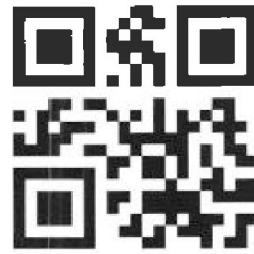




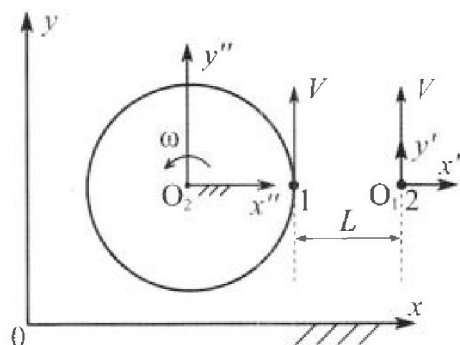
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.



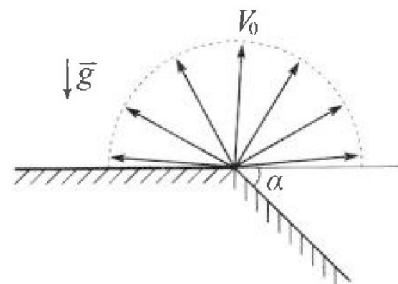
1. На сколько δ процентов вес первого школьника больше веса второго школьника?

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 отсчёта $x'O_1y'$, 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 отсчёта $x''O_2y''$, 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 полёта 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 m 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.

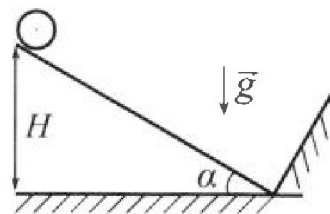
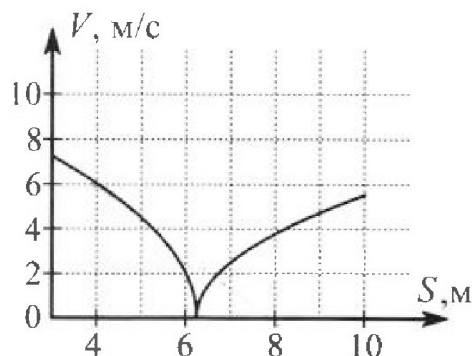
2. С какой по величине скоростью V движется центр обруча сразу после абсолютно упругого соударения с гладкой стенкой?
3. Найдите перемещение L обруча при дальнейшем движении к тому моменту, когда скорость центра обруча станет равной нулю.

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!

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) $\vec{U}_1$ - ?
- 3) $\vec{U}_2$ - ?

поверхности в задаче предполагалось, что массы шкатулочки одинаковы

$T = \frac{2\pi}{\omega}$, где ω - угл. скорость вращения коруслы

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{6,3} = \frac{6,28}{6,3} \approx 1 \text{ рад/с}$$

На первую шкатулку действует сила реакции $\vec{N}_1$ со стороны коруслы, которая обеспечивает нормальное ускорение, а также действует сила реакции со стороны "второй" ~~шкатулки~~ коруслы $\vec{N}_2$ и сила тяжести $m\vec{g}$; примем $\vec{N}_1$ и $m\vec{g}$ перпендикулярными плоскости рисунка

а_н: $N_1 = ma_n$, а_н - нормальное ускорение, $a_n = V\omega = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

а_г: $N_2 = mg$

Вектор сила которой коруслы действует на 1-ую шкатулку $\vec{P}_1$

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

$$P_1 = m\sqrt{100 + 4} = 10m\sqrt{104} \approx 10m \cdot 10,2 \text{ Н, т.к. } 0,04 \ll 1, \text{ то берем формулу:}$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x; \quad P_1 = 10m(1 + 0,04)^{\frac{1}{2}} = 10m(1 + \frac{1}{2} \cdot 0,04) = 10m \cdot 1,02 = 10,2 \text{ Н}$$

