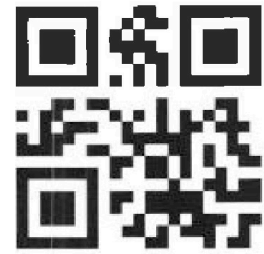


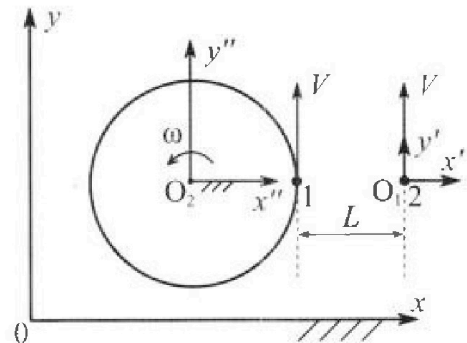
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Два школьника опытным путем изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с периодом $T = 6,3$ с карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдают друг за другом. В лабораторной системе отсчета xOy скорости школьников одинаковы по модулю и равны $V = 2$ м/с. Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. На сколько δ процентов вес первого школьника больше веса второго школьника?

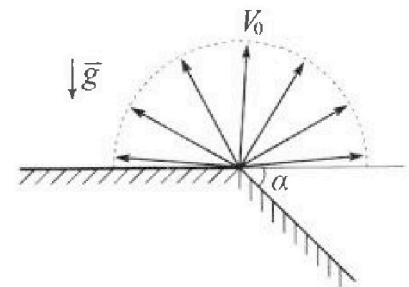
Указание: считайте, что $(1+x)^n \approx 1+n \cdot x$ при $x \ll 1$.

В неко торый момент времени школьники оказались в положении максимального сближения (см. рис.) на расстоянии $L=5$ м. Вектор скорости \vec{V} каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_1 первого школьника в подвижной системе отсчета $x'O_1y'$, связанной со вторым школьником. Система отсчета $x'O_1y'$ движется поступательно относительно лабораторной системы xOy .

3. Найдите в этот момент скорость \vec{U}_2 второго школьника во вращающейся системе отсчета $x''O_2y''$, связанной с первым школьником. Точка O_2 – начало вращающейся системы отсчета. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U}_2 .

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета осколка, упавшего на склон, $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

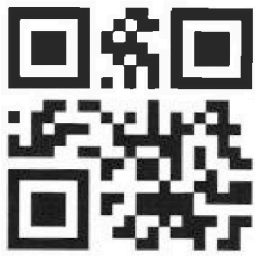
2. Найдите модуль S перемещения за время полета осколка, упавшего на склон через $T = 9$ с после старта.

3. На каком максимальном расстоянии S_{\max} от точки старта один из осколков упадет на склон?

3. В процессе расширения одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Газ совершает работу $A = U_0$, здесь $U_0 = 3$ кДж — внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

1. Во сколько n раз увеличивается объем газа в процессе расширения?

2. Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе?



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

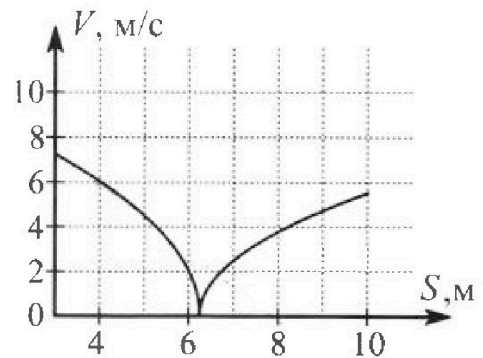
Вариант 10-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

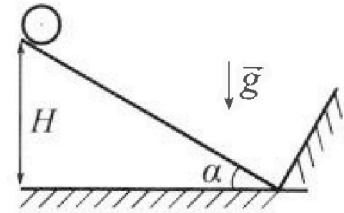
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения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

1. Найдите ускорение a , с которым шайба движется до остановки.



Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. После вертикального перемещения на $H = 1,6 \text{ м}$ обруч сталкивается с гладкой стенкой.

2. С какой по величине скоростью V движется центр обруча сразу после абсолютно упругого соударения с гладкой стенкой?
3. Найдите перемещение L обруча при дальнейшем движении к тому моменту, когда скорость центра обруча станет равной нулю.



В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении $\left| \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \right| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$. Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости одинаковы. Радиус обруча $R \ll H$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью $S = 1 \text{ м}^2$, по которой однородно распределен заряд $Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, закреплен шарик, заряд которого $q = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Масса пластины $M = 5 \text{ кг}$, масса шарика $m = 1 \text{ г}$. Расстояние d от шарика до пластины таково, что $d \ll 1 \text{ м}$.

1. Найдите кулоновскую силу F_1 , с которой заряд пластины действует на заряд шарика.
2. Найдите гравитационную силу F_2 , с которой пластина действует на шарик.

Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)$.

