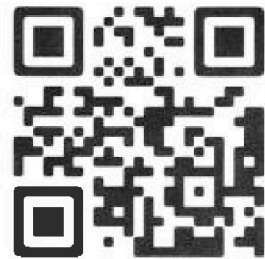




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

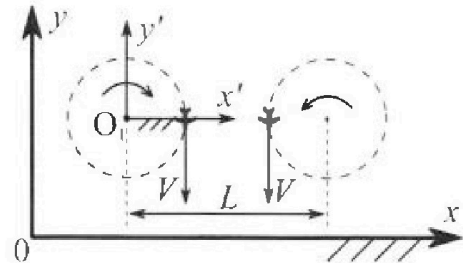
Вариант 10-03

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 $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R = 360$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

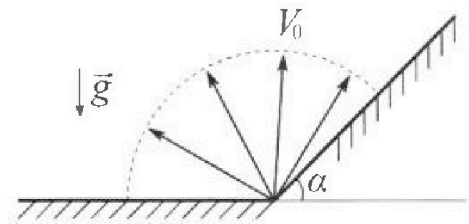
1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?



В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L = 1,8$ км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

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} .

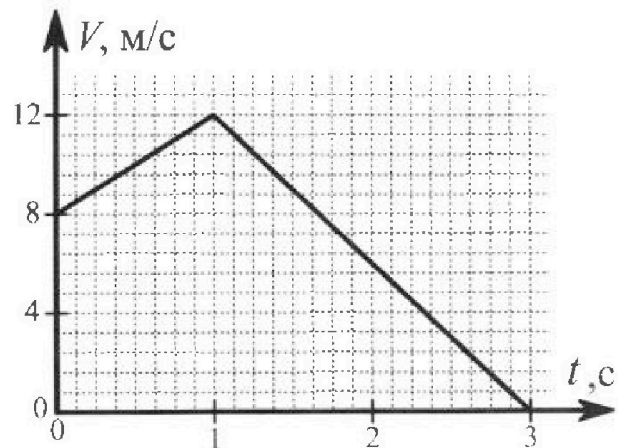
2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

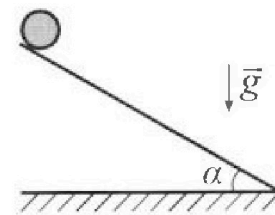
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы 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 $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1$ м?

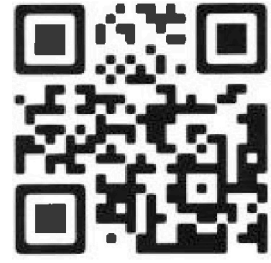
3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 10-03

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



4. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу A смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_{\text{Г}}}{N_{\text{К}}}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

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

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R .

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некое 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.

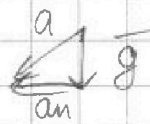
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$a_n = \frac{V_0^2}{R} \quad a_n = \frac{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{360 \text{ м}} = 10 \text{ м/с}^2 = g$$

$$\vec{P} = m\vec{a}, \quad \vec{a} = \vec{a}_n + \vec{g}$$



$$a_n = g \Rightarrow a = g\sqrt{2}$$

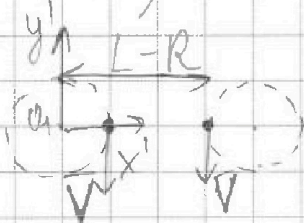
$$P - mg = mg(\sqrt{2} - 1)$$

$$S = \frac{P - mg}{P} \cdot 100\%$$

$$S = \frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2}} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cdot 100\% \approx$$

$$\approx \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) \cdot 100\% = \frac{0,4}{1,4} \cdot 100\% = \frac{2}{7} \cdot 100\% =$$

$$\approx 28,5\%$$



В $x'O_1y'$ отн. ИО имеет
уголовую скорость ω , равную
 $\frac{V}{R} \Rightarrow$ отн. $x'O_1y'$ правки

самолет будет иметь противоположн. напр. ω

$$\vec{U} = \vec{V} - \vec{\omega}(L-R)$$

$$U = V - \frac{V}{R}(L-R) = 2V - \frac{VL}{R}$$

$$U = 2 \cdot 60 \text{ м/с} - \frac{60 \text{ м/с} \cdot 1800 \text{ м}}{360 \text{ м}} = -180 \text{ м/с}, \text{ т.е.}$$

U и V противоположно напр.

