



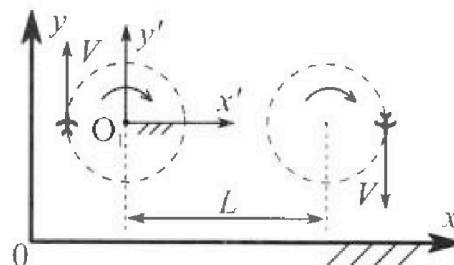
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

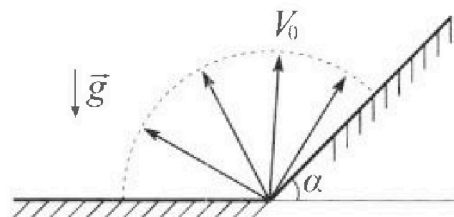


1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

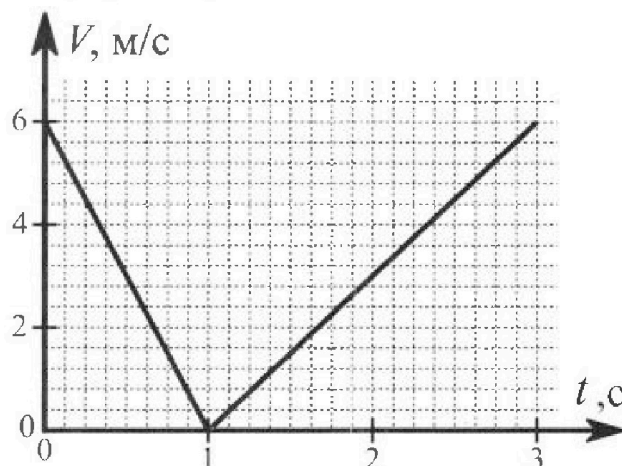
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

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.



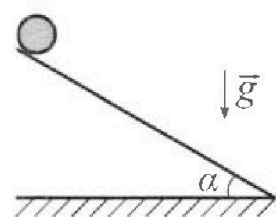
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

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 со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m — масса частицы.

Через некоторое время 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?



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

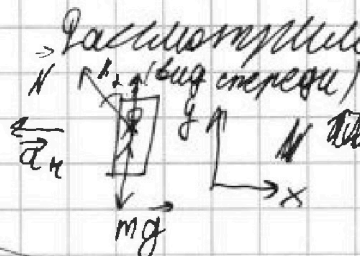
СТРАНИЦА
1 из 2

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

1) Найдём нормальное ускорение лётчика (самолёта)



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



Рассмотрим pilota в крене:

2-й з. диктанта для pilota'на



$$\frac{N}{mg} = \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g^2 R^2}}}$$

$$N^2 = (ma_n)^2 + (mg)^2$$

$$\left(\frac{N}{mg}\right)^2 = \frac{a_n^2}{g^2} + 1 = \frac{v^4}{g^2 R^2} + 1 = \frac{10^8}{5^2 \cdot 10^8 \cdot 10^2} + 1 = \sqrt{4+1} = \sqrt{5}$$

1) ответ: $\sqrt{5}$.

2) $\vec{v}$ $\vec{a}_n$ $\vec{a}_g$ $\vec{v}$ $\vec{a}_n$ $\vec{a}_g$ $\vec{v}$ $\vec{a}_n$ $\vec{a}_g$

при вращении самолёта:

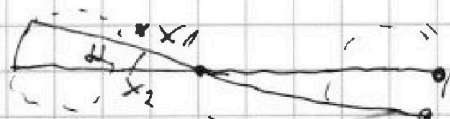
Рассмотрим малый промежуток времени Δt :



$$v \Delta t = l \cdot \Delta \alpha$$

Найдём поворот правого самолёта от н. левого и их сошлечение:

(сошлечение $l \rightarrow l$)