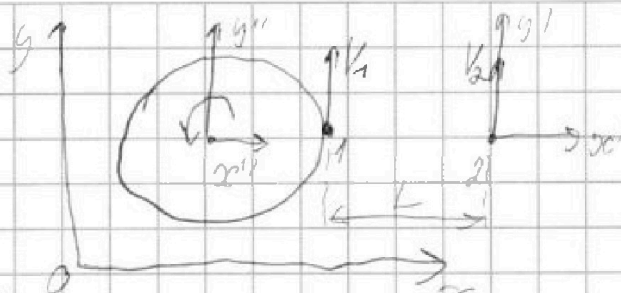


1 2 3 4 5 6 7

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!

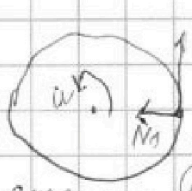
М1
Дано: $L = 5\text{ м}$
 $T = 6,3\text{ с}$
 $V_1 = V_2 = V = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



- 1) δ - ?
- 2) \vec{N}_1 - ?
- 3) \vec{N}_2 - ?

повернусь в задаче предположительно, что массы шкельмишка одинаковы

$T = \frac{2\pi}{\omega}$, где ω - угл. скорость вращения корульки
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{6,3} = \frac{6,28}{6,3} \approx 1 \text{ рад/с}$



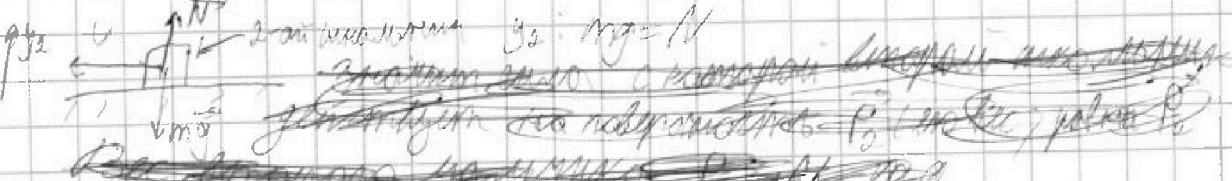
на первом шкельмишка действует сила реакции N_1 со стороны корульки, которая обеспечивает нормальное ускорение, а также действует сила реакции со стороны "шкельмишка" корульки N_2 и сила тяжести mg .

примем N_1 и mg перпендикулярными плоскости рисунка
 $a_n: N_1 = ma_n$, a_n - нормальное ускорение, $a_n = V\omega = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $a_z: N_2 = mg$

значит сила которой корулька действует на 1-ого шкельмишка \vec{P}_1

~~равна~~ $\vec{P}_1 = \vec{N}_1 + \vec{N}_2$; $P_1 = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = m\sqrt{g^2 + a_n^2}$

$P_1 = m\sqrt{100 + 4} = 10m\sqrt{1 + 0,04}$, т.к $0,04 \ll 1$, то берем формулу:
 $(1 + x)^{1/2} \approx 1 + \frac{1}{2}x$; $P_1 = 10m(1 + \frac{1}{2} \cdot 0,04) = 10m \cdot 1,02 = 10,2m$



Сила которой поверхность действует на второй шкельмишка $\vec{P}_2 = \vec{N}$, $P_2 = mg$

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!

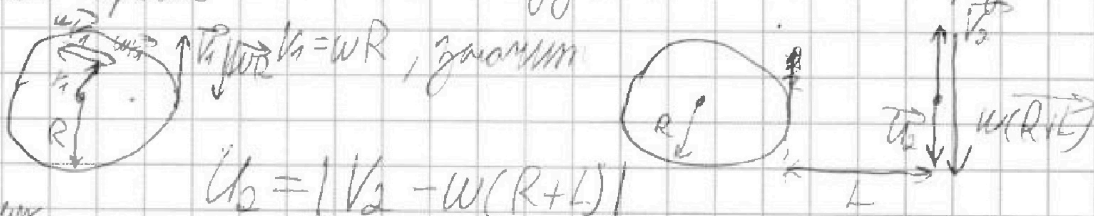
по III закону Ньютона $\vec{P}_1' = -\vec{P}_2'$
и вес второго мальчика $\vec{P}_2' = -\vec{P}_1'$, примем $P_1' = P_1$ и $P_2' = P_2$

$P_1 = 10,2 \text{ mg}$
 $P_2 = 10 \text{ mg}$
или можно заметить, что вес первого мальчика больше веса второго мальчика

на 2% $\Rightarrow \delta = 2\%$

Перейдем в СО второго мальчика: в ней второй мальчик неподвижен, а первый мальчик будет двигаться со скоростью $\vec{U}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$ $\vec{V}_1 \perp \vec{V}_2 \Rightarrow \vec{U}_1 = \vec{0}$

Перейдем в СО первого мальчика: в этой СО первый мальчик будет покоиться, а также для первого мальчика будет покоиться корпус



$$U_2 = |V_2 - w(R+L)|$$

$$U_2 = |2 - 1(2+5)| = |2 - 7| = 5 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$

R-радиус
корпуса

$$v = wR \Rightarrow R = \frac{v}{w} = 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $\delta = 2\%$

2) $U_1 = 0 \frac{\text{m}}{\text{c}}$

3) $U_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{c}}$



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

- 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!