Ответ: $S \approx 28,5\%$

$$U = 180 \text{ м/с}, \quad \vec{U} \uparrow \downarrow \vec{V}$$



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

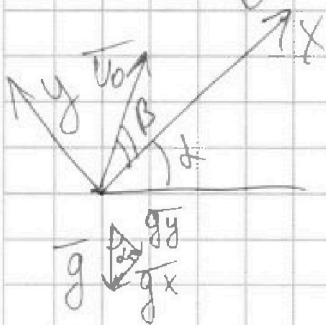
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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) $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ - макс. высота подлета при движ. под углом к горизонту, h_{\max} при $\sin^2 \alpha = 1$, т.е. движ. вертикально вверх \Rightarrow

$H = \frac{v_0^2}{2g}$, т.к. скорость летит во всевозм. напр., в том числе и вертикально

$$v_0 = \sqrt{2gH} \quad v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 45 \text{ м}} = 30 \text{ м/с}$$



$$g = g_x + g_y$$

$$g_x = g \sin \alpha, \quad g_y = g \cos \alpha$$

$$OX: x = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$OY: y = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

в момент падения $y = 0 \Rightarrow$

$$0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow x = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} -$$

$$- \frac{g \sin \alpha \cdot 4v_0^2 \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sin 2\beta}{2} - \text{tg} \alpha \cdot \frac{1 - \cos 2\beta}{2} \right)$$

$$x = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin 2\beta + \text{tg} \alpha \cdot \cos 2\beta - \text{tg} \alpha)$$

$$x = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \cdot \sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha} \cdot \sin \left(2\beta + \arcsin \frac{\text{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha}} \right) -$$

$$- \frac{v_0^2 \cdot \text{tg} \alpha}{g \cos \alpha}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}, \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{5}{3};$$
$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{5}{3}} = \frac{4}{5} \Rightarrow \operatorname{arcsin} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \alpha$$

$$X = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \cdot \sin(2\beta + \alpha) - \frac{v_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$X_{\max} \text{ при } \sin(2\beta + \alpha) = 1 \Rightarrow$$

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - \frac{v_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} (\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} - \operatorname{tg} \alpha)$$

$$S = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot (\frac{5}{3} - \frac{4}{3})}{10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot 0,6} = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2}{1,8 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2} = 50 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 30 \text{ м}/\text{с}$; $S = 50 \text{ м}$



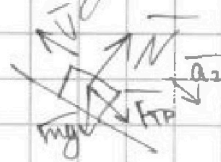
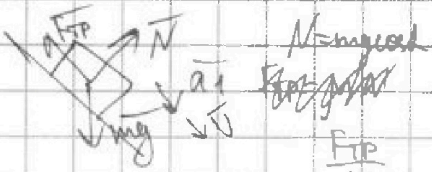
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

I опыт: m -масса шайбы $a > 0$ движется
вниз графика! тело сначала ~~движется~~ движется вниз,
затем останавливается и движ. вверх ($a < 0$)



$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

по графику: $a_1 = \frac{(12-8) \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}^2$

$a_2 = \frac{(0-12) \text{ м/с}}{(3-1) \text{ с}} = -6 \text{ м/с}^2$

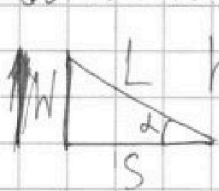
$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,6$$

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0,4$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

II опыт: M -масса бочки, m -масса воды

Бочка катится $\Rightarrow F_{тр} \text{ качения} \approx 0$



$$L = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$N = S \cdot \tan \alpha$$

$$(n+1)MgW = \frac{MR^2\omega^2}{2} + \frac{(n+1)Mv^2}{2}$$

$$v = \omega R$$

вода не вращается

$$(n+1)g \cdot S \tan \alpha = \frac{v^2}{2} (n+2)$$

$$v = \sqrt{\frac{2(n+1)gS \tan \alpha}{n+2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot \tan 30^\circ}{3 \cdot 8}} =$$

$$= 4 \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3}} \text{ м/с}$$

Движение бочки равноускоренное \Rightarrow

$$L = \frac{v^2}{2a}$$

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!

$$a = \frac{v^2}{2L} = \frac{v^2 \cos \alpha}{2 \cdot S}$$

$$a = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot 1 \text{ м}} = \frac{16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{4} = 4 \text{ м}/\text{с}^2$$

Чтобы найти при каком μ бочка не прож, найдем макс диаметр μ , в кот. прокатывание есть, т.е.

