



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

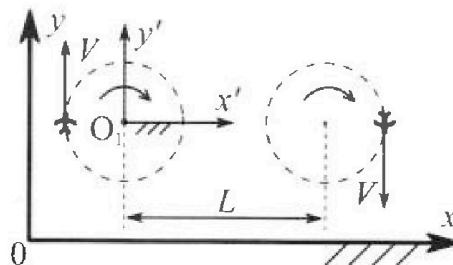
Вариант 10-04

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.

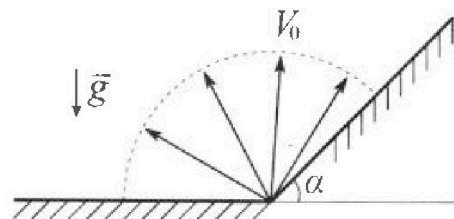


В некоторый момент времени самолёты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,25$ км. Вектор скорости каждого самолёта показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, 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.

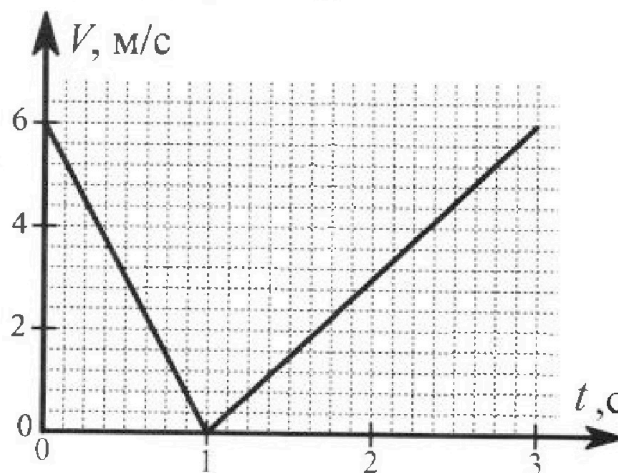


1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

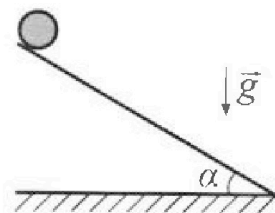
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$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

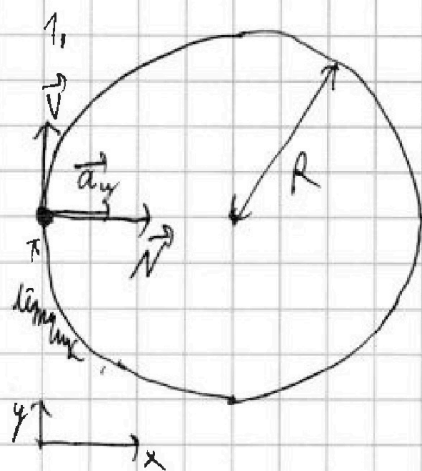
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



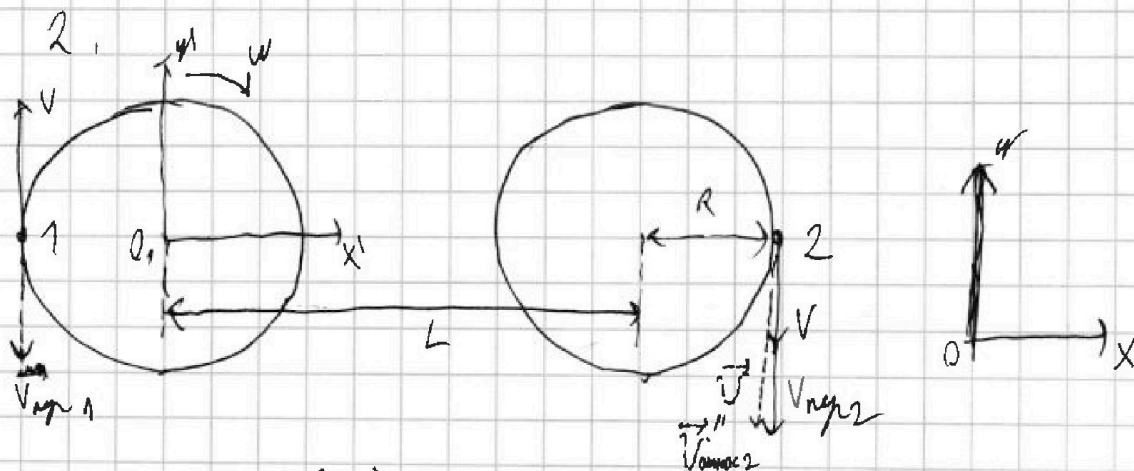
запишем второй з-м Ньютона
для лётчика (он движ. по окр.
радиуса $R = 500 \text{ м}$):