1.2.

Дано:

$\sin \alpha = 0,6$
 $T = 9 \text{ с}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Выясним корректно, что T - это время полета
 максимальное время падения скамья
 по склону, значит скамья, который летит
 вертикально вверх по отношению к склону

- 1) $v_0 = ?$
 2) $S = ?$
 3) $S_{\text{max}} = ?$

Найдём при каком угле бросили скамью
 скамья летит дальше всего

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$



$g_{\text{гор}} = g \sin \alpha$
 $g_{\text{гор}} = g \cos \alpha$

$x: S = v_0 \cos(\pi - \beta) + g t^2 \sin \alpha$


$y: 0 = v_0 \sin(\pi - \beta) - g t^2 \cos \alpha$

$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$

$t = T = \frac{2 v_0}{g \cos \alpha} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 0,8}{2} = \frac{72}{2} = 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$S = v_0 \cos \frac{\pi}{2} + g \frac{T^2 \sin \alpha}{2} = \frac{g T^2 \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 81 \cdot 0,6}{2} = 81,3 = 2,43 \text{ м}$

Найдём ~~при каком~~ ~~угле~~ ~~бросили~~ ~~скамью~~ ~~горизонтально~~
 дальше всего на склоне



$x: S_{\text{max}} = v_0 \cos \alpha t + g t^2 \sin \alpha$
 $y: 0 = v_0 \sin \alpha t - g t^2 \cos \alpha$
 $t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$

$S_{\text{max}} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \alpha} + \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha}$

$S_{\text{max}} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g \cos \alpha} + \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2}{g \cos \alpha} (\sin \alpha \cos \alpha + \frac{1}{2} \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^2 \alpha})$

$\cos 2\alpha + \frac{1}{2} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cos 2\alpha = 0$

Ответ: 1) $36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 2) $2,43 \text{ м}$

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!

№ 3

Дано:

$$i = 3$$

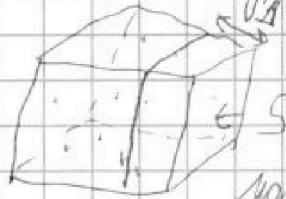
$$A = U_0 = 3 \text{ кДж}$$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t \Delta S} = \text{const}$$

$$1) m = \frac{V_2}{V_1} - ?$$

$$2) Q = ?$$

V_2 - конечный объем
 V_1 - начальный объем



оформил часть работы
число соударений атомов
взаимодействием

$v \Delta t$ - длина пути
 v - скорость молекул
 S - площадь сечения
 Δt - время за которое
молекулы из заданного объема
столкнутся с сеткой

~~$\Delta N = nV$~~
 $\Delta N = nV$ - n - концентрация молекул
 V - выделенный объем

$$\Delta N \sim n v \Delta t S$$

$$\Delta N \sim n v \Delta t S \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} \sim n v S$$

Известно в процессе расширения $nV = \text{const}$

$$v \sim \sqrt{T}, T \text{ - температура газа}$$

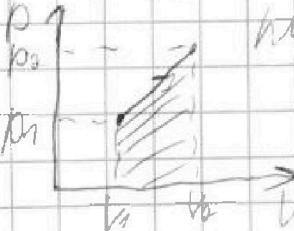
$$n \sim \frac{1}{V}$$

$PV = \nu RT$ - уравнение Менделеева-Клапейрона

$$T = \frac{PV}{\nu R} \Rightarrow T \sim PV$$

$$nV = \text{const} \Rightarrow \frac{PV}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow P \sim V$$

Выводим у нас процесс прямой пропорциональности
давления от объема



работу по графику численно равно работе

$$S_{\text{раб}} = A = \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{V_1} = \nu RT_1, \frac{P_2 V_2}{V_2} = \nu RT_2 \Rightarrow A = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} U_0$$

U_0 - внутренняя энергия газа в начальном состоянии

$$\text{Известно } U_0 = \frac{3}{2} \nu RT_1$$

$$\frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu RT_1 \Rightarrow T_2 - T_1 = 3T_1 \Rightarrow T_2 = 4T_1$$



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
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!

м.к. $p \sim V$, и объем увеличивается в m раз, $m \geq 1$

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ m^2 p_1 V_1 &= \nu R T_2 \quad | \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = m^2 \Rightarrow m = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{4T_1}{T_1}} = 2 \end{aligned}$$

по закону сохранения энергии

$$\begin{aligned} Q &= \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1 + U_0 = \\ &= 3 \cdot \left(\frac{3}{2} \nu R T_1 \right) + U_0 = 3U_0 + U_0 = 4U_0 = 12 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $m = 2$
2) $Q = 12 \text{ кДж}$



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!

У. 4.

Дано:

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$H = 1,6 \text{ м}$$

R - радиус

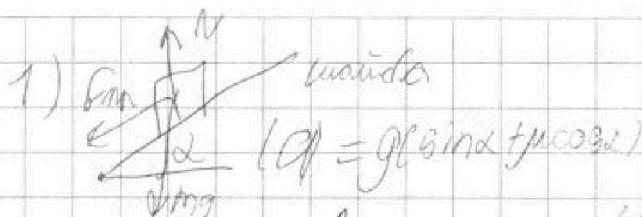
R < H

$$\frac{\Delta \text{ш}}{\Delta t} = \frac{\mu g \cos \alpha}{e} = \epsilon$$

a - ?

