



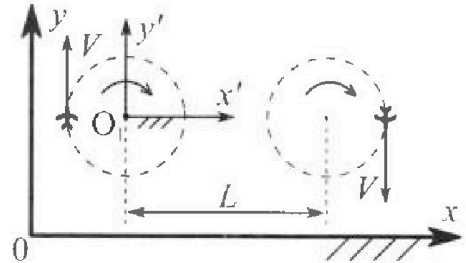
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

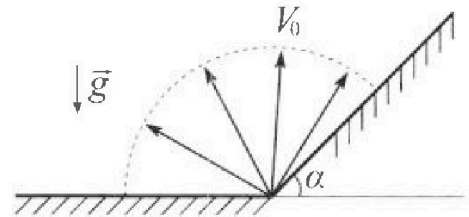


1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

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.

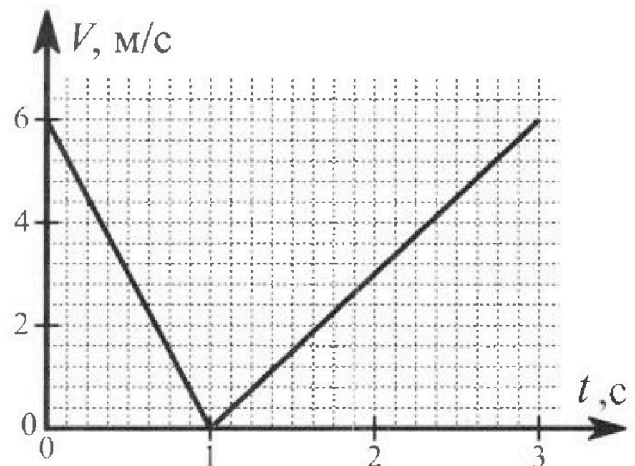
2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

3. 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.



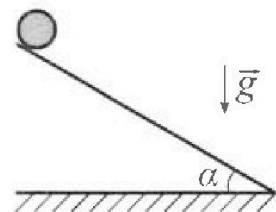
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

4. 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?

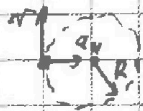


1 2 3 4 5 6 7

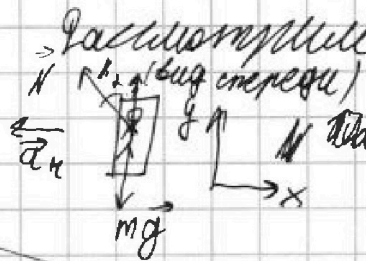
СТРАНИЦА
1 из 2

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)

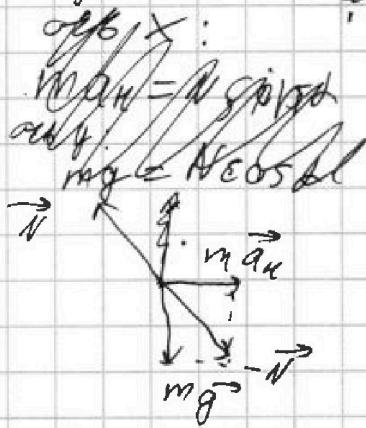


$$a_n = \frac{v^2}{R}$$



Рассмотрим pilota в креале:

2-й з. динамика для pilota'а



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

$$= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{R^2}}}$$

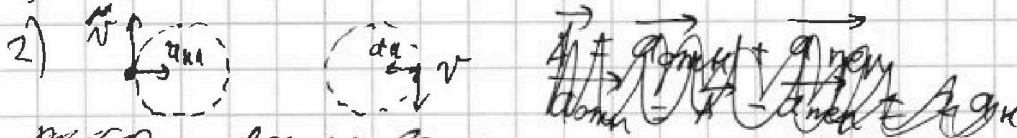
по м. Тиропара:

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

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

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

1) ответ: $\sqrt{5}$.



