Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

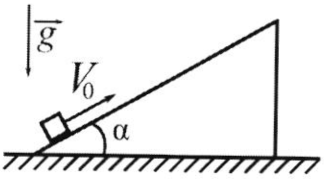
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ 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.

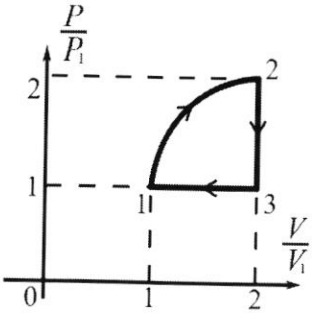
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

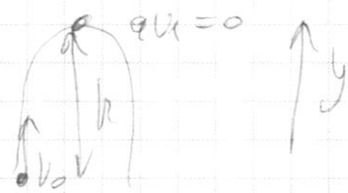
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



$m = 2кг$

$H = 65м$

$\tau = 10с$

$V_0 - ?$

$K - ?$

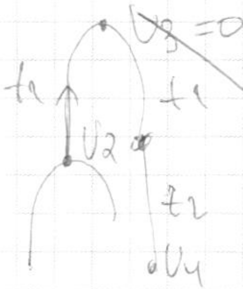
$$\frac{V_{1y}^2 - V_{0y}^2}{+2a_y} = S_y \qquad a_y = -g$$

$$\frac{-V_0^2}{-2g} = H \qquad V_0^2 = 2gH \qquad V_0^2 = 65м \cdot 2 \cdot 10м/с^2 = (10\sqrt{13})^2 м^2/с^2$$

$\sqrt{13} \approx 3{,}6$

$V_0 = 3{,}6 м/с \cdot 10 = 36 м/с$

$\tau = 10с$ — время определяется по самому долгому осколку полетевшему вверх.



V_4 — конечная скорость

$\tau = 2t_1 + t_2$ — где t_1 — время полета маленького осколка до $V_3 = 0$ и симметрией а t_2 это нагон от V_2 до V_4

$\tau = 2 \cdot \frac{V_2}{g} + t_1 + t_2$

$t_1 = \frac{V_2}{g}$

$$\frac{V_4^2 - V_2^2}{-2g} = -H \qquad V_4^2 = 2gH + V_2^2 \qquad V_4 = \sqrt{2gH + V_2^2}$$

$$\tau = 2 \cdot \frac{V_2}{g} + \frac{V_4 - V_2}{g}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

~~$\tau g = 2V_2 + V_4 - V_2$~~

~~$\tau g = V_2 + V_4$~~

$V_4 = \sqrt{2gH + V_2^2}$

~~$\tau g = V_2 + \sqrt{2gH + V_2^2}$~~

~~$\tau^2 g^2 = V_2^2 + 2V_2\sqrt{2gH + V_2^2} + 2gH + V_2^2$~~

~~$\tau^2 g^2$~~

→ Кинематическая формула вида $x_0 + V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} = S_x$

~~$H + V_1 t - \frac{g\tau^2}{2} = 0$~~

V_2 – скорость самого долгого осколка по лете вверх вертикально вверх

$H + V_2\tau - \frac{g\tau^2}{2} = 0$

$V_2 = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}$

$V_2 = 5\,м/с^2 \cdot 10с - \frac{65м}{10с} = 50\,м/с - 6{,}5\,м/с =$

$= 43{,}5\,м/с$

$V_2 = 43{,}5\,м/с$ => скорости всех осколков после взрыва

$V_1 = 43{,}5\,м/с$

$K = \sum \frac{m_i V_i^2}{2} =$ где $\sum m_i = m$ и V_{i} скорости осколков равны

$= \frac{m}{2} V_2^2 =$

$K = 1кг \cdot \frac{43{,}5^2 м^2/с^2}{2} = 1892{,}25\,Дж$

$\times \begin{array}{r} 43{,}5 \\ 43{,}5 \\ \hline 2175 \\ 1305 \\ 1740 \\ \hline 1892{,}25 \end{array}$

Ответ: $V_0 = 36\,м/с$; $K = 1892{,}25\,Дж$

№3

2 зн Ньютона $P_1 = ma$ $(a = \frac{v^2}{R})$

Дано:

