

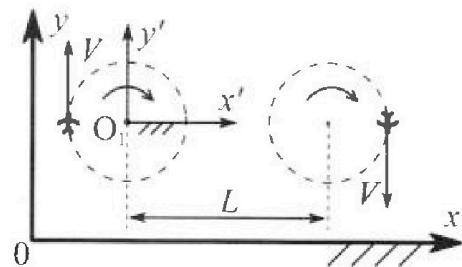
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

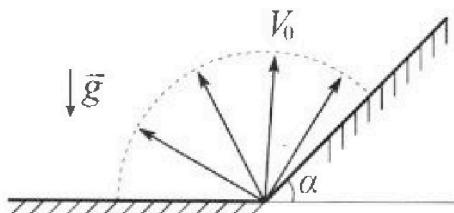


В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолёта показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта x'_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 $T = 5 \text{ с}$, 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.

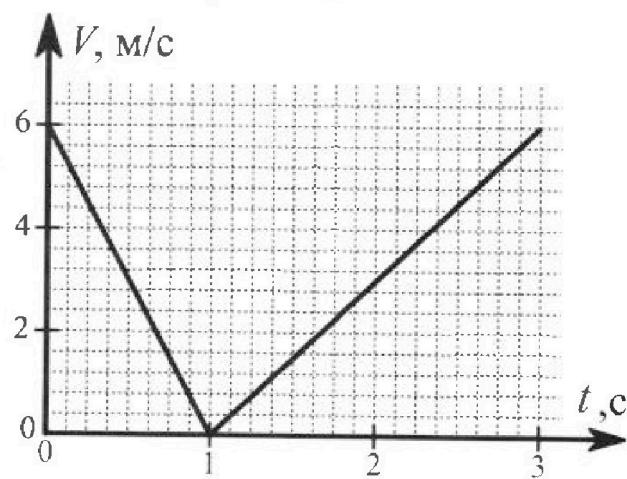


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

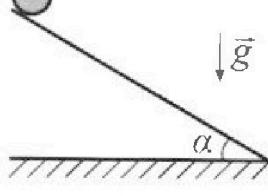
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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 А 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?

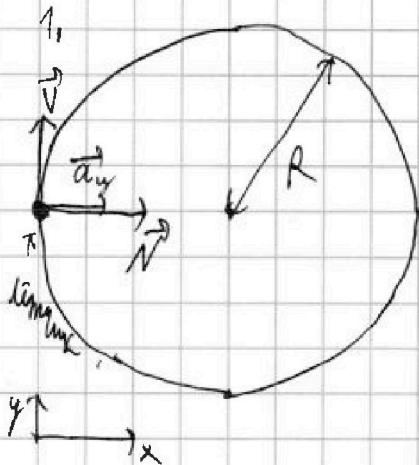


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



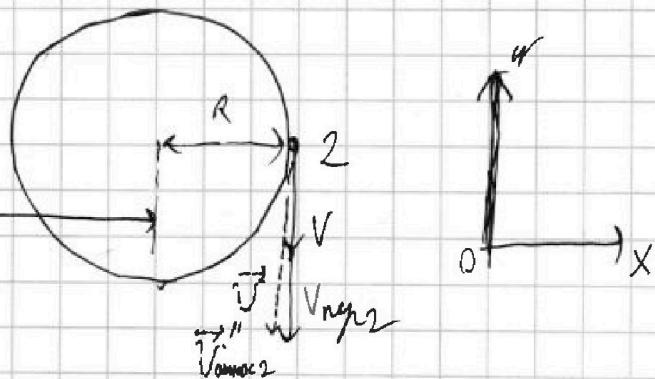
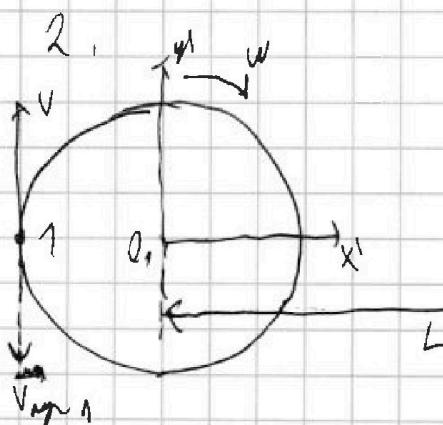
запишем второй з-м Кулонна
для линии (он движ. по окр.
радиуса $R = 500 \text{ м}$):

$$m \vec{a}_y = \vec{N}$$

на ОХ: $m a_y = N$

$$a_y = \frac{V^2}{R} \Rightarrow N = \frac{m V^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{m V^2}{mg R} = \frac{V^2}{g R} = \frac{100^2}{10 \cdot 500} = \frac{10^4}{10^3 \cdot 5} = 2$$