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

на ОХ: $m a_y = N$

$$a_y = \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{mv^2}{mgR} = \frac{v^2}{gR} = \frac{100^2}{10 \cdot 500} = \frac{10^4}{10^3 \cdot 5} = 2$$



отметим левый и правый самолёты за 1 и 2

по $x'O_1y'$ связь скорости $\Rightarrow V_{относ1} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ по Oy : $V - V_{отс1} = V_{отс1} = 0 \Rightarrow V = V_{отс1} = wR \Rightarrow$

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

по Oy : $V + V_{отс2} = V_{отс2} = V \Rightarrow V = V + V_{отс2} = V + w(L+R) =$

$$= V + V \frac{L+R}{R} = V \left(1 + \frac{L+R}{R} \right) = V \left(2 + \frac{L}{R} \right) = 100 \left(2 + \frac{1.25}{0.5} \right) = 100 \cdot 4.5 = 450 \text{ м/с}$$

направление: вверх



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

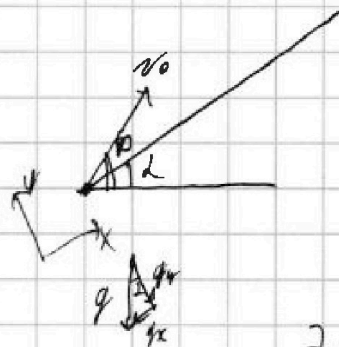
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Вектор скорости упавшего камня на горизонтальной поверхности

$$\max; \text{ при } \varphi = 45^\circ \Rightarrow T = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g} = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$$

$$\text{и т.д. } t = \frac{v_0 \sin \varphi}{g} \cdot 2; \quad \varphi = v_0 \cos \varphi = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}, \quad 1 - \max \text{ при } \varphi = 45^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{Tg}{\sqrt{2}} = \frac{10 \cdot 5}{1,42} = \frac{5^2 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5^2 \sqrt{2} \approx 35,9 \text{ м/с}$$



Δt — время падения

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

$$\Rightarrow v_{0y} = \frac{gt}{2}; \quad g_y = g \cos \Delta, \quad v_{0y} = v_0 \sin(\varphi - \Delta)$$

$$\Rightarrow K(0) = 0 \Rightarrow x(t) = v_{0x}t - \frac{g_x t^2}{2} \quad \text{при } t = \frac{2v_{0y}}{g} =$$

$$= \frac{2 \cdot v_0 \sin(\varphi - \Delta)}{g \cos \Delta}; \quad v_{0x} = v_0 \cos(\varphi - \Delta); \quad g_x = g \sin \Delta$$

$$x(t) = v_0 \cos(\varphi - \Delta) \cdot \frac{2v_0 \sin(\varphi - \Delta)}{g \cos \Delta} - \frac{g \sin \Delta \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2(\varphi - \Delta)}{g^2 \cos^2 \Delta}}{2} =$$

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

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

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

$$x(\varphi) = \max \Rightarrow x'(\varphi) = 0 \Rightarrow \left(\sin(\varphi - \Delta) (\cos(\varphi - \Delta) - \tan \Delta \sin(\varphi - \Delta)) \right)' = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos^2(\varphi - \Delta) - \sin^2(\varphi - \Delta) - \tan \Delta \cdot 2 \sin(\varphi - \Delta) \cos(\varphi - \Delta) = 0$$



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!

$$\ominus \cos(2(\varphi_0 - \alpha)) - \tan \alpha \cdot \sin(2(\varphi_0 - \alpha)) = 0 \Rightarrow \tan(2(\varphi_0 - \alpha)) = \frac{1}{\tan \alpha} = \cot \alpha = \tan(90^\circ - \alpha) \Rightarrow 2\varphi_0 - 2\alpha = 90^\circ - \alpha \Rightarrow$$