V - ?

L - ?

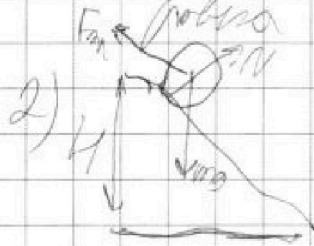


из графика зависимости $V(t)$, можно сделать вывод, что $\frac{dV}{dt} = a$

т.е. тангенс угла наклона к графику $t g \alpha = \frac{a}{V}$, где V - скорость в данный момент

из графика найдем, что $t g \alpha = \frac{6}{4}$

также, где угол наклона из условия задачи $6 \frac{m}{c} = \frac{a}{6} \Rightarrow a = 9 \frac{m}{c^2}$



$$a_{\text{длина}} = a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

запишем z-ую скорость от времени и y-ую скорость от времени

$$V(z) = a_2 t; V(y) = \epsilon t \cdot R$$

примем в какой-то момент времени при скатывании $V = v$, т.к. движение без трения

$$a_2 t = \epsilon t R \Rightarrow g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \mu g \cos \alpha$$

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = \mu \cos \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 2 \mu \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{\tan \alpha}{2}$$

по 3. С. Э: $m g H + A_{\text{тр}} = \frac{m v^2}{2}$

$$m g H - \mu m g \cos \alpha \cdot \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2 g H - 2 \mu g H \cot \alpha} = \sqrt{2 g H - 2 \cdot \frac{\tan \alpha}{2} \cdot H \cot \alpha} = \sqrt{g H}$$

$v = \sqrt{g H}$ - скорость перед со столкновением со стенкой, т.к. столкновение упругое, то сразу отскоком с такой же по модулю скоростью

$$v = \sqrt{g H} = \sqrt{10 \cdot 1,6} = 4 \frac{m}{c}$$



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

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!

Переменное обруча L найдём из кинематики, и наймём, что центр обруча будет тормозить с таким же ускорением как и шайба. В центре

$$a_{\text{центр}} = L = \frac{v^2}{2a} = \frac{9H}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 9} = \frac{8}{9} \text{ м}$$

Ответ: 1) $a = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $L = \frac{8}{9} \text{ м}$



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!

N.5 $G = 6,64 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$
 $S = 4 \text{ м}^2$

$Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$
 $q = 1,44 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}$
 $M = 5 \text{ кг}$
 $m = 10^{-3} \text{ кг}$
 $d \ll 1 \text{ м}$



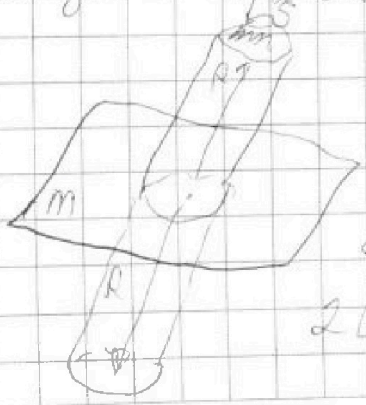
т.к. заряд q расположен вблизи центра квадратной пластины, при этом $d \ll 1$, то можно считать, что в точке, где расположен заряд q , напряжённость электростатического поля будет равна напряжённости создаваемой бесконечно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = \frac{Q}{S}$

Значит $E(d) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow F_1 = qE(d) = \frac{qQ}{2\epsilon_0 S} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$

Чтобы найти силу F_2 с которой пластина взаимодействует со шариком, рассмотрим элемент dm пластины и элемент dm шарика.

Значит по теореме Гаусса: поток вектора напряжённости будет равен $\Phi = \frac{\sigma dm}{\epsilon_0}$

Найдём напряжённость в точке M шарика:
 $\Phi = (E \cdot S) = \frac{\sigma S}{\epsilon_0}$
 $\Phi = 4\pi G \sigma S$
 $2E S = 4\pi G \sigma S \Rightarrow E = 2\pi G \sigma$





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!

Знаем по аналогии $F_2 = m \cdot \epsilon = 2\pi \cdot 6 \cdot m = \frac{2\pi \cdot 6 \cdot m}{5} =$
 $= \frac{2\pi \cdot 6,64 \cdot 10^{-17} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{5}$
 $= 2\pi \cdot 10 \cdot 6,64 \cdot 10^{-14} = \pi \cdot 6,64 \cdot 10^{-13} \approx 21 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$

Ответ: 1) $5 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$
2) $21 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$



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!

