Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

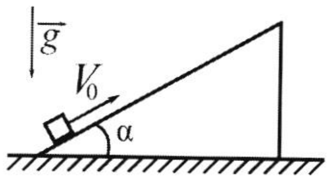
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

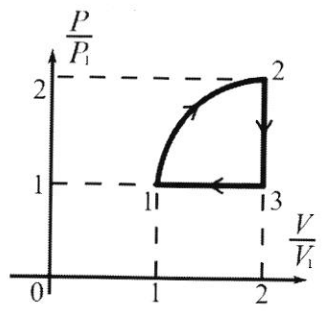
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1{,}2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3{,}7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0{,}4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления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

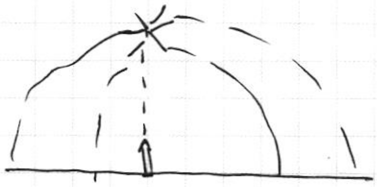
Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

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.

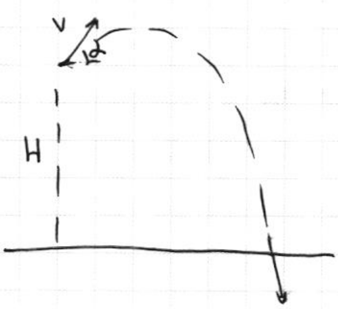


1) Для движ. целого фейерверка:

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} + 0 = 0 + mgH$ (в верхн. точке траект. скор. 0)

$v_0 = \sqrt{2gH} = 10\sqrt{13} \approx 36$ м/с

2) Для какого-то осколка:



$v_y t - \frac{gt^2}{2} = -H$

$\frac{g}{2}t^2 - v_y t - H = 0$

$t = \frac{v_y + \sqrt{v_y^2 + 2gH}}{g} = \frac{v\sin\alpha + \sqrt{v^2\sin^2\alpha + 2gH}}{g}$

(отриц. корень не подход.)

$t \to max$ при $\sin\alpha \to max$ (ост. велич. const), тогда t_{max} достиг. при $\sin\alpha = 1$, $v_y = v$

$t \to min$ при $\sin\alpha \to min$, тогда t_{min} достиг. при $\sin\alpha = -1$, $v_y = -v$

$t_{min} + \tau = t_{max}$ из усл.

$\frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} + \tau = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$

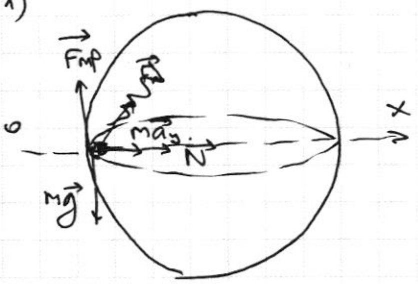
$\tau = 2\frac{v}{g} \Rightarrow v = \frac{g\tau}{2} = 50$ м/с

$K_{сум} = \sum \Delta E_к = \sum_{i=1}^{N} \frac{\Delta m_i v^2}{2} = \frac{v^2}{2}\sum_{i=1}^{N} \Delta m_i = \frac{mv^2}{2} = 2{,}5$ кДж

Ответ: $v_0 = 36$ м/с, $K = 2{,}5$ кДж

Задача №3.

1)



По II з. Ньютона в проекции на Ox:

~~$m\vec{a}_y = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр}$~~

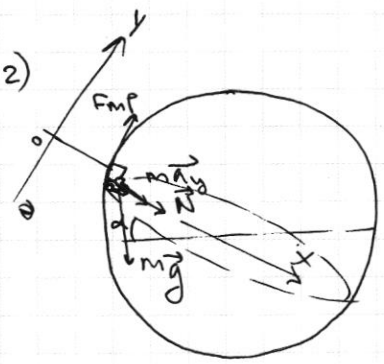
$ma_y = N$

$a_y = \frac{V_0^2}{R}$

$N = m\frac{V_0^2}{R} \approx 4{,}56$ Н

По III з. Ньютона $N = P = 4{,}56$ Н

2)