$R = 1{,}2\,м$

$V_0 = 3{,}7\,м/с$

$m = 0{,}4\,кг$

$P - ?$

$P_1 = m \frac{v^2}{R}$

P_1 – горизонт. проекция

$P_1 = 0{,}4кг \cdot \frac{3{,}7^2 м^2/с^2}{1{,}2\,м} =$

$= \frac{3{,}7^2}{3} Н \approx 4{,}56\,Н \approx 4{,}5\,Н$

2) $\mu = 0{,}9$; $\alpha = \frac{\pi}{6}$; $V_{min} - ?$

☐ черновик ☑ чистовик Страница №2

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

$3,7^2$

$\times\, 3,7$
$\, 3,7$

259
111

13,69

$13,68 \,|\, 3$
12 $\quad$ 4,56
168

3)

$\vec{p} = \vec{p_1} + \vec{mg}$ т.к. Mg — компенсирует некоторой P_2

$p = \sqrt{p_1^2 + mg^2}$

$p = \sqrt{4,5н^2 + 4н^2} = \sqrt{36,25} \approx 6н$

$4,5^2$
$\times\, 4,5$
225
180

2025

$\times\, 6,05$
$\, 6,05$

3025
030
3630

36,6025

2)

2зн Ньютона на ось X

$$\begin{cases} N_1 + mg\sin\alpha = m\dfrac{U_{min}}{R_2} \\ \mu N_1 \cancel{>} mg\cos\alpha \end{cases}$$

— конструкция когда N_1 и $mg\sin\alpha$ сонаправлены не подходит

$$\begin{cases} N_1 - mg\sin\alpha = \dfrac{mU_{min}^2}{R_2} \\ \mu N_1 \geq mg\cos\alpha \end{cases}$$

(т.к. тело движется равномерно ⇒ $F_{тр} \leq F_{тр\,скольж}$)

Рассмотрим конструкцию — необходимо в точке B: минимизировать

$F_{тр} = mg\cos\alpha$

$$N_1 - mg\sin\alpha = \frac{mU_{min}^2}{R_2}$$

N_1 — min когда $\mu N_1 = mg\cos\alpha$ $\quad N_1 = \dfrac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$$\left(\frac{mg\cos\alpha}{\mu} - mg\sin\alpha\right) R_2 = mU_{min}^2$$

$$\left(\frac{g\cos\alpha}{\mu} - g\sin\alpha\right) R_2 = U_{min}^2$$

$R_2 = 2R_1$ ($\frac{R_1}{\sin\alpha}$ из прямоугольного треугольника)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sqrt{\left(\frac{g\cos\alpha}{\mu} - g\sin\alpha\right)\cdot 2R_1} = V_{min}$

$\sqrt{\left(\frac{9\cdot 10\frac{\sqrt{3}}{2}}{10} - 5\right)\cdot 2,4} = V_{min}$

$\sqrt{(4,5\cdot 1,7 - 5)\,2,4} = V_{min}$

$\sqrt{2,65\cdot 2,4} = V_{min}$

$V_{min} \approx 2,52$ м/с

Ответ: $P = 6$Н; $V_{min} \approx 2,52$ м/с

$4,5 \times 1,7 = 7,65$

$27 \times 27 = 729$

$2,65 \times 2,4 = 6,360$

$\sqrt{\left(\frac{g\cos\alpha}{\mu} - g\sin\alpha\right)\cdot \frac{R_1}{\cos\alpha}} = V_{min}$

$\sqrt{\frac{gR_1}{\mu} - gR_1 tg\alpha} = V_{min}$

$\sqrt{gR_1\left(\frac{10}{9}\right.}$

$\sqrt{10\text{ м/с}^2\cdot 1,2\text{ м}\left(\frac{10}{9} - \frac{10}{17}\right)} = V_{min}$

$\sqrt{12\text{ м}^2/\text{с}^2\left(\frac{170-90}{153}\right)} = V_{min}$

$\sqrt{4,\frac{80}{...}\text{ м}^2/\text{с}^2} = V_{min}$

$V_{min} \approx 2,4$ м/с

Ответ: $P = 6$Н; $V_{min} = 2,4$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№2

m (масса клина и шайбы)
$\alpha = 30^\circ$
$v_0 = 2$ м/с
$g = 10$ м/с^2

H - ?
V - ?