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

$$\mu = \frac{1}{2} \frac{g\alpha}{g}$$

$$a = g(\sin\alpha - \frac{\sin\alpha\cos\alpha}{2\cos\alpha})$$

$$a = g(\sin\alpha - \frac{\sin\alpha}{2}) = \frac{1}{2}g\sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{2g}{g}$$

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

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

$$\frac{mR^2 V^2}{R^2 2}$$

$$A_{\text{amp}} = \frac{mV^2}{2} + \dots$$

$$w = \omega t$$

$$V = at$$

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$mgh + A_{\text{amp}} = \frac{mV^2}{2}$$

$$mgh + \mu mg\cos\alpha \cdot \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{mV^2}{2}$$

$$2gH + 2\mu gH \cot\alpha = \frac{V^2}{2}$$

$$2gH + 2\mu gH \cot\alpha = \frac{V^2}{2}$$

$$2gH = \frac{V^2}{2}$$

$$V = \sqrt{4gH}$$

$$a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

$$0 = \sqrt{4gH} - at$$

$$t = \frac{\sqrt{4gH}}{a}$$

$$L = \frac{\sqrt{4gH}}{a} \cdot a g$$

$$L = \frac{V^2}{2a} = \frac{4gH}{2a}$$

$$a = g(\sin\alpha + \frac{\sin\alpha}{2}) = \frac{3}{2}g\sin\alpha$$

$$\sin\alpha$$

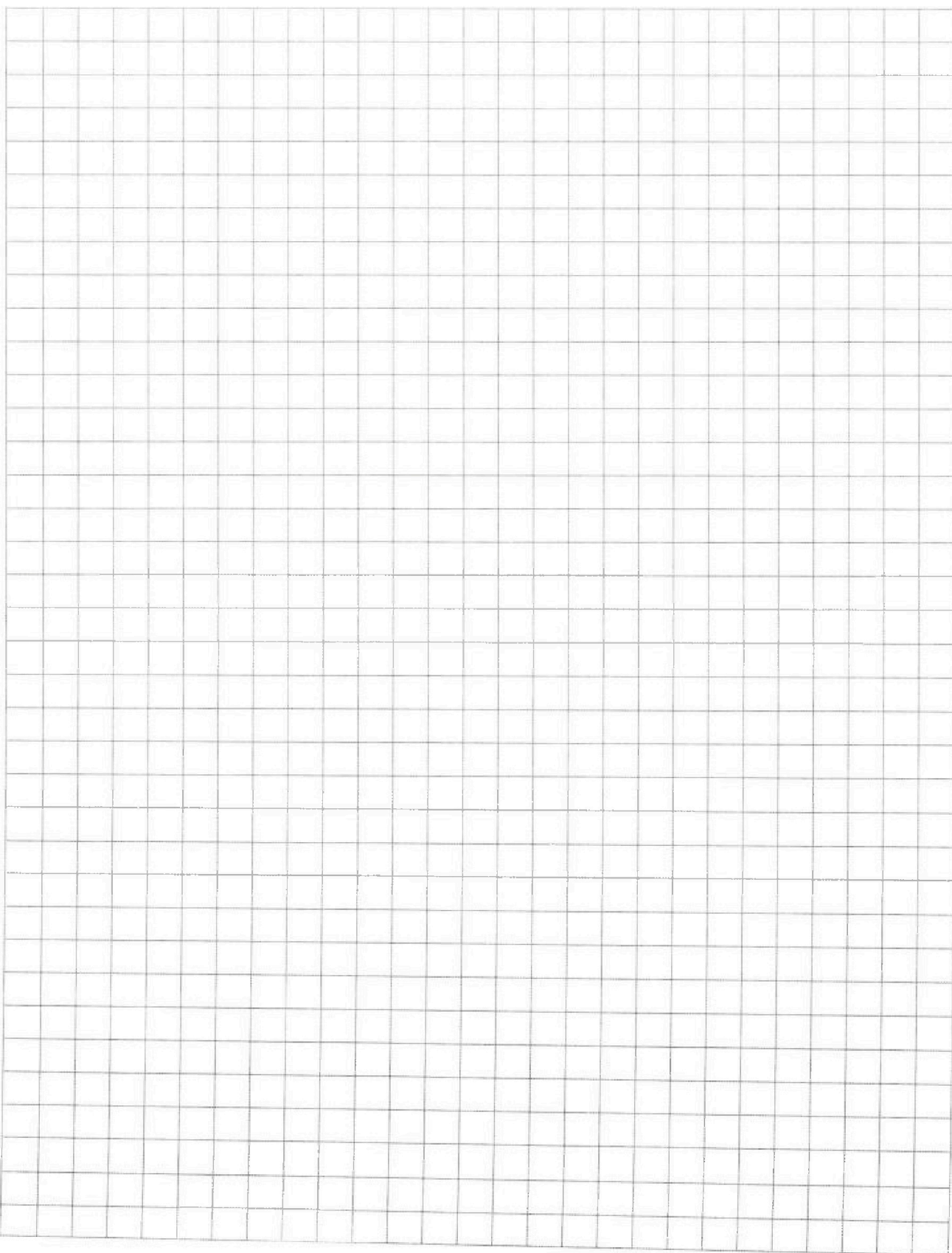


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!