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

$$\begin{aligned} S &= X(\varphi_0) = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin(\varphi_0 - \alpha) (\cos(\varphi_0 - \alpha) - \tan \alpha \sin(\varphi_0 - \alpha)) = \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) \cdot (\cos(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) - \tan \alpha \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2})) = \\ &= \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin 45^\circ (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \left(\frac{1}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \tan \alpha \cdot \sin 45^\circ (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \right) = \\ &= \frac{\sqrt{2}v_0^2}{g \cos \alpha} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \left| \frac{1}{2} - \frac{\sin \alpha}{2} - \tan \alpha \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}) \right| \ominus \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \alpha} &= \frac{\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2}} = \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2}} \\ &= \frac{\sqrt{2}v_0^2}{2g(\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2})} \cdot \left(1 - \sin \alpha \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}(\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2})} \right) \right) \end{aligned}$$

Полностью переформулируем по формулам:

$$\begin{aligned} S \cdot \cos \alpha &= v_0 \cos \varphi_0 t = v_0 \cos \varphi_0 \cdot \frac{2v_0 \sin(\varphi_0 - \alpha)}{g \cos \alpha} = \\ &= v_0 \cos(45^\circ + \frac{\alpha}{2}) \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin(45^\circ - \frac{\alpha}{2})}{g \cos \alpha} = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sin^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2}) = \end{aligned}$$

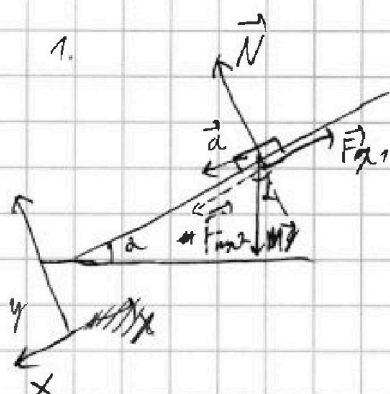
$$\begin{aligned} &= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot (\cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2})^2 = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (1 - \sin \alpha) \Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = \\ &= (1 - \sin \alpha)(1 + \sin \alpha) = \frac{v_0^2}{g S} (1 - \sin \alpha) \Rightarrow 1 + \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g S} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g S} - 1 \\ \alpha &= \arcsin \left(\frac{v_0^2}{g S} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{5 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{1}{4} \right) \end{aligned}$$



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 OY : $N = mg \cos \alpha$

по Ox : $ma = mg \sin \alpha \pm F_{fx}$

$F_{fx} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$

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

на графике 2 участка $\Rightarrow$ изм. ускор. найдя функции скорости, а затем подставив в муз $\Rightarrow a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

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

$a_1 = \frac{6-0}{2-0} = 3 \text{ м/с}^2, a_2 = \frac{6-0}{3-1} = 3 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3+3}{2 \cdot 10} = \frac{6}{20} = 0.3$

2. $M_B = n m \Rightarrow JM = m_B + m = (n+1)m$

без трения $\Rightarrow A_{mx} = 0 \Rightarrow \Delta E = 0$

$E_{k1} = 0, \Delta E_{пз} = E_{п2} - E_{п1} = Mgh, E_{k2} = \frac{MV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$

$\omega = \frac{V}{R}$ (где R - радиус диска)

$I = I_B + I_C = m_B \frac{V^2}{2} + mV^2 = \frac{n+1}{2} mV^2 + mV^2 = \frac{(n+1)}{2} mV^2$

$\Delta E = \frac{MV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = Mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{(n+1)mV^2}{2} \cdot \frac{V^2}{R^2} - Mgh =$
 $= \frac{m}{2} (V^2 (1 + \frac{n+1}{2} + 1) - 2(n+1)gh) = \frac{m}{2} (V^2 (2 + \frac{n+1}{2}) - 2(n+1)gh) = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow V^2 = \frac{2(n+1)gh}{2 + \frac{n+1}{2}} = \frac{4(n+1)gh}{4 + n} \Rightarrow V = \sqrt{gh \frac{4(n+1)}{4+n}} = \sqrt{10 \cdot 9.8 \cdot \frac{4 \cdot 5}{4+4}} =$
 $= \sqrt{15 \cdot 5} = \sqrt{\frac{75}{2}} \text{ м/с} = 5 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ м/с}$



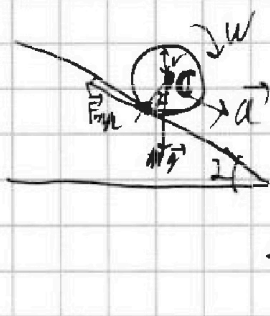
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



$$F_{\text{fr}} \cdot R = I \beta \Rightarrow F_{\text{fr}} = I \frac{\beta}{R} = I \frac{a}{R^2}$$