2 з-н Ньютона для шайбы

OX: $mg\sin\alpha = ma_x$

$g\sin\alpha = a_x$

т.к. движение происходит без отрыва => на ось OY ускорения одинаковы по модулю и по направлению => нам важно лишь перемещение по x

S - расстояние по x

S_x - перемещение по x $\quad S_x = -S$

~~$-V_0t + \frac{g\sin\alpha t^2}{2}$~~ $\quad V_{0x} = V_0$

$V_{kx} = 0$ т.к. $V_{отн} = 0$ будет

$$\frac{V_{kx}^2 - V_{0x}^2}{2a_x} = S_x \qquad a_x = g\sin\alpha$$

$$\frac{-V_0^2x}{2g\sin\alpha} = -S$$

$$\frac{V_0^2x}{2g\sin\alpha} = S \qquad \frac{H}{\sin\alpha} = S$$

$$\frac{V_0^2x}{2g\sin\alpha} = \frac{H}{\sin\alpha}$$

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \qquad H = \frac{4\text{ м}^2/\text{с}^2}{20\text{ м/с}^2} = \frac{1}{5}\text{м} = 0{,}2\text{ м}$$

Найдём момент времени t в который шайба вернется назад

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$m = 2m$
$H = 65м$
$\tau = 10c$

$V_0 - ?$

$$\frac{V_k^2 - V_0^2}{2a_y} = S_y$$

$a_y = -g$
$S_y = H$

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

$$2gH = V_0^2$$

$$\sqrt{65м \cdot 2 \cdot 10м/c^2} = V_0$$

$$\sqrt{1300 м^2/c^2} = V_0 \qquad 10\sqrt{13} м = V_0$$

$\sqrt{13} \approx 3,6$

$36 м/c = V_0$

$36 \times 36 = 216 + 108 = 1296$

$3,5 \times 3,5 = 175 + 105 = 12,25$

Если осколки падают в течении 36 с ⇒ Самый долгий осколок падает после стала где V_1 – скорость после взрыва

$0 = V_2$

$\tau = 10c$

$\tau = \frac{2V_1}{g} +$

t_1 – время до наивысшей точки у маленького осколка который полетел вверх.)

$$\frac{V_3^2 - V_1^2}{2a_{yx}} = S_x$$

$$t_1 = \frac{V_1}{g}$$

$$\frac{V_3^2 - V_1^2}{-2g} = -H$$

$$V_3^2 - V_1^2 = 2gH$$

$$V_3^2 = 2gH + V_1^2$$

$$V_3 = \sqrt{2gH + V_1^2}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Найдем ~~момент в~~

$-V_0t + \frac{g\sin\alpha t^2}{2} = 0$

$S_2 = 0$ S_2 – перемещение во втором случае когда шайба возращается

$2V_0 = g\sin\alpha t$

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

Найдем ускорения клина: 2 З-н Ньютона для клина

Oy шайба: $mg\cos\alpha - N = ma_y$

~~Ox клин~~:

Oz клин:  $N\sin\alpha = ma_z$

т.к

двигаемся без отрыва $a_z \cdot \sin\alpha = a_y$

$$\begin{cases} mg\cos\alpha - N = ma_y \\ N\sin\alpha = a_z \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} mg\cos\alpha \cdot \sin\alpha - N\sin\alpha = ma_z\sin\alpha^2 \\ N\sin\alpha = a_z \end{cases}$$

$a_z \cdot t = V$

$mg\cos\alpha\sin\alpha = ma_z(\sin\alpha^2 + 1)$

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

$a_z = \frac{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{4} + 1} = \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{5} = 2\sqrt{3}$

$a_z \approx 2 \cdot 1{,}7 \approx 3{,}4 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$

$V = a_z \cdot t = \frac{2V_0}{g\sin\alpha} \cdot \frac{g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2 + 1} = \frac{2V_0\cos\alpha}{\sin\alpha^2 + 1}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