Значит сила которой коруслы действует на 2-ую шкатулку $\vec{P}_2$ (или $\vec{P}_2$), равна $\vec{P}_2 = \vec{N}_2$

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



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 Вес первого мальчика $\vec{P}_1' = \vec{P}_1$
и вес второго мальчика $\vec{P}_2' = -\vec{P}_2$, примем $P_1' = P_1$ и $P_2' = P_2$

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

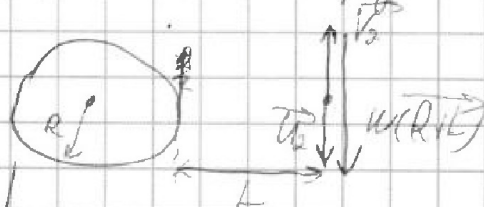
на 2% $\Rightarrow \delta = 2\%$

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

Перейдем в СО первого мальчика: в этой СО первый
мальчик будет покоиться, а второй
для первого мальчика будет покоиться карусель



$V_1 = \omega R$, значит



$$U_2 = |V_2 - \omega(R+L)|$$

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

R - радиус
карусели

$$V = \omega R \Rightarrow R = \frac{V}{\omega} = 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $\delta = 2\%$

$$2) U_1 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$3) U_2 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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) $V_0 = ?$

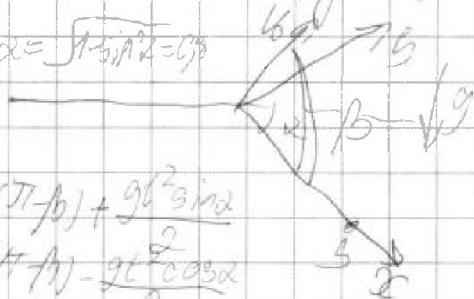
2) $S = ?$

3) $S_{\text{max}} = ?$

В условии написано, что T - это время, за которое максимальное время падения скамья по склону, значит скамья, который летит вертикально вверх падает на склоне

Найдём при каком угле бросили скамью скамья летит дальше всего

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



$$g_x = g \sin \alpha$$

$$g_y = g \cos \alpha$$

$$x: S = V_0 \cos(\pi - \beta) + g t^2 \sin \alpha$$

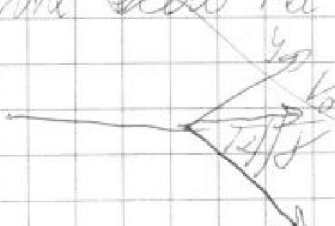
$$y: 0 = V_0 \sin(\pi - \beta) - g t^2 \cos \alpha$$

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

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

$$S = V_0 \cos \frac{\pi}{2} + g \frac{T^2 \sin \alpha}{2} = \frac{g T^2 \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 81 \cdot 0,6}{2} = 81,3 = 2,13 \text{ м}$$

Найдём при каком угле бросили скамью скамья будет на склоне



$$x: S_{\text{max}} = V_0 \cos \alpha + g t^2 \sin \alpha$$

$$y: 0 = V_0 \sin \alpha - g t^2 \cos \alpha$$

$$t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{2 V_0^2 \sin^2 \alpha \cos \alpha}{g \cos^2 \alpha} + \frac{4 V_0^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha}{2 g \cos^2 \alpha}$$

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

$$S_{\text{max}} = 0 \quad \frac{2 V_0^2}{g \cos^2 \alpha} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (2 \cos^2 \alpha - 1)) = 0$$

$$\cos^2 \alpha + \frac{2 \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \cos^2 \alpha - 1 = 0 \quad \text{Answer: } 1) 36 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad 2) 2,13 \text{ м}$$



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!

