Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

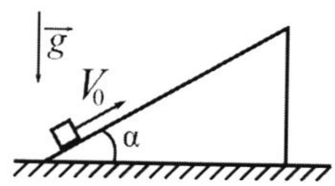
1. Фейерверк массой $m = 1$кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва $K = 1800$ Дж. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) На какой высоте H взорвался фейерверк? через какое время после взрыва осколки упадут на землю.

~~2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?~~

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 α такой, что $\cos\alpha = 0,6$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость V_0 (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту $H = 0,2$ м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.



1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

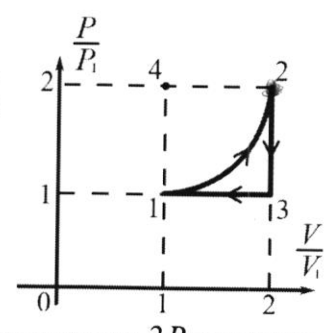
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение a модели.

2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$ м. 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 4. Считать заданными давление P_1 и объём V_1.



1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $3R$ 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 $3R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

1). Т.к. снаряд взорвался в высшей точке траектории, то $gH = \frac{v^2}{2}$ $\quad V = gT \Rightarrow$

$$\Rightarrow gH = \frac{g^2T^2}{2} \Rightarrow H = \frac{gT^2}{2} = 45\,м.$$

2). Т.к. скорости всех осколков сразу после взрыва равны, то их полная кин. энергия равна:

$$K = \sum \frac{1}{2}\Delta m \cdot v^2 = \frac{1}{2}v^2 \sum \Delta m = \frac{1}{2}mv^2.$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60\,м/с.$$

Запишем уравнение движения того осколка, скорость которого направлена вертикально вниз (очевидно, он достигнет земли раньше других, т.к. начальные скорости у всех одинаковы по модулю).

$$H = v \cdot t_1 + \frac{g t_1^2}{2},$$ где t_1 – искомое время падения осколка после взрыва

Решим квадратное уравнение относительно:

$$t_1 = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 900}}{10} = -6 + \sqrt{\frac{4500}{100}}$$

$$\approx -6 + 6{,}7 \approx 0{,}7\,с.$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

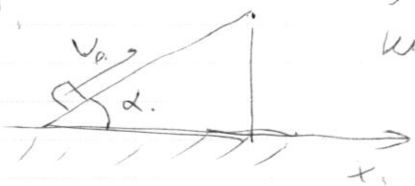
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2.

1).



Пусть масса шайбы m, откуда масса клина $2m$.

Запишем закон сохранения импульса для системы "шайба + клин" в проекции на x:

$mV_0\cos\alpha = (m+2m)V_1$, где V_1 – скорость шайбы и клина, когда шайба перестала подниматься.

$mV_0\cos\alpha = 3mV_1 \Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{3}\cos\alpha$.

Запишем закон сохранения энергии для той же системы:

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{m+2m}{2}V_1^2$$

$$\frac{V_0^2}{2} = gH + \frac{3}{2}V_1^2 = gH + \frac{3}{2}\cdot\frac{V_0^2}{9}\cos^2\alpha.$$

$$V_0^2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6}\cos^2\alpha\right) = gH.$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\left(1-\frac{\cos^2\alpha}{3}\right)}} = \sqrt{\frac{100}{3}} \approx 5,9 \text{ м/с}$$

2) Пусть так же масса шайбы m. Тогда масса клина тоже m. Запишем з-н сохранения импульса по x:

$mV_0\cos\alpha = mV \pm mV_{2x}$, где V_2 – скорость шайбы, когда она вернётся в точку старта

$V_{2x} = |\dots| = V - V_{2отн}\cos\alpha$, где $V_{2отн}$ – скорость шайбы относительно клина.

$\cancel{mV - m|V_{2x}| = m(V - V + V_{2отн}\cos\alpha)}$

$mV_0 \cos\alpha = 2V \cdot m - V_{2отн} \cdot m \cos\alpha$.