$F_{TP} = F_{TP \text{ см}} \neq 0$, бочка не вращается, а ~~двигается~~ скользит (точка соприкосн. с пл. не увеличивается)

При движении без проскальзывания $v_{\text{точки соприк. с пл.}}$ равно 0, при проскальзывании $v_{\text{точки соприк. с пл.}} = v_{\text{см}}$

$$F_{TP \text{ max}} \geq \mu m g \sin \alpha$$

$$F_{TP \text{ max}} = \mu m g \cos \alpha$$

$$\mu m g \cos \alpha = \mu m g \sin \alpha$$

$$\mu \cos \alpha = \sin \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{ т.к. } \alpha = 30^\circ$$

$$\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ - прокатывается } \Rightarrow \text{ для } 0 \leq \mu < \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ - не прокатывается}$$

Ответ: 1) $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$

2) $v = 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ м}/\text{с} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ м}/\text{с}$

3) $a = 4 \text{ м}/\text{с}^2$

4) $0 \leq \mu < \frac{\sqrt{3}}{3}$

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!

$$V = \text{const}: Q = \frac{3}{2} \nu_{\Gamma} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \nu_{\kappa} R \Delta T_1$$

$$Q = \frac{R \Delta T_1}{2} (3 \nu_{\Gamma} + 5 \nu_{\kappa})$$

$$p = \text{const}: Q = A + \frac{3}{2} \nu_{\Gamma} R \Delta T_2 + \frac{5}{2} \nu_{\kappa} R \Delta T_2$$

$$Q = A + \frac{R \Delta T_2}{2} (3 \nu_{\Gamma} + 5 \nu_{\kappa})$$

$$Q = A + Q \cdot \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = 960 \text{ Дж} \cdot \frac{18}{48} = 360 \text{ Дж}$$

$$A = Q \left(1 - \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right) = 960 \text{ Дж} \cdot \left(1 - \frac{30}{48}\right) =$$

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{R}{2} (3 \nu_{\Gamma} + 5 \nu_{\kappa})$$

$$C_V = \frac{960 \text{ Дж}}{48 \text{ К}} = 20 \text{ Дж/К}$$

$$\frac{\nu_{\Gamma}}{\nu_{\kappa}} = \frac{\frac{N_{\Gamma}}{N_A}}{\frac{N_{\kappa}}{N_A}} = \frac{N_{\Gamma}}{N_{\kappa}}$$

$$3 \nu_{\Gamma} + 5 \nu_{\kappa} = \frac{2 C_V}{R} \quad \text{---}$$

$$3 \nu_{\Gamma} + 5 \nu_{\kappa} = \frac{2(Q - A)}{R \Delta T_2}$$

C_V для одного моля газа: $C_{V\Gamma} = \frac{3R}{2}$
кислорода: $C_{V\kappa} = \frac{5R}{2}$

$$p = \text{const}: \frac{V}{T} = \frac{V + \Delta V}{T + \Delta T_2} \Rightarrow \Delta V = \frac{V \Delta T_2}{T}$$

$$A = (p_{\kappa} + p_{\Gamma}) \Delta V = (p_{\kappa} + p_{\Gamma}) \frac{V \Delta T_2}{T} \Rightarrow$$

$$p_{\kappa} + p_{\Gamma} V + p_{\Gamma} V = \frac{A T}{\Delta T_2}$$



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!