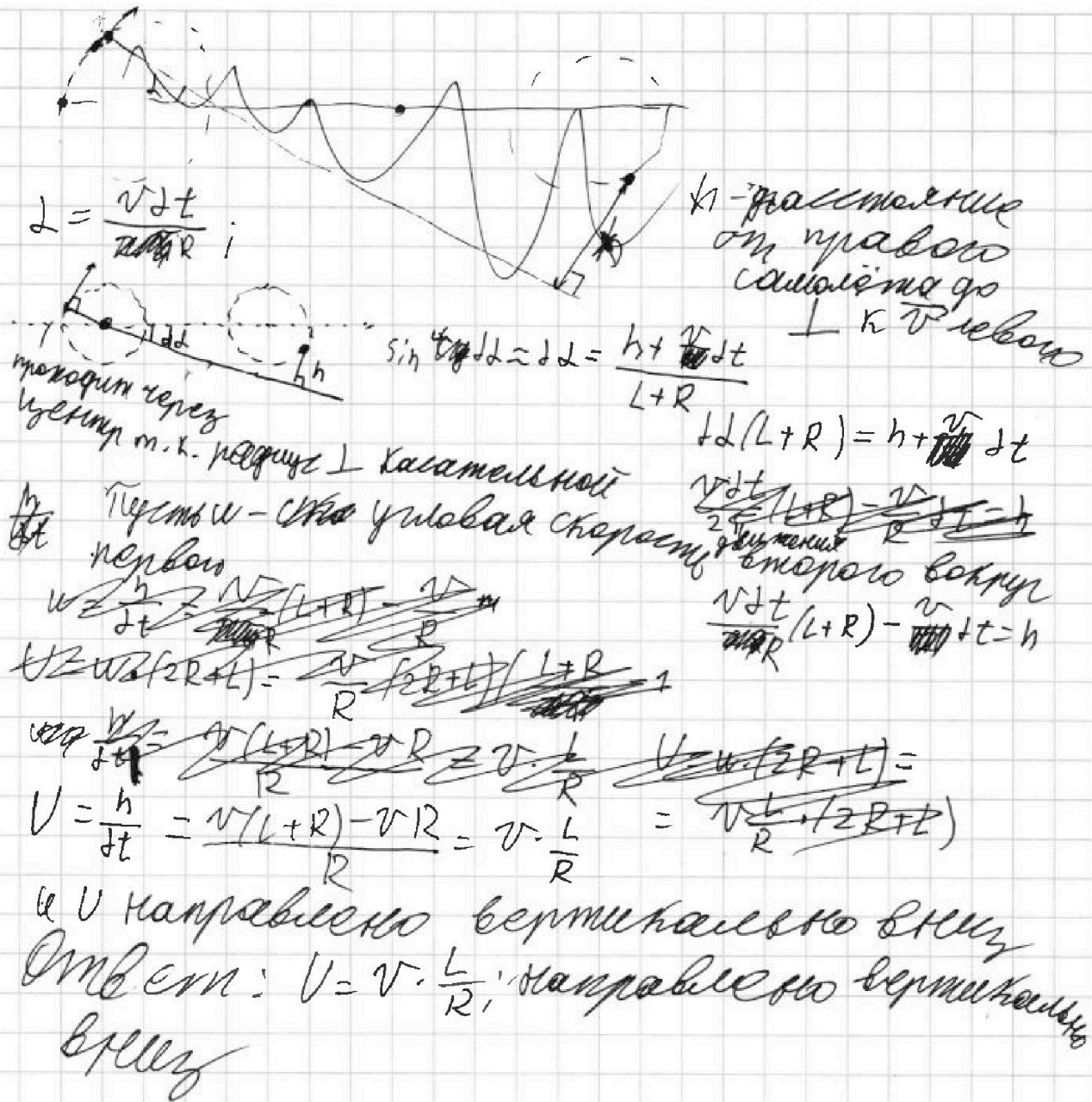
Угол поворота: $x_1 \approx x_2$, н.к. $\Delta l \rightarrow 0$

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!