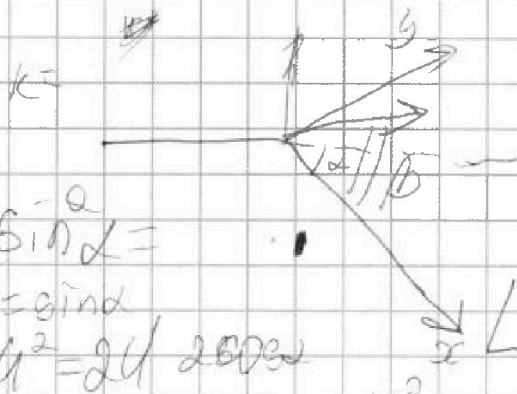


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$y: 0 = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2 \cos \alpha}{2}$$

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

$$\sin \alpha = \frac{v_y}{v}$$

$$v_y = g t$$

$$v^2 = 2 g y$$

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

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

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

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

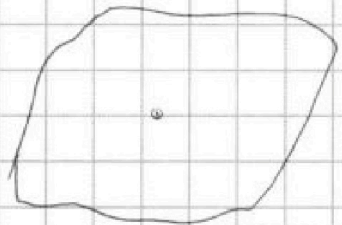
$$= \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (2 \sin \beta \cos \beta \cos \alpha - 8 \cos \beta \sin^2 \beta \sin \alpha) = 0$$

$$\sin \beta \cos \beta \cos \alpha - 4 \sin^2 \beta \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

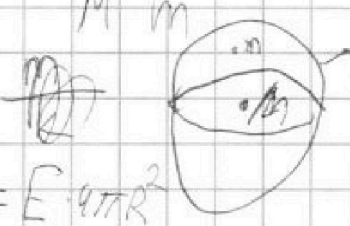
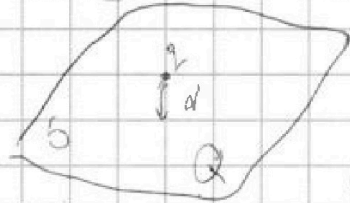
$$\sin \beta \cos \beta = 4 \sin^2 \beta \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{4 \sin \beta \sin \alpha \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\sigma = \frac{M}{S}$$



$$\sigma = \frac{Q}{S} \quad E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad F = qE = \frac{qQ}{2\epsilon_0 S}$$

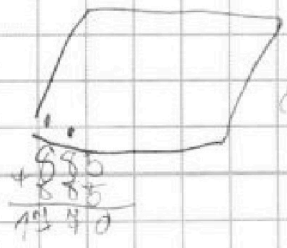


$$\frac{q}{\epsilon_0} = E \cdot 4\pi R^2$$

$$E = \frac{q}{4\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$\frac{m}{c} = \frac{4\pi R^2 GM}{R^2}$$

$$c = \frac{1}{4\pi G} \frac{10^{-10}}{10^{14}}$$



$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi G} \frac{10^{-10}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} = \frac{1,44 \cdot 10^{-8}}{17,7 \cdot 10^{-12}} = 5 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s}$$

10000
10000
10000
10000

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!

$$p_0 v_1 = \sqrt{RT_1} \quad Q = \Delta U + A = U_{\text{кон}} - U_0 + U_p = U_{\text{кон}}$$

$$p_0 v_2 = \sqrt{RT_2} \quad U_0 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$\frac{\sqrt{T_2}}{\sqrt{T_1}} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$



$$\frac{p}{T} = \text{const} \quad p v = \sqrt{RT} \quad T = \frac{p^2 R}{p}$$

$$\frac{p \sqrt{p}}{\sqrt{p}} = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{\sqrt{p}} = \text{const} \quad p_0 v_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$\sqrt{p} = \text{const} \quad p_0 v_2 = \sqrt{RT_2}$$

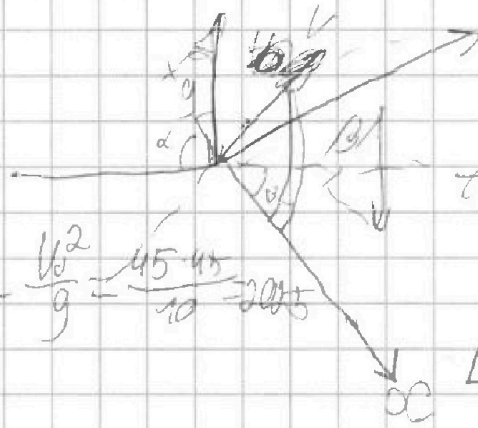
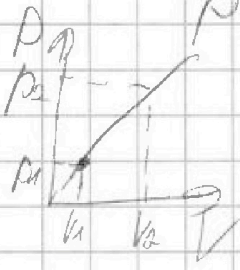
$$T_2 = 2T_1 \quad T_2 = 4T_1$$

$$A = \frac{1}{2} p_0 v_2 - \frac{1}{2} p_0 v_1 = \frac{1}{2} (\sqrt{RT_2} - \sqrt{RT_1}) = \frac{2\sqrt{5}}{20} \frac{2\sqrt{5}}{25}$$