$F_+ = K \frac{q \cdot q_{об} \cdot 64}{d^2}$
 $F_- = -K \frac{q \cdot q_{об} \cdot 64}{49d^2}$
 $a_{н} = \frac{F_+ + F_-}{m} = \frac{v_0^2}{R}$
 $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

Сила со стороны обкладок, $q_{об}$ - заряд на 1 обкладке

$$\frac{v_0^2}{R} = \frac{K q \cdot q_{об} \cdot 64 \cdot 50}{49d^2} \Rightarrow$$

$$q_{об} = \frac{49d^2 v_0^2}{R K q \cdot 3200}$$

$$F = F_+ + F_-$$

F направлено напр. к отриц. зар. обкладке

В момент, когда частица пересек. сер.пл. конденс.

$$F = K \frac{q \cdot q_{об} \cdot 4}{d^2} \quad \Delta U \perp v_0, \text{ т.к. } F \perp v_0$$

ЗУИ для частицы: $m \Delta v = \bar{F} \Delta t$

F в момент, когда частица нах. на расст. l от зар. обкладки:

$$F = F_+ + F_- = \frac{K q q_{об}}{l^2} + \frac{K q q_{об}}{(d-l)^2} = \frac{K q q_{об} (l^2 + (d-l)^2)}{l^2 (d-l)^2}$$

В этом моменте

$$m v_y = \int_0^t \frac{K q q_{об} (l^2 + (d-l)^2)}{l^2 (d-l)^2} dt$$

$$v_y = K q q_{об} \int_0^t \frac{l^2 + (d-l)^2}{l^2 (d-l)^2} dt$$

в этот момент 0 - нах. на $l = \frac{d}{8}$, t нах. на $l = \frac{d}{2}$

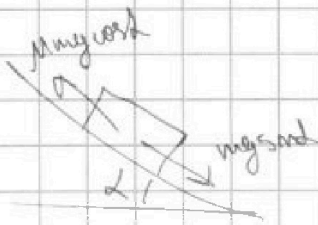


1 2 3 4 5 6 7

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!

Сначала напишем ВМЗ, по нам отсюда, если будем

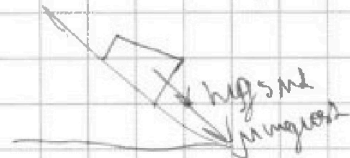


$$a_1 = \cancel{mg} (s \cos \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_2 = -\cancel{mg} (s \cos \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 = \frac{12-3}{10} \mu / c = 4 \mu / c^2$$

$$a_2 = \frac{(0-12) \mu / c}{(3+1)c} = \frac{-12}{2} \mu / c^2 = -6 \mu / c^2$$

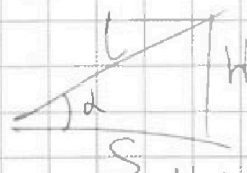


$$\begin{cases} s \cos \alpha - \mu \cos \alpha = 0,4 \\ s \cos \alpha + \mu \cos \alpha = 0,6 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2s \cos \alpha = 1 \Rightarrow s \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

$$-F_{TP} + (n+1) m g h = \frac{m R^2 \omega^2}{2} + \frac{m R^2 \omega^2}{2} + \frac{(n+1) m v^2}{2}$$

$$v = \omega R$$



$$(n+1) m g \cdot S \cdot \text{tg} \alpha - F_{TP} \cdot \frac{S}{\cos \alpha} =$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{H}{S} \Rightarrow$$

$$H = S \cdot \text{tg} \alpha$$

$$= \frac{m v^2}{2} \left(\frac{n}{2} + 1 + n + 1 \right) = \frac{m v^2 (1,5n + 2)}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{L} \Rightarrow$$

$$L = \frac{S}{\cos \alpha}$$

напишем $\Rightarrow F_{TP} \approx 0 \Rightarrow$

$$(n+1) m g \cdot S \cdot \text{tg} \alpha = \frac{m v^2 (1,5n + 2)}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 g S (n+1) \text{tg} \alpha}{1,5n + 2}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot (1,5 + 2)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{160 \sqrt{3}}{3 \cdot 13}}$$

$$64 \cdot 50 = 3200$$



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!

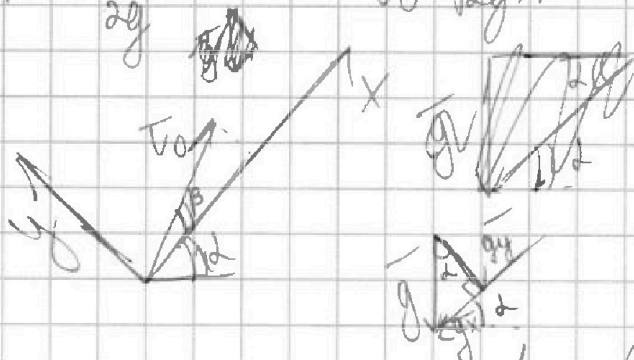
$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha =$$