$L = \frac{v \Delta t}{\omega \Delta t}$
 $\sin \theta \Delta L \approx \Delta L = h + \frac{v \Delta t}{L+R}$
 $\Delta L(L+R) = h + \frac{v \Delta t}{L+R}$
 $\frac{v \Delta t}{L+R} - \frac{v \Delta t}{R} = h$
 $\frac{v \Delta t}{L+R} - \frac{v \Delta t}{R} = h$
 $U = \frac{h}{\Delta t} = \frac{v(L+R) - vR}{R} = v \cdot \frac{L}{R}$
 U направлено вертикально вниз
 Ответ: $U = v \cdot \frac{L}{R}$, направлено вертикально вниз

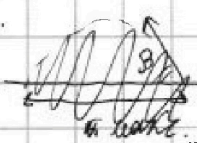


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Чтобы снаряд пролетел максимальное расстояние по горизонтальной поверхности, его запускают под углом 45°

$$T = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin 45^\circ}{g} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot v_0}{g} \quad v_0 = \frac{Tg}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \text{ м/с}$$

(при падении та же скорость, что и при запуске)

1) Ответ: $25\sqrt{2} \text{ м/с}$

2) Максимальное ~~растояние~~ перемещение достигается либо при ударе о наклонную плоскость, либо до него.

Пусть снаряд запустили под углом β к горизонту ($\beta \geq 45^\circ$)

По т. Пифагора $S^2 = x^2 + y^2$, где x и y — координаты тела по осям x и y соотв.

$$x = v_0 \cos \beta t \quad y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \quad (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1)$$

$$S^2 = v_0^2 \cos^2 \beta t^2 + v_0^2 \sin^2 \beta t^2 - 2 \cdot v_0 \sin \beta t \cdot \frac{gt^2}{2} + \frac{g^2 t^4}{4} =$$

$$= v_0^2 t^2 - v_0 \sin \beta g t^3 + \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$S^2 = v_0^2 t^2 - v_0 \sin \beta g t^3 + \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$S^2 = v_0^2 t^2 - v_0 \sin \beta g t^3 + \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$S^2 = 2v_0^2 t - 3v_0 \sin \beta g t^2 + g^2 t^3 = 0$$

$t=0$ в нач. мом. врем. — не подл. $\uparrow$ Каждое S^2 — макс. время полета

$$2v_0^2 - 3v_0 \sin \beta g t + g^2 t^2 = 0 \quad \text{— при этом } t \text{ — макс. или мин.}$$

$$t_{1,2} = \frac{3v_0 \sin \beta g \pm \sqrt{9v_0^2 \sin^2 \beta g^2 - 8v_0^2 g^2}}{2g^2} =$$

$$= \frac{v_0}{2g} \cdot \sqrt{3 \sin^2 \beta \pm \sqrt{9 \sin^2 \beta - 8}}$$

При $\sin^2 \beta < \frac{8}{9}$ снаряд всегда удаляется экстремума нет. В этом случае рассматриваем момент удара о плоскость как максимальное удаление. Рассмотрим этот случай:

$$S = v_0 \cos(\beta - \alpha) t - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}; \quad t = \frac{2v_0 \sin(\beta - \alpha)}{g}$$



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!

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

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

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

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

Максимальная дальность при броске вдоль касательной достигается при угле между вертикалью и касательной:

$$\beta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$$

$$\beta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$$

$$S = \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2} \right) V_0^2$$

$$\text{Пусть } \gamma = \beta - \alpha$$

$$S = V_0 t \cos \gamma - \frac{g t^2 \sin^2 \gamma}{2} = \frac{2V_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g} - \frac{g \sin^2 \gamma t^2}{2}$$

$$= \frac{2V_0^2}{g} (\sin \gamma \cos \gamma - \sin^2 \gamma \sin \gamma)$$

$$\frac{dS}{d\gamma} = \text{const}$$

$$\left(\frac{S}{\cos \gamma} \right)' = (-\sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma \cdot 2 \sin \gamma \cdot \cos \gamma) = 0$$

