Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

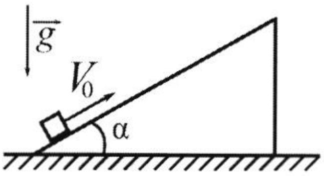
Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.
1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.
2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.
Ускорение свободного падения g=10 м/с^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^0$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

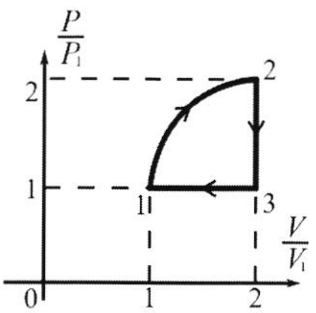


1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.
1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?
2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \dfrac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.
Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 –дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1.
1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?
2) Найдите работу A газа за цикл.
3) Найдите КПД η цикла.
Универсальная газовая постоянная R.



5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $2R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом q >0.

1) Найдите силу F_1, действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

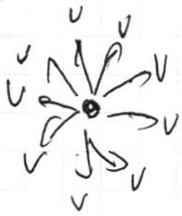
2) Найдите силу F_2, с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k. Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

Дано: $m = 2$ кг
$H = 65$ м
$t = 10$ с
$V_0 = ?$
$g = 10\ м/с^2$
$K = ?$



① Т.к. фейерверк взорвался в высшей точке траектории, то его вертикальная $V = 0$ (на высоте H)

1) $V_0 - \overset{V_{конечн.}}{0} = gt$ ~~...~~
2) $H = V_0 t - \dfrac{gt^2}{2}$

запишем з-ны кинематик

1) и 2) на ось y

t - время полёта фейерверка до взрыва

Решаем: $V_0 = gt \Rightarrow t = \dfrac{V_0}{g}$

$$H = V_0 \cdot \frac{V_0}{g} - g \cdot \frac{V_0^2}{2g^2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

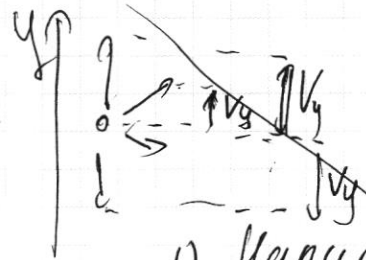
$$V_0 = \sqrt{H \cdot 2g} = \sqrt{65 \cdot 2 \cdot 10} = \sqrt{130 \cdot 10} = 10\sqrt{13}\ м/с \approx$$
$$\approx 10 \cdot 3,6 = 36\ м/с$$

$\sqrt{13} \approx 3,6$
$3,6 \cdot 3,6$: 216 + 108 = 12,96 (достаточно хорошая точность)

② Т.к фейерверк взорвался в верхней точке ~~...~~ то там $V = 0$ и суммарный импульс частиц в космосе $= 0$ $\sum \vec{p_i} = 0$

І-м на землю прилетит осколок, который после взрыва сразу имел V_{max} вниз, а т.к они все имеют одинаковую с-ть, то ~~...~~ вектор ск-ти сразу после взрыва направлен вниз.

А последний осколок, прилетевший на землю ~~был~~ имел вектор с-ти сразу после взрыва - ровно вверх.



(V_y должен быть min и max => верхний и нижний)

1) Напишем ур-я для нижнего шарика, где V - ск-ть начальная, t' - время полёта, V_k - ск-ть около земли

1) $V_k - V = gt'$

ЗСЭ: $\frac{V^2}{2} + gH = \frac{V_k^2}{2} \Rightarrow V_k = \sqrt{V^2 + 2gH}$

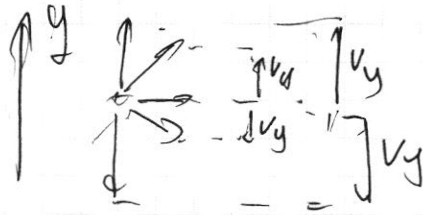
Решаем:

$\sqrt{V^2+2gH} - V = gt' \Rightarrow t' = \frac{\sqrt{V^2+2gH} - V}{g}$

2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

А последний осколок, прилетевший на землю имел вектор с-ти сразу после взрыва - ровно вверх



(то есть выбираем осколка, у которых V_y max и min вверх и вниз)

1) Напишем ур-я для нижнего осколка.