№ 3

Дано:

$$i=3$$

$$A = U_0 = 3 \text{ кДж}$$

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

$$\eta_m = \frac{V_2}{V_1} - ?$$

$$2) Q - ?$$

V_2 - конечный объем
 V_1 - начальный объем



общий центр равного
числа созданных атомов
взаимодействия со стенками

V - скорость движения

S - площадь стенки

Δt - время за которое

молекулы из заданного объема
столкнутся со стенкой

n - концентрация молекул

V - заданный объем

$$\Delta N = nV$$

$$\Delta N \sim nV \Delta t S$$

$$\Delta N \sim nV \Delta t S \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} \sim nV$$

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

$V \sim T$, T - температура газа

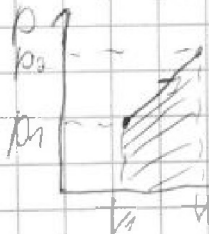
$$n \sim \frac{1}{V}$$

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

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

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

Выводим у нас процесс прямой пропорциональности
давления от объема



которую по графикам численно равно работе

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

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow A = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 1 \text{ Дж}$$

U_0 - внутренняя энергия газа в начальном состоянии

$$U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

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



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
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, $m \gg 1$

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= p_2 V_2 \\ m^2 p_1 V_1 &= p_2 V_2 \end{aligned} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = m^2 \Rightarrow m = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{4T_1}{T_1}} = 2$$

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) $Q = 12 \text{ кДж}$



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!

И. 4.

Дано:

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

$$H = 1,0 \text{ м}$$

R - радиус

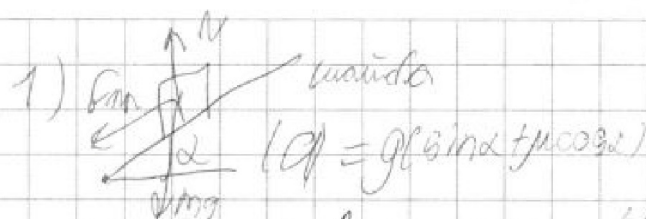
R < H

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \mu g \cos \alpha = a$$

a - ?

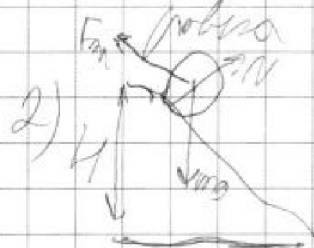
V - ?

L - ?



из графика зависимости $V(t)$, можно сделать вывод, что $\frac{dV}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = a$, т.е. тангенс угла касательной к графику $\tan \alpha = \frac{a}{V}$, где V - скорость в данный момент.

из графика получим, что $\tan \alpha = \frac{6}{4}$, в точке, где тело находится и зная скорость $\frac{6}{4}$, получим $\frac{6}{4} = \frac{a}{6} \Rightarrow a = 9 \frac{m}{c^2}$



$a_{\text{длина}} = a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
запишем z-ю скорость от времени и угл. скорость от времени

$$V(t) = at; \omega(t) = \epsilon t \cdot R$$

примем в любой момент времени при скатывании $V = \omega R$, т.к. движение без проска.

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

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

по 3. С. 2: $mgH + A_{\text{тр}} = \frac{mV^2}{2}$

$$mgH - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V^2 = 2gH - 2\mu gH \cot \alpha = 2gH - 2 \cdot \frac{\tan \alpha}{2} \cdot H \cot \alpha = gH$$

$V = \sqrt{gH}$ - скорость перед со столкновением со стеной, т.к. столкновение упругое, то сразу отскочит с такой же по модулю скоростью

$$V = \sqrt{gH} = \sqrt{10 \cdot 1} = 4 \frac{m}{c}$$



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!

Перемещение обруча L найдём из кинематики, и наймём, что минимальная скорость обруча будет та же, что и скорость центра масс. Тогда $L = \frac{v^2}{2a} = \frac{9H}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 9} = \frac{8}{9} \text{ м}$

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

2) $v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3) $L = \frac{8}{9} \text{ м}$



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!