~~$V = \frac{2V_0\cos\alpha}{\sin\alpha^2+1}$~~

~~$V = \frac{2\cdot 2\,м/с\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{4}+1} = \frac{8\cdot 2\,м/с\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{5} \approx 1{,}6\cdot 1{,}7\,м/с \approx$~~

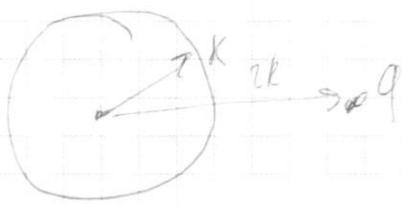
~~$16 \times 17 = 112,\ 16,\ 272$~~

~~$\approx 2{,}72\,м/с$~~

~~Ответ: $0{,}2\,м = H$, $V = 2{,}72\,м/с$.~~

N5.

1) $Q>0$; k; $2k$



2) q, k, $2k$

Поскольку заряд распределен равномерно, то можем считать, что нашу истинную сферу ~~шаром~~ можно взять как мат. точку =>

F_1; F_2 => $E\cdot q = F_1$ где $E = \frac{KQ}{2k}$

$F_1 = \frac{KQq}{2k}$

2)

Для каждой точки стержня которая находится ближе к сфере (центру) чем на $\frac{5}{2}k$ можем подобрать симметричную относительно O => где O - центр стержня => мы можем свести все к тому что у нас вместо стержня будет мат. точка O благодаря тому что проходит через центр и будет симметр.

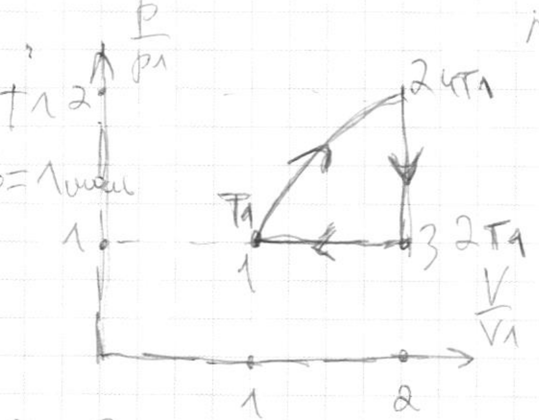
Задача сводится к тому чтобы посчитать F_2 действующую на заряд q

$E_1 \cdot q = F_2$ где $E_1 = \frac{KQ}{\frac{5}{2}R}$

(тут опять же при нахождении E_1 точно считать сферу мат точкой)

$\frac{2KQ}{5R} \cdot q = F_2$ $\qquad F_2 = \frac{2KQq}{5R}$

Ответ: $F_1 = \frac{KQq}{2R}$; $F_2 = \frac{2KQq}{5R}$



1) $Q = \Delta U + A_{12}$

$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + A_{12}$

A_{12} площадь под кривой 1,2 равная сектору + площадь под ним

~~A2~~ $\quad r_1 = V_1 \quad r_2 = p_1$

Q - ?

A - ?

η - ?

$A_{12} = \frac{\pi r_1 r_2}{4} + p_1 V_1$ = (площадь прямоугольника под четвертью окр)

$= \frac{\pi p_1 V_1}{4} + p_1 V_1 = \frac{\pi \nu R T_1}{4} + \nu R T_1$

Закон Менделеева Клапейрона для 1:

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

□ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$Q = \frac{3}{2}\nu R \cdot 3T_1 + \frac{\pi}{4}\nu RT_1 + \nu RT_1 = \frac{18\nu RT_1 + 4\nu RT_1 + \pi\nu RT_1}{4} =$$

$$= \frac{22\nu RT_1 + \pi\nu RT_1}{4} \approx \frac{25{,}10\nu RT_1}{4} \qquad Q = \frac{25{,}10\,RT_1}{4}$$

