos^2 \varphi = 2 \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \sin \varphi \quad \operatorname{tg} \varphi = 2 \operatorname{tg} \alpha =$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi = \frac{1}{\sin^2 \varphi} \quad \sin^2 \varphi = \frac{1}{1 + \frac{3}{4}} = \frac{4}{7} \quad \sin \varphi = \sqrt{\frac{4}{7}}$$

$$S_{\max} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(2 \cdot \sqrt{\frac{4}{7}} \cdot \sqrt{\frac{3}{7}} - 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{7} \right) =$$

$$S_{\max} = \frac{45^2 \cdot 8}{10 \cdot \sqrt{7}} \left(2 \cdot \sqrt{\frac{4}{7}} \cdot \sqrt{\frac{3}{7}} - 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{7} \right) =$$



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!

$$= 45 \left(\frac{36}{7} - \frac{24}{7} \right) = 45 \cdot \frac{12}{7} = 115,7 \text{ м}$$

$$45 \cdot 9 \left(\frac{4}{7} - \frac{2}{7} \right) = \frac{18 \cdot 45}{7} = 115,7 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 45 \\ \hline 90 \\ + 72 \\ \hline 810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 810 \\ - 7 \\ \hline 11 \\ - 7 \\ \hline 40 \\ - 35 \\ \hline 50 \\ - 49 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 17 \\ \hline 168 \\ + 14 \\ \hline 308 \end{array}$$

Ответ: 45 м/с; 115,7 м.

$$\cos 2\varphi = 2\lg 2 \sin \varphi$$

$$1 - 2\sin^2 \varphi = 2\lg 2 \sin \varphi$$

$$2\sin^2 \varphi + 2\lg 2 \sin \varphi - 1 = 0$$

$$2\sin^2 \varphi + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \varphi - 1 = 0$$

$$\sin \varphi_{1,2} = \frac{-\frac{1}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3}}}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos \varphi = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$S_{\max} = \frac{45^2 \cdot 2}{10 \cdot \sqrt{3}} \left(2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} - 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \frac{45 \cdot 9}{\sqrt{3}} \left(\frac{2\sqrt{2}}{3} - \frac{2}{3\sqrt{3}} \right) = 45 \cdot 9 \left(\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} - \frac{2}{9} \right) = 45 \cdot 9 \left(\frac{2\sqrt{6} - 2}{9} \right) =$$

$$= 45(2\sqrt{6} - 2) = 45 \cdot 2(1,414 - 1) \approx 90 \text{ м.}$$

Ответ: 45 м/с; 90 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
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!

$$2 \sin^2 \varphi + 2 \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sin \varphi - 2 = 0$$

$$\sin \varphi = t :$$

$$D_1 = \frac{1}{3} + 1 \cdot 2 = \frac{7}{3}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{7+1-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3}} = \sqrt{2}$$

$$t_{1,2} = \frac{-\frac{1}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{7}{3}}}{2}$$

примем $\sin \varphi$
 $S_{\max}$.

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{\frac{7}{3}} - \sqrt{\frac{1}{3}}}{2} = \frac{\sqrt{7}-1}{2\sqrt{3}}$$

или $\sin \varphi$
 $S_{\max}$

$$S_{\max} = \frac{45 \cdot 2}{10 \sqrt{3}} \left(2 \frac{\sqrt{7}-1}{2\sqrt{3}} \cdot \sqrt{1 - \frac{7+1-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3}} - \frac{7+1-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3} \cdot 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \right) =$$

$$= 45 \cdot 9 \left(\frac{\sqrt{7}-1}{3} \sqrt{1 - \frac{8-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3}} - \frac{8-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3} \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \right) =$$

$$= 45 \cdot 3 \left(\sqrt{2}-1 \sqrt{1 - \frac{4-\sqrt{7}}{6}} - \frac{4-\sqrt{7}}{3} \right) =$$

$$= 45 \cdot 2$$

$$\sqrt{2}$$

$$\begin{array}{r} 2,6 \\ \times 2,6 \\ \hline 156 \\ + 156 \\ \hline 6,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,7 \\ \times 2,7 \\ \hline 189 \\ + 189 \\ \hline 7,29 \end{array}$$

2,6 - сумма.

$$= 45 \cdot 3 \left((2,6-1) \sqrt{1 - \frac{1,4}{6}} - \frac{1,4}{3} \right) \approx 45 \cdot 3 (1,6 \cdot 0,9 - 0,5) =$$

$$\approx 135 \text{ м.}$$

Ответ: 45 м/с; 135 м.