$V_0 \cos\alpha = 2V - V_{2отн} \cos\alpha$. (1)

Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{m}{2}\left((V_{отн_2}\cos\alpha - V)^2 + V_{отн_2}^2 \sin^2\alpha\right).$$

$$V_0^2 = V^2 + (V_{отн_2}\cos\alpha - V)^2 + V_{отн_2}^2\sin^2\alpha \quad (2)$$

Из (1):

$$V_{2отн} = \frac{2V - V_0\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{2V}{\cos\alpha} - V_0$$

Подставим в (2):

$$V_0^2 = V^2 + (V - V_0\cos\alpha)^2 + (2V - V_0\cos\alpha)^2 tg^2\alpha.$$

$$\cancel{V_0^2} = V^2 + V^2 - 2VV_0 + \cancel{V_0^2} + 4V^2 tg^2\alpha - 4VV_0 tg^2\alpha + V_0^2 tg^2\alpha.$$

$$0 = 2\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 - 2\left(\frac{V}{V_0}\right) + 4tg^2\alpha \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 - 4tg^2\alpha \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right) + tg^2\alpha$$

$$\left(\frac{V}{V_0}\right)^2(2 + 4tg^2\alpha) - \left(\frac{V}{V_0}\right)(2 + 4tg^2\alpha) + tg^2\alpha = 0.$$

$$tg^2\alpha = \frac{16}{9}.$$

$$\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\left(2 + \frac{64}{9}\right) - \left(\frac{V}{V_0}\right)\left(2 + \frac{64}{9}\right) + \frac{64}{9} = 0.$$

$$82\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 - 82\left(\frac{V}{V_0}\right) + 64 = 0$$

$$41\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 - 41\left(\frac{V}{V_0}\right) + 32 = 0.$$

$$V_0^2 = V^2 + V^2 - 2VV_0\cos\alpha + V_0^2\cos^2\alpha + 4V^2 tg^2\alpha - 4VV_0\cos\alpha\, tg^2\alpha + V_0^2\sin^2\alpha$$

$$tg\,\alpha = \frac{4}{3}.$$

$$V_0^2 = V^2 + V^2 - 2VV_0 \cdot 0{,}6 + V_0^2 \cdot 0{,}36 + 4V^2 \cdot \frac{16}{9} - 4VV_0 \cdot \frac{16}{9} \cdot 0{,}6 + V_0^2 \cdot 0{,}36$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

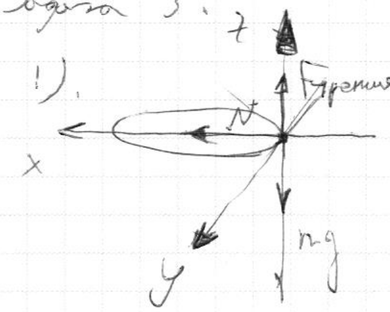
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

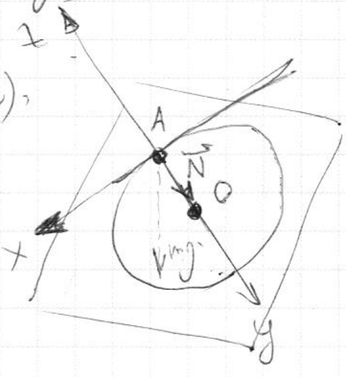
1).



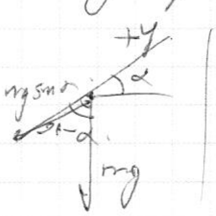
Введём систему координат, как показано на рисунке. ~~Запишем 2-ой з-н. Ньютона~~ ~~Сила трения перпендикулярна~~ $\vec{N}$, ~~поэтому она располагается в плоскости~~ yz. ~~Свяжем её проекции на~~ Т.к. машинка движется равномерно по окружности, то она обладает только центростремительным ускорением. Пусть F — сила, с которой машинка действует на сферу. ~~$a_{ц.с}$ = Запишем 2-ой з-н. Ньютона в проекции на τ:~~ $a_\tau = 0 \Rightarrow \vec{F}_{трения}$ вертикальна $\Rightarrow F_{трения} = mg$; $F = \sqrt{F_{трения}^2 + N^2}$

$F = 2mg$; $N = ma_{ц.с} \Rightarrow$ $N = \sqrt{3}mg$, то $a_{ц.с} = \sqrt{3}g = 17\ м/с^2$

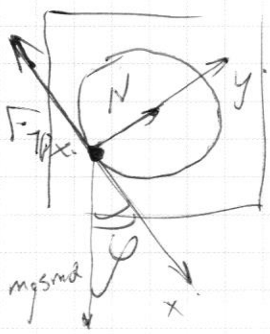
2).