(X {no m. o. p. m. u. r. e. n. n. a. m. a. s. s.})!

$$Ma = Mg \sin \alpha - F_{\text{fr}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{\text{fr}} = M(g \sin \alpha - a) \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow a = \frac{Mg \sin \alpha}{\frac{I}{R^2} + M} = \frac{(n+1)Mg \sin \alpha}{\frac{(n+1)MR^2}{R^2} + (n+1)M} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{\frac{n}{2} + n + 2} = \frac{(n+1)g \sin \alpha}{\frac{3}{2}n + 2} = \frac{5}{8} \cdot 0,45 \cdot 10 = \frac{5}{8} \cdot 4,5 = 0,625 \cdot 4,5 = 2,8125 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{array}{r} 0,625 \\ \times 4,5 \\ \hline 3125 \\ 2500 \\ \hline 28125 \end{array}$$

$$4. \quad I \frac{a}{R^2} = F_{\text{fr}} \leq \mu N = \mu Mg \cos \alpha \Rightarrow \mu \geq \frac{I a}{R^2 \cdot Mg \cos \alpha} =$$

$$= \frac{(n+1)MR^2 \cdot \frac{n+1}{\frac{3}{2}n+2} g \sin \alpha}{R^2 \cdot (n+1)Mg \cos \alpha} = \frac{(\frac{n}{2}+1) \cdot \sin \alpha}{(\frac{3}{2}n+2) \cos \alpha} = \frac{\frac{n}{2}+1}{\frac{3}{2}n+2} \tan \alpha =$$

$$= \frac{3}{8} \cdot \frac{0,45}{\sqrt{1-0,45^2}} = \frac{3}{8} \cdot \frac{0,45}{\sqrt{1-\frac{81}{400}}} = \frac{27}{160 \sqrt{\frac{900-81}{400}}} = \frac{27}{8 \sqrt{319}}$$



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
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. $P = P_{H2} + P_{He}$: замечание, что $\Delta T_1 < 0, \Delta T_2 < 0$ (и.е. тепло отбрасывается)

$$Q = \cancel{C_{H2} \Delta T_1} (C_{V_{He}} \Delta T_{He} + C_{V_{H2}} \Delta T_{H2}) / |\Delta T_1|$$

$$(C_{V_{He}} \Delta T_{He} + C_{V_{H2}} \Delta T_{H2}) / |\Delta T_2|$$

I закон: $-Q = \Delta U_1$; $-Q = \Delta U_2 + A$
 и.е. тепло отбрасывается

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

$$\Delta U_i = (C_{V_{He}} \Delta T_{He} + C_{V_{H2}} \Delta T_{H2}) \Delta T_i \Rightarrow \Delta U_2 = \Delta U_1 \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

$$\Rightarrow A = \Delta U_1 \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) \Rightarrow A' = -A = \Delta U_1 \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} - 1\right) = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) =$$

$$= 2320 \cdot \left(1 - \frac{90}{58}\right) = 2320 \cdot \left(\frac{18}{58}\right) = 2320 \cdot \frac{9}{29} = 80.9 = 720 \text{ Дж}$$

2. $-Q = C_P \Delta T_2 \Rightarrow C_P = -\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{2320}{90} = \frac{232}{9} = \frac{116}{2} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
 (и.е. тепло отбрасывается)

3. $(C_{V_{He}} \Delta T_{He} + C_{V_{H2}} \Delta T_{H2}) = \frac{Q}{|\Delta T_1|} = \frac{2320}{58} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$\frac{3}{2} \Delta T_{He} R + \frac{5}{2} \Delta T_{H2} R = \frac{R}{2} (3 \Delta T_{He} + 5 \Delta T_{H2}) \quad (1)$$

$$(C_{V_{He}} \Delta T_{He} + C_{V_{H2}} \Delta T_{H2}) = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320}{90} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{5}{2} \Delta T_{He} R + \frac{7}{2} \Delta T_{H2} R = \frac{R}{2} (5 \Delta T_{He} + 7 \Delta T_{H2}) \quad (2)$$