11.5 $G = 6,64 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$

Дано: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$

$S = 4 \text{ м}^2$

$Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

$q = 1,44 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

$M = 5 \text{ кг}$

$m = 10^{-3} \text{ кг}$

$d \ll 1 \text{ м}$

1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$



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

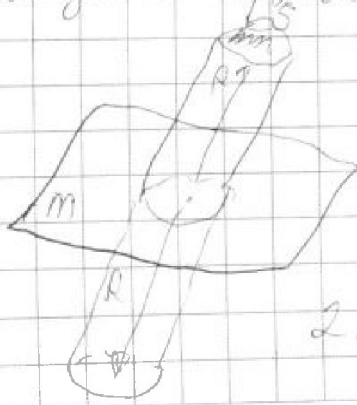
Значит $E(d) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow F_1 = qE(d) = \frac{qQ}{2\epsilon_0 S} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$

Чтобы найти силу F_2 с которой пластина действует на шарик выталкивая его силой тяжести и электростатической

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow G$ значит по теореме Гаусса: поток вектора напряжённости электрического поля

будет равен $\Phi = \frac{q}{\epsilon_0} = 4\pi G \Sigma m$

Найдём напряжённость поля. Вспомогательная замкнутая поверхность



$\Phi = (\vec{E} \cdot \vec{S}) = E \cdot S \cdot \cos \theta$

$\Phi = \sigma \cdot S \cdot 4\pi G$

$\Phi = (\vec{E} \cdot \vec{S}) = 2E \cdot S$

$\Phi = 4\pi G \sigma S$

$2E \cdot S = 4\pi G \sigma S \Rightarrow E = 2\pi G \sigma$

σ здесь равно $\frac{m}{S}$
Значит



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!

Знаком по аналогии $F_2 = m \cdot \epsilon = 2\pi \cdot 6 \cdot m = \frac{2\pi \cdot 6 \cdot m}{5} =$
 $= \frac{2\pi \cdot 6,64 \cdot 10^{-17} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{5} =$
 $= 2\pi \cdot 10 \cdot 6,64 \cdot 10^{-20} = \pi \cdot 6,64 \cdot 10^{-19} \approx 21 \cdot 10^{-19} \text{ Н}$

Ответ: 1) $5 \cdot 10^{-19} \text{ Н}$
2) $21 \cdot 10^{-19} \text{ Н}$



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.

☐☐☐☐☐☐☐

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!

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

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

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

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

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

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

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

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mR^2 \omega^2}{2}$$

$$A_{\text{мех}} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$$v = at$$

$$V = at$$

$$mgh + A_{\text{мех}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$mgh + \mu m g \cos \alpha \cdot \frac{4}{\sin \alpha} = \frac{mv^2}{2}$$