отметим левый и правый самолёта за 1 и 2

на $x'0,y'$ связана с 1 $\Rightarrow V_{\text{комп1}} = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow по ОY: $V - V_{\text{норм1}} = V_{\text{норм1}} = 0 \Rightarrow V_{\text{норм1}} = V_{\text{норм2}} = \omega R \Rightarrow$

$$\Rightarrow \omega = \frac{V}{R}$$

по ОY: $V + V_{\text{норм2}} = V_{\text{норм2}} = V \Rightarrow V = V + V_{\text{норм2}} = V + \omega (L + R) =$

$$= V + V \frac{L+R}{R} = V \left(1 + \frac{L+R}{R} \right) = V \left(2 + \frac{L}{R} \right) = 100 \left(2 + \frac{1,15}{0,5} \right) = 100 \cdot 4,5 = 450 \text{ м/с}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
1 из 2

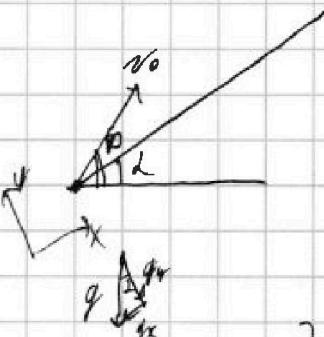
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если рассматривать движение яблока на горизонтальную поверхность

$$\max \text{ угол броска } 95^\circ \Rightarrow T = \frac{2V_0 \sin 95^\circ}{g} = \frac{\sqrt{2} V_0}{g}$$

$$(m, K) \quad t = \frac{V_0 \cdot \sin \beta}{g} \cdot 2; \quad \ell = V_0 \cos \beta t = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g}, \quad \max \text{ угол } \beta = 95^\circ \Rightarrow$$

$$2) \quad V_0 = \frac{T g}{\sqrt{2}} = \frac{10 \cdot 5}{\sqrt{2}} = \frac{5 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5 \sqrt[2]{2} \approx 35,9 \text{ м/с}$$



1) t - время падения \Rightarrow

$$\Rightarrow y(t) = 0 \quad (\Rightarrow y(0) = 0) \Rightarrow V_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{0y} = \frac{gt}{2}; \quad y = \frac{gt^2}{2}, \quad V_{0y} = V_0 \cos \varphi, \quad V_{0x} = V_0 \sin(\varphi - \alpha)$$

$$\Rightarrow X(0) = 0 \Rightarrow X(t) = V_{0x}t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2V_{0x}}{g} =$$

$$= \frac{2 \cdot V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \varphi} ; \quad V_{0x} = V_0 \cos(\varphi - \alpha); \quad g_x = g \sin \varphi$$

$$X(t) = V_0 \cos(\varphi - \alpha) + \frac{2V_0 \sin(\varphi - \alpha)}{g \cos \varphi} - \frac{g \sin \varphi \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2(\varphi - \alpha)}{g^2 \cos^2 \varphi}}{2} =$$

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

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

$$\cdot (\cos(\varphi - \alpha) - \tan \alpha \sin(\varphi - \alpha))$$

$$\underset{x(t)}{\cancel{X'(\varphi)}} - \max \Rightarrow X'(\varphi) = 0 \Rightarrow \underbrace{(\sin(\varphi - \alpha) / (\cos(\varphi - \alpha) - \tan \alpha \sin(\varphi - \alpha)))}_{1} = 0$$

$$\Rightarrow \cos^2(\varphi - \alpha) - \sin^2(\varphi - \alpha) - \tan \alpha \cdot 2 \sin(\varphi - \alpha) \cos(\varphi - \alpha) = 0 \quad \text{□}$$

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 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!

$$\textcircled{1} \quad \cos(2(\varphi_0 - \alpha)) - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(2(\varphi_0 - \alpha)) = 0 \Rightarrow \operatorname{tg}(2(\varphi_0 - \alpha)) = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha \approx \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha) \Rightarrow 2\varphi_0 - 2\alpha = 90^\circ - \alpha \Rightarrow$$

$$\textcircled{2} \quad \varphi_0 = 45^\circ + \frac{\alpha}{2}$$

$$S = X(\varphi_0) = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin(\varphi_0 - \alpha) (\cos(\varphi_0 - \alpha) - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(\varphi_0 - \alpha)) =$$

$$\times = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) \cdot (\cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2})) =$$

$$= \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin 45^\circ (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \left(\frac{1}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin 45^\circ (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \right) =$$

$$= \frac{\sqrt{2}V_0^2}{g \cos \alpha} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \left[\frac{1}{2} - \frac{\sin \alpha}{2} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \right] \theta$$