$$= 1 - 2 \sin^2 \alpha \Rightarrow$$

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



$$OX: x = v_0 \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$OY: y = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$y = 0 \Rightarrow$$

$$v_0 \sin \beta = \frac{g \cos \alpha t}{2}$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$x = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot 4 v_0^2 \sin^2 \beta}{2 \cdot g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = \frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$x = \frac{2 v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\frac{\sin 2\beta}{2} - \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1 - \cos 2\beta}{2} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} \left(\sin 2\beta + \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos 2\beta - \operatorname{tg} \alpha \right)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\sqrt{1 + \frac{16}{9}} = \frac{5}{3}$$



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!

V: He, O₂ Q = 900 Дж, ΔT₁ = 48 К

p: Q_v = Q_p ΔT₂ = 30 К Q = $\frac{1}{2} p_2 V - p_1 V$

V: Q = U₂ - U₁, A = 0

p: Q = A + U₄ - U₃

V: Q = $\frac{3}{2} \sqrt{m_e} R \Delta T_1 + \frac{5}{2} \sqrt{m_{O_2}} R \Delta T_1 =$
 $= \frac{R \Delta T_1}{2} (3 \sqrt{m_e} + 5 \sqrt{m_{O_2}})$

p: Q = A_p + $\frac{R \Delta T_2}{2} (3 \sqrt{m_e} + 5 \sqrt{m_{O_2}}) =$

= A_p + Q · $\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$ cv $\frac{83}{2} = 4,15$

C_v = $\frac{Q}{\Delta T_1} = \frac{R}{2} (3 \sqrt{m_e} + 5 \sqrt{m_{O_2}})$ 4,15 · 3 = 12,45
 4,15 · 5 = 20,75

~~ε₁ ΔT = $\frac{1}{2} R \Delta T$ ε₂ ΔT = $\frac{1}{2} R \Delta T$~~

$\sqrt{m_e} = \frac{N_2}{N_A}$

~~ε₁ ΔT = $\frac{2 N_k}{N_A}$~~

$\sqrt{m_k} = \frac{N_{k1}}{N_A} \cdot \frac{1}{2} = \frac{N_{k2}}{N_A}$

900 : 18 =
= 50

$K_{\text{гидр}} \left(-\frac{1}{2d} + \frac{1}{2(d-l)} \right) \frac{h}{8} =$

$\Rightarrow K_{\text{гидр}} \left(-\frac{1}{2 \cdot \frac{d}{2}} + \frac{1}{2 \cdot \frac{d}{8}} - \frac{1}{2 \cdot \frac{d}{2}} + \frac{1}{2 \cdot \frac{7d}{8}} \right)$

=

A = (p₁ + p₂) ΔV

$\frac{p_1 \cdot V}{T} = \frac{p_2 \cdot V}{T + \Delta T_1}$

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.

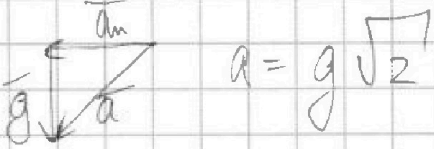


1 2 3 4 5 6 7

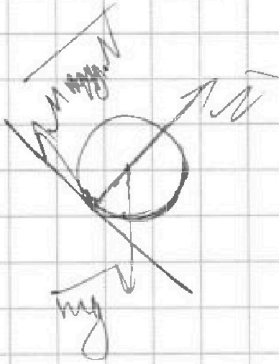
СТРАНИЦА
из

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!

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{360 \text{ м}} = 10 \text{ м}/\text{с}^2$$



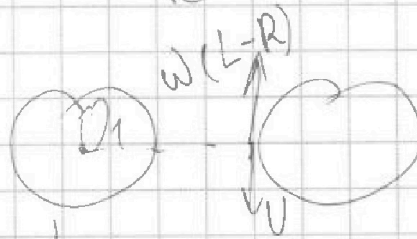
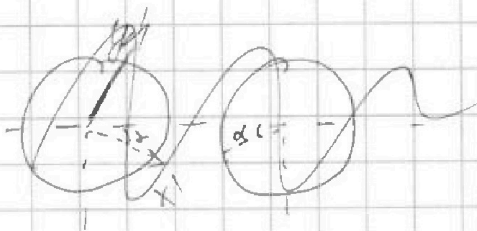
$$a = g \sqrt{2}$$