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

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

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

$$v = \sqrt{2gH}$$

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

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

$$0 = \sqrt{2gH} - at$$

$$t = \frac{\sqrt{2gH}}{a}$$

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

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

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

$$\sin \alpha$$

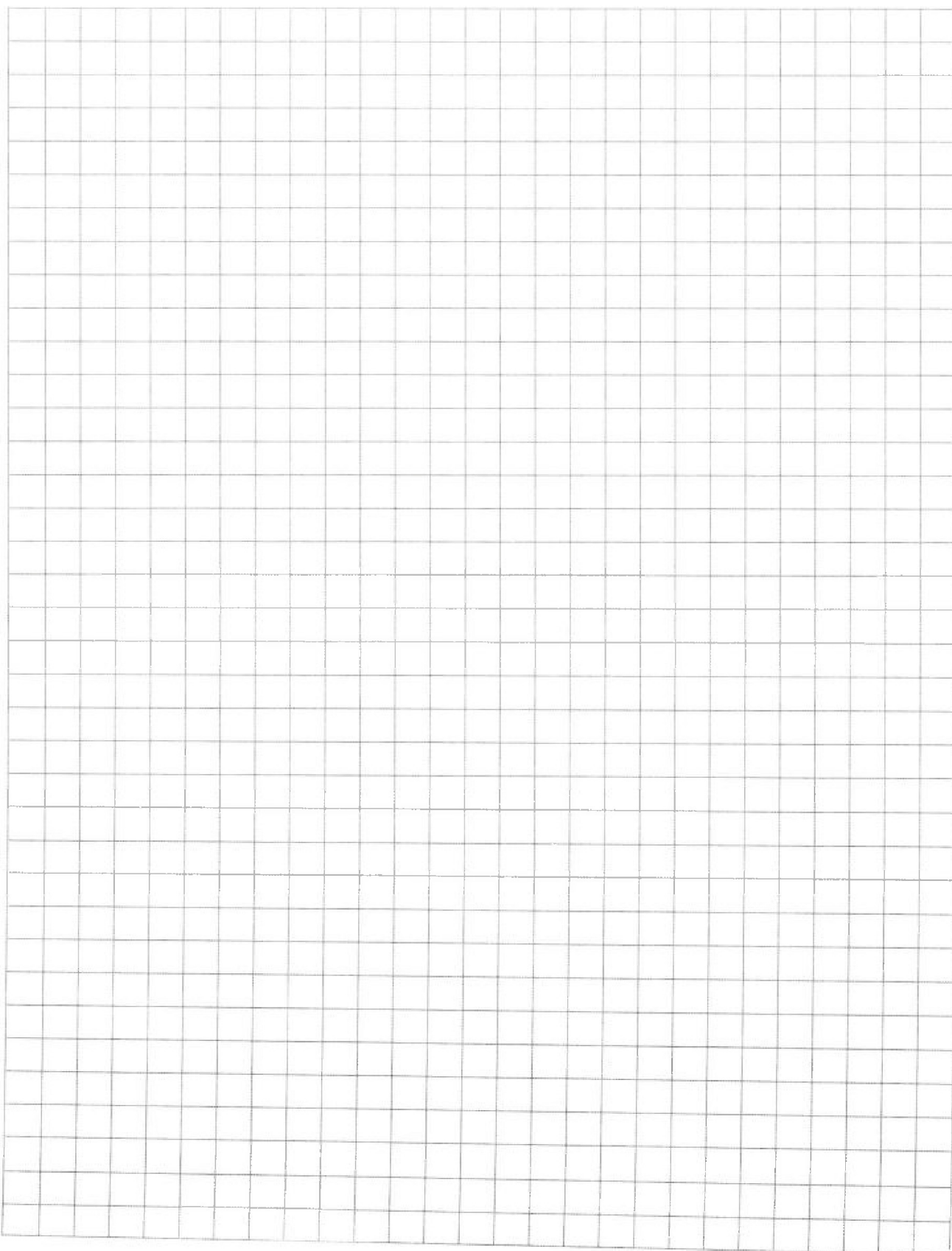


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!



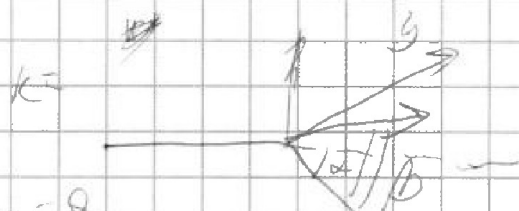


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$\sin \alpha =$$

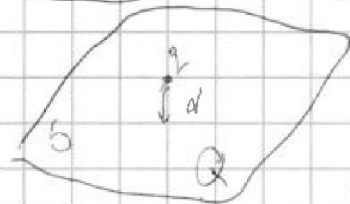
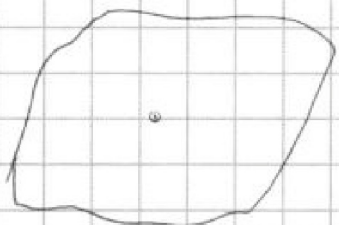
$$u = g \sin \alpha$$