$$\frac{3}{2} \sqrt{RT_1} = \frac{1}{2} (T_2 - T_1) \quad m = 2$$

$$3T_1 = T_2 - T_1 \quad Q = \frac{3}{2} \sqrt{RT_2} = 4U_0$$

$$T_2 = 4T_1$$



$$y = v_0 \sin(\pi - \beta) t - \frac{gt^2 \cos \alpha}{2}$$

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

$$2 v_0 \sin \beta t = gt^2 \cos \alpha \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

$$t = \frac{2 v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{gt}{2} = \frac{90}{2} = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} \frac{gt^2 \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 81 \cdot 6}{20 \cdot 2} = 3 \cdot 81 = 243 \text{ м}$$

$$\sqrt{1 - 0,36}$$

$$L = \frac{v_0^2}{g} = \frac{45 \cdot 45}{10} = 202,5$$

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 _

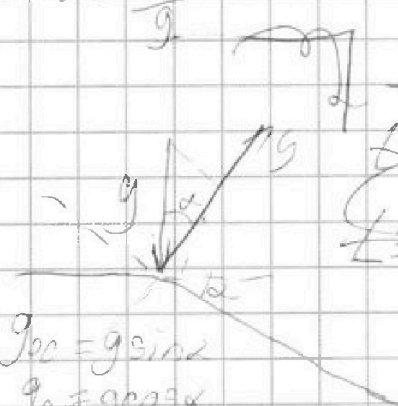
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$T = \frac{2\pi R}{v}$
 $v = \text{const}$
 $W = \frac{2\pi T}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{6,5} \approx 1 \text{ рад}$


 $N_1 = m\omega^2 R$
 $N_2 = mg$
 $P_1 = P_2 + 0$
 $R = 2 \text{ м}$

$P_2 = N^2 = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = m \sqrt{\omega^2 R^2 + g^2} = m \sqrt{4 + 100} = 10m \sqrt{0,04 + 1} = 10m(1,02) = 10,2m$
 $P_1 = 100\%$
 $P_2 = x\%$
 $x = \frac{100 P_2}{P_1} = \frac{100 \cdot 10,2m}{100m} = 10,2$

$U_1 = 0$
 $U_2 = V = \omega(R+L) = 10 \cdot 0,2 = 2$
 $2 - (2 + 5) = -5$

$t = \frac{2V_0}{g}$

 $g_{oc} = g \sin \alpha$
 $g_g = g \cos \alpha$

$0 = V_0 \sin(\alpha + \beta) t - \frac{g t^2}{2}$
 $3 \sqrt{2} V_0 \sin(\alpha + \beta) = 95$
 $t = \frac{2 V_0 \sin(\alpha + \beta)}{g}$
 $t = \frac{2 V_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{g t}{2}$
 $t = \frac{2 V_0}{g}$

$0 = V_0 \sin(\alpha + \beta) t - g \cos \alpha t^2$
 $t = \frac{2 V_0 \sin(\alpha + \beta)}{g \cos \alpha}$
 $\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha} = 1$
 $\cos(\alpha + \beta) \cos \alpha + \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha = 0$
 $\cos(\alpha + \beta) \cos \alpha - \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha = 0$
 $\beta = 90^\circ$



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!

Diagram showing a projectile launched at an angle α with initial velocity v_0 . The horizontal distance is L_x and the vertical distance is L_y . The angle of the trajectory at the end is β .

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

$$L_x = v_0 \cos \alpha t$$

$$-L_y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$-L_y = \frac{v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}}{v_0 \cos \alpha t}$$

$$-tg \alpha \frac{v_0 \cos \alpha t}{v_0 \cos \alpha t} = \frac{v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}}{v_0 \cos \alpha t}$$

$$-tg \alpha \cdot v_0 \cos \alpha t = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$2tg \alpha v_0 \cos \alpha t = v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{2v_0 (tg \alpha \cos \alpha t + \sin \alpha t)}{g}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} \cos \alpha t + tg \alpha \frac{1}{\cos \alpha t} \cos \alpha t - tg \alpha \sin \alpha t + \cos \alpha t = 0$$

$$\cos \alpha t \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} + 1 \right) = tg \alpha \sin \alpha t$$

$$tg \alpha t = \frac{1 + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha \cdot tg \alpha} = \frac{1 + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha \sin \alpha}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta s} = \frac{1}{6} n \frac{V_0}{V} = \text{const} \Rightarrow V = \text{const} \quad U_0 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_0}$$

$$n = \frac{V}{V_0} \quad \frac{n V_0}{N \sqrt{T}} = \text{const} \quad A = V_0$$

$$V = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad \frac{p_1 V_1 = RT_1}{V_1 = \sqrt{RT_1}} \quad \frac{p_2 V_2 = RT_2}{V_2 = \sqrt{RT_2}} = \text{const} \quad \frac{p}{\sqrt{T}} = \text{const}$$

$$\frac{\sqrt{T_0}}{V_1} = \frac{\sqrt{T_2}}{V_2} \quad \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} \quad Q = \frac{3}{2} \sqrt{RT} \quad Q = U_1 - U_0 + U_0$$

$$U_1 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} + U_0 \quad Q = U_1$$

$$\frac{3}{2} \sqrt{RT_2} = \frac{p_1 V_1 = RT_1}{p_2 V_2 = RT_2} \quad \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$A = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1} \quad \frac{p_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{p_2}{\sqrt{T_2}} \quad Q = \Delta U + A$$