$$- \tan^2 \gamma + 1 - 2 \sin^2 \gamma \cdot \tan \gamma = 0$$

$$\tan^2 \gamma + 2 \sin^2 \gamma \tan \gamma - 1 = 0 \quad D = 4 \sin^2 \gamma + 4 > 0$$

$$\tan \gamma = \frac{-2 \sin^2 \gamma \pm \sqrt{4 \sin^2 \gamma + 4}}{2} = -\sin^2 \gamma \pm \sqrt{\sin^2 \gamma + 1}$$

$$\tan \gamma > 0 \Rightarrow \tan \gamma = \sqrt{\sin^2 \gamma + 1} - \sin^2 \gamma$$

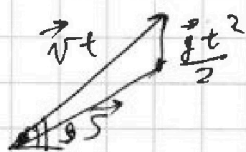


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Полн. По т. косинусов для векторного Δ :

$$S^2 = (vt)^2 + \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 - 2 \cdot \frac{gt^2}{2} \cdot vt \cdot \sin \beta$$

Еще этот момент времени - момент столкновения со склном, то при увеличении β $\sin \beta \downarrow$ $-\sin \beta \uparrow \Rightarrow S^2 \uparrow \Rightarrow$

$\Rightarrow$ расстояние увеличится $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ максимальное ~~перемещение~~ перемещение всегда будет достигнуто в момент удара о склн.

$$\tan \gamma = \sqrt{\sin^2 \alpha + 1} - \sin \alpha$$

$$\begin{cases} \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma = 1 \\ \frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} = \tan \gamma \end{cases}$$

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

$$\frac{\sin^2 \gamma}{1 - \sin^2 \gamma} = \tan^2 \gamma$$

$$\sin^2 \gamma (1 + \tan^2 \gamma) = \tan^2 \gamma$$

$$\sin \gamma = \sqrt{\frac{\tan^2 \gamma}{1 + \tan^2 \gamma}}$$

$$\cos \gamma = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \gamma}}$$

$$S = \frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{\tan \gamma}{1 + \tan^2 \gamma} - \frac{\tan^2 \gamma}{1 + \tan^2 \gamma} \sin \alpha \right) = \frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{\sqrt{\sin^2 \alpha + 1} - \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha + 1 - 2\sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1}} \right)$$

$$= \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1 + \tan^2 \gamma}{\sqrt{\sin^2 \alpha + 1} - \sin \alpha} \cdot (\sin^2 \alpha + 1 - 2\sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1} + \sin^2 \alpha) =$$

$$= \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{\sin^2 \alpha + 1} - \sin^3 \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1} + 2\sin^2 \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1} - \sin^3 \alpha - \sin \alpha}{2(1 + \sin^2 \alpha - \sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1})}$$

$$\frac{Sg}{2v_0^2} = \frac{2^3 \cdot 5^3}{2^2 \cdot 5^4} = \frac{2}{5} = 0,4 \quad \frac{Sg}{2v_0^2} = \frac{5g}{2^2 g^2} = \frac{5}{2^2 g} = \frac{100}{25 \cdot 10} = 4 \cdot \frac{1}{10} = \frac{2}{5}$$

$$0,9 / (1 + \sin^2 \alpha - \sin \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + 1}) = \sqrt{\sin^2 \alpha + 1} / (1 + 2\sin \alpha) - 2\sin \alpha - 2\sin^3 \alpha$$



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
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!