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

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

Приложим к исходному выражению из условия:

$$S \cdot \cos \alpha = V_0 \cos \varphi_0 t = V_0 \cos \varphi_0 \cdot \frac{2V_0 \sin \alpha (\varphi_0 - \alpha)}{g \cos \alpha} =$$

$$= V_0 \cos(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \cdot \frac{2V_0 \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2})}{g \cos \alpha} = \frac{2V_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) =$$

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

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

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{V_0^2}{g \sin \alpha} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{5^2}{10 \cdot 100} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{1}{4} \right)$$

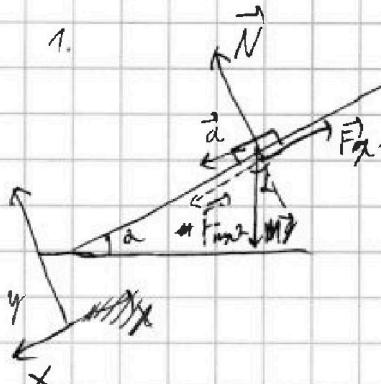
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$\text{по } OY; N = mg \cos \alpha$$

$$\text{по } OX; ma = -mg \sin \alpha \pm F_f$$

$$F_f = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow ma = mg (\sin \alpha \pm \mu \cos \alpha) \Rightarrow a = g (\sin \alpha \pm \mu \cos \alpha)$$

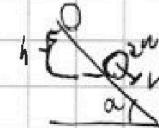
на каждом участке \Rightarrow измнж. шайба движется вверх, а затем падает (остановки вниз $\Rightarrow a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$)

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \Rightarrow a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

$$a_1 = \frac{6-0}{7-0} = 6 \text{ м/с}^2, a_2 = \frac{6-0}{3-7} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3+6}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} = 0.45$$

$$2. M_F = hM \Rightarrow M = m_F + m = (n+1)M$$

из присоедин. $\Rightarrow A_{\text{ок}} = 0 \Rightarrow \Delta E = 0$



$$E_{k1} = 0, \Delta E_{p1} = -Mgh, E_{p2} - E_{p1} = -Mgh, E_{k2} = \frac{MV^2}{2} + \frac{Iw^2}{2}$$

также $W = \frac{V}{R}$ (это K-коэффициент)

$$I = I_b + I_f = m_b \frac{V^2}{2} + M V^2 = \frac{n}{2} m V^2 + M V^2 = \left(\frac{n}{2} + 1\right) M V^2$$

$$\Delta E = \frac{MV^2}{2} + \frac{Iw^2}{2} = Mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{\left(\frac{n}{2} + 1\right)mV^2}{2} \cdot \frac{V^2}{R^2} - Mgh =$$

$$= \frac{m}{2} \left(V^2 \left(1 + \frac{n}{2} + 1 \right) - 2 \cdot (n+1)gh \right) = \frac{m}{2} \left(V^2 \left(2 + \frac{n}{2} \right) - 2(n+1)gh \right) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V^2 = \frac{2(n+1)gh}{2 + \frac{n}{2}} = \frac{4(n+1)gh}{4+n} \Rightarrow V = \sqrt{gh \frac{4(n+1)}{4+n}} = \sqrt{10 \cdot 9.5 \cdot \frac{4.5}{4+4}} =$$

$$= \sqrt{15 \cdot \frac{5}{2}} = \sqrt{\frac{75}{2}} \text{ м/с} = 5 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ м/с}$$

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

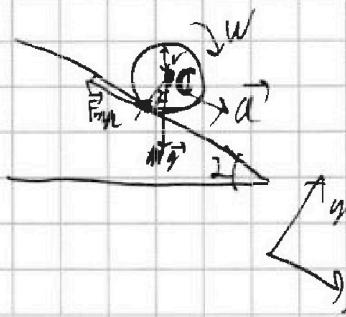
7

СТРАНИЦА

2 из 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!