Введём систему координат, как показано на рисунке: X — касательная окружности в т. A, Z перпендикулярна X и перпендикулярна плоскости окружности. Y перпендикулярна X и Z, направлена к центру. Сила реакции опоры $\vec{N}$ сонаправлена с y. Сила трения $\vec{F}_{тр}$ перпендикулярна $\vec{N}$, поэтому лежит в плоскости XZ. Проекция силы тяжести mg на плоскость XY равна $mg\sin\alpha$:



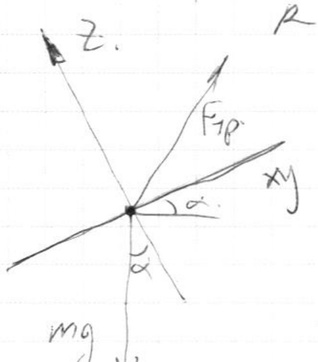
Рассмотрим плоскость XY:



Т.к. модель движется равномерно, то тангенциальное ускорение равно 0, т.е. $F_{тр x} + mg\sin\alpha\cos\varphi = 0$ (см. рис). Пусть ~~а~~ a_n – центростремительное ускорение. Тогда:

$$a_n \cdot m = N - mg\sin\alpha\sin\varphi.$$

$a_n = \frac{V^2}{R}$, где V – скорость модели.



Запишем 2-ой з-н Ньютона на ось Z:

$$F_{тр z} - mg\cos\alpha = 0$$

$$F_{тр z} = mg\cos\alpha.$$

По т. Пифагора: $F_{тр} = \sqrt{F_{тр x}^2 + F_{тр z}^2} =$

$$= mg\sqrt{\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha} \quad (1)$$

По з-ну Кулона: $F_{тр} \le \mu N = m\left(\frac{V^2}{R} + g\sin\alpha\sin\varphi\right)\mu \quad (2)$

Используя (1) и (2):

$$g\sqrt{\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha} \le \mu\left(\frac{V^2}{R} + g\sin\alpha\sin\varphi\right).$$

$$g^2(\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha) \le \mu^2\left(\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + 2\frac{V^2}{R}g\sin\alpha\sin\varphi + g^2\sin^2\alpha\sin^2\varphi\right)$$

Заметим, что если мы возьмем очень большую V, а потом будем ее уменьшать, ~~то~~ то модель начнет в некоторый момент проскальзывать в именно в верхней точке. Эта скорость и будет минимально возможной. Т.е. применяя в верхней точке $\varphi = -90°$ получаем (т.к. отсчёт по часовой).

$$g^2\cos^2\alpha = \mu^2\left(\frac{V_{min}^2}{R} - g\sin\alpha\right)^2$$

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

$$= \cancel{\sqrt{10\cdot\frac{\sqrt{2}}{}(\ )}} = \cancel{\sqrt{\frac{5\sqrt{2}}{4}}} \approx \cancel{8\ м/с} = \sqrt{10\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\frac{5}{4}+1\right)} \approx$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача 4.

1). Запишем первое начало термодинамики:

$Q = A' + \Delta U$, где A' — работа системы, ΔU — изменение её внутр. энергии. Т.к. газ одноатомный, то $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(PV) = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = 3\cdot\frac{3}{2}\cdot p_1V_1$. (уравнение Менделеева – Клапейрона).

$A' = S_{1p}\cdot p_1V_1$, где S_{1p} — численная площадь под участком 1-2. ~~графиком~~

$A' = \left(2 - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$

$Q = \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$.

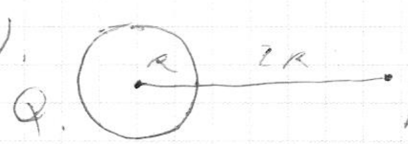
2). $A = S\cdot p_1V_1$, где S — площадь, которую охватывает график цикла. $A>0$, т.к. обход по часовой.

$S = 1 - \frac{\pi}{4} \Rightarrow A = \left(1-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$.

3). $\eta = \frac{A}{Q}$ (по определению)

$\eta = \frac{\left(1-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1}{\left(\frac{13}{2}-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1} = \frac{1-\frac{\pi}{4}}{\frac{13}{2}-\frac{\pi}{4}} \approx \frac{4-3}{26-3} \approx$ 4%

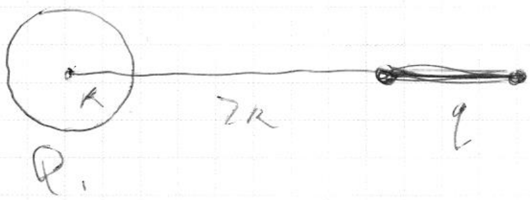
Задача 5.

1). 

Т.к. заряд распределён равномерно по сфере, то она создаёт вокруг себя такое же поле, как и точечный заряд такой же величины, помещённый в её центр. По з-ну Кулона точечные заряды Q и q находятся на расстоянии 3R взаимодействуют (сила:

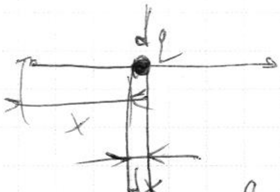
$F_1 = k\frac{Qq}{9R^2}$,

2).



Разобьём ~~всю плоскость~~ весь стержень на бесконечно малые заряды dq.

Из пункта 1) каждый такой заряд взаимодействует со сферой с силой: $dF = kQ\frac{dq}{(3R+x)^2}$, где x – расстояние от левого конца стержня до заряда dq:



Т.к. заряд распределён равномерно, то $dq = dx\cdot\rho$, где ρ – линейная плотность зарядов.

$\rho = \frac{q}{R}$.

$$F_2 = \int_0^R dF = kQ\int_0^R \frac{q\,dx}{R(3R+x)^2} = \frac{kQq}{R}\int_0^R\frac{dx}{(3R+x)^2}$$

$$= \frac{kQq}{R}\left(-\frac{1}{(3R+R)^{2a}} - \left(-\frac{1}{(3R)^{2a}}\right)\right) = \cancel{\frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{9R}+\frac{1}{16R^2}\right)}$$

$$\frac{kQq}{R}\left(\frac{R}{4R\cdot 3R}\right) = \boxed{\frac{kQq}{12R^2}}$$

Отв: $\boxed{\frac{kQq}{12R^2}}$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N + mg\sin\alpha\sin\varphi = m\frac{V^2}{R}$

$N = m\left(\frac{V^2}{R} + g\sin\alpha\sin\varphi\right)$ $F_{тр} \le \mu N$

$F_{тр} \le \mu m\left(\frac{V^2}{R} + g\sin\alpha\sin\varphi\right)$

$\cancel{mg \le mg\,\mu m\sqrt{\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha}}$

$\left(\frac{g}{\mu}\right)^2 \le \sin^2\alpha\cos^2\varphi$

$mg\sqrt{\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha} \le \mu m\left(\frac{V^2}{R} + g\sin\alpha\sin\varphi\right)$

$g^2\sin^2\alpha\cos^2\varphi + g^2\cos^2\alpha \le \mu\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + 2\frac{V^2}{R}g\cos\alpha\sin\varphi\,\mu + \mu g^2\sin^2\alpha\sin^2\varphi$

$\cancel{\cos^2\varphi - \mu\sin^2\varphi = 1 - \sin^2\varphi - \mu\sin^2\varphi \le 1}$

$\cancel{g^2\sin^2\alpha + g^2\cos^2\alpha \le \mu\frac{V^2}{R} +}$

$\cancel{g^2 \le \mu\frac{V^2}{R}}$

$\sqrt{\frac{5\sqrt{2}}{4}\cdot 9}$

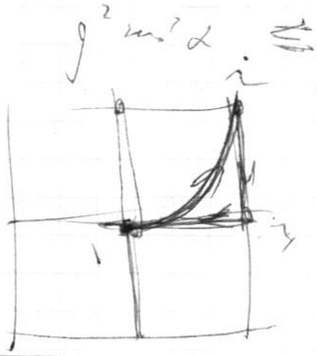
$1{,}7 \cdot 1{,}7$

$\mu\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + 2\left(\frac{V^2}{R}\right)g\cos\alpha\sin\varphi + g^2(\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha - \mu\sin^2\alpha\sin^2\varphi) = 0$

$\left(\frac{V^2}{R}\right) = D$, $\cancel{= g^2\sin^2\alpha\sin^2\varphi - \mu g^2}$

$g^2\sin^2\alpha \le \mu\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + 2\frac{V^2}{R}g\cos\alpha + \mu^2 g^2\sin^2\alpha$

4.



$Q = A' + \Delta U$

$400 - 20\cdot 3\cdot 2 + 9$

$\cancel{= 400 - 120 + 9}$

5. $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(pV)$

$\nu R\Delta T = \Delta(pV)$

$\sqrt{10^5\cdot\frac{\sqrt{2}\cdot 7}{2\cdot 3}}$

$\sqrt{\frac{35}{3}\sqrt{2}}$ $\Delta pV = \cancel{p_2V_2 - p_1V_1}$ $p_2V_2 - p_1V_1 = p_1V_1\left(\left(\frac{p_2}{p_1}\right)\left(\frac{V_2}{V_1}\right) - 1\right)$

$A' = 5\cdot p_1V_1$

☑ черновик ☐ чистовик

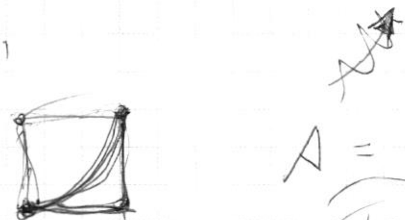
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

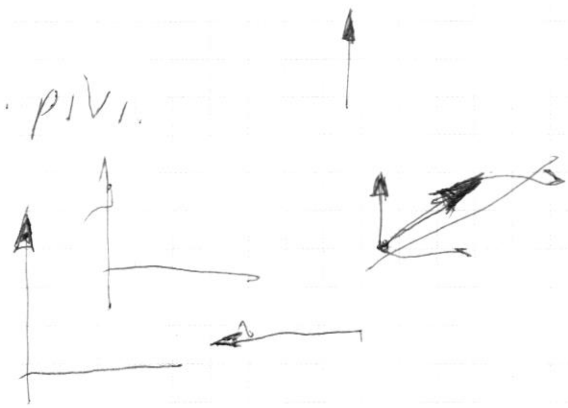
$Q = (2 - \frac{1}{4}\cdot\pi)\cdot V_1 p_1 + p_1 V_1 (= (p_1 V_1 (3 - \frac{1}{4}\pi))$

4.

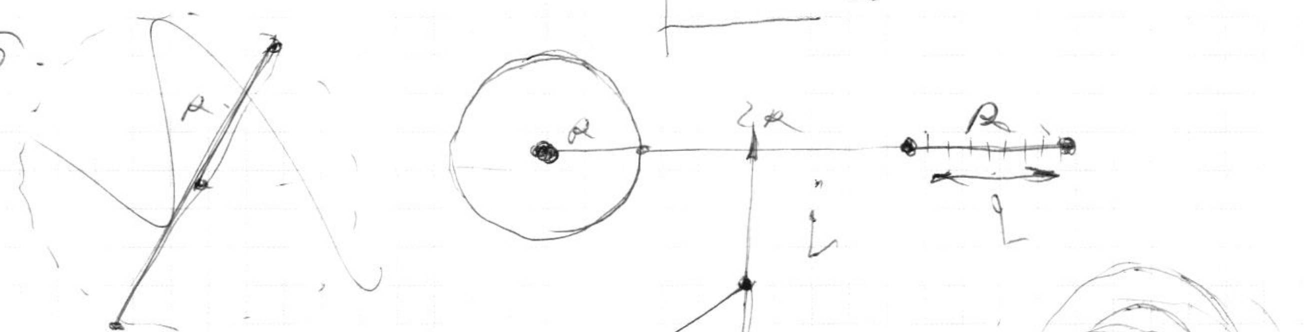


$A = (1 - \frac{\pi}{4})\cdot p_1 V_1$

$\frac{1 - \frac{\pi}{4}}{3 - \frac{1}{4}\pi}$



5.

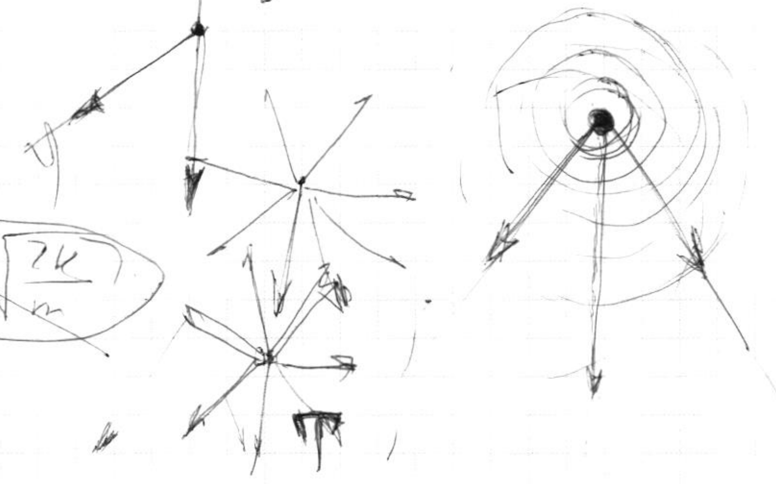


1.

$K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

$\frac{gt_1^2}{2} + v\cdot t_1 = H$

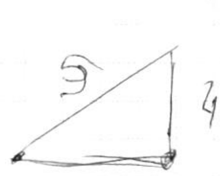
$t_1 =$



0,88

$(a+b)^2$ $\sqrt{\frac{(a+b)}{2}} \geq (\frac{a+b}{2})^2$

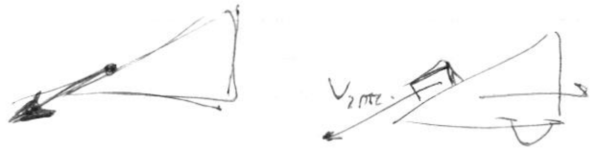
$\frac{10\cdot 0{,}2\cdot 2}{0{,}12}$ $\frac{10\cdot 0{,}2\cdot 2}{1 - \frac{0{,}36}{3}}$



$\frac{2\cdot 2}{0{,}12} = \frac{4}{0{,}12} = \frac{400}{12} = \sqrt{\frac{100}{3}}$

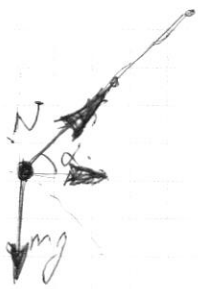
$\sqrt{33{,}33}$

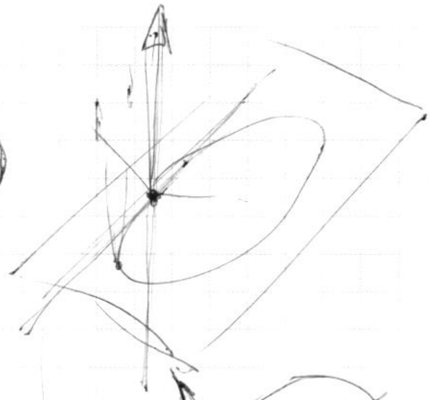
$v = v_{2\,отн} + v$



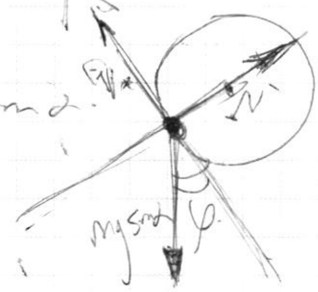
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

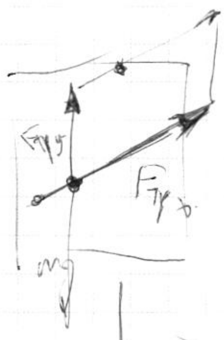
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)





mg sinα



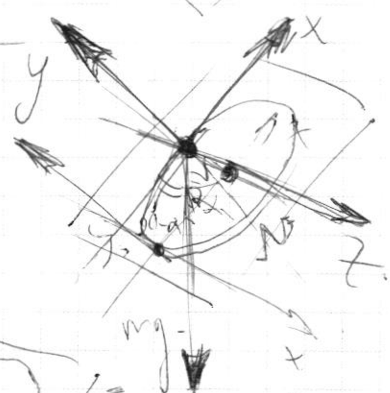


$mg\sin\alpha\cos\varphi = F_{трx}$

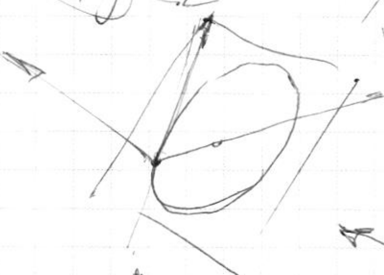
$N - mg\sin\alpha\sin\varphi = m\dfrac{v^2}{R}$

$F_{трy} = mg$

$\cancel{F_{трx}^2 + F_{трy}^2 \leq}$



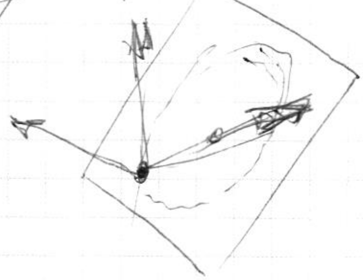
$\mu^2 N^2 \geq F_{тр}^2 = F_{трx}^2 + F_{трy}^2 + 2F_{трx}F_{трy}\dfrac{\sqrt{2}}{2}$



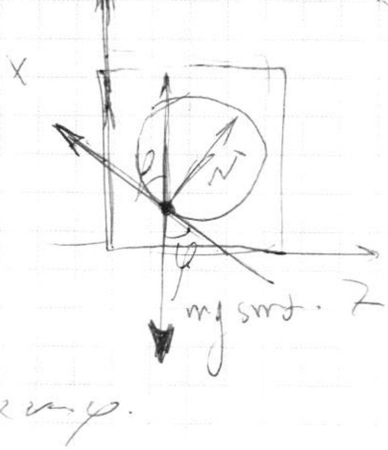
$\cancel{F_{трx} = mg\sin\alpha}$

$\cancel{F_{трy} = mg\cos\alpha}$

$\cancel{N = m\dfrac{v^2}{R}}$



$F_{тр} \leq$



$mg\sin\alpha\cos\varphi = F_{трx}\cos\varphi$

$F_{трx} = mg\sin\alpha\cos\varphi$

$F_{трy} = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = \sqrt{F_{трx}^2 + F_{трy}^2} = mg\sqrt{\sin^2\alpha\cos^2\varphi + \cos^2\alpha}$

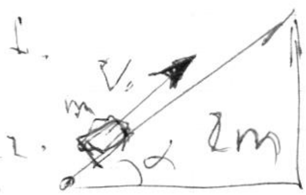
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\sqrt{856}$

$mV_0\cos\alpha = 3m\cdot V$

$V = \frac{V_0}{3}\cos\alpha$

$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{3m}{2}\cdot\frac{V_0^2}{9}\cos^2\alpha$

1) $V_0^2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2\cdot 9}\cos^2\alpha\right) = gH \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{gH}{\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{3}\right)}}$

2) $mV_0\cos\alpha = 2m\cdot V - m\cdot v$

$2V^2 + v^2 = V_0^2$

$v^2 = \sqrt{V_0^2 - 2V^2}$

$V_0\cos\alpha = 2V - \sqrt{V_0^2 - 2V^2}$

$\sqrt{33}$

52

$2500 + 300 + 9$

$2500 + 400 + 16$

3.