



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

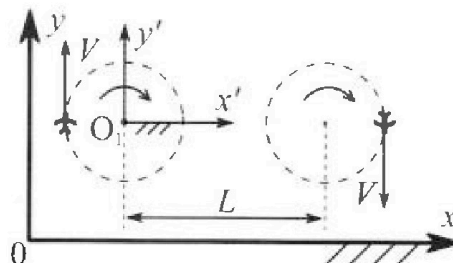
Вариант 10-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R=500$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

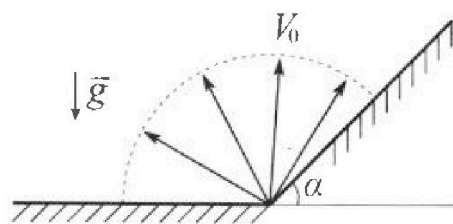
1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.



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

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

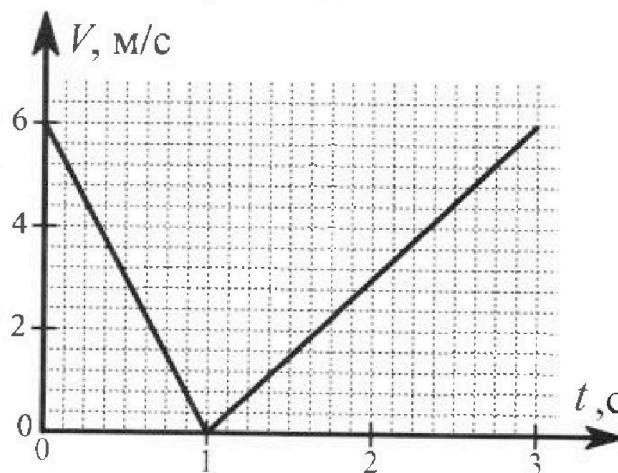
2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5$ с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



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

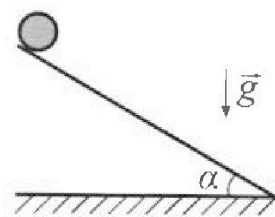
3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.



Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n=4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.

2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=1,5$ м?
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу A внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется 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).

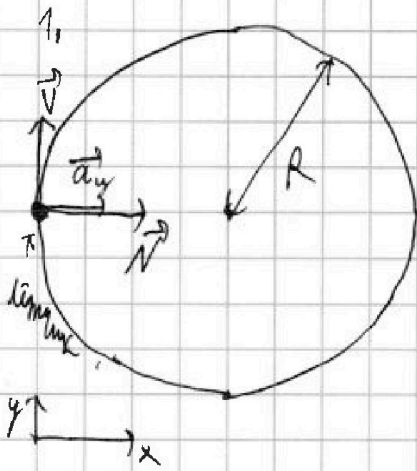
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



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!



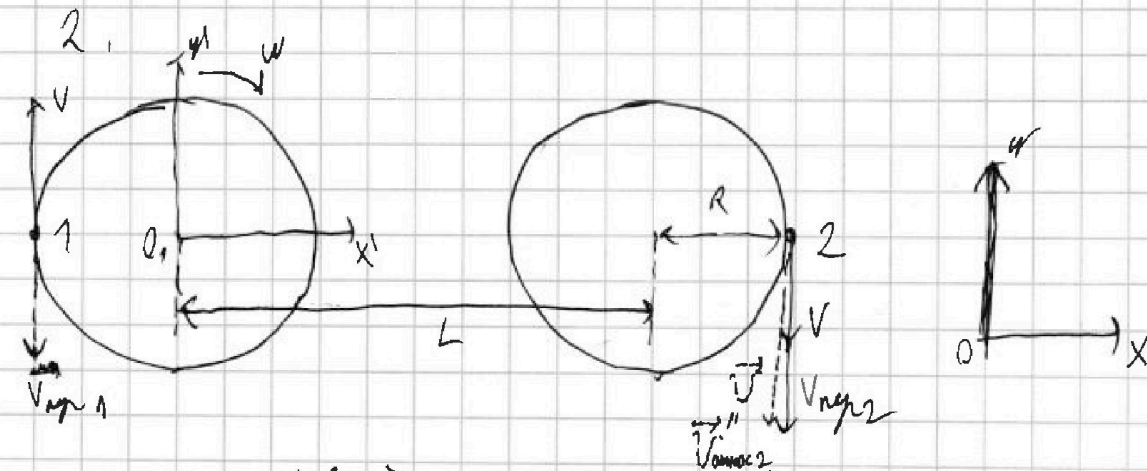
заметим второй з-м Ньютона
для лётчика (он движ. по окр.
радиуса $R = 500 \text{ м}$):