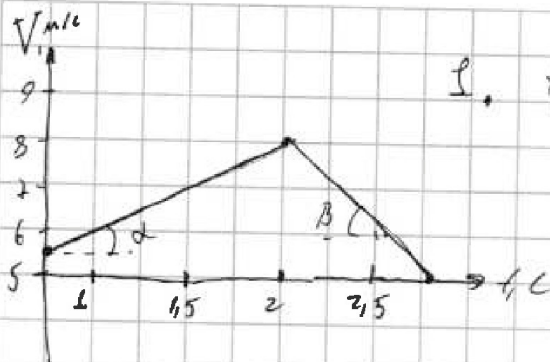


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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. $\text{tg } \alpha = v'_1 = a_1 = g \sin \alpha + g \cos \alpha \mu$ $\text{tg } \beta = v'_2 = a_2 = g \sin \alpha + g \cos \alpha \mu$ $\text{tg } \alpha + \text{tg } \beta = 2g \sin \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{\text{tg } \alpha + \text{tg } \beta}{2g}$$

По графику определим $\text{tg } \alpha$ и $\text{tg } \beta$:

$$\text{tg } \alpha = \frac{2,5 \text{ м/с}}{1,25 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2 = a_1$$

$$\text{tg } \beta = \frac{3 \text{ м/с}}{0,75 \text{ с}} = \frac{100}{25} \text{ м/с}^2 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\sin \alpha = \frac{2+4}{2 \cdot 10} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} = 0,3$$

2. $Z_0 = mV^2$ - момент импульса точки.

$Z_B = 0$, т.к. или трение, действующее

на воду или она является точкой опоры.

По теореме Кетича:

$$E_{KB} = E_{KB1} + E_{KB2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2 \omega^2}{2} = 1,5mV^2$$

3. С. Д:

$$2mgh = 1,5mV^2 \quad V^2 = \frac{2}{1,5}gh = \frac{4}{3}gh$$

$$V = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot 0,3} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3}{3}} = 2 \text{ м/с}$$



3. В-й задачи требуется на ось Ox:

$$ma = mg \sin \alpha \quad C = g \sin \alpha = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ м/с}^2$$



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!

3. Основное уравнение кинематики вращение! (при третьем условии)
 $\tau = F_{\text{тр}} r$ $E = \frac{m g r \cos \alpha}{m r^2} = \frac{g}{r} \cos \alpha$

2-й закон Ньютона:

$$m a = m g \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

при $r \omega = v$ $F_{\text{тр}} = 0$
 иначе $F_{\text{тр}} = \mu m g \cos \alpha$

$$v_0 = 0; \omega_0 = 0$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{100}} = \sqrt{\frac{91}{100}} = \frac{\sqrt{91}}{10} \approx 0.95$$

3. В условии сказано, что бочка движется без проскальзывания:

$$m g m a = m g \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр.кор.}}$$

Отсутствие на h бочка, бочка проехала $\frac{h}{\sin \alpha}$:

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

$$a = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2 t^2}$$

$$v_0 = 0$$

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

$$a = \frac{v_k^2 \sin \alpha}{2 h} = \frac{2^2 \cdot 0.95}{8 \cdot 0.3} = 2 \text{ м/с}^2$$

4. Осн. ур. динамики вращение:

$$\tau = F_{\text{тр}} r$$

$$F_{\text{тр.с}} = m g \cos \alpha \mu$$

$$F_{\text{тр.кор.}} = m (g \sin \alpha - a)$$

при $r \omega = v$ бочка катится без проскальзывания.

2-й закон Ньютона:

$$m a = m g \sin \alpha - F_{\text{тр.}}$$

$$v_0 = 0 \quad \omega_0 = 0$$

$\Rightarrow$ нет проск., если

$$E_k = a$$

при $F_{\text{тр.с}} < F_{\text{тр.кор.}}$ будет проскальзывание

$$m g \cos \alpha \mu > m (g \sin \alpha - a)$$

$$g \cos \alpha \mu > 10 \cdot 0.3 - 2$$

$$\mu > \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{0.95}{\cos \alpha}$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

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!

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

$$\mu > \frac{10 \cdot 0,3 - 0,2}{10 \cdot \sqrt{1 - \frac{0,2^2}{100}}} = \frac{0,8 \cdot 10}{\sqrt{99}} = \frac{1}{\sqrt{99}}$$

П/м $\mu > \frac{1}{\sqrt{99}}$ - использование не будет.

Ответ: 0,3; 2 м/с; 2 м/с²; $\mu > \frac{1}{\sqrt{99}}$.