$V_к$ - V около земли t' - время полёта,
V - начальная ск-ть

1) $V_к - V = gt'$

2) ЗСЭ: $\frac{V^2}{2} + gh = \frac{V_к^2}{2} \Rightarrow V_к = \sqrt{V^2+2gh}$

$t' = \frac{\sqrt{V^2+2gh} - V}{g}$

2) Теперь для осколко летевшего вверх

$V_к$ - V около земли t'' - время полёта

1) $V - gt'' = V_к \Rightarrow V + V_к = gt''$

2) ЗСЭ: $\frac{V^2}{2} + gh = \frac{V_к^2}{2} \Rightarrow V_к = \sqrt{V^2+2gh}$

$t'' = \frac{V + \sqrt{V^2+2gh}}{g}$

Значит все остальные снаряды падали между временами t' и t'' $\Rightarrow$

$t'' - t' = \tau$

$\frac{V + \sqrt{V^2+2gh}}{g} - \frac{\sqrt{V^2+2gh} - V}{g} = \tau = \frac{2V}{g} \Rightarrow V = \frac{\tau g}{2}$

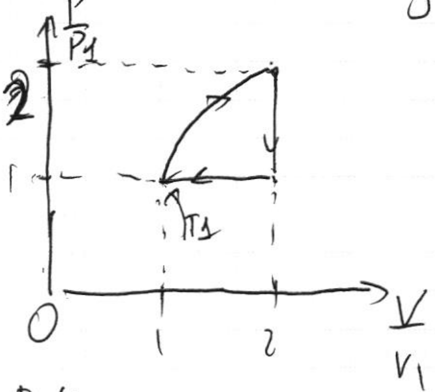
Т.к. снаряд взорвался в верхней точке и V осколков одинаковы, то

$$K = \sum_i \frac{m_i V^2}{2} = \frac{mV^2}{2} = \frac{m}{2}\cdot\frac{\tau^2 g^2}{4} = \frac{m\tau^2 g^2}{8} =$$

$$= \frac{2\,кг \cdot 100\,с^2 \cdot 100\,\frac{м^2}{с^4}}{8} = \frac{2\cdot 10^4}{8}\,Дж = \frac{10}{4}\,кДж = 2{,}5\,кДж$$

$$\boxed{Ответ:\ V_0 \approx 36\,м/с;\ K = 2{,}5\,кДж}$$

Задача №4



1) I н.ТД:

$Q = A_{газа} + \Delta U$ — процесс расширения — участок 1-2

$A_{газа} \equiv S_{под\ гр\text{-}ком\ 1\text{-}2}$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}p_2V_2 - \frac{3}{2}p_1V_1 =$$

$$= \frac{3}{2}2p_1\cdot 2V_1 - \frac{3}{2}p_1V_1 = 3\cdot\frac{3}{2}p_1V_1 =$$

$$= 3\cdot\frac{3}{2}\cdot\nu RT_1$$

Т.к. газ одноатомный $i = 3$

$$A_{газа} = \frac{\pi\cdot V_1\cdot p_1}{4} + V_1p_1 = V_1p_1\left(\frac{\pi}{4}+1\right) = \nu RT_1\left(\frac{\pi}{4}+1\right)$$

$$Q = \nu RT_1\left(\frac{\pi}{4}+1\right) + 3\cdot\frac{3}{2}\nu RT_1 = \nu RT_1\left(\frac{\pi}{4}+1+\frac{9}{2}\right) =$$

$$= \nu RT_1\left(5{,}5+\frac{\pi}{4}\right) \approx \nu RT_1\cdot 6{,}28$$

$$\boxed{Q_1 = \nu RT_1\left(5{,}5+\frac{\pi}{4}\right) \approx \nu RT_1\,6{,}28 = 1\,моль\,RT_1\cdot 6{,}28}$$