(1) и (2) $\Rightarrow \frac{58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot \frac{|\Delta T_1|}{\frac{R}{2}} = \frac{|\Delta T_2|}{\frac{R}{2}} = \frac{3 \Delta T_{He} + 5 \Delta T_{H2}}{5 \Delta T_{He} + 7 \Delta T_{H2}} \Rightarrow \Delta T_{He} \left(5 \cdot \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} - 3\right) = \Delta T_{H2} \left(5 - 7 \cdot \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|}\right)$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\Delta T_{He} N_{He}}{\Delta T_{H2} N_{H2}} = \frac{\Delta T_{He}}{\Delta T_{H2}} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|}}{5 \cdot \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{40}{58}}{5 \cdot \frac{40}{58} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{20}{29}}{5 \cdot \frac{20}{29} - 3} = \frac{5 \cdot 29 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 7 \cdot 29}$$



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!

$$= \frac{195 - 140}{100 - 87} = \frac{5}{13}$$



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.

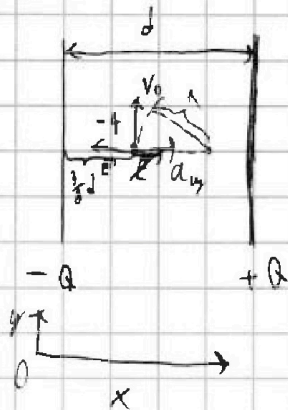
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

1.



$$Ox; m a_y = -E \cdot (-q) = E q \Rightarrow a_y = E q$$

$$a_y = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_0^2}{a_y} = \frac{V_0^2}{E q} \Rightarrow R = \frac{V_0^2}{E q}$$

$$E = \frac{Q}{\frac{S}{2 \epsilon_0 \epsilon}} - \frac{-Q}{\frac{S}{2 \epsilon_0 \epsilon}} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon S}$$

$$U = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_0^d E \cdot dl = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d} \Rightarrow R = \frac{V_0^2}{\frac{U}{d} q} = \frac{V_0^2 \cdot d}{U q}$$

$$= \frac{V_0^2 \cdot d}{2 U q}$$

2. $NOOY: V_y = \cos 56$

$$NO OX; \Delta \vec{F}_K = \Delta \vec{F}_m = \int \vec{E} \cdot q \cdot d\vec{l} = \int E q dl = E q d$$

$$\frac{m V_0^2}{2} - 0$$

изм. в x в поле (переходим к энергии)

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

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\frac{U q}{4m} + 1}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\begin{array}{r} 2320 \overline{) 29} \\ 2320 \overline{) 180} \\ \hline 0 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 5^2 \\ 50 \text{ м} \times 25 \\ \hline 1,25 \\ \hline 100 \\ 25 \\ \hline 35,90 \end{array}$$

$$\frac{\delta S}{S_0} = 2ES \Rightarrow E = \frac{S}{2S_0} = \frac{Q}{25S_0}$$

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

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

$$X(t) = \frac{V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (\cos \frac{\ell}{2} - \sin \frac{\ell}{2}) \sqrt{2} V_0}{(\cos \frac{\ell}{2} + \sin \frac{\ell}{2})} \quad (*)$$

$$\oplus \frac{g \sin \ell}{2} \cdot \frac{2V_0^2}{g^2} \frac{1}{1 + 2 \sin \frac{\ell}{2} \cos \frac{\ell}{2}} = \frac{V_0^2}{g} \left(\frac{\cos \frac{\ell}{2} - \sin \frac{\ell}{2}}{\cos \frac{\ell}{2} + \sin \frac{\ell}{2}} \right) \quad (*)$$

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

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

$$2g \sin \ell S = 2gxS = V_{0x}^2 - V_{1x}^2 = V_0^2 \cos^2 \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) - \left(V_0 \cos \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) - \frac{g \sin \ell \cdot 2V_0 \cos \frac{\ell}{2}}{g \cos \ell} \right)^2$$

$$= 2V_0^2 \left(\cos \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) - 2 \sin \ell \cdot \sin \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) \right) - 64^2 \cdot 4V_0^2 \sin^2 \left(45 - \frac{\ell}{2} \right)$$

$$S \cdot \cos \ell = V_0 \cdot \cos \varphi \cdot t = V_0 \cdot \cos \left(45 + \frac{\ell}{2} \right) \cdot \frac{2V_0 \sin \ell \sin \left(45 - \frac{\ell}{2} \right)}{g \cos \ell}$$

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

$$\frac{5^4 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 = \frac{5^7}{5^3 \cdot 2^2} - 1 = \frac{5}{4} - 1 = \frac{1}{4}$$



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