Если $\frac{mN}{m} > a$
 $a \wedge N = mg \cos \alpha$
 $ma = mgs \sin \alpha - F_{\text{тр}}$

1) Смещение по x' :

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



$$\frac{p_x}{T} = \frac{p_x'}{T + \Delta T_1}$$

$$\frac{p_x}{T} = \frac{p_x'}{T + \Delta T_1}$$

$(p_x + p_x') \Delta V$

$$\frac{V + \Delta V}{T + \Delta T_2}$$

$$\Delta V T = V(T + \Delta T_2) - V T$$

$$\Delta V = \frac{V \Delta T_2}{T}$$



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!

$$p_k V = \nu_k R T ; p_r V = \nu_r R T$$

$$\nu_k R T + \nu_r R T = \frac{A T}{\Delta T_2}$$

$$\nu_k + \nu_r = \frac{A}{R \Delta T_2} \quad | :3$$

$$3 \nu_r + 5 \nu_k = \frac{2 C_V}{R}$$

$$5 \nu_k - 3 \nu_k = \frac{2 C_V}{R} - \frac{3 A}{R \Delta T_2}$$

$$\nu_k = \frac{C_V}{R} - \frac{3 A}{2 R \Delta T_2}$$

$$\nu_r = \frac{A}{R \Delta T_2} - \frac{C_V}{R} + \frac{3 A}{2 R \Delta T_2} = \frac{5 A}{2 R \Delta T_2} - \frac{C_V}{R}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = \frac{\nu_r}{\nu_k} = \frac{\frac{5 A}{2 R \Delta T_2} - \frac{C_V}{R}}{\frac{C_V}{R} - \frac{3 A}{2 R \Delta T_2}} = \frac{5 A - C_V \cdot 2 \Delta T_2}{C_V \cdot 2 \Delta T_2 - 3 A}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = \frac{5 \cdot 360 - 20 \cdot 2 \cdot 30}{20 \cdot 2 \cdot 30 - 3 \cdot 360} = \frac{1800 - 1200}{1200 - 1080} = \frac{600}{120} = 5$$