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:
 $Q = 600 \text{ Дж}$
 $\Delta T_1 = 15 \text{ К}$
 $\Delta T_2 = 10 \text{ К}$
 $A_p - ?$
 $C_v - ?$
 $\frac{N_r}{N_k} - ?$

$$Q = C_v \Delta T_1 \quad C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{i}{2} \nu R$$

$$Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_1 \quad \nu R = \frac{2Q}{\Delta T_1 \cdot i}$$

$$Q = C_p \Delta T_2$$

$$Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_2 + P \Delta V = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \nu R \Delta T_2$$

$$\frac{i}{2} \nu R = \frac{Q}{\Delta T_1 \nu R} \quad \frac{i}{2} = \frac{Q}{\Delta T_2 \nu R} - 1$$

$$\left(\frac{i}{2} + 1\right) \frac{2Q}{\Delta T_1 \cdot i} \Delta T_2 = Q \quad 1 \cdot i$$

$$\left(\frac{i}{2} + 1\right) \frac{2 \Delta T_2}{\Delta T_1} = i$$

$$(i + 2) \frac{10}{15} = i \quad 10i + 20 = 15i$$

$$5i = 20 \quad i = 4$$

$$\frac{N_r \cdot 3 + N_k \cdot 5}{N_r + N_k} = i = 4$$

$$3N_r + 5N_k = 4N_r + 4N_k$$

$$N_r = N_k$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 1 \quad (*)$$

$$\nu R = \frac{2Q}{\Delta T_1 \cdot i} = \frac{2 \cdot 600}{15 \cdot 4} = \frac{2 \cdot 600}{60} = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$1. \quad P \Delta V = \nu R \Delta T_2 = 20 \cdot 10 = 200 \text{ Дж.}$$

$$2. \quad C_v = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{600}{15} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$3. \quad \frac{N_r}{N_k} = 1 \quad (*)$$

Ответ: 200 Дж; 40 Дж/К; 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
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:

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

$$Q; C; d$$

$$V_0; d/u \rightarrow +$$

$$C = \frac{u}{Qq}$$

$$F = k \frac{q}{r^2}$$

1. Между двумя пластинами конденсатора растояние $3d$ поле.



$$U = Cq = CQ$$

$$Uq = U \gamma \cdot m = A$$

$$\frac{Uq}{d} = F$$

$$F_{\text{равн}} = F^+ - F^- = \frac{Uq}{d} - \frac{Uq}{3d} =$$

$$= 4Uq \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{3d} \right) = 4Uq \left(\frac{2}{3d} \right) = \frac{8Uq}{3d}$$

2-й закон Ньютона:

$$m a_y = \frac{8U \gamma \cdot m}{3d}$$

$$a_y = \frac{v_0^2}{\rho}$$

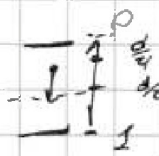
ρ - радиус окружности.

$$\rho = \frac{3d v_0^2}{8U \gamma} = \frac{3d v_0^2}{8CQ \gamma}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} = \frac{x-1+x}{x^2-x} = \frac{2x-1}{x^2-x}$$

2. 3. С. Э:

$$\frac{m v_u^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + A$$



$$F = 4Uq \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} \right)$$

$$A = \int_{d/2}^{d/2} F(x) \cdot dx = \int_{d/2}^{d/2} 4UQ \cdot \gamma \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x+1} \right) =$$

$$= \int_{d/2}^{d/2} CQ \gamma \frac{2x-1}{x^2-x} \frac{dx}{du} \frac{d/2}{du}$$

$$y = x-1 \quad dx = dy$$

$$\int \frac{1}{x-1} dx = \int \frac{1}{y} dy = \ln y = \ln x-1$$



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
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!

$$A = \int_{d/4}^{d/2} C Q m \gamma \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x-1} \right) dx = C Q m \gamma \left(\int_{d/4}^{d/2} \frac{1}{x} dx + \int_{d/4}^{d/2} \frac{1}{x-1} dx \right) =$$

$$= C Q m \gamma \ln \frac{d/2+1}{d/4+1} + C Q m \gamma \ln \frac{d/2-1}{d/4-1} =$$

$$= C Q m \gamma \left(\ln 2 + \ln \frac{2}{3} \right)$$

$$m v_k^2 = m v_0^2 + 2 C Q m \gamma \left(\ln 2 + \ln \frac{2}{3} \right)$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 + 2 C Q \gamma \left(\ln 2 + \ln \frac{2}{3} \right)}$$

$$\text{Ответ: } \frac{3d v_0^2}{8 C Q \gamma}; \sqrt{v_0^2 + 2 C Q \gamma \left(\ln 2 + \ln \frac{2}{3} \right)}$$



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!