$$\sqrt{\sin^2 x + 1} / (1 + 2\sin^2 x + 0,8\sin x) = \frac{1 + \sin^2 x}{2\sin x + 2\sin^3 x}$$

$$(\sin^2 x + 1) / (1 + 2\sin^2 x + 0,8\sin x)^2 = (0,8 + 0,8\sin^2 x + 2\sin^4 x + 2\sin^6 x)^2$$

$$\sqrt{\sin^2 x + 1} / (1 + 2\sin^2 x + 0,8\sin x + 2\sin^4 x + 4\sin^6 x + 1,6\sin^3 x + 0,8\sin x +$$

$$+ 1,6\sin^3 x + 0,64\sin^2 x) = 0,64 + 0,64\sin^2 x + 1,6\sin^3 x + 0,64\sin^2 x + 0,64\sin^4 x + 1,6\sin^3 x + 1,6\sin^5 x + 1,6\sin^5 x + 4\sin^6 x$$

$$= 1 + 2\sin^2 x + 0,8\sin x + 2\sin^4 x + 4\sin^6 x + 1,6\sin^3 x + 0,8\sin x +$$

$$+ 1,6\sin^3 x + 0,64\sin^2 x + \sin^2 x + 2\sin^4 x + 0,8\sin^3 x + 2\sin^4 x + 4\sin^6 x +$$

$$+ 1,6\sin^5 x + 0,8\sin^3 x + 1,6\sin^5 x + 0,64\sin^4 x$$

$$+ 0,64 - 1 + \sin x / (1,6 + 0,64 - 0,8 - 0,8) + \sin^2 x (2,64 + 0,64 + 1 - 2 -$$

$$- 2 - 0,64 - 1) + \sin^3 x (1,6 + 0,64 + 1,6 - 1,6 - 1,6 - 0,8 - 0,8) +$$

$$+ \sin^4 x (0,64 + 1,6 + 1,6 - 4 - 2 - 2 - 0,64) + \sin^5 x (1,6 + 1,6 - 1,6 - 1,6) +$$

$$+ \sin^6 x (4 - 4) = 0$$

$$0,36 = \sin^2 x \cdot (0,64 - 2 - 2) + \sin^4 x / (-4)$$

$$4x^2 + 3,36x + 0,36 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-3,36 \pm \sqrt{3,36^2 - 4 \cdot 4 \cdot 0,36}}{8}$$

$$0,36 = 1,6\sin x - 3,36\sin^2 x + 1,6\sin^3 x$$

$$1,6\sin^3 x - 3,36\sin^2 x + 1,6\sin x - 0,36 = 0$$

$$\sin^3 x - 0,21\sin^2 x + \sin x - \frac{9}{40} = 0$$

$$\sin^3 x - 0,21\sin^2 x + \sin x - 0,225 = 0$$

$$\sin x \approx 0,22 \quad \sin^2 x (\sin x - 0,21) + (\sin x - 0,225) = 0$$

$$\text{ответ: } \arcsin(0,22)$$

$$\begin{array}{r} 3,36 \overline{) 16} \\ 32 \overline{) 27} \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\frac{18}{8} = \frac{9}{4}$$



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!

Движение шайбы по прямой $\Rightarrow$ её запустили ~~вверх~~
вниз ~~то~~ её запустили вверх так:
иначе она не стала такой ($\perp$ вектору $\vec{g}$ проекция
вниз, шайба не начала разгоняться
после остановки)

Запишем 2-й з. Ньютона для
движения вверх и вниз:

вверх: $mg \cos \alpha = N$ в обоих случаях

x: вверх: $ma_x = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
($a_x < 0$) (м.х. $F_{\text{тр}}$ скольжения)
 $F_{\text{тр}} = N\mu$

вниз: $ma_y = -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$

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

a_1, a_2 - подставим $g = 10 \text{ м/с}^2$ кос. наклона
графиков. По точкам (0; 6) (1; 0) (3; 6) найдем a :

$a_1 = \frac{6 \text{ м/с}^2}{1 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $a_2 = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Сложим:

$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$ $\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{9}{20}$

1) Ответ: $\frac{9}{20}$

2) ~~поверхность идеальна~~ $\Rightarrow$ она не будет
вращаться $\Rightarrow$ у неё не будет энергии вращения.