По II з. Ньютона в проекции на Ox и Oy:

$F_{тр} = mg\cos\alpha$

$ma_y = N + mg\sin\alpha$

$a_y = \frac{V_{min}^2}{R}$

$F_{тр} \leq \mu N$

$N = m\frac{V_{min}^2}{R} - mg\sin\alpha$

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

$g(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) \leq \frac{V_{min}^2}{R}$

$V_{min} \geq \sqrt{gR(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)}$

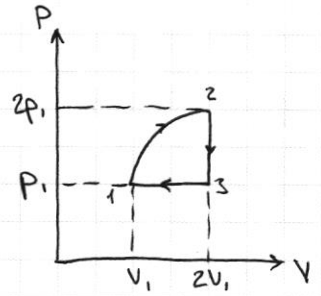
V_{min} достиг. при $V_{min} = \sqrt{gR(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)} \approx 4$ м/с

Ответ: $P = 4{,}56$ Н, $V_{min} = 4$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.



1) $Q = \Delta U + A$ (по 1 началу ТД)

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(2p_1 \cdot 2V_1 - p_1 \cdot V_1) = \frac{9}{2}p_1V_1 = \frac{9}{2}\nu RT_1$

$A \equiv S_{\text{под граф}} = p_1V_1 + \frac{\pi p_1 V_1}{4} = p_1V_1\left(1+\frac{\pi}{4}\right) = \nu RT_1\left(1+\frac{\pi}{4}\right)$

$Q = \Delta U + A = \nu RT_1\left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right) = \cancel{52T_1}\ 6{,}25RT_1$

2) $A_ц \equiv S_{123} = \frac{\pi}{4}\cdot p_1V_1 = 0{,}75\,p_1V_1 = 0{,}75\,\nu RT_1 = \cancel{6{,}2T_1}\ 0{,}75RT_1$

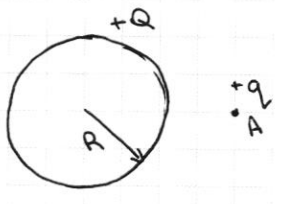
3) $\eta = \frac{A_ц}{Q_+} = \frac{A_ц}{Q_{12}} = \cancel{\frac{6{,}2T_1}{52T_1} = \frac{62}{520} = 12\%}\ \ \frac{0{,}75RT_1}{6{,}25RT_1} = 12\%$

~~Ответ: $Q = 52T_1$, $A_ц = 6{,}2T_1$, $\eta = 12\%$~~

Ответ: $Q = 6{,}25RT_1$, $A_ц = 0{,}75RT_1$, $\eta = 12\%$

Задача №5.

1)



Напр. поля в т. A по теор. Гаусса:

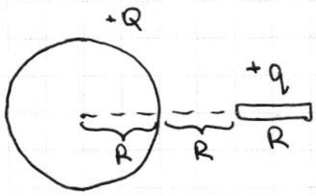
$\frac{Q}{\varepsilon_0} = \oint E\,dS = E\cdot 4\pi r^2$

$E = \frac{kQ}{r^2}$, где $r = 2R$

$E_A = \frac{kQ}{4R^2}$

$F_1 = Eq = \frac{kQq}{4R^2}$

2)



$E = \frac{kQ}{r^2}$ (по пред. доказ.)