2) $A_{газа} \equiv S_{под}$ графиком (со знаком) на каждом из участков

$$A_{газа1} = A_{1\text{-}2} + A_{2\text{-}3} + A_{1\text{-}3} = \left(\frac{\pi}{4}V_1p_1 + V_1p_1\right) + 0 - V_1p_1 =$$

$$= \frac{\pi}{4}V_1p_1 = \frac{\pi}{4}\nu RT_1 \approx 0{,}78\cdot\nu RT_1 = 0{,}78\cdot 1\,моль\,RT_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $\eta = 1 - \frac{|A_{газа\,3-1}|}{|A_{газа\,1-2}|} = \frac{A_{газ\,1-2} - A_{газа\,3-1}}{A_{газа\,1-2}} =$

$= \frac{A_{газа\,цикл}}{A_{газ\,1-2}} = \frac{\frac{\pi}{4} V_1 P_1}{\frac{\pi}{4} V_1 P_1 + V_1 P_1} = \frac{\frac{\pi}{4} \nu R T_1}{\nu R T_1 (\frac{\pi}{4} + 1)} = \frac{\frac{\pi}{4}}{(\frac{\pi}{4} + 1)} =$

$= \frac{0{,}78}{1{,}78} \simeq 0{,}43$

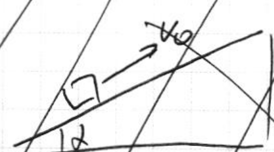
Ответ: $Q = \nu R T_1 (5{,}5 + \frac{\pi}{4}) = \nu R T_1 \cdot 6{,}28 = 1 моль \cdot R T_1 \cdot 6{,}28$

$A_{газа} = \frac{\pi}{4} \nu R T_1 = 0{,}78 \nu R T_1 = 0{,}78 \cdot 1 моль \cdot R T_1$

$\eta = 0{,}43$

~~Задача №2~~

~~Дано:~~ $\cancel{V_0 = 2 м/с}$
$\cancel{\alpha = 30°}$
$\cancel{g = 10 м/с}$
$\cancel{h - ?}$
$\cancel{V - ?}$



~~Запишем ЗСЭ~~

$\cancel{E_0 = \frac{m V_0^2}{2}}$ ~~m - масса бруска, M - масса клина, m = M, E_0 - энергии~~

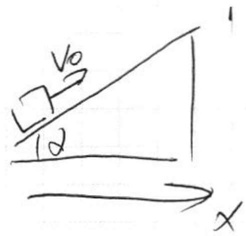
~~В верхней точки V бруска по вертикали = 0~~

~~по горизонтали $V_{бруска} = V_{клина}$~~

$\cancel{E_0 = mgH + \frac{m V_{бруск(н)}^2}{2} + \frac{M V_{клина}^2}{2} = mgH + m V_{клина}^2}$

Задача 2

Дано: $V_0 = 2м/с$
$\alpha = 30^0$
$g = 10м/с$
$H - ?$
$V_{клина} - ?$



1) В верхней точке V бруска по вертикали $= 0$, а по горизонтали совпадает со $V'_{кл}$ ($V_{клина}$ в этот момент).

Отсюда:

1) ЗСЭ: $\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{mV'^2_{кл}}{2} + \frac{MV'^2_{кл}}{2}$ | m - m бруска, M - m клина

2) ЗСИ на ось x: $mV_0 \cos\alpha = mV'_{кл} + MV'_{кл} \Rightarrow$

$= \frac{mV_0 \cos\alpha}{(m+M)} = V'_{кл}$

$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{m}{2}\left(\frac{m^2V_0^2\cos^2\alpha}{(m+M)^2}\right) + \frac{M}{2}\left(\frac{m^2V_0^2\cos^2\alpha}{(m+M)^2}\right)$

$\frac{mV_0^2 - m\left(\frac{m^2V_0^2\cos^2\alpha}{(m+M)^2}\right) - M\left(\frac{m^2V_0^2\cos^2\alpha}{(m+M)^2}\right)}{2mg} = H$ | Воспользуемся $m = M$

$\frac{V_0^2 - \frac{1}{4}V_0^2\cos^2\alpha - \frac{1}{4}V_0^2\cos^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2 - \frac{1}{2}V_0^2\cos^2\alpha}{2g} =$