Ответ: $A = 360 \text{ Дж}$

$$C_V = 20 \text{ Дж/К}$$

$$\frac{N_r}{N_k} = 5$$

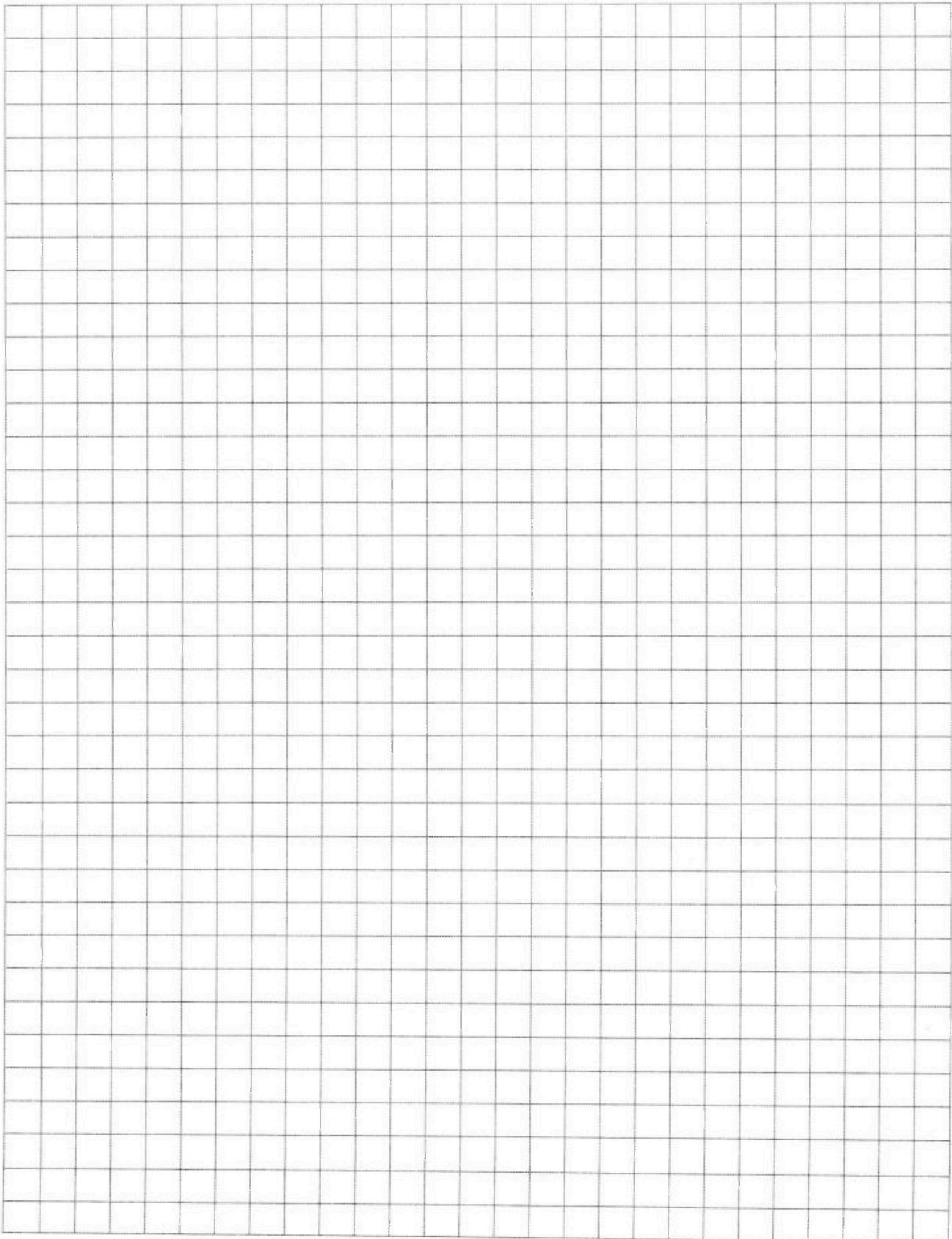


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



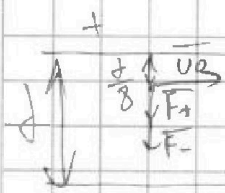


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$F_+ = k \frac{q \cdot q_{\text{пр}} \cdot 64}{d^2}$$

$$F_- = k \frac{q \cdot q_{\text{пр}} \cdot 64}{4d^2}$$

$$m a_n = F_+ + F_- = \frac{k q q_{\text{пр}} \cdot 64 \cdot 50}{4d^2}$$

$$a_n = \frac{k q q_{\text{пр}} \cdot 64 \cdot 50}{4d^2} = \frac{v_0^2}{R}$$

сер: $F_+ = F_- = k \frac{q q_{\text{пр}} \cdot 4}{d^2}$

$$q_{\text{пр}} = \frac{4d^2 v_0^2}{R k q \cdot 64 \cdot 50}$$

$$I = \frac{q}{t} \quad U = IR \Rightarrow U = \frac{q}{t} R$$

$$F = \frac{q_{\text{пр}}^2}{d^2}$$

$$F = F_+ + F_- = \frac{k q q_{\text{пр}}}{l^2} + \frac{k q q_{\text{пр}}}{(l-l)^2}$$

$$a = \frac{k q q_{\text{пр}}}{l^2} + \frac{k q q_{\text{пр}}}{(l-l)^2}$$

$$F = \frac{1}{2} \int_{\frac{d}{8}}^{\frac{d}{2}} \left(\frac{k q q_{\text{пр}}}{l^2} + \frac{k q q_{\text{пр}}}{(l-l)^2} \right) dl =$$

$$= k q q_{\text{пр}} \int_{\frac{d}{8}}^{\frac{d}{2}} \frac{1}{l^2} dl + k q q_{\text{пр}} \int_{\frac{d}{8}}^{\frac{d}{2}} \frac{1}{(l-l)^2} dl$$

$$x^n \rightarrow \frac{x^{n-1}}{n-1}$$

$$x^n \rightarrow \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$\text{пр} \rightarrow \text{сум}$$

$$\int x^{-2} = \frac{x^{-1}}{-2} =$$

$$= -\frac{1}{2x}$$

$$\begin{array}{r} 200 \quad | \quad 7 \\ -14 \quad | \quad 285 \\ \hline 60 \quad | \quad 285 \\ -56 \quad | \quad \\ \hline 40 \end{array}$$