$dF = dq \cdot E(r) = dq \cdot \frac{kQ}{r^2}$

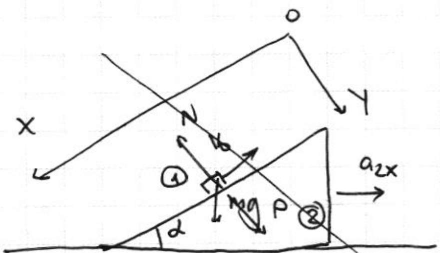
$dq = \rho dr$, где ρ – линейная плотн. заряда, распред. по стержню. Т.к. он заряж. однородно, $\rho = const = \frac{q}{R}$

$F = \int dF = \int_{2R}^{3R} dq(dr) \frac{kQ}{r^2} = kQ\rho \int_{2R}^{3R} \frac{dr}{r^2} = \cancel{kQq}\ kQ\rho \left(-\frac{1}{r}\right)\Big|_{2R}^{3R} =$

$= kQ \cdot \frac{q}{R}\left(-\frac{1}{3R} + \frac{1}{2R}\right) = \frac{kQq}{R^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) = \frac{kQq}{6R^2}$

Ответ: $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$, $F_2 = \frac{kQq}{6R^2}$

Задача №2.



По II з. Ньютона в проекц. на Ox и Oy:

① $ma_{1x} = mg\sin\alpha$

$ma_{1y} = mg\cos\alpha - N$

② $ma_{2x} = \cancel{N}\ P\sin\alpha$

$P = N$ по III з. Ньютона

$a_{1y} = a_{2x}\sin\alpha$ по усл. кинемат. связи

$a_{1x} = g\sin\alpha$

$a_{2x} = \frac{P}{m}\sin\alpha$, $a_{2x}\sin\alpha = \frac{P}{m}\sin^2\alpha$

$P = N = mg\cos\alpha - ma_{1y}$

$a_{2x}\sin\alpha = (g\cos\alpha - \cancel{m}\ a_{1y})\sin^2\alpha = a_{1y}$

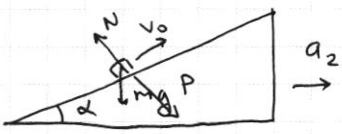
$g\cos\alpha\sin^2\alpha = (1 + \sin^2\alpha)\, a_{1y}$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №2.



Разделим движ. клина на 2 части: когда шайба скользит вверх и когда она скользит вниз.

1) По II з. Ньютона:

$ma_{1y} = mg - N\cos\alpha$

$ma_{1x} = N\sin\alpha$

$ma_2 = P\sin\alpha$

$P = N$ по III з. Ньютона

$-a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha = a_2\sin\alpha$ по усл. кинем. связи

Решая сист., получаем:

$a_{1y} = g\dfrac{2\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$ $\qquad a_2 = g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

Шайба достигнет наивысшей точки при $V_y = 0$

$H = \dfrac{V_0^2\sin^2\alpha - V_y^2}{2a_{1y}} = \dfrac{V_0^2}{2g}\cdot\dfrac{\cancel{\sin^2\alpha}(1+\sin^2\alpha)}{2\cancel{\sin^2\alpha}} = \dfrac{V_0^2}{4g}\left(1+\sin^2\alpha\right) = 0{,}125\text{ м} =$

$12{,}5$ см

2) Когда шайба скользит вниз, её ускор. равно g и напр. вертик. вниз

Тогда $a_2'\sin\alpha = g\cos\alpha$ (кинем. св.) $\Rightarrow a_2' = g\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

$\dfrac{gt_2^2}{2} = H \Rightarrow t_2 = \sqrt{\dfrac{2H}{g}} = \dfrac{V_0}{g}\sqrt{\dfrac{1+\sin^2\alpha}{2}}$

$$V_2 = V_{02} + a_2' t_2 = a_2 t_1 + a_2' t_2 = a_2 \cdot \frac{2H}{V_0 \sin\alpha} + a_2' t_2 = g \frac{\cos\alpha \sin\alpha}{\cancel{1+\sin^2\alpha}} \cdot \frac{V_0}{2g} \left(\frac{\cancel{1+\sin^2\alpha}}{\sin\alpha} \right) +$$

$$+ g \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \cdot \frac{V_0}{g} \sqrt{\frac{1+\sin^2\alpha}{2}} = \frac{V_0 \cos\alpha}{2} + V_0 \cos\alpha \sqrt{\frac{1+\sin^2\alpha}{2\sin^2\alpha}} = V_0 \cos\alpha \left(\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{5}{2}} \right) \approx 3{,}6 \text{ м/с}$$