3.



$$F_{N\perp} \cdot v = I \beta \Rightarrow F_{N\perp} = I \frac{\beta}{v} = I \frac{d}{\sqrt{2}}$$

(\times (но т. физик. циркуляции масс)!

$$M a = M g \sin \alpha - F_{N\perp} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{N\perp} = M (g \sin \alpha - a) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M (g \sin \alpha - a) = I \frac{d}{\sqrt{2}} \Rightarrow a \left(\frac{I}{\sqrt{2}} + M \right) = M g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{M g \sin \alpha}{\frac{I}{\sqrt{2}} + M} = \frac{(n+1) M g \sin \alpha}{\frac{n}{2} + n + 1 + M \sqrt{2}} = \frac{(n+1) g \sin \alpha}{\frac{n}{2} + n + 2} = \frac{(n+1) g \sin \alpha}{\frac{3}{2} n + 2} = \frac{5}{6} \frac{g \sin \alpha}{n+2}$$

$$= \frac{5}{8} \cdot 0,95 \cdot 10 = \frac{5}{8} \cdot 9,5 = 0,625 \cdot 9,5 = 2,8125 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{array}{r} \cancel{0,625} \\ \cancel{1,5} \\ \hline \cancel{312,5} \\ 250 \\ \hline 28125 \end{array}$$

$$4. I \frac{d}{\sqrt{2}} = F_{N\perp} \leq \mu N = \mu M g \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \frac{I a}{F^2 \cdot M g \cos \alpha} =$$

$$= \frac{(\frac{n}{2} + 1) M g \sqrt{2}}{\frac{n}{2} + 2} \cdot \frac{g \sin \alpha}{M g \cos \alpha} = \frac{(\frac{n}{2} + 1) \cdot \sin \alpha}{(\frac{n}{2} + 2) \cos \alpha} = \frac{\frac{n}{2} + 1}{\frac{n}{2} + 2} \tan \alpha =$$

$$= \frac{3}{8} \cdot \frac{0,95}{\sqrt{1 - 0,95^2}} = \frac{3}{8} \cdot \frac{\frac{10}{10}}{\sqrt{1 - \frac{91}{900}}} = \frac{27}{260 \sqrt{900 - 81}} = \frac{27}{8 \sqrt{319}}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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. $P = P_{N_2} + P_{He}$: замечаем, что $\Delta T_1 < 0, \Delta T_2 > 0$ (н.к. теплоотводят)

$$Q = \frac{C_{V_{He}} V_{He} + C_{V_{N_2}} V_{N_2}}{\Delta T_1} (\Delta T_1)$$

$$(C_{P_{He}} V_{He} + C_{P_{N_2}} V_{N_2}) (\Delta T_2)$$

I Канал 0: $-Q = \Delta U_1$; $-Q = \Delta U_2 + A \rightarrow$
мк. теплоотводят

$$\Rightarrow A = \Delta U_1 - \Delta U_2$$

$$\Delta U_i = \underbrace{(C_{V_{He}} V_{He} + C_{V_{N_2}} V_{N_2})}_{\text{const}} \Delta T_i \Rightarrow \Delta U_2 = \Delta U_1 \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \Delta U_1 \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) \Rightarrow A = -A = \Delta U_1 \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 1\right) = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = \\ = 2320 \cdot \left(1 - \frac{90}{58}\right) = 2320 \cdot \left(\frac{18}{58}\right) = 2320 \cdot \frac{9}{29} = 80.9 = 220 \text{ дж}$$

2. $-Q = E_p \cdot \Delta T_2 \Rightarrow E_p = -\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{2320}{90} = \frac{232}{9} = \frac{116}{2} = 58 \frac{\text{дм}}{\text{К}}$

3. $\underbrace{(C_{P_{He}} V_{He} + C_{P_{N_2}} V_{N_2})}_{\text{const}} = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{2320}{58} = 40 \frac{\text{дм}}{\text{К}}$

$$\frac{3}{2} V_{He} R + \frac{5}{2} V_{N_2} R = \frac{R}{2} (3 V_{He} + 5 V_{N_2}) \quad (1)$$

$$\underbrace{(C_{P_{He}} V_{He} + C_{P_{N_2}} V_{N_2})}_{\text{const}} = \frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{2320}{90} = 58 \frac{\text{дм}}{\text{К}}$$

$$\frac{5}{2} V_{He} R + \frac{7}{2} V_{N_2} R = \frac{R}{2} (5 V_{He} + 7 V_{N_2}) \quad (2)$$

$$(1) \text{ и } (2) \Rightarrow \frac{58 \frac{Q}{\Delta T_1}}{\frac{Q}{\Delta T_2}} = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = \frac{3 V_{He} + 5 V_{N_2}}{5 V_{He} + 7 V_{N_2}} \Rightarrow V_{He} \left(5 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} - 3\right) = V_{N_2} \left(5 - 7 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_{He} \cdot N_a}{V_{N_2} \cdot N_a} = \frac{V_{He}}{V_{N_2}} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{40}{58}}{5 \cdot \frac{50}{58} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{20}{29}}{5 \cdot \frac{20}{29} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{20}{29}}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 29} = \frac{5 \cdot 21 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 3 \cdot 29} =$$



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!

$$\frac{195 - 190}{100 - 87} = \frac{5}{13}$$

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.