$$u^2 = 2u \cdot 200 \text{ м}$$

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

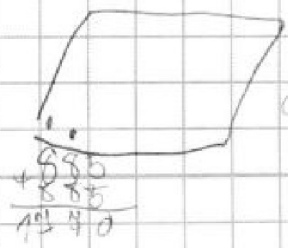
$$g = \frac{GM}{R^2}$$

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



$$\frac{2m}{4\pi\epsilon_0}$$

$$4\pi G \epsilon M = Q$$



$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi G} \cdot \frac{1.44 \cdot 10^{-8}}{2.8 \cdot 10^{-8}} = \frac{1.44 \cdot 10^{-8}}{1440 \cdot 10^{-8}} = 5 \cdot 10^{-8}$$

$$x: L = V_0 \cos \beta t - \frac{gt^2 \sin \alpha}{2}$$
$$y: 0 = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2 \cos \alpha}{2}$$
$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$L = V_0 \cos \beta \cdot \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}}{2}$$
$$= \frac{2V_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$
$$= \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$
$$\sin 2\beta - \frac{4 \sin^2 \beta \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \cos 2\beta - \frac{8 \cos \beta \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0$$
$$2 \sin \beta \cos \beta \cos^2 \alpha - 8 \cos \beta \sin \alpha = 0$$
$$\sin \beta \cos^2 \alpha = 4 \sin \alpha$$
$$\sin \beta = \frac{4 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

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



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

$$C = \frac{1}{4\pi G} \cdot \frac{10^{-13}}{10^{-14}}$$

$$2.8 \cdot 10^{-12}$$



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!

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$
$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$
$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

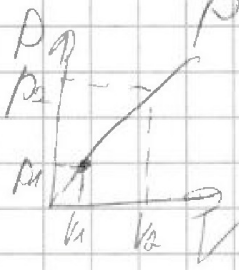
$$Q = \Delta U + A = U_{\text{кон}} - U_{\text{нач}} + U_p = U_{\text{кон}}$$
$$U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_1$$



$$\frac{p}{T} = \text{const}$$
$$p \nu = \nu R T$$
$$T = \frac{p \nu}{R}$$

$$\frac{p \nu R}{p \nu} = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{p \nu} = \text{const}$$
$$\sqrt{\frac{p}{p \nu}} = \text{const}$$

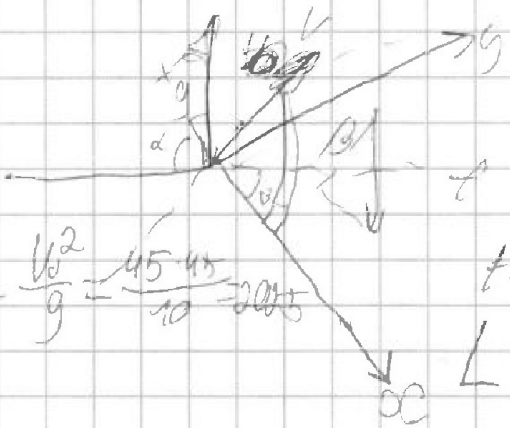
$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$
$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$
$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



$$A = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1)$$
$$\frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{\nu R}{2} (T_2 - T_1)$$

$$3 T_1 = T_2 - T_1$$
$$T_2 = 4 T_1$$

$$m = 2$$
$$Q = \frac{3}{2} \nu R T_2 = 4 U_0$$



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

$$L = \frac{V_0^2}{g} = \frac{45 \cdot 45}{10} = 202.5$$

$$t = \frac{2 V_0}{g} \Rightarrow V_0 = \frac{g t}{2} = \frac{9.8}{2} = 4.9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$L = \frac{V_0^2}{g} = \frac{4.9^2}{10} = 2.401 \text{ м}$$

$$\sqrt{1 - 0.66}$$



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!