2) A равно площади цикла 1,2,3

$$A = \frac{\pi r_1 r_2}{4} = \frac{\pi \cdot p_1 V_1}{4} = \quad \text{т.к. } p_1 = r_2 \quad V_1 = r_1$$

$$= \frac{\pi}{4}\nu RT_1 \qquad A = \frac{\pi}{4}RT_1$$

$$Q_н = Q$$

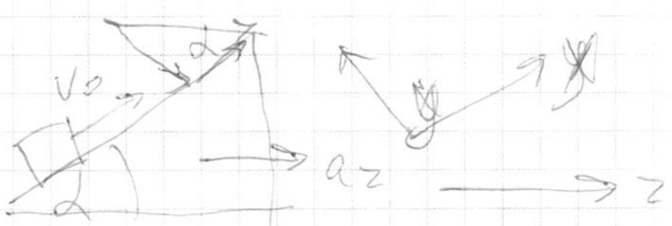
$$\eta = \frac{A}{Q_н} = \frac{\frac{\pi}{4}\nu RT_1}{\frac{25{,}10\nu RT_1}{4}} = \frac{\pi}{25{,}10} = \frac{3{,}14}{25{,}10} \approx 0{,}12$$

$$\eta \approx 12\%$$

$$\begin{array}{r|l} 3140 & 2510 \\ \hline -2510 & 0{,}12 \\ 6300 & \\ -5020 & \end{array}$$

Ответ: $Q = \frac{25{,}10\,RT_1}{4}$; $A = \frac{3{,}14}{4}RT_1$; $\eta = 12\%$

№2.



Дано: $\alpha = 30$
$V_0 = 2\,м/с$
Найти: H - ?
V - ?

ускорения клина и шайбы на y равны,
найдем a относительно шайбы
$a_{шайбы} = a_г \sin\alpha$
т.к. без отрыва

$$\begin{cases} mg\cos\alpha - N = ma_г \sin\alpha \\ N\sin\alpha = ma_г \end{cases}$$

$$mg\cos\alpha \sin\alpha = ma_г(\sin\alpha^2 + 1)$$

$$\frac{g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_2$$

а отн будет определяться на поверхности клина т.к на оси y ускорение равно

$$\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{перенос}$$

Ось x:

$a_{абс_x} = g\sin\alpha$

$$g\sin\alpha - \frac{g\cos\alpha^2 \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_{отн}$$

$a_{перенос\,x} = a_2\cos\alpha$

$$\frac{g\sin\alpha^3 - g\cos\alpha^2 \cdot \sin\alpha + g\sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_{отн}$$

$$\frac{\frac{g}{8} - \frac{3g}{8} + \frac{g}{2}}{\frac{1}{4}\cancel{\sin\alpha^2}+1} = a_{отн}$$

$$\frac{\frac{g}{2} - \frac{3g}{2} + 2g}{5} = a_{отн}$$

$$\frac{g}{5} = a_{отн} \Rightarrow \cancel{V_k^2 - V_{0}^2} \quad 2\, V_k$$

$a_{отн} \cdot \sin\alpha = a_{отн\,x}$

$\uparrow x$ – ось вертикальна

$a_{отн}$ на ось x

$a_{отн\,x} = \frac{g}{10}$

$$\frac{V_k^2 - V_0^2\sin\alpha^2}{-2 \cdot a_{отн\,x}} = H$$

$$H = \frac{1}{2}\,м$$

$$\frac{V_0^2 \cdot \sin\alpha^2}{2 \cdot \frac{g}{10}} = H$$

$$\frac{5V_0^2\sin\alpha^2}{g} = H$$

$$\frac{\frac{5}{4} \cdot 4}{10} = H$$

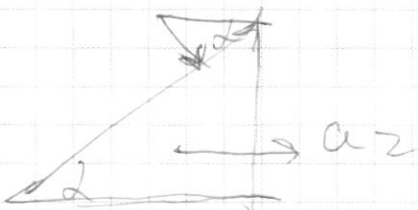
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{v_0^2}{2g\sin\alpha}$$

$$\frac{g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_2$$



$$g\sin\alpha - \frac{g\cos\alpha^2 \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_{отн}$$

$$\frac{g\sin\alpha^3 + g\sin\alpha - g\cos\alpha^2 \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} = a_{отн}$$

$$\frac{g}{8} + \frac{g}{2} - \frac{3g}{8}$$

$$\boxed{\frac{2g}{8}} \qquad \frac{g}{4} = a_{отн}$$

$$\frac{v_0^2}{\frac{g}{4}} = S \qquad \frac{v_0^2}{\frac{g}{4}} = \frac{h}{\sin\alpha}$$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{V_{0k}t - \frac{g}{20}t^2 = 0}$ $\quad \frac{20V_{0k}}{g} = t$