$= \frac{V_0^2(1 - \frac{1}{2}\cos^2\alpha)}{2g} = \frac{2м/с \cdot 2м/с (1 - \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4})}{2 \cdot 10м/с^2} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 2}{8 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{1}{8}м =$

$= 0,125 м = H$

II) Вернулась в ту же точку, тогда:

$V_{бруска}$ - ск-ть бруска, V_y - $V_{бруска}$ на y, V_x - $V_{бруска}$ на x

ЗСЭ: 1) $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2_{бруска}}{2} + \frac{MV^2_{кл}}{2}$ 4) $V_y^2 + V_x^2 = V^2_{бруска}$

ЗСИ x: 2) $mV_0\cos\alpha = mV_{бруска\,x} + MV_{кл}$

ЗСИ y: 3) $mV_y = mV_{0y} = mV_0 \cdot \sin\alpha$ (в ту же точку)

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mV_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{mV_{брускаx}^2}{2} + \frac{MV_{кл}^2}{2}$$

$$mV_0\cos\alpha = mV_{брускаx} + MV_{кл}$$

$$V_0\cos\alpha = V_{кл} + V_{брускаx} \Rightarrow V_{брускаx} = V_0\cos\alpha - V_{кл}$$

$$\frac{V_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{(V_0\cos\alpha - V_{кл})^2}{2} + \frac{V_{кл}^2}{2}$$

$$V_0^2\cos^2\alpha = V_0^2\cos^2\alpha - 2V_0\cos\alpha V_{кл} + V_{кл}^2 + V_{кл}^2$$

$$\cancel{2}V_0\cos\alpha V_{кл} = \cancel{2}V_{кл}^2$$

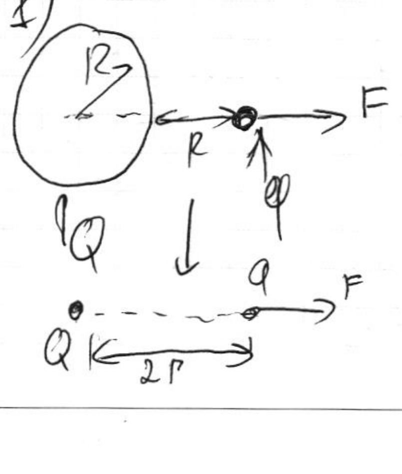
$$V_0\cos\alpha = V_{кл} = 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\ м/с = \sqrt{3}\ м/с \approx 1{,}71\ м/с$$

$$\boxed{\text{Ответ: } H = \tfrac{1}{8}\ м = 0{,}125\ м;\ V_{кл} = \sqrt{3}\ м/с \approx 1{,}71\ м/с}$$

Задача 5

Пользуясь принципом суперпозиции, если заряд находится вне сферы, то заряженную сферу можем представить как просто заряд, помещённый в её центр. (Это достаточно известно и считаю, что это выводить не требуется)

1)



Представим сферу, как заряд Q помещённый в её центре, тогда расстоянием между зарядами будет $2R$

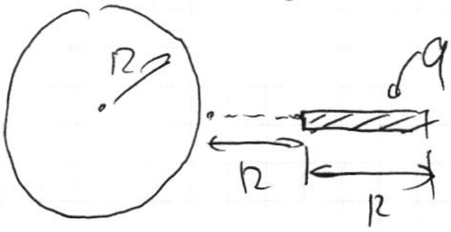
Т.к. $Q>0$ и $q>0$ (одноимённые заряды $\Rightarrow$ F на наш q- от сферы)

Тогда по з-ну кулона:

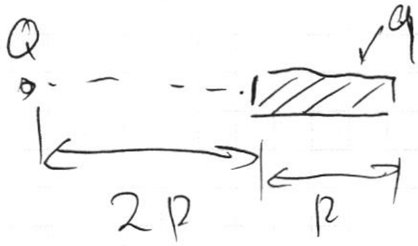
$$F_1 = k\cdot\frac{Q\cdot q}{r^2} = k\cdot\frac{Q\cdot q}{4R^2}$$

$$\boxed{F_1 = k\frac{Q\cdot q}{4R^2}}$$

II Теперь у нас стержень



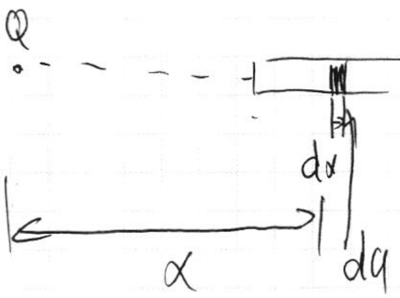
1) Так же представим сферу, как заряд Q, помещённый в её центре.