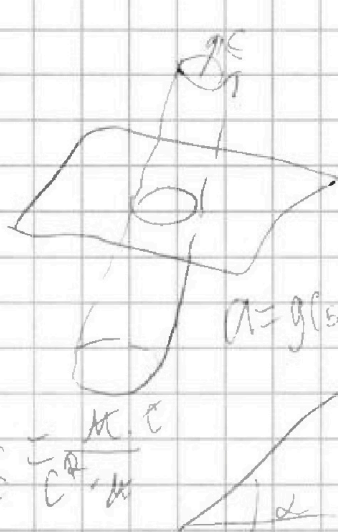
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\frac{0.5}{60} = 2ES \quad F = 0 \quad v = \frac{1}{3}$$

$$m g \sin \alpha = 2 q S$$

$$F = 2\pi G m = 2\pi G \frac{m m}{s}$$

$$\frac{v}{s} = \frac{dv}{ds} = \frac{dv}{v dt} = \frac{1}{v a}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} \frac{ds}{dt} = \frac{dv}{v dt} = \frac{1}{v a}$$

$$\Delta s = h$$

$$\frac{v}{a} = \frac{1}{a}$$

$$\frac{dv}{ds} = \frac{a}{v}$$

$$\frac{v}{a} = \frac{1}{a} = g \sin \alpha$$

$$m = m g \cos \alpha$$

$$m g \cos \alpha = F_{\text{op}} R$$

$$E m R^2 = F_{\text{op}} R$$

$$E = \frac{F_{\text{op}}}{m R}$$

$$E = m g \cos \alpha$$

$$m g \sin \alpha - m g \cos \alpha = m a$$

$$a = m a$$

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

$$\frac{I \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = m g h$$

$$a t = E t R$$

$$a = E R$$

$$E = \frac{2 \pi \cdot 6.64 \cdot 10^{-14} \cdot 5 \cdot 10^{-10}}{\pi \cdot 6.64}$$

$$= 2 \pi \cdot 6.64 \cdot 5 \cdot 10^{-14}$$

22
22
664
664
6640
100 100
2430

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

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

$$g \sin \alpha = 2 m g \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha}{g}$$





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

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!

1.2.

Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$T = 9 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) V_0 - ?

2) S - ?

3) S_{max} - ?

~~Нужно~~
предположим, что самолет полетевший вертикально вверх и упал в вертикальную скважину или не рассматривается, хотя и не что в условии сказано, что T это время от момента отрыва от земли, при котором самолет упал на склоне \rightarrow именно склоне найдём при каком угле к склону самолет летит по склону максимальное время

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

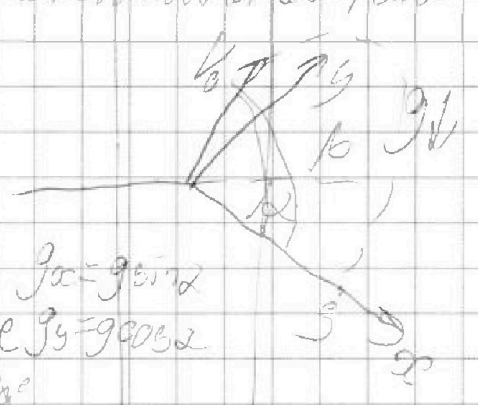
$$x = V_0 \cos(\pi - \beta) - \frac{g^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$0 = V_0 \sin(\pi - \beta) - \frac{g^2 \cos^2 \alpha}{2}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

$$t = T = \frac{2V_0}{g \cos \alpha} \Rightarrow V_0 = \frac{gT \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 0,8}{2} = \frac{72}{2} = 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = V_0 \cos \frac{T}{2}$$





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
4 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!

Задача 102

Дано:
 $\sin \alpha = 0,6$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $T = 0,8$

1) $V_0 = ?$
 2) $S = ?$
 3) $S_{max} = ?$

Найдем орт координат
 угол к склону α $\cos \alpha$
 летит ~~на~~ на склоне
 поочередно время

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2} = 0,8$

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

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

$0 = V_0 \sin(\pi - \beta) t - \frac{g t^2 \cos \alpha}{2}$
 $t = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$

$T = \frac{2 V_0}{g \cos \alpha} \Rightarrow V_0 = \frac{g T \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,8}{2} = \frac{4,8}{2} = 2,4 \frac{м}{с}$

$S = V_0 \cos \frac{\pi}{2} - \frac{g T^2 \sin \alpha}{2} \Rightarrow S = \frac{g T^2 \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,8^2 \cdot 0,6}{2} = \frac{10 \cdot 0,64 \cdot 0,6}{2} = \frac{3,84}{2} = 1,92 = 2,43 м$