$\cancel{V_{0k} = \frac{g}{20}t}$

$t = \frac{20V_0}{g}$ - время пока за потолок высота держит

$\frac{g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} \cdot \frac{10V_0}{g} = a_\tau \cdot t = V$

$\frac{4 \cdot 10 \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 8V_0}{8} = V = 10\sqrt{3}$ м/с ≈ 17 м/с

Ответ: $H = \frac{1}{2}$ м; $V = 17$ м/с

$V_{0k}t - \frac{a_{отн}t^2}{2} = 0$

$\frac{2V_{0k}}{a_{отн}} = t \qquad \frac{10V_0}{g} = t$ - время подлета и скачка шайбы

$\cancel{g\cos\alpha}$ $a_\tau \cdot t = V$

$\frac{g\cos\alpha \sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} \cdot \frac{10V_0}{g} = V$

$V = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 10 \cdot 2 \cdot 4}{5} = 4\sqrt{3} \approx 6$ м/с

Ответ: $H = \frac{1}{2}$ м; $V = 6$ м/с.

☐ 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

$v_0^2 \sin\alpha^2$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{9}{10}$

$\frac{10}{49} =$

$\frac{8}{9} = h$

$\boxed{\frac{1}{2}}$

$\cancel{t}\ 1$

$\frac{10 v_0}{9} \cdot \frac{g\cos\alpha \sin\alpha}{\sin\alpha^2 + 1} =$

$\frac{v_0}{2} t - \frac{g}{20} t^2 = 0$

$\frac{20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{5}{4}} =$

$\boxed{4\sqrt{3}}$

$v_0 t - \frac{g}{10} t = 0$

$\boxed{\frac{10 v_0}{9} = t}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

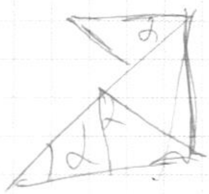
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{v_0^2}{2g\sin\alpha} = S \qquad \frac{h}{\sin\alpha} = S$$

$$\frac{v_0^2}{2g\sin\alpha} = \frac{h}{\sin\alpha} \qquad \frac{v_0^2}{2g} = h$$

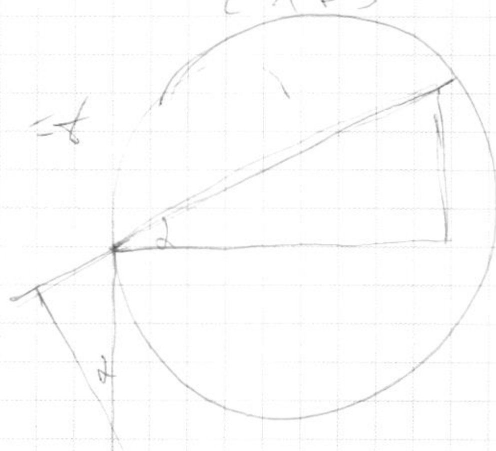
$$\frac{gt}{2} \quad \frac{h}{t}$$

$$\frac{4}{2\cdot 10} \qquad h + v_2 t - \frac{gt^2}{2} = 0 \qquad 50 - 6{,}5 = \boxed{43{,}5}$$



$$v_0 t - \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2} = 0$$

$$v_0 = \frac{g\sin\alpha\, t}{2} \qquad \frac{2v_0}{g\sin\alpha} = t$$



$$mg\cos\alpha - N = ma_z\sin\alpha$$

$$N\sin\alpha = a_z$$

$$mg\cos\alpha\sin\alpha - N\sin\alpha = ma_z\sin\alpha^2$$

$$mg\cos\alpha\sin\alpha$$

$$(\sin\alpha^2 + 1) \qquad \boxed{1}$$

$$\frac{g\cos\alpha\sin\alpha}{\sin\alpha^2+1}, \quad \frac{2v_0}{g\sin\alpha}, \quad \frac{4\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{1+\frac{1}{4}} \quad \frac{8\sqrt{3}}{5}$$

$$1{,}6 \cdot 1{,}7 \qquad \boxed{2}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\boxed{1}$ + $\boxed{4}$