Тогда:

Разобьём наш стержень на маленькие участочки dx их заряд будет dq

$$dq = \frac{dx}{R}\cdot q$$



F, действующая на него по з-ну кулона:

$$dF = k\cdot\frac{Q\cdot dq}{x^2}$$, где x – расстояние от центра сферы до участочка.

Т.к стержень расположен на одной линии со стержнем- все силы тоже вдоль 1 линии

Тогда интегрируем от 2R до 3R

$$F_2 = \int_{2R}^{3R} kQ\frac{dq}{x^2} = kQ\int_{2R}^{3R}\frac{dx\,q}{Rx^2} = \frac{kQq}{R}\int_{2R}^{3R}\frac{dx}{x^2} = \frac{kQq}{R}\left.\frac{-1}{x}\right|_{2R}^{3R} =$$

$$= \frac{kQq}{R}\left(\frac{-1}{3R} - \frac{-1}{2R}\right) = \frac{kQq}{R}\cdot\frac{1}{6R} = \frac{kQq}{6R^2}$$ и тоже направлен от сферы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

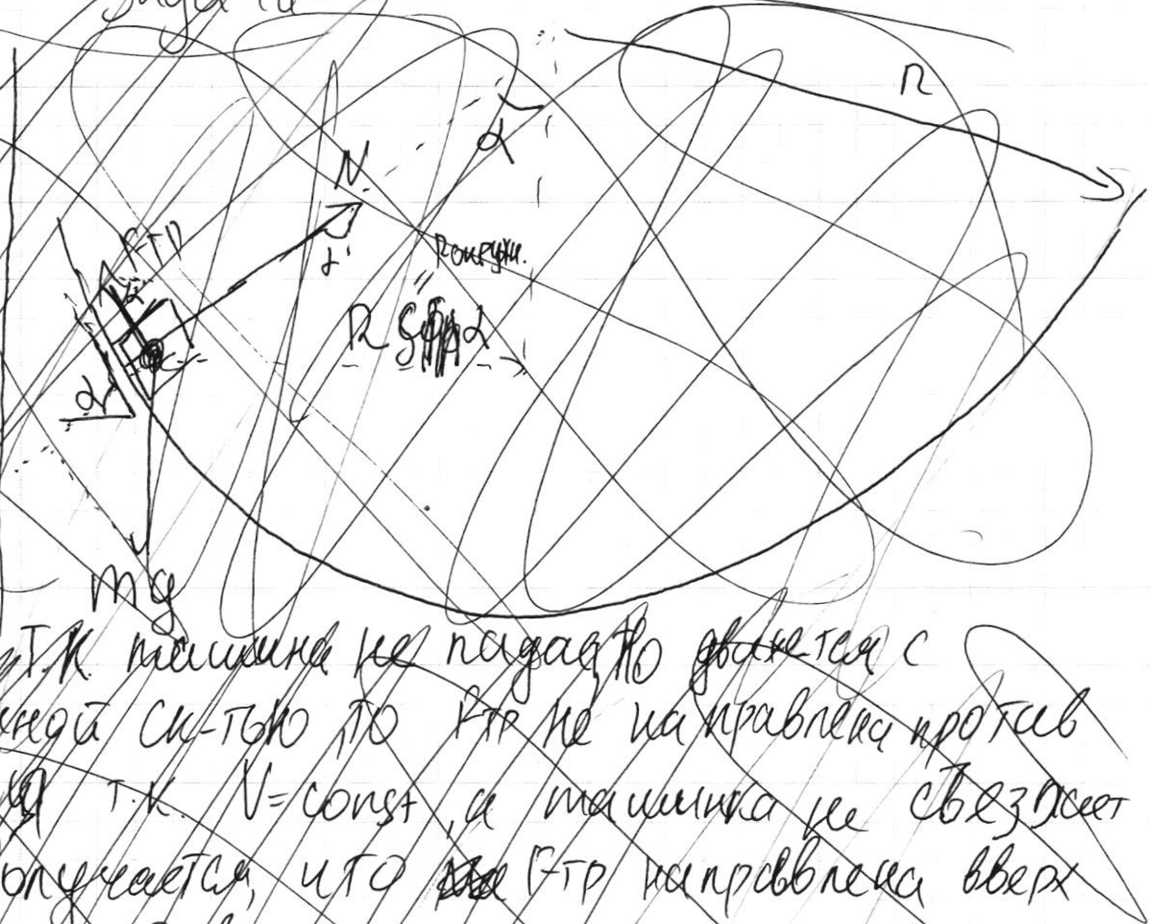
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$ от сферы ; $F_2 = \frac{kQq}{6R^2}$ тоже от сферы

