



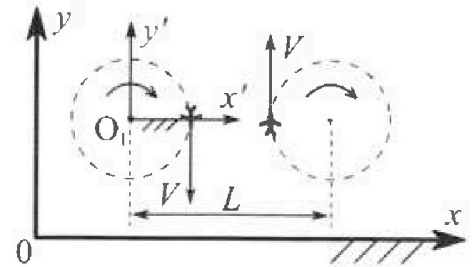
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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/с<sup>2</sup>.

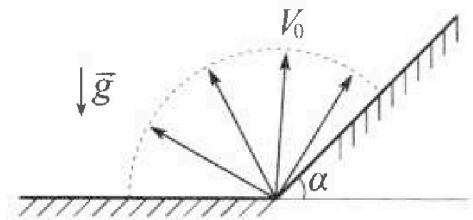


1. На сколько  $\delta$  процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

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.

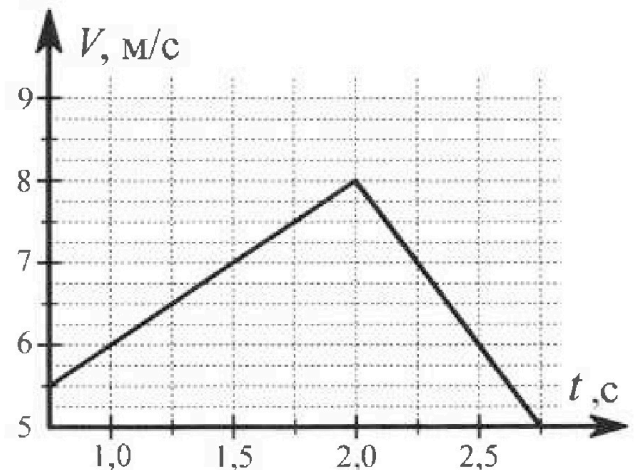
2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}$  второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}$ .

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



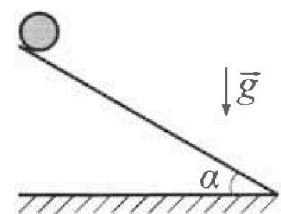
1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.
2. На каком максимальном расстоянии  $S$  от точки старта упадет осколок на склон?

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/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 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  $\mu$  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?

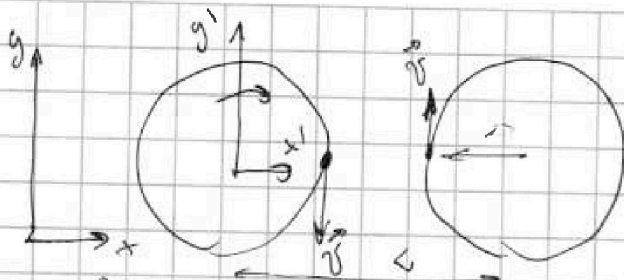


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:  $v = 80 \text{ м/с}$   
 $R = 800 \text{ м}$   $L = 2 \text{ км}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $\alpha = ?$ ;  $\omega = ?$

1. Рассмотрим **силы** 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  $mg$ . Тогда  $N$  равен:

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

$$\frac{mg}{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}} = \frac{mg}{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}}} = \frac{10^2 + \frac{80^4}{800^2}}{10} = \frac{100 + \frac{80^2 \cdot 80^2}{800^2}}{10} = \frac{100 + 64}{10}$$

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

$$\sqrt{164} \approx 13 \quad \approx 100\% (1,3 - 1) = 30\%$$

2.  $\omega = \frac{v}{R}$   $\vec{\omega} = \vec{v} - \vec{\omega} \times (\vec{L} - \vec{r}_R)$

$$U = v + \frac{v}{R} (L - R) = v \left( 1 + \frac{L - R}{R} \right) = 80 \left( 1 + \frac{2000 - 800}{800} \right) = 80 \left( 1 + \frac{3 \cdot 200}{800} \right) = 400 \text{ м/с}$$

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

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



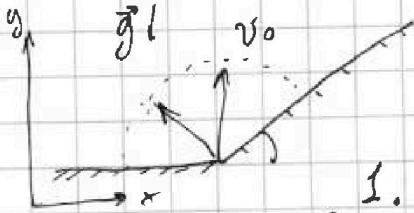
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

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

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

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

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

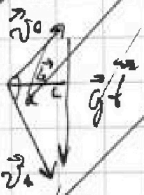
$$T(gT - 2v_0) = 0$$

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

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

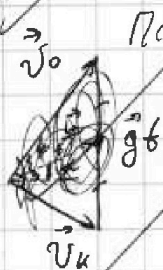
$$v_0 = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м/с}$$