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

на OX: $m a_y = N$

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

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



отметим дефис и выбьем самолетик за 1 и 2

на $x'O_1y'$ связь при $\omega = 1 \Rightarrow v_{\text{внутр}1} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{по } OY: v - v_{\text{внеш}1} = v_{\text{внутр}1} = 0 \Rightarrow v = v_{\text{внеш}1} = \omega R \Rightarrow$$

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

$$\text{по } OY: v + v_{\text{внеш}2} = v_{\text{внутр}2} = v \Rightarrow v = v + v_{\text{внеш}2} = v + \omega(L+R) =$$

$$= v + v \frac{L+R}{R} = v \left(1 + \frac{L+R}{R} \right) = v \left(2 + \frac{L}{R} \right) = 100 \left(2 + \frac{1,25}{0,5} \right) = 100 \cdot 4,5 = 450 \text{ м/с}$$

направление: вверх



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

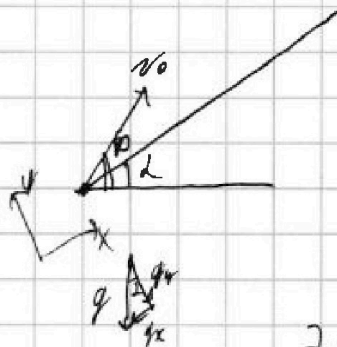
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Если рассмотреть ушибленного человека на горизонтальной поверхности

max, при угол броска $45^\circ \Rightarrow T = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g} = \frac{\sqrt{2} v_0}{g}$

мин. $t = \frac{v_0 \sin \beta}{g} \cdot 2$; $R = \frac{v_0^2 \cos 2\beta}{g}$, $\beta = 45^\circ \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \frac{Tg}{\sqrt{2}} = \frac{10 \cdot 5}{1,42} = \frac{5^2 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5^2 \sqrt{2} \approx 35,4 \text{ м/с}$



$\Rightarrow t$ - время падения \rightarrow

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

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

$\Rightarrow x(0) = 0 \Rightarrow x(t) = v_{0x} t - \frac{g_x t^2}{2} \quad \Rightarrow t = \frac{2v_{0y}}{g_y} =$

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

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

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

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

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

$x(\frac{t}{2}) = \text{max} \Rightarrow x'(t) = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} (\sin(\alpha - \delta) (\cos(\alpha - \delta) - \tan \alpha \sin(\alpha - \delta))) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \cos^2(\alpha - \delta) - \sin^2(\alpha - \delta) - \tan \alpha \cdot 2 \sin(\alpha - \delta) \cos(\alpha - \delta) = 0$



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

параметры не переменяем по формулам:

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

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

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

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

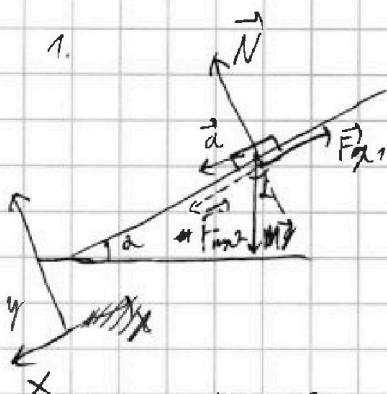
$$\alpha = \arcsin \left(\frac{2V_0^2}{gS} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{5 \cdot 2}{10 \cdot 100} - 1 \right) = \arcsin \left(\frac{1}{4} \right)$$



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 : $ma = mgsin \alpha \pm F_{fx}$

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

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

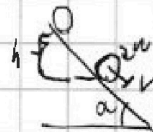
на графике 2 участка \Rightarrow изпр. или/да движется вверх, а затем после остановки в муз $\Rightarrow a_1 = g(sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

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

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

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

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



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

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

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

$\Delta E = \frac{MV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = Mgh = \frac{mV^2}{2} + \frac{(\frac{n}{2} + 1)mV^2}{2} \cdot \frac{V^2}{R^2} - Mgh =$
 $= \frac{m}{2} (V^2 (1 + \frac{n}{2} + 1) - 2(n+1)gh) = \frac{m}{2} (V^2 (2 + \frac{n}{2}) - 2(n+1)gh) = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow V^2 = \frac{2(n+1)gh}{2 + \frac{n}{2}} = \frac{4(n+1)gh}{4+n} \Rightarrow V = \sqrt{gh \frac{4(n+1)}{4+n}} = \sqrt{10 \cdot 9.8 \cdot \frac{4 \cdot 5}{4+4}} =$