~~Задача 3~~

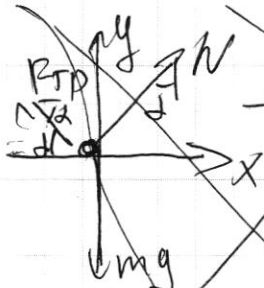
~~Дано:~~
~~$R = 1,2$ м~~
~~$v_0 = 37$ м/с~~
~~$m = 0,4$ кг~~
~~$P - ?$~~
~~$\mu = 0,9$~~
~~$\alpha = \frac{\pi}{6}$~~
~~$v_{min} - ?$~~



~~Т.К. машина не падает но движется с постоянной ск-тью, то Fтр не направлена против движения т.к. V=const, и машинка не съезжает вниз. Получается, что Fтр направлена вверх по касательной в точке, где машинка и действует в том же н-ии, что и mg и N. ← (машинка как бы соскальзывает вниз) N действует от опоры на машинку. Вектор N содержит центр сферы.~~

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Запишем 3-ий Ньютона на маецлад



1) на y: $F_{тр}\sin\alpha + N\cos\alpha = mg$ | $\cdot\cos\alpha$

2) на x: $N\sin\alpha - F_{тр}\cos\alpha = ma_{цс}$ | $\cdot\sin\alpha$

$a_{цс} = \frac{V_0^2}{R_{окружности}} = \frac{V_0^2}{R\sin\alpha}$

1)+2) $F_{тр}\sin\alpha\cos\alpha + N\cos^2\alpha + N\sin^2\alpha - F_{тр}\cos\alpha\sin\alpha = mg\cos\alpha + ma_{цс}\sin\alpha$

$N^2 = mg\cos\alpha + m\frac{V_0^2}{R\sin\alpha}$

$N(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) = mg$

$\mu N\sin\alpha + N\cos\alpha = mg$

$N(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = \frac{mV_0^2}{R\sin\alpha}$

$\frac{mg}{(\mu\sin\alpha + \cos\alpha)}(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = \frac{mV_0^2}{R\sin\alpha}$

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

$\mu = ctg\alpha$?

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

$N\left(\frac{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha}{\sin\alpha}\right) = \frac{mV_0^2}{R}$

$\mu + \cos\alpha$

1

$\frac{g}{V_0^2}R(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ $\frac{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}{\sin\alpha}$

$\sqrt{1+\mu^2}N = R$

$N(\mu\sin\alpha + \cos\alpha) = mg$

$N =$

$N^2 = mg\cos\alpha + ma_{цс}$

$\boxed{\mu = tg\alpha}$

$0 \neq 0$

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

$N\sin\alpha = mg\cos\alpha + \frac{mV_0^2}{R}$

$N = m\cos\alpha$

$mg\sin\alpha + m\frac{V_0^2}{R\sin\alpha}\cos\alpha$

$\mu = \frac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{} = \frac{V_0^2}{Rg}\mu + \frac{V_0^2}{Rg}ctg\alpha$

$\sin\alpha - \mu\cos\alpha - \frac{V_0^2}{Rg}ctg\alpha = \frac{V_0^2}{Rg}\mu$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