$$\frac{\kappa}{C \cdot \kappa} = \frac{\kappa \cdot e}{C^2 \cdot \mu}$$

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

$$\frac{V}{S} = \frac{dV}{dS} = \frac{dV}{V dt} = \frac{1}{V a}$$
$$a = \frac{dV}{dt} \cdot \frac{dV}{dS} = \frac{dV}{V dt} = \frac{1}{V a}$$

$$\frac{dV}{dS} = \frac{a}{V}$$

$$\Delta S = 4$$
$$\Delta V = 6$$

$$\frac{6}{4} = \frac{a}{6}$$

$$a = \frac{4}{36} = \frac{1}{9}$$

$$N = mg \cos \alpha$$
$$\mu mg \cos \alpha = F_{\text{fr}} R$$
$$e m R^2 = F_{\text{fr}} R$$

$$e = \frac{F_{\text{fr}}}{m R}$$

$$e = \mu g \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a$$

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

$$\mu = \frac{a}{g \cos \alpha}$$

$$\frac{I \omega^2}{2} + \frac{m v^2}{2} - m g H = 0$$

$$a t = e t R$$

$$a = e R$$

$$e = \frac{a}{R} = \frac{1/9}{0.5 \cdot 10^{-2}} = 2.22 \cdot 10^{-2}$$

$$= 2.22 \cdot 6.64 \cdot 10^{-11}$$
$$\pi \cdot 6.64$$

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

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

$$\sin \alpha = 2 \mu \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{\tan \alpha}{2}$$

$$\begin{array}{r} 2.2 \\ 2.2 \\ \hline 6.64 \\ \cdot 5.11 \\ \hline 2.668 \\ 6.640 \\ \hline 100.100 \\ \hline 2430 \end{array}$$



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!

11.2.

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~~ предположить, что самолет полетевший вертикально вверх и упав в вертикальную скважину или не рассматривая, потому что в условии написано, что T это время со момента попадания в скважину, при котором самолет упал на склоне — именно склон найдём при каком угле к склону самолет летит по склону максимальное время

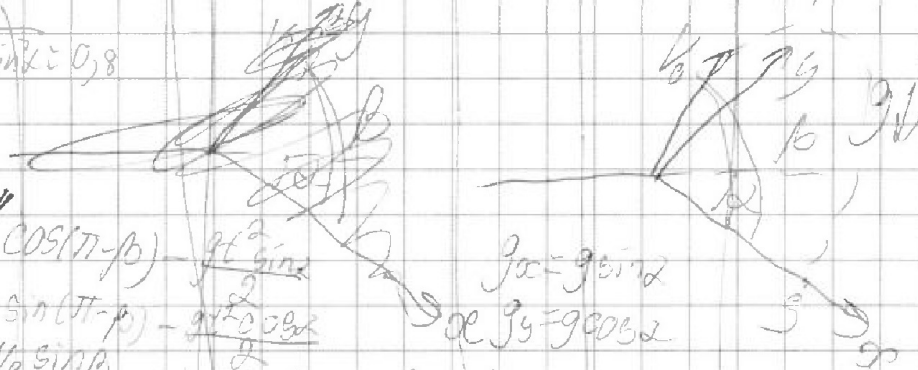
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

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

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

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

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





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 4

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:

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

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

$$T = 0,8 \text{ с}$$

1) $V_0 = ?$

2) $S = ?$

3) $S_{\text{max}} = ?$

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

$$T = \frac{2V_0}{g \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{gT \cos \alpha}{2}$$

$$S = V_0 \cos \frac{\pi}{2} - \frac{gT^2 \sin \alpha}{2}$$

Найдем орт координат
углы к склону осей
летит на склоне
поискать время

$$g_x = g \sin \alpha$$

$$g_y = g \cos \alpha$$

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

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

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

$$V_0 = \frac{gT \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,8}{2} = \frac{4,8}{2} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = \frac{gT^2 \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,8^2 \cdot 0,6}{2} = \frac{10 \cdot 0,64 \cdot 0,6}{2} = \frac{3,84}{2} = 1,92 \text{ м}$$