Рассмотрим левый полёт:

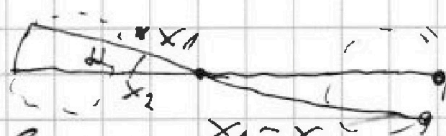
Рассмотрим левый промежуток времени Δt :



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

~~Скорость~~ $l_0 = l$ м.к.

(сошленье $(\Delta \alpha \rightarrow l)$)



Угол поворота: $x_1 = x_2$, м.к. $\Delta l \rightarrow 0$
(или l_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!

$L = \frac{v \cdot dt}{2\pi R}$

$\sin \varphi \cdot dd \approx dd = h + \frac{v}{L+R} dt$

$h + \frac{v}{L+R} dt$

$\frac{v \cdot dt}{2\pi R} (L+R) - \frac{v}{R} dt = h$

$\frac{v \cdot dt}{2\pi R} (L+R) - \frac{v}{R} dt = h$

$U = \frac{h}{dt} = \frac{v(L+R) - vR}{R} = v \cdot \frac{L}{R}$

$U = \frac{h}{dt} = \frac{v(L+R) - vR}{R} = v \cdot \frac{L}{R}$

U направлено вертикально вниз

Ответ: $U = v \cdot \frac{L}{R}$, направлено вертикально вниз

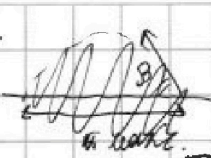
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 расстояние достигается либо при ударе о наклонную плоскость, либо до него.

Пусть снаряд запущен под углом β к горизонту ($\beta > 45^\circ$)

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

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

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

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

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

$$t = \frac{2(v_0 \sin \beta g - v_0)}{g}$$~~

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

$t=0$ в нач. мом. врем. — не подг.

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

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

При $\sin^2 \beta < \frac{8}{9}$ снаряд всегда удаляется и 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!

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

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

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

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

$$- \sin \alpha \sin \beta \cos \beta \sin \alpha - \sin \alpha (\sin^2 \beta \cos^2 \alpha) - 2 \sin \beta \cos \alpha \cos \beta \sin \alpha +$$

$$+ \cos^2 \beta \sin^2 \alpha)$$

Максимальная дальность при броске в угол каменной массой достигается при угле броска $\alpha = \frac{\pi}{4}$ и $\beta = \frac{\pi}{4} + \alpha$. Вертикаль и масса m .

~~$S = \frac{2 V_0^2 \sin \alpha \cos \beta \cos \alpha - \cos \beta \sin \alpha}{g}$~~

~~$S = \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \right) V_0$~~

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

Пусть $\gamma = \beta - \alpha$

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

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

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

$$- \text{tg}^2 \gamma + 1 - 2 \sin \gamma \cdot \text{tg} \gamma = 0$$

$$\text{tg}^2 \gamma + 2 \sin \gamma \text{tg} \gamma - 1 = 0 \quad D = 4 \sin^2 \gamma + 4 > 0$$

Экстр. $\cos \gamma \neq 0$

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

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

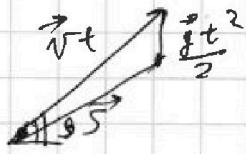


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 м. 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 можем решить - но столкновение со склном, то при увеличении β $\sin \beta \downarrow$ $-\sin \beta \uparrow \Rightarrow S^2 \uparrow \Rightarrow$

\Rightarrow расстояние увеличится \Rightarrow

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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!

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

$$(\sin^2 \alpha + 1) / (1 + 2\sin^2 \alpha + 0,8\sin \alpha)^2 = (0,8 + 0,8\sin^2 \alpha + 2\sin \alpha + 2\sin^3 \alpha)^2$$

$$\sqrt{\sin^2 \alpha + 1} / (1 + 2\sin^2 \alpha + 0,8\sin \alpha + 2\sin^2 \alpha + 4\sin^4 \alpha + 1,6\sin^2 \alpha + 0,8\sin \alpha + 1,6\sin^3 \alpha + 0,64\sin^2 \alpha) = \sqrt{0,64 + 0,64\sin^2 \alpha + 1,6\sin \alpha + 1,6\sin^3 \alpha + 0,64\sin^2 \alpha + 0,64\sin^4 \alpha + \sin^2 \alpha + 2\sin \alpha + 1,6\sin^3 \alpha + 2\sin^4 \alpha + 4\sin^2 \alpha + 1,6\sin^5 \alpha + 0,8\sin^3 \alpha + 1,6\sin^5 \alpha + 0,64\sin^4 \alpha}$$