2. Рассчитайте, максимально, если  $\angle(\vec{v}_0; \vec{v}_k) = 90^\circ$   
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 уг. угла  $90^\circ$

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

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

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

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

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

$$v_k = \sqrt{g^2 t^2 + v_0^2}$$



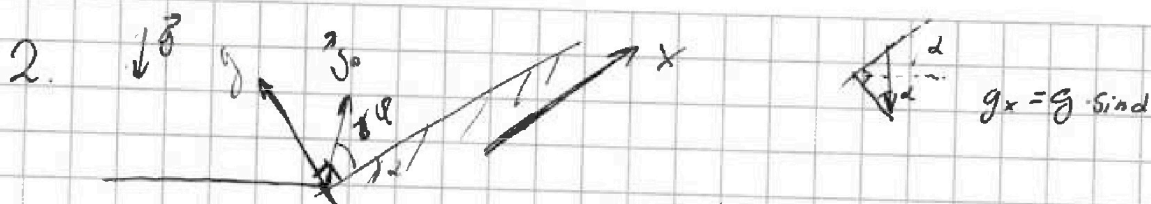


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

конечные скорости

$$S = v_0 \cos \varphi t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \quad t = S \quad Y = 0$$

$$2 v_0 \sin \varphi t = g \cos \alpha t^2 \quad t \neq 0$$

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

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

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

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

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

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

$$= 2 \frac{v_0}{v_0} = \frac{2}{1} \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{v_0}{2}$$

$$1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi = \frac{1}{\sin^2 \varphi} \quad \sin^2 \varphi = \frac{1}{1 + \frac{4}{1}} = \frac{1}{5} \quad \sin \varphi = \sqrt{\frac{1}{5}}$$

$$S_{\max} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{5}} \cdot \sqrt{\frac{3}{5}} - \frac{2 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot 2 \cdot \frac{1}{5} \right) \quad \cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{1}{5}} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$S_{\max} = \frac{45^2 \cdot 8}{10 \cdot \sqrt{1}} \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{5}} \cdot \sqrt{\frac{3}{5}} - 2 \cdot \frac{3}{10} \cdot \frac{3}{7} \right) =$$

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!



$$\begin{aligned}
 &= \frac{45^2}{5\sqrt{3}} \left( \frac{2 \cdot 2 \sqrt{3}}{7} - \frac{8}{7\sqrt{3}} \right) = 45 \cdot 9 \left( \frac{2 \cdot 4}{7} - \frac{2 \cdot 8}{7 \cdot 3} \right) = \\
 &= 45 \cdot 9 \left( \frac{36}{7} - \frac{24}{7} \right) = 45 \cdot 9 \cdot \frac{12}{7} = \frac{18 \cdot 45}{7} = 115,7 \text{ м} \\
 &45 \cdot 9 \left( \frac{2 \cdot 4}{7} + \frac{2}{7} \right) = \frac{18 \cdot 45}{7} = 115,7 \text{ м} \\
 &\begin{array}{r} 18 \\ \times 45 \\ \hline 90 \\ + 72 \\ \hline 810 \end{array} \quad \begin{array}{r} 810 \\ \div 7 \\ \hline 115,7 \\ \hline 11 \\ \div 7 \\ \hline 40 \\ \div 7 \\ \hline 50 \\ \div 7 \\ \hline 49 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14 \\ \times 17 \\ \hline 168 \\ + 14 \\ \hline 308 \end{array}
 \end{aligned}$$

Ответ: 45 м/с; 115,7 м.

$$\cos 2\varphi = 2\operatorname{tg} \varphi \sin \varphi$$

$$1 - 2\sin^2 \varphi = 2\operatorname{tg} \varphi \sin \varphi$$

$$2\sin^2 \varphi + 2\operatorname{tg} \varphi \sin \varphi - 1 = 0$$

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

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

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

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

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

$$= 45 \cdot 2 (\sqrt{6} - 1) = 45 \cdot 2 (2,449 - 1) \approx 90 \text{ м.}$$

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!

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

$$\sin \varphi = t :$$

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

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{4+2}{20}} = \sqrt{\frac{16}{20}} = \sqrt{\frac{4}{5}}$$

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

применили  $\sin \varphi$   
 $S_{\max}$ .