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



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
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. $P = P_{N2} + P_{He}$; заметим, что $\Delta T_1 < 0, \Delta T_2 < 0$ (и.к. тепло отбрасывается)

$$Q = \cancel{C_{N2} \Delta T_1} (C_{V_{He}} \nu_{He} + C_{V_{N2}} \nu_{N2}) |\Delta T_1|$$

$$= (C_{V_{He}} \nu_{He} + C_{V_{N2}} \nu_{N2}) |\Delta T_2|$$

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

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

$$\Delta U_i = (C_{V_{He}} \nu_{He} + C_{V_{N2}} \nu_{N2}) \Delta T_i \Rightarrow \Delta U_2 = \Delta U_1 \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$$

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

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

2. $-Q = C_P \Delta T_2 \Rightarrow C_P = -\frac{Q}{\Delta T_2} = \frac{2320}{90} = \frac{232}{9} = \frac{116}{4.5} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
(и.к. адиабатный)

3. $(C_{V_{He}} \nu_{He} + C_{V_{N2}} \nu_{N2}) = \frac{Q}{|\Delta T_1|} = \frac{2320}{58} = 40 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

$$\frac{3}{2} \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{N2} R = \frac{R}{2} (3 \nu_{He} + 5 \nu_{N2}) \quad (1)$$

$$(C_{P_{He}} \nu_{He} + C_{P_{N2}} \nu_{N2}) = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320}{90} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\frac{5}{2} \nu_{He} R + \frac{7}{2} \nu_{N2} R = \frac{R}{2} (5 \nu_{He} + 7 \nu_{N2}) \quad (2)$$

(1) и (2) $\Rightarrow \frac{58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} = \frac{3 \nu_{He} + 5 \nu_{N2}}{5 \nu_{He} + 7 \nu_{N2}} \Rightarrow \nu_{He} \left(5 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} - 3\right) = \nu_{N2} \left(5 - 7 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right)$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\nu_{He} N_A}{\nu_{N2} N_A} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{N2}} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}}{5 \cdot \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{40}{58}}{5 \cdot \frac{40}{58} - 3} = \frac{5 - 7 \cdot \frac{20}{29}}{5 \cdot \frac{20}{29} - 3} = \frac{5 \cdot 29 - 7 \cdot 20}{5 \cdot 20 - 7 \cdot 29}$$



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!

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



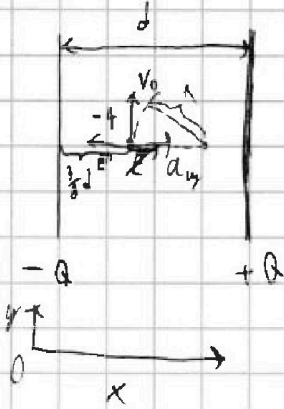
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.



$$0x; m a_y = -E \cdot (-q) = E q \Rightarrow a_y = E \gamma$$

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

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0} + \dots = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 2a}$$

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

$$= \frac{V_0^2 \cdot d}{2UR}$$

2. $\text{по } OY: V_y = \omega R \sin \phi$

$\text{по } OX: \Delta(FK) = \Delta(mv_x) = \int \vec{E} \cdot q \cdot d\vec{l} = \int E q dx = E q d$

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

изм. м.х в поле (изменяется)

$$d = \frac{1}{2} - \frac{3}{8}d = \frac{1}{8}d \Rightarrow V_x^2 = \frac{2}{m} \cdot \frac{U}{d} \cdot q \cdot \frac{1}{8}d = \frac{qU}{4m} = \frac{V_0^2}{4}$$

$$= \frac{q}{4} \cdot \frac{V_0^2 d}{UR} = \frac{V_0^2 d}{4R}$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\frac{V_0^2 d}{4R} + 1}$$



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!

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

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 2 \\ \hline 58 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5^2 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ \hline 100 \\ \hline 125 \\ \hline 1250 \end{array}$$

$$\frac{\delta S}{\delta 0} = 2ES \Rightarrow E = \frac{\delta}{2\delta 0} = \frac{Q}{25\delta 0}$$

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

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

$$x|\ell| = \frac{V_0 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (\cos \frac{\ell}{2} - \sin \frac{\ell}{2}) \sqrt{2}V_0}{(\cos \frac{\ell}{2} + \sin \frac{\ell}{2})} \quad \text{Ⓣ}$$

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

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

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

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

$$= 2V_0^2 \left(\cos \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) - 2tg \frac{1}{2} \sin \left(45 - \frac{\ell}{2} \right) \right)^2 - \frac{4g^2 \cdot 4V_0^2 \sin^2 \left(45 - \frac{\ell}{2} \right)}{g \cos \ell}$$

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

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

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



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