$$= 1 + 2\sin^2 \alpha + 0,8\sin \alpha + 2\sin^2 \alpha + 4\sin^4 \alpha + 1,6\sin^3 \alpha + 0,8\sin \alpha + 1,6\sin^3 \alpha + 0,64\sin^2 \alpha + \sin^2 \alpha + 2\sin \alpha + 0,8\sin^3 \alpha + 2\sin^4 \alpha + 4\sin^2 \alpha + 1,6\sin^5 \alpha + 0,8\sin^3 \alpha + 1,6\sin^5 \alpha + 0,64\sin^4 \alpha$$

$$+ 0,64 - 1 + \sin \alpha (0,64 + 0,64 - 0,8 - 0,8) + \sin^2 \alpha (0,64 + 0,64 + 1 - 2 - 2 - 0,64 - 1 + \sin^3 \alpha (1,6 + 1,6 + 1,6 - 1,6 - 1,6 - 0,8 - 0,8) + \sin^4 \alpha (0,64 + 0,64 - 4 - 2 - 2 - 0,64) + \sin^5 \alpha (1,6 + 1,6 - 1,6 - 1,6) + \sin^6 \alpha (4 - 4) = 0$$

$4 - 0,64 = 3,36$

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

~~$\text{пусть } \sin^2 \alpha = x$~~

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

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

$\frac{3,36}{32} \mid \frac{16}{27}$
 $\frac{18}{8} = \frac{9}{4}$

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

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

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

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

$\frac{9}{4} = \frac{4,5}{2} = 2,25$

$$\sin \alpha \approx 0,22 \quad \sin^2 \alpha (\sin \alpha - 0,21) + (\sin \alpha - 2,25) = 0$$

ответ: $\arcsin(0,22)$

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.

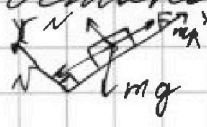
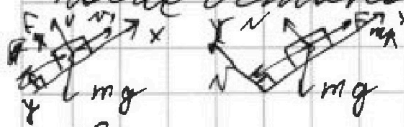


1 2 3 4 5 6 7

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!

Движение шайбы по прямой \Rightarrow её запустили вверх
вниз, но её запустили вверх, так:
иначе она не стала бы так - \perp вектору \vec{g} проекция
вниз, шайба не начала разгоняться
после остановки



Запишем 2-й з. движения для
длинной вверх и вниз:
по оси x и y

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

x : вверх: $ma_x = -mg \sin \alpha - F_{frp} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
($a_x < 0$)
[м.к. F_{frp} направлено вниз
 $F_{frp} = N\mu$]

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

~~тогда~~ $\begin{cases} a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha \\ a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \end{cases}$

a_1, a_2 - модули ускорений ~~по~~ касат. направлению
траектор. По точкам $(0; 6)$ $(1; 0)$ $(3; 6)$ найдем a :

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

Сложим:

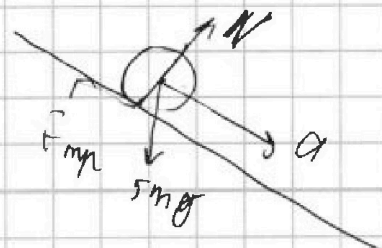
$a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$ $\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{9}{20}$

1) Ответ: $\frac{9}{20}$

2) ~~магн. поле и гравит. поле \Rightarrow она не будет
вращаться \Rightarrow \vec{g} не будет энергии вращения.~~
~~По 3-му з. (центр масс - масса шайбы)~~

~~$mg \sin \alpha = m \frac{v^2}{R} + \mu mg \cos \alpha$~~

По условию μ :
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{81}{400}} = \frac{\sqrt{319}}{20}$
 $\mu = \frac{a_1 - g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{6 - 10 \cdot \frac{9}{20}}{10 \cdot \frac{\sqrt{319}}{20}} = 2 \cdot \frac{1,5}{\sqrt{319}}$
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{319}}{20}$



$mg \cos \alpha \mu =$
 $= a_1 - g \sin \alpha =$
 $= 1,5 \text{ м/с}^2$

$= \frac{3}{\sqrt{319}}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

~~$v = \sqrt{\frac{2gh}{3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 4}{3}} = \sqrt{\frac{80}{3}} \approx 5.16 \text{ м/с}$~~

2) $\hat{1}0$ 3CЭ:

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

$$gh = 3v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{gh}{3}} = \sqrt{\frac{57.4}{3}}$$

Ответ: 2) $\sqrt{57.4} \text{ м/с}$.

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
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 шар скатывается по наклонной плоскости~~
 $5mg = 5mg \sin \alpha - 5mg \cos \alpha \mu$ — 2-й з. Ньютона

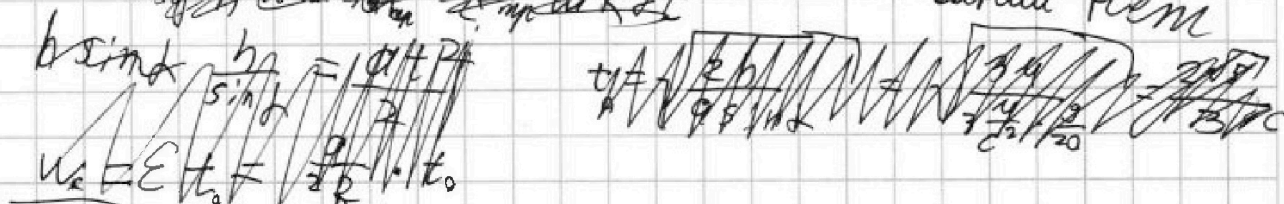
$a = g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu = 4,5 \frac{m}{c^2} - 1,5 \frac{m}{c^2} = 3 \frac{m}{c^2}$
 есть скольжение

3) Ответ: ~~3 м/с~~

2) ~~3 м/с~~ 3) Ответ: 3 м/с (вода в бочке не вращается, м.к. идеальная шнуровка)
 скольжение \Rightarrow скольжение

~~Если шар скатывается по наклонной плоскости~~
 $\epsilon = \frac{v_{cm}}{R}$ $\epsilon R < a$ (скольжение)
 $J = m R^2$ $F_{mp} = 5mg \cos \alpha \mu$
 $J \epsilon = F_{mp} R$
 $\epsilon R = \frac{F_{mp} R^2}{m R^2} = \frac{F_{mp} R}{m} < g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$

~~$\epsilon R = g \cos \alpha \mu$~~
 $5g \cos \alpha \mu < g \sin \alpha$
 $3 \frac{m}{c^2} < 4,5 \frac{m}{c^2}$ — верно —
 есть скольжение



4) $\mu \geq a$ $5g \cos \alpha \mu \geq g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$
 $\mu \geq \frac{\sin \alpha}{6 \cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{g}{6\sqrt{3}g}$

4) Ответ: $\mu \geq \frac{1}{2\sqrt{3}}$
 $\int (v_0 - \omega R) dt = \int (v_0 - \epsilon R) dt = \int (v_0 - g \cos \alpha \mu) dt = \dots$



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!