Ответ: $H = 12{,}5$ см, $V_2 = 3{,}6$ м/с

$\leftarrow$

$ma_{1y} = mg - N\cos\alpha \qquad ma_{1x} = N\sin\alpha$

$ma_{2x} = N\sin\alpha$

$a_{2x}\sin\alpha = a_{1y}\cos\alpha - a_{1x}\sin\alpha$

$a_{2x} = g\dfrac{\sin\alpha\cos\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

$\dfrac{N}{m}\sin^2\alpha = g\cos\alpha - \dfrac{N}{m}\cos^2\alpha - \dfrac{N}{m}\sin^2\alpha$

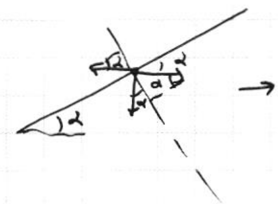
$t_1 = \dfrac{V_0\sin\alpha}{g\dfrac{2\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}} = \dfrac{V_0}{g}\dfrac{1+\sin^2\alpha}{2\sin\alpha}$

$\dfrac{N}{m}(1+\sin^2\alpha) = g\cos\alpha$

$V_0\cos\alpha - a_{1x}t_1 = V_0\cos\alpha -$

$N = mg\dfrac{\cos\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

$-g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{\cancel{1+\sin^2\alpha}}\cdot\dfrac{V_0}{\cancel{g}}\dfrac{\cancel{1+\sin^2\alpha}}{2\cancel{\sin\alpha}}$



$V_0\cos\alpha -$

$\dfrac{V_0\cos\alpha}{2} \qquad \dfrac{1+\sin^2\alpha - 1 + \sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

$a_{1y} = g - g\dfrac{\cos^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

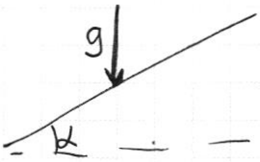
$g - g\dfrac{1-\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

$\dfrac{V_0\cos\alpha}{2} \qquad \dfrac{2\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

$a_2 = g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+}$

$V_0\sin\alpha\cancel{t} - \dfrac{a_{1y}t^{\cancel{2}}}{2} = 0$

a_{1y}



$\cancel{2}V_0\cancel{\sin\alpha} = g\dfrac{\cancel{2}\sin^{\cancel{2}}\alpha}{1+\sin^2\alpha}t$

$\dfrac{\cancel{4}}{4\cdot\cancel{10}}\cdot\dfrac{5}{\cancel{4}}$ 2

$\dfrac{1}{2}+\sqrt{\dfrac{5\cdot\cancel{4}}{\cancel{4}\cdot 2\cdot 1}}$

$t = \dfrac{V_0}{g}\left(\dfrac{1+\sin^2\alpha}{\sin\alpha}\right)$

$\dfrac{1}{2}+\sqrt{\dfrac{5}{2}}$

a

36 × 36 = 216, 108, 1296

$\dfrac{V_0\sin\alpha}{2}t_1 = 4$

$V_0^2\sin\alpha$

$V_2 = a_{2x}t = \cancel{g}\dfrac{\cancel{\sin\alpha}\cos\alpha}{\cancel{1+\sin^2\alpha}}\cdot\dfrac{V_0}{\cancel{g}}\cdot\dfrac{\cancel{1+\sin^2\alpha}}{\cancel{\sin\alpha}}$

$\approx 2{,}7$

$2 < \sqrt{7{,}15} < 3$

$\cancel{2}\cdot\dfrac{\sqrt3}{\cancel{2}}\cdot\dfrac{1}{2} + \cancel{2}\cdot\dfrac{\sqrt3}{\cancel{2}}\cdot\dfrac{\sqrