



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

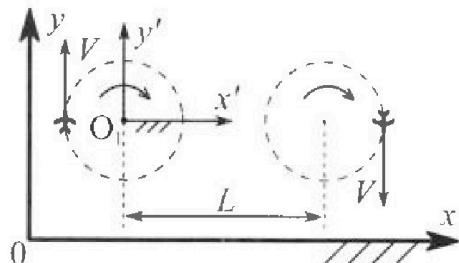


Вариант 10-04

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 $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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



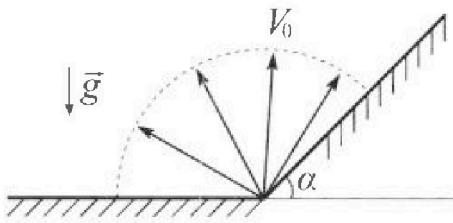
В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x' O_1 y'$, 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 $T = 5 \text{ с}$, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

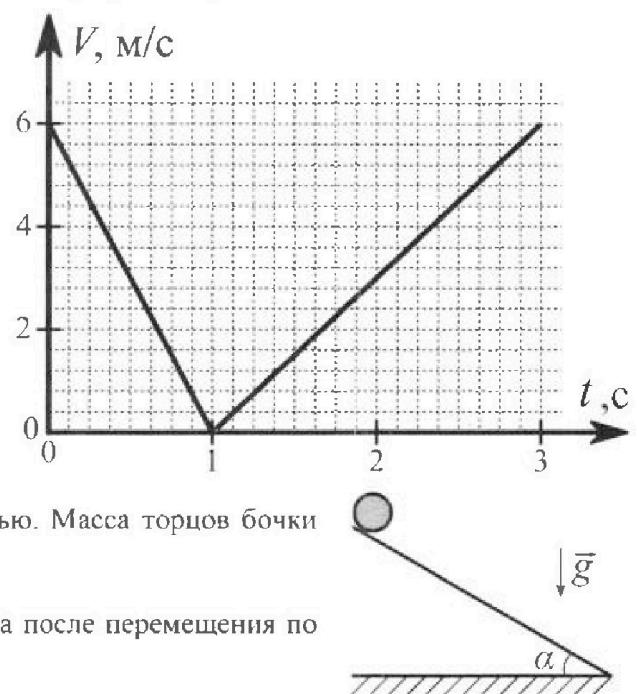
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.



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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где 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 $h=1,5 \text{ м}$?

3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 10-04

*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 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?

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.

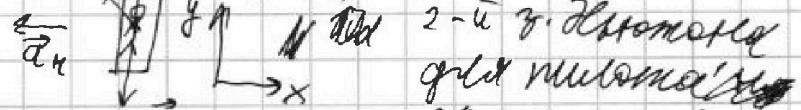
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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) Найдите нормальное ускорение лётчика (самолёта)

$$a_N = \frac{v^2}{R} \quad \text{Рассмотрим пилота в кресле:}$$



2-й з. Действия для пилота:

$$\text{так} = N \sin \alpha$$

$$mg = N \cos \alpha$$

$$\vec{N} = \vec{mg} + \vec{a}_N$$

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

$$v^2 = (ma_N)^2 + (mg)^2$$

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

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + \frac{R^2}{R^2}} = \sqrt{\frac{10^8}{5^2 \cdot 10^6 \cdot 10^2} + \frac{10^6}{10^2}} = \sqrt{4 + 1} = \sqrt{5}$$

1) Ответ: $\sqrt{5}$.

$$2) \quad \vec{v} \quad \vec{a}_{\text{норм}} \quad \vec{N} + \vec{a}_{\text{цент}} + \vec{a}_{\text{грав}}$$

Рассмотрим малый промежуток времени Δt .

Рассмотрим малый промежуток времени Δt .

Найдём
перемещение
самолёта от н.
всего и их
сочетание:

(сочетание (\rightarrow \rightarrow \rightarrow))



Узнай перем.: $x_1 \approx x_2$, н.к. $\Delta t \rightarrow 0$

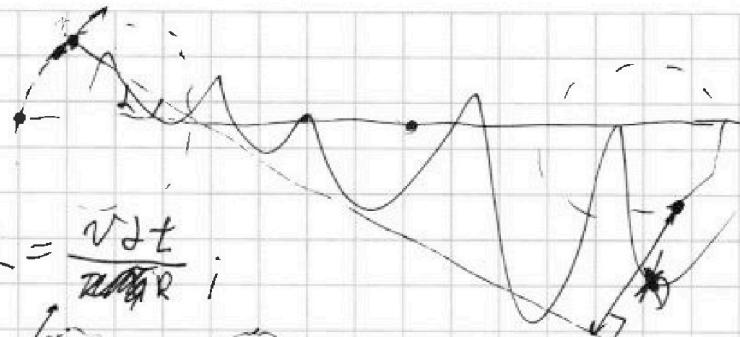


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$L = \frac{\sqrt{dt}}{2\pi R} t$$

меньше чем
один раз
через
центре
м.к. радиус

$$\sin \alpha \approx \frac{h}{L+R}$$

1) расстояние
от правого
самоим до
к центру

$$tL/(L+R) = h + \frac{\sqrt{dt}}{2\pi R} t$$

~~$$\frac{\sqrt{dt}}{2\pi R} t - \frac{h}{L+R} = t$$~~

~~$$\frac{\sqrt{dt}}{2\pi R} (L+R) - \frac{h}{L+R} = t$$~~

~~$$h = \frac{\sqrt{dt}}{2\pi R} (L+R) - \frac{V}{R} t$$~~

~~$$h = \frac{V}{R} t - \frac{V(L+R)}{2\pi R} = V \cdot \frac{L}{R} = V \cdot \frac{t}{2\pi R}$$~~

и V направлено вертикально вниз
Отсюда: $V = V \cdot \frac{L}{R}$; направлено вертикально
вниз



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 прошел максимальное расстояние по горизонтальной поверхности, его запускают под углом 45°~~

$$T = \frac{2 \cdot V_0 \cdot \sin 45^\circ}{g} = 25\sqrt{2} \frac{\sqrt{2}}{8} \quad V_0 = \frac{Tg}{\sqrt{2}} = 25\sqrt{2} \frac{\sqrt{2}}{8}$$

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

1) Ответ: $25\sqrt{2} \text{ м/с}$

2) Максимальное разстояние перемещение достигается либо при ударе о начальную плоскость, либо до края.

Пусть снаряд запущен под углом $\beta < 45^\circ$ по горизонтали

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

$$x = V_0 \cos \beta t \quad y = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \quad (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1)$$

$$S^2 = V_0^2 \cos^2 \beta t^2 + V_0^2 \sin^2 \beta t^2 - 2 \cdot V_0 \sin \beta t \cdot \frac{gt^2}{2} + \frac{g^2 t^4}{4} =$$

$$= V_0^2 t^2 - 2 V_0 \sin \beta g t^3 + \frac{g^2 t^4}{4} \quad \text{дальше } \frac{g^2 t^2}{4}$$

$$S^2 = V_0^2 t - V_0 \sin \beta g t^2 + \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$S^2 = V_0^2 t - V_0 \sin \beta g t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} \quad \text{далее}$$

$$S^2 = V_0^2 t - 3V_0 \sin \beta g t^2 + g^2 t^4 = 0 \quad \text{найдем } S^2_{\max} \text{ при } t = \frac{2V_0 \sin(\beta - \alpha)}{g}$$

$$t = 0 \text{ лиж. нач. врем. - не подр.}$$

$$2V_0^2 - 3V_0 \sin \beta g t + g^2 t^2 = 0 \quad \text{решим элпн.}$$

$$t_{1,2} = \frac{3V_0 \sin \beta g \pm \sqrt{9V_0^2 \sin^2 \beta g^2 - 8V_0^2 g^2}}{2g^2} =$$

$$= \frac{V_0 \sin \beta g}{2g} \pm \sqrt{\frac{9V_0^2 \sin^2 \beta g^2 - 8V_0^2 g^2}{4g^2}}$$

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

запущенного краем. В этом случае расстояние при первом ударе о плоскость как максимальное удаляется. Рассмотрим этот случай:

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

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.



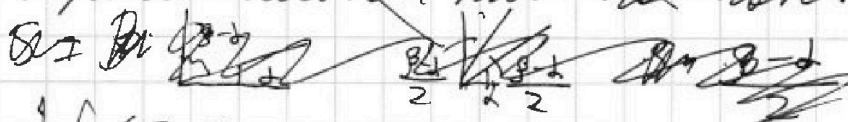
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{v_0^2 \cdot (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta) \cos \alpha + 5 \sin \alpha \sin \beta} t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2 \\
 &= \sqrt{v_0^2 (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta)} \cdot \frac{\sqrt{v_0^2 (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta) \cos \alpha + 5 \sin \alpha \sin \beta}}{g} t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2 = \\
 &= \frac{v_0^2}{g} (\cos^2 \beta \sin \alpha + \sin^2 \beta \cos \alpha) t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2 = \\
 &= \frac{v_0^2}{g} (\cos^2 \beta \sin \alpha + \sin^2 \beta \cos \alpha + 5 \sin \alpha \sin \beta) t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2
 \end{aligned}$$

Максимальная высотность при броске вдоль горизонтальной плоскости достигается при броске вдоль образующей конуса между вертикалью и горизонтом:



$$\begin{aligned}
 S &= \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2} \right) R \\
 &= \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\beta}{2} \right) R
 \end{aligned}$$

$$T \text{чсм} \quad j = \beta - \frac{\pi}{2}$$

$$\begin{aligned}
 S &= v_0 t \cos j - \frac{g t^2 \sin j}{2} = \frac{2 v_0^2 \sin j \cos j}{g} - \frac{g}{2} t^2 \sin^2 j = \\
 &= \frac{2 v_0^2}{g} (\sin j \cos j - \sin^2 j \sin j)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{const} & \quad \left(\frac{S}{C} \right)_j = (-\sin^2 j + \cos^2 j - \sin j \cdot 2 \sin j \cos j) = 0
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

знач.
 $\cos j \neq 0$



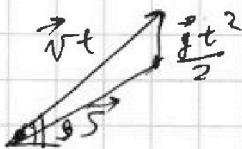


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Задача. По т. Гасинцева для векторного

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

Еще этот метод решения - это
столкновение сою снарядом, то при
ударе мы имеем $\sin\beta \downarrow$ $-\sin\beta \uparrow \Rightarrow S^2 \uparrow \Rightarrow$
~~(если на β)~~

\Rightarrow расстояние удлиняется \Rightarrow

\Rightarrow искаемоеное расстояние ~~расстояние~~ будет достичь то же самое
удара о ствол.

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

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

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

$$\sin^2\alpha / (1 + \tan^2\alpha) = \tan^2\alpha$$

$$S = \frac{2 V_0^2}{g} \left(\frac{\tan\alpha}{1 + \tan^2\alpha} - \frac{\tan^2\alpha}{1 + \tan^2\alpha} \sin\alpha \right) = \frac{2 V_0^2}{g} \frac{\tan\alpha - \tan^2\alpha \sin\alpha}{1 + \tan^2\alpha}$$

$$= \frac{2 V_0^2}{g} \cdot \frac{\tan\alpha - \sin\alpha \tan^2\alpha}{1 + \tan^2\alpha}$$

$$= \frac{2 V_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{\sin^2\alpha + 1} - \sin\alpha \cdot (\sin^2\alpha + 1 - 2 \sin\alpha \sqrt{\sin^2\alpha + 1} + \sin^2\alpha)}{1 + \sin^2\alpha}$$

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

$$= \frac{2 V_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{\sin^2\alpha + 1} - \sin\alpha \sqrt{\sin^2\alpha + 1} + 2 \sin\alpha \sqrt{\sin^2\alpha + 1} - \sin^3\alpha}{2(1 + \sin^2\alpha - \sin\alpha \sqrt{\sin^2\alpha + 1})}$$

$$\frac{sg}{2 V_0^2} = \frac{2^{3.5} 3}{2^2 \cdot 5^4} = \frac{2}{5} = 0.4 \quad \frac{sg}{2 V_0^2} = \frac{58}{\pi^2 g^2} = \frac{5}{\pi^2 g^2} = \frac{100}{25 \cdot 10} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$0.4 / (1 + \sin^2\alpha - \sin\alpha \sqrt{\sin^2\alpha + 1}) = \sqrt{\sin^2\alpha + 1} / (1 + 2 \sin^2\alpha) - 2 \sin\alpha - 2 \sin^3\alpha$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмните 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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\begin{aligned}
 & \sqrt{\sin^2 L + 1} / (1 + 2\sin^2 L + 0,85 \cdot \sin L) = \frac{0,64 + \sin^2 L}{1 + 2\sin^2 L + 2\sin^3 L} \\
 & (\sin^2 L + 1) / (1 + 2\sin^2 L + 0,85 \cdot \sin L)^2 = \frac{0,8 + 0,8\sin^2 L + 2\sin^4 L + 2\sin^3 L}{(1 + 2\sin^2 L + 2\sin^3 L + 2\sin^4 L)^2} \\
 & \sqrt{(\sin^2 L + 1) / (1 + 2\sin^2 L + 0,85 \cdot \sin L + 2\sin^3 L + 4\sin^4 L + 1,6\sin^3 L + 0,8\sin^2 L + 1,6\sin^4 L + 0,64\sin^2 L)} \\
 & + 0,64 + 0,64\sin^2 L + 1,6\sin^3 L + 1,6\sin^4 L + 0,8\sin^3 L + 0,8\sin^4 L + 0,64\sin^3 L + 0,64\sin^4 L \\
 & + 0,64\sin^2 L + 0,64\sin^4 L + 1,6\sin^3 L + 1,6\sin^4 L + 0,8\sin^3 L + 0,8\sin^4 L \\
 & = 1 + 2\sin^2 L + 0,85 \cdot \sin L + 2\sin^3 L + 4\sin^4 L + 1,6\sin^3 L + 0,8\sin^2 L + 1,6\sin^4 L + 0,64\sin^2 L + 0,64\sin^4 L + 1,6\sin^3 L + 1,6\sin^4 L + 0,8\sin^3 L + 0,8\sin^4 L \\
 & + 1,6\sin^5 L + 0,64\sin^5 L + \sin^2 L + 2\sin^4 L + 0,8\sin^3 L + 2\sin^4 L + 4\sin^2 L + 1,6\sin^5 L + 0,64\sin^4 L \\
 & + 1,6\sin^5 L + 0,8\sin^3 L + 1,6\sin^5 L + 0,64\sin^4 L \\
 & 0,64 - 1 + \sin L / (0,64 + 0,64 - 0,8 - 0,8) + \sin^2 L / (0,64 + 0,64 + 1 - 2 - 2 - 0,64 - 1) + \sin^3 L / (1,6 + 0,64 + 0,64 + 1,6 - 1,6 - 1,6 - 0,8 - 0,8) + \\
 & + \sin^4 L / (0,64 + 0,64 - 4 - 2 - 2 - 0,64) + \sin^5 L / (1,6 + 1,6 - 1,6 - 1,6) + \sin^6 L / (4 - 0,64) = 0 \\
 & 0,64 - 0,36 = \sin^2 L \cdot (0,64 - 2 - 2) + \sin^4 L / (-4) \\
 & 0,64 - 0,36 = x \\
 & 4x^2 + 3,36 \cdot 0,36 = 0 \\
 & x_{1,2} = \frac{-3,36 \pm \sqrt{3,36^2 - 4 \cdot 4 \cdot 0,36}}{8} \\
 & 0,36 = 1,6\sin L + 3,36\sin^2 L + 1,6\sin^3 L \\
 & 1,6\sin^3 L - 3,36\sin^2 L + 1,6\sin L - 0,36 = 0 \\
 & 1,6\sin^3 L - 0,75\sin^2 L + \sin L - \frac{9}{40} = 0 \\
 & 1,6\sin^3 L - 0,215\sin^2 L + \sin L - 0,225 = 0 \\
 & \sin L \approx 0,22 \quad \sin^2 L (\sin L - 0,21) + (\sin L + 0,225) = 0 \\
 & \text{Ombrem: } \arcsin(0,22)
 \end{aligned}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 запущили вверх, т.к.:
 Иначе она не могла остановиться, чтобы начать движение вниз, после остановки.

Запущен 2-й раз, движется вверх и вниз.

вверх: $ma_{2x} = mg \cos \alpha = N$ в обоих случаях

\times : вверх: $ma_{2x} = -mg \sin \alpha - f_{\text{тр}} = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$

вниз: $ma_{2x} = -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$

решаем $a_1, a_2 = g \sin \alpha \pm g \cos \alpha$

$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

a_1, a_2 - модуль тангенсов косинусов наклонов графиков. По точкам $(0; 6)$, $(1; 0)$, $(3; 6)$ найдём:

$d_1 = \frac{6 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $a_1 = \frac{6 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

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) Изображение издано \Rightarrow отда свободным
 вращательным \Rightarrow у неё не будет энергии вращения.

3) $\mu = \frac{m \cdot a_2}{m \cdot g \cos \alpha} = \frac{a_2}{g \cos \alpha}$ Требуется M :

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

$\mu = \frac{a_2}{g \cos \alpha} = \frac{a_2}{g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{a_2}{g \sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \frac{a_2}{g \sqrt{\frac{319}{400}}} = \frac{a_2}{g \frac{\sqrt{319}}{20}} = \frac{20 a_2}{g \sqrt{319}}$

$M = \frac{a_2}{g \cos \alpha} = \frac{a_2}{g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{a_2}{g \sqrt{1 - \frac{81}{400}}} = \frac{a_2}{g \sqrt{\frac{319}{400}}} = \frac{a_2}{g \frac{\sqrt{319}}{20}} = \frac{20 a_2}{g \sqrt{319}} = \frac{2 \cdot 1,5}{\sqrt{319}} = \frac{3}{\sqrt{319}}$



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!

~~= 18841 217 3 6 200 111~~

2) $\tilde{10} 303$:

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

$$gh = 3v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{gh}{3}} = \sqrt{5} \frac{4}{c}$$

Ответ: 2) $\sqrt{5} \frac{4}{c}$.

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

Самые интересные задачи

$$5mg = 5mg \sin \alpha - 5mg \cos \alpha \mu - 2\text{-й з. Несмотря}$$

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

если проскальзывание

3) Ответ: $3 \frac{m}{s^2}$

2) Решение:

столбцы

3) Ответ: $3 \frac{m}{s^2}$

(вода в баке не вращается)

м.к. идеальная жидкость

Самые интересные задачи

Проскальзывание

$\varepsilon = \frac{\text{Формула при}}{\text{нам}}$

$\varepsilon R < a$

Нр. ~~столбцы~~, но $\varepsilon R = a$

если

$$J\varepsilon = F_{\text{нр}} R$$

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

$$\varepsilon R = \frac{F_{\text{нр}} R^2}{m R^2} = \frac{F_{\text{нр}}}{m} \mu < g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$$

~~Если~~

$$5g \cos \alpha \mu$$

$$6g \cos \alpha \mu < 5g \sin \alpha$$

$$3 \frac{m}{s^2} < 4,5 \frac{m}{s^2}$$

если

$$3 \frac{m}{s^2} < 4,5 \frac{m}{s^2}$$

если

\Rightarrow проскальзыва-

вание нет

~~если~~

~~если~~

~~если~~

~~если~~

~~если~~

2) Задача 4) при $\varepsilon R > a$ $5g \cos \alpha \mu > g \sin \alpha - g \cos \alpha \mu$

2) Решение:

$$5mg h t + \frac{1}{2} mv^2 = W_{\text{трек}}$$

$$\mu \geq \frac{5 \sin \alpha}{6 \cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{9}{6\sqrt{379}} \approx$$

4) Ответ: $\mu > \frac{13}{2\sqrt{379}}$

~~если проскальзывание~~

$$\int (a - \mu g) dt = \int a dt + \int \mu g dt$$

$$\int (a - \mu g) dt = \int a dt + \int \mu g dt$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 $Q_{\text{наг}} = \Delta U + A_{\text{наг}}$

$$Q_{\text{наг}} = \Delta U - A_{\text{наг}}$$

$$\text{II) } A_{\text{наг}} = \Delta U - Q_{\text{наг}} = \Delta U + Q$$

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

$$\Delta U = C_V \Delta T = C_V \frac{P \Delta V}{R}$$

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

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

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

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

$$= Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) = 2320 \text{ Дж} \cdot \frac{18}{52} = 2320 \cdot \frac{9}{29} \text{ Дж} = 720 \text{ Дж}$$

1) Ответ: 720 Дж

$$2) \text{ Теплоемкость } C_P = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320 \text{ Дж}}{40 \text{ К}} = \frac{116 \text{ Дж}}{2 \text{ К}} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ответ: 58 $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$3) \text{ Изотермический } C_V = \frac{Q}{|\Delta T_1|} \quad \text{Числовой процесс: } C_P = C_V + R$$

~~изотермический~~ ~~изобарический~~

ч. темп. при $P = \text{const}$

$$C_V = \frac{Q}{|\Delta T_1|} \quad \text{изобарический: } C_P = \frac{Q}{|\Delta T_2|}$$

$$C_P = C_V + R$$

$$\text{ч. темп. при } P = \text{const}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| + |\Delta T_2|} = \frac{40}{72} = \frac{20}{36} = \frac{5}{9}$$

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

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

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

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1| + |\Delta T_2|} = \frac{3}{2} \cdot \frac{20}{36} = \frac{5}{12}$$

3) Ответ: $\frac{5}{12}$

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 решениях каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

+ $E = U_d$ найдём ускор. частиц из
закона тока $I_{\text{нк}} = qE$

- (Частицы идут только нормальная сост.
установивш., т.к. $\vec{E} \perp \vec{V_0}$) $a_n = \frac{V_0^2}{R}$ | В конденсаторе
 $m \cdot \frac{V_0^2}{R} = qE$ $\gamma = \frac{q}{m} = \frac{V_0^2}{RE} = \frac{V_0^2}{RUE}$ | после однородн.

1) Омбем. $\frac{V_0^2}{RUE}$.

(F.S) 2) Найдём работу А поля $A = \left(\frac{d}{2} - \frac{3}{8}d\right)E^2 =$
по З.С.З. $= \frac{1}{8}d \cdot U_d^2 = \frac{U_d^2}{8}q$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A \quad V^2 = mV_0^2 + \frac{2A}{m} = V_0^2 + \frac{U_d^2 q}{4m} = V_0^2 + \frac{U_d^2 q}{4R}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{U_d^2 q}{4R}} = \sqrt{V_0^2 + V_0^2 \cdot \frac{d}{4R}} = V_0 \sqrt{1 + \frac{d}{4R}}$$

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



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

1

1

1

1

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!