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

~~применили  $\sin \varphi$~~   
 ~~$S_{\max}$~~

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

$$\left. - \frac{7+1-2\sqrt{7}}{4 \cdot 3} \cdot 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \right) =$$

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

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

$$= 45 \cdot 2$$

$\sqrt{2}$	$\begin{array}{r} 2,6 \\ \times 2,6 \\ \hline 156 \\ 52 \\ \hline 6,76 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2,7 \\ \times 2,7 \\ \hline 189 \\ 54 \\ \hline 7,29 \end{array}$	2,6 - сумма.
------------	---	---	--------------

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

$$\approx 135 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } 45 \text{ м/с; } 135 \text{ м.}$$

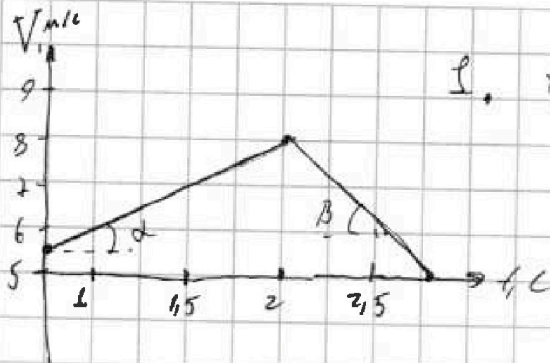


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

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

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

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

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

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

$\text{tg } \beta = \frac{3 \text{ м/с}}{0,75 \text{ с}} = \frac{100}{300} \text{ м/с}^2 = 4 \text{ м/с}^2$

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

2.  $\mathcal{L}_B = mV^2$  - момент импульса точки.

$\mathcal{L}_B = 0$ , т.к. или трение, действующее на воду или она является точкой.

По теореме Кетича:

$E_{KB} = E_{K1} + E_{K2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2} + \frac{mR^2 \omega^2}{2} = 1,5 mV^2$

3. С. Э:

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

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

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

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



3. По второй задаче требуется на ось Ox:

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



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  
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 динамики вращающегося тела!  
 $\sum E = F_{тр}$   $E = \frac{mg\mu \cos \alpha \cdot R}{R I^2} = \frac{g\mu}{R} \cos \alpha$  (при трении скольжения)

2-й закон Ньютона:

$$ma = mg \sin \alpha - F_{тр}$$

при  $\omega = v$   $F_{тр} = 0$ ,  
иначе  $F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

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

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

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

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

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

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

$$v_k^2 - v_0^2 = 2a \cdot \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$v_0 = 0$$

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

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

4. Осн. пр. динамики вращающегося:

$$\sum E = F_{тр}$$

$$F_{тр.с} = mg \cos \alpha \mu$$

$$F_{тр.кор} = m(g \sin \alpha - a)$$

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

2-й закон Ньютона:

$$ma = mg \sin \alpha - F_{тр.}$$

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

$\Rightarrow$  нет проскальзывания, если

$$E_k = a$$

$E_k = \frac{F_{тр} R}{I}$   $E_k = F_{тр} R$  при  $F_{тр.с} < F_{тр.кор}$  будет проскальзывание

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

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

$$\mu > \frac{1}{\cos \alpha \cdot g} = \frac{0.9}{\cos \alpha}$$



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!

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

$$\mu > \frac{10 \cdot 0,5 - 0,2}{10 \cdot \sqrt{1 - \frac{0,2^2}{100}}} = \frac{0,2 \cdot 10}{\sqrt{99}} = \frac{1}{\sqrt{99}}$$

Прим  $\mu > \frac{1}{\sqrt{99}}$  - использование не будет

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



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:  
 $Q^+ = 600 \text{ Вт}$   
 $\Delta T_{12} = 15 \text{ К}$   
 $\Delta T_{2p} = 10 \text{ К}$   
 $A_p - ?$   
 $C_v - ?$   
 $\frac{N_r}{N_k} - ?$

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

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

$$Q = C_p \Delta T_2$$

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

$$\frac{i}{2} \frac{2Q}{\Delta T_1 \cdot i} \Delta T_2 = \frac{i}{2} \frac{2Q}{\Delta T_2 \cdot i} \Delta T_2 - 1$$

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

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

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

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

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

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

$$N_r = N_k$$

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

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

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

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

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

Ответ: 200 Вт; 40  $\frac{\text{Вт}}{\text{К}}$ ; 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:  
 $\gamma = \frac{q}{m} > 0$   
 $Q, C, d$   
 $V_0, d, u_0 > 0$

$$C = \frac{u}{Q \gamma} \quad F = k \frac{q}{r^2}$$

1. Между двумя пластинами конденсатора растояние  $2d$  поле.



$$U = Cq = CQ \quad Uq = U \gamma \cdot m = A$$

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

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

2-й закон Ньютона:

$$m a_y = \frac{8U \gamma m}{3d} \quad a_y = \frac{v_0^2}{\rho} \quad \rho - \text{радиус окружности.}$$

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

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

2. 3. С. Э:

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



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

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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
<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!