$0 - \frac{v_0^2}{2g} = h$

$2gh = v_0^2$

1

~~$130 \cdot 10 = 3{,}6 \cdot 10$~~

$\boxed{1300 = 3{,}6 \text{ м/с}}$

$h + v_2 t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$h + v_2 t - \frac{gt^2}{2} = 0$

$v_2 = \frac{gt}{2} - v_2$

$v_2 = -\frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2}$

$v_2 = 5 \cdot 10 - \frac{65}{10} = 43{,}5 \text{ м/с}$

$43{,}5^2 =$

$\boxed{50 - 6{,}5}$

2 1.1 +

```
   12              12
   43,5            43,5
 × 43,5          × 43,5
 ------          ------
  12175            2175
  1305            1305
 1740            1740
 ------          ------
 190225          189225
```

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

$2gh \quad \sqrt{1300} \quad 10\sqrt{13} = 36 \text{ м/с}$

$N\sin\alpha = a_2 m$

$mg\cos\alpha - N = a_2 \sin\alpha$

$mg\cos\alpha \sin\alpha = (\sin\alpha^2 + 1) a_2 m$

$\frac{g\cos\alpha\sin\alpha}{\sin\alpha^2+1} \cdot \frac{2V_0}{g\sin\alpha}$ $\boxed{\frac{2V_0\cos\alpha}{\sin\alpha^2+1}} = t$

$V_0 t - \frac{g\sin\alpha t^2}{2} = 0$

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

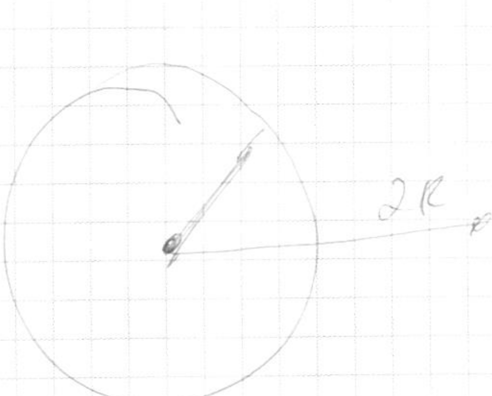
$\frac{2V_0}{g\sin\alpha} = t$

$\boxed{2}+$ $\boxed{1}+$

$\frac{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{4}+1}$ $\frac{8\sqrt{3}}{5}$

$\boxed{1{,}6 \cdot 1{,}7}$

$\boxed{4}+$



$\frac{kqq}{2R}$

$\frac{kQq}{\frac{5}{2}R}$

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cancel{V_0 t - \frac{g\sin\alpha t^2}{2}} = \cancel{S}$$

$$\begin{cases} \mu N_1 \geq mg\cos\alpha \\ N_1 - mg\sin\alpha = \frac{m V_{min}^2}{R} \end{cases}$$

$$\frac{V_k^2 - V_0^2}{2g\sin\alpha} = S$$

$$\frac{k}{\sin\alpha} R\left(\frac{mg\cos\alpha}{\mu} - mg\sin\alpha\right)$$

$$\frac{V_0^2}{2g\sin\alpha} = \frac{k}{\sin\alpha}$$

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

$$\frac{k_1}{\cos\alpha}\left(\frac{mg\cos\alpha}{\mu} - mg\frac{\sin\alpha}{\cancel{k}}\right) = V_{min}^2$$

$$\boxed{\frac{V_0^2}{2S} = k}$$

$V_0 t$

$$V_0 \cdot \frac{V_0}{g\sin\alpha} - \frac{g\sin\alpha \cdot V_0^2}{2g^2\sin\alpha^2}$$