Дано:

$R = 1{,}2$ м

$V_0 = 3{,}7$ м/с

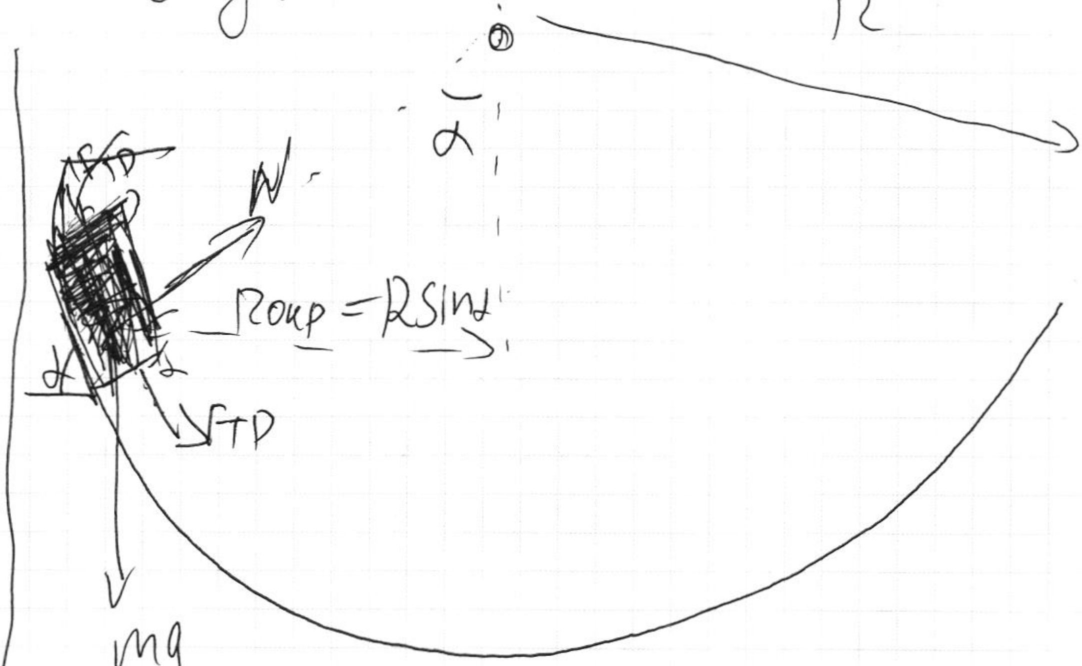
$m = 0{,}4$ кг

$P - ?$

$\mu = 0{,}9$

$\alpha = \frac{\pi}{6}$

$V_{min} - ?$



Т.к у нас машинка, то $F_{тр}$ по направлению движения нету (колёса крутятся)

Т.к у нас должен быть критический случай, то $F_{тр}$ max и направлена против соскальзывания

– в п-ти mg и N, направлена в вверх.

α – угол между поверхностью, по которой едет машинка и гор-лью

Тогда запишем 3-кон Ньютона:

на y: $-F_{тр}\sin\alpha + N\cos\alpha = mg$

на x: $N\sin\alpha + F_{тр}\cos\alpha = ma_{цс}$

$F_{тр} = \mu N$

$a_{цс} = \frac{v_0^2}{R_{окр}} = \frac{v_0^2}{R\sin\alpha}$

$P = N_{полн} = \sqrt{N^2 + F_{тр}^2} = \sqrt{1+\mu^2}\,N$

Решаем и получаем:

$$(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)N = mg$$

$$(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)N = m\frac{V_0^2}{R\sin\alpha}$$

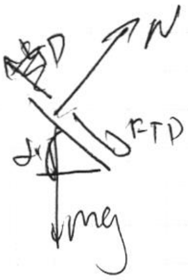
$\Rightarrow N \approx 5\,H$

$$\sqrt{1+\mu^2}\,N = P$$

$P \approx 7H$

II) Т.к. у нас крайний случай $F_{тр}$ max.