По 1-ому з. термодинамики

$$Q = \Delta U + A_{\text{возд}}$$

$$Q_{\text{возд}} = \Delta U - A_{\text{внеш}}$$

$$A_{\text{внеш}} = \Delta U - Q_{\text{возд}} = \Delta U + Q$$

Рассмотрим изохорический процесс: $\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0$

$$\Delta U = -Q$$

$$\Delta U = C_V \Delta T = C_V \frac{pV}{R}$$

$$|\Delta T_1| \cdot C_V \Delta T = Q \quad (C_V - \text{уг. темп.})$$

$$C_V \Delta T = \frac{Q}{|\Delta T_1|}$$

$$29 \cdot 8 = 160 + 72 = 232$$

Изобарный процесс: $A_{\text{внеш}} = \Delta U + Q = Q - |\Delta T_2| \cdot C_V =$

$$= Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right) = 2320 \text{ Дж} \cdot \frac{18}{58} = 2320 \cdot \frac{9}{29} \text{ Дж} = 720 \text{ Дж}$$

1) Ответ: 720 Дж

2) ~~Средняя~~ $C_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = \frac{116 \text{ Дж}}{2 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

Ответ: 58 Дж/К

темп. при $p = \text{const}$

$$C_p = C_V + R$$

уг. темп. при $V = \text{const}$

$$\Delta = \frac{N_1 + N_2}{NA}$$

$$\frac{C_p}{C_V} = 1 + \frac{R}{C_V}$$

$$\frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} = 1 + \frac{R}{C_V}$$

$$\frac{R}{C_V} = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} - 1 = \frac{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|}{|\Delta T_2|}$$

$$C_V = R \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|}$$

$$\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} = \frac{40}{18} = \frac{20}{9}$$

$$C_V \Delta T = \frac{N_1}{NA} \cdot \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{N_2}{NA} \cdot \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$\frac{N_1 + N_2}{NA}$$

$$\frac{N_1 + N_2}{NA} \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} = \frac{3}{2} \cdot \frac{N_1}{NA} + \frac{5}{2} \cdot \frac{N_2}{NA}$$

$$\frac{N_1}{N_2} \left(\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} - \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{2} - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\frac{5}{2} \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} - \frac{5}{2}}{\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| - |\Delta T_2|} - \frac{3}{2}} = \frac{\frac{5}{2} - \frac{20}{9}}{\frac{20}{9} - \frac{3}{2}} = \frac{45 - 40}{40 - 27} = \frac{5}{13} \quad \text{3) Ответ: } \frac{5}{13}$$

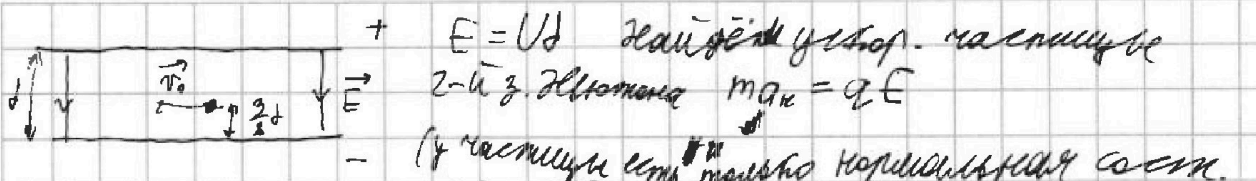


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



+ $E = Ud$ *длина пластины*
 2-й з. закона $ma_k = qE$

- (частица летит *маленько* перпендикулярно *с осью*)

ускорения, т.к. $\vec{E} \perp \vec{v}_0$ $a_k = \frac{v_0^2}{R}$ *в центре кривизны*
 $m \cdot \frac{v_0^2}{R} = qE$ $\gamma = \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{RE} = \frac{v_0^2}{R Ud}$ *поле однородно*

1) Ответ: $\frac{v_0^2}{R Ud}$

2) *Работа поля* $A = (\frac{d}{2} - \frac{3}{8}d) E q =$
 $= \frac{1}{8}d \cdot Ud^2 = \frac{Ud^3}{8} q$
в Б.С.Э.:
 $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + A$ $v^2 = v_0^2 + \frac{2A}{m} = v_0^2 + \frac{Ud^3 q}{4m} = v_0^2 + \frac{Ud^2}{4R}$

$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{v_0^2 \cdot Ud^2}{4R}} = \sqrt{v_0^2 + v_0^2 \cdot \frac{d}{4R}} = v_0 \sqrt{1 + \frac{d}{4R}}$

Ответ: $v = v_0 \sqrt{1 + \frac{d}{4R}}$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