по ЗСЭ: (пусть m - масса шайбы)

~~$\frac{1}{2}mv^2 = mgh + \frac{1}{2}I\omega^2$~~ По считаем μ :

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$

$\mu = \frac{a_1 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 10 \cdot \frac{9}{20}}{10 \cdot \frac{\sqrt{319}}{20}} = \frac{6 - 4.5}{10 \cdot \frac{\sqrt{319}}{20}} = \frac{1.5}{\sqrt{319}}$

$mg \cos \alpha \mu =$
 $= a_1 - g \sin \alpha =$
 $= 1.5 \text{ м/с}^2$



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.



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!

~~$\frac{1}{2} m g h = \frac{1}{2} m v^2$~~

2) $\hat{1} \hat{0} 3 \text{C} \hat{3}$:

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

$$g h = 3 v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{g h}{3}} = \sqrt{57} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отв $\hat{3} \text{м}$: 2) $\sqrt{57} \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



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!

Если ~~максимальная скорость~~

$$5mg = 5mg \sin \alpha - 5mg \cos \alpha \mu \quad - 2 \text{ и } 3. \text{ Ньютона}$$

$$a = g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu = 4,5 \frac{m}{c^2} - 1,5 \frac{m}{c^2} = 3 \frac{m}{c^2}$$

есть проскальзывание

3) Ответ: ~~макс~~

2) ~~Решение:~~

3) Ответ: $3 \frac{m}{c^2}$

(вода в бочке не вращается, т.к. идеальная жидкость)
проскальзывание

~~Решение~~

$$E = \text{кем}$$

$$ER < a$$

правее (если)

нр. ~~кем~~, то $ER = a$

$$JE = F_{mp} R$$

$$J = m R^2 \quad | \quad F_{mp} = 5mg \cos \alpha \mu$$

$$ER = \frac{F_{mp} R^2}{m R^2} = \frac{F_{mp} R}{m} < g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$$

$$E = 5g \cos \alpha \mu$$

$$6g \cos \alpha \mu < g \sin \alpha$$

$$3 \frac{m}{c^2} < 4,5 \frac{m}{c^2} \quad \text{не выполнено}$$

$\Rightarrow$ проскальзывание кем

$$mg \sin \alpha = F_{mp} R$$

$$b \sin \alpha = \frac{F_{mp} R}{m}$$

$$u_c = E t_0 = \frac{g}{R} \cdot t_0$$

4) при $ER \geq a$ $5g \cos \alpha \mu \geq g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$

2) ~~Решение:~~

$$5mg h \sin \alpha = \frac{1}{2} m v^2 + W_{трения}$$

$$\int_0^{t_0} (F_{tr} - F_{mp}) dt = \int_0^{t_0} (9g \cos \alpha \mu - 5g \cos \alpha \mu) dt = \int_0^{t_0} 4g \cos \alpha \mu dt$$

$$\mu \geq \frac{\sin \alpha}{6 \cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{g}{6 \sqrt{3} g}$$

4) Ответ: $\mu \geq \frac{1}{2\sqrt{3}}$



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.



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!

$E = Ud$ *Найдем ускор. частицы*
 $2-й з. Ньютона$ $ma_k = qE$
 $(\text{частица ст. } \vec{v}_0 \text{ перпендикулярно } \vec{E})$
 $a_k = \frac{v_0^2}{R}$ *Вектор ускорения перпендикулярен скорости*
 $m \cdot \frac{v_0^2}{R} = qE$ $\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{RE} = \frac{v_0^2}{RUd}$ *поле однородно*
 1) Ответ: $\frac{v_0^2}{RUd}$
 2) Найдем работу A поля $A = (\frac{d}{2} - \frac{3d}{8})E^2 =$
 $\vec{v}_0 \perp \vec{B.C.}$
 $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + A$ $v^2 = v_0^2 + \frac{2A}{m} = v_0^2 + \frac{Ud^2 q}{4m} = v_0^2 + \frac{Ud^2}{4R}$
 $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{Ud^2}{4R}} = v_0 \sqrt{1 + \frac{d^2}{4R}}$
 Ответ: $v = v_0 \sqrt{1 + \frac{d^2}{4R}}$



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!