$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$ Так же как и п.1. запишем 3-ны Ньютона:



$$-F_{тр}\sin\alpha + N\cos = mg$$

$$N\sin\alpha + F_{тр}\cos\alpha = ma_{цс}$$

$$a_{цс} = \frac{V_0^2}{R\sin\alpha} \quad ; \quad F_{тр} = \mu$$

$$(-\mu\sin\alpha + \cos\alpha)N = mg$$

$$(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)N = m\frac{V_{min}^2}{R\sin\alpha}$$

$$\frac{mg}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = \frac{mV_{min}^2}{R\sin\alpha}$$

$$V_{min} = \sqrt{\frac{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}{(-\mu\sin\alpha + \cos\alpha)}R\sin\alpha} =$$

$$= \sqrt{\frac{10\left(+\frac{1}{2} + 0{,}9\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\cdot 1{,}2м\cdot\frac{1}{2}}{\left(-0{,}9\cdot\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}} \approx \sqrt{25} = 5\ м/с$$

Ответ: $P \approx 7H$ $\quad V_{min} \approx 5\ м/с$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Внутри сфера ослаб...

если ф-ла верна

№3

$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qQ}{2R^2}$

$$\int_R \frac{\frac{q}{R}dx \cdot Q}{(2R+x)^2}$$

$mg = N\cos\alpha$

$\frac{N\sin\alpha}{m}$

$$= \frac{q}{R} QK \int_0^R \frac{dx}{(2R+x)^2}$$

$$\frac{qQK}{R}\int_{2R}^{3R}\frac{dx}{x^2} = \frac{x^{-1}}{-1}$$

№1 $\Delta l = 10c \Rightarrow$ мощн

$$\boxed{K = \frac{m v^2}{2}}$$

$V_0 - g\sin\alpha t = 0$

№2

$N = mg\cos\alpha$

$$\boxed{a_{кп} = \frac{mg\cos\alpha}{M}}$$

$a_{кп} t$

$v_{кп}$

ЗСИ (проверка)

верхняя точка => едет с той же ск-тью

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$3{,}5 \cdot 3{,}5 = 12{,}25$ $\quad 3{,}6 \cdot 3{,}6 = 12{,}96$

$\sqrt{13} = 12{,}96$

$\frac{1}{6R}$

$\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}$

$1 - \frac{A_{иск}}{A_{вер}}$ $\Rightarrow \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{6}$

$\frac{1}{3R} - \frac{1}{2R}$ $\quad \frac{A_{вер} - A_{иск}}{A_{вр}}$

$dx = dx + 2R$

$\int \frac{dx + 2x}{x + 2R}$

$36 + 26 + 16 + 6 =$

$31 + 21 + 11 + 1$ м/с

$2R$

$50 \quad gt \quad 200 = gt = 100$

$n = 0$ $\quad V = 50$

$\frac{50 \cdot 50 \cdot 2}{2} = 2500$

$\sin\alpha - \mu\sqrt{1 - \sin^2}$

$\frac{\sqrt{3}}{2}$

$mg\cos\alpha$

$\frac{3}{4} \rightarrow N$ $\quad \frac{3{,}14}{4} = 0{,}78$

$\int x\,dx$ $\quad \frac{V_x^2}{2}$

$\int x^2\,dx$ $\quad \frac{x^{n+1}}{n+1}$

$5{,}5 + 0{,}78 = 6{,}28$

$0{,}78 \quad 1{,}78 \,|\, 0$, замедляет

сложно нет cos

$78 \,|\, 178 = 0{,}432$

$780 - 712 = 680 - 534 = 460$

энета

$mg\cos\alpha\sin\alpha = \frac{V^2}{R\cos\alpha}$

$V_{кА} = 0$

$1 - \frac{3}{8} \quad \frac{1}{8}$

$R\cos\alpha$

$\frac{mg\cos\alpha\sin\alpha}{m} \cdot t = V_{кп}$

N полное

$mg\sin\alpha$

$V = g\sin\alpha t$

$\frac{20}{20 \cdot 8} = \frac{1}{8}$

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

$g\cos\alpha\sin\alpha \cdot \frac{V_0}{2g\sin\alpha} = V_{кп}$

$N_{полное}\cos\varphi = mg$

$N_{полное}\sin\varphi = \frac{mV^2}{R}$