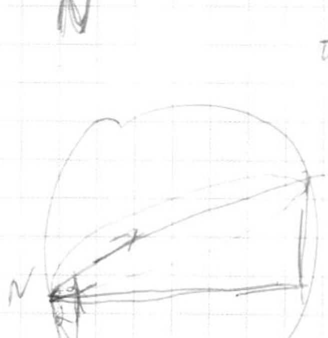
$$\times \frac{2,4}{2,4}$$

$$\frac{V_0^2}{2g\sin\alpha} = \frac{k}{\sin\alpha}$$

$$\boxed{\frac{V_0^2}{2S} = k}$$

N

$$\frac{gk_1}{\mu} - gk_1 tg\alpha$$



$$12\left(\frac{10}{9} - \frac{10}{17}\right)$$

$$12 \cdot 10\left(\frac{17-9}{153}\right)$$

$$\approx \frac{8}{153} \cdot 12 \approx 6$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

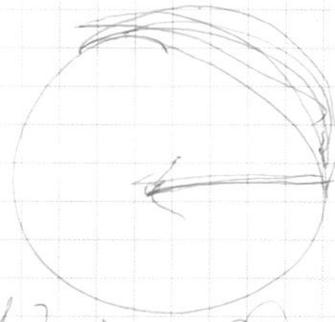
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$R_2 \left(\frac{mg\cos\alpha}{\mu} - mg\sin\alpha \right) = \alpha v_{min}^2$

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

$\approx 4{,}5$

$\frac{gk}{\mu} - g\,tg\alpha\, k$



$17 \times 9 = 153$

$\frac{10}{9} \cdot 10 \cdot 1{,}2 - \frac{12}{\sqrt{3}}$

2 +

$12 \times 3{,}7 = 84 + 36 = 44{,}4$

$12 \left(\frac{10}{9} - \frac{10}{17} \right)$ 4

$12 \left(\frac{170 - 90}{6} \right)$

$4{,}5^2 + 4^2$

$\frac{v^2}{R} = p_1$

$12 \left(\frac{80}{153} \right)$ 0,4

$1{,}2 \cdot 3{,}7$

$12 \cdot \frac{8}{15}$

$4 \cdot \frac{8}{5}$

$\frac{32}{5}$

$32 \,|\, 5 = 6{,}04$

$\sqrt{4{,}5^2 + 4^2} \sim 6{,}5^2$

24

$4{,}5 \times 4{,}5 = 225$

1) $m\frac{v^2}{R} = p_1$

$\frac{3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7}{3}$ $20{,}25$

$3{,}7 \times 3{,}7 = 259 + 111 = 1369$

$13{,}68 \,|\, 3 = 4{,}56$
-12
168

$4{,}5$

$4{,}5^2 + 6^2$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

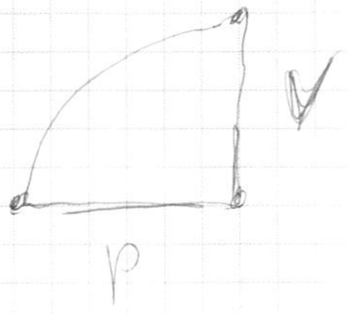
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{\pi p v}{4}$

$\frac{\pi \nu R T_1}{4} = A$

$\frac{25{,}14 \nu R T_1}{4} \approx Q$

$\frac{3}{2} \cdot 3\nu R T_1 + \frac{\pi \nu R T_1}{4} + \nu R T_1$

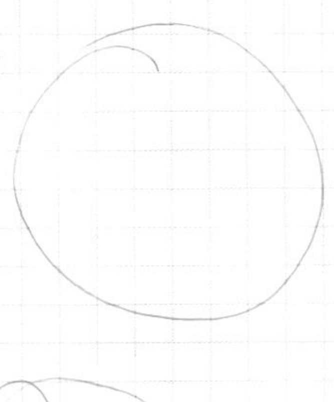
$\frac{18 + 4 + \pi \nu R T_1}{4} = \frac{22 + \nu R T_1 \pi}{4}$

$\boxed{12\%}$

2) $\frac{3{,}14 \pi \nu R T_1}{4} = A$

30 | 25
25 | 0,12
50

Q !



$\frac{kQ}{2R} = E$

$\frac{kQq}{2R}$

$\frac{kQq}{\frac{5}{2}R}$, $\frac{2kQq}{5R}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)