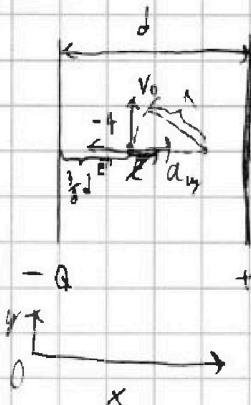


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

1.



$$m a_y = -E' (-g) = E g \Rightarrow a_y = E g$$

$$a_y = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{a_y} = \frac{V^2}{Eg} \Rightarrow r = \frac{V^2}{Eg}$$

$$F = \frac{Q}{\frac{2\pi r}{2\pi R} + \frac{a}{2\pi R}} = \frac{Q}{2\pi R}$$

$$U = \frac{1}{2} \int_{\text{дист}}^{r} \frac{F}{E'} dr = \frac{Q}{2\pi R} \Rightarrow E' = \frac{U}{r} \Rightarrow r = \frac{V^2}{E'} = \frac{V^2}{\frac{U}{r}} = \frac{V^2 r}{U}$$

$$2. \text{ NOCH: } V_y = V_0 \sin \alpha$$

$$M OX: \int F_R dx = q \int E dx \stackrel{E = \frac{V}{r}}{\Rightarrow} \int q \cdot \frac{dx}{r} = \int E q dr = E q d \quad \leftarrow \text{здесь при вычислении интеграла}$$

$$\frac{\pi R^2}{2} = 0 \quad \text{изменение поля между концами}$$

$$4d = \frac{1}{2} - \frac{3}{8}d = \frac{1}{8}d \Rightarrow V_x^2 \leq \frac{2}{m} \cdot \frac{V}{d} \cdot q \cdot \frac{1}{8}d = \frac{qV^2}{4m} = \frac{V^2}{4} =$$

$$= \frac{q}{4} \cdot \frac{V^2 d}{2\pi R} = \frac{V^2 d}{4\pi R}$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V^2 + 1}$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{array}{r} 2320 \\ - 2320 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ 8 \\ \hline 232 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5^2 \\ \times 25 \\ \hline 1,72 \\ \hline 90 \\ 25 \\ \hline 35,90 \end{array}$$

$$\frac{65}{60} = 2E \Rightarrow E = \frac{65}{280} = \frac{1}{25} \text{ J}$$

$$\Delta \varphi = \int E d\varphi =$$

$$t = \frac{\sqrt{2} V_0}{g} \cdot \frac{1}{\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2}}$$

$$x(t) = \frac{V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos \frac{\varphi}{2} - \sin \frac{\varphi}{2}) \sqrt{2} V_0}{(\cos \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\varphi}{2}) g} \quad (1)$$

$$\oplus \frac{qSM\omega}{2}, \frac{2V_0^2}{g^2} \frac{1}{1+2\sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin \varphi \cdot \frac{1}{1+\sin \varphi}$$

$$s = \frac{V_0^2}{g} \cdot \left(\frac{2x\sqrt{1-x^2}}{1+2x\sqrt{1-x^2}} + \frac{\sqrt{1-x^2}-x}{\sqrt{1-x^2}+x} \right) \Rightarrow$$

$$2gsm\omega s = 2gx s = V_{0x}^2 - V_{1x}^2 = V_0^2 \cos^2(\varphi - \frac{\varphi}{2}) - (V_0 \cos(\varphi - \frac{\varphi}{2}) - qSm\omega \frac{2V_0 \sin \varphi}{g \cos \varphi})^2$$

$$= 2 V_0^2 (\cos(\varphi - \frac{\varphi}{2}) - 2 \cos \varphi \sin(\varphi - \frac{\varphi}{2})) - \cos^2 \varphi \cdot 4 V_0^2 \sin^2(\varphi - \frac{\varphi}{2})$$

$$s \cdot \cos \varphi = V_0 \cdot \cos \varphi \cdot t = V_0 \cdot \cos(\varphi + \frac{\varphi}{2}) \cdot \frac{2V_0 \sin(\varphi - \frac{\varphi}{2}) \sin(\varphi - \frac{\varphi}{2})}{g \cos \varphi}$$

$$= \frac{2V_0^2}{g \cos \varphi} \cdot \sin^2(\varphi - \frac{\varphi}{2}) = \frac{V_0^2}{g \cos \varphi} (1 - \sin^2 \varphi)$$

$$\frac{5^2 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 = \frac{5^2}{53,2^2} - 1 = \frac{5}{4} - 1 = \frac{1}{4}$$



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 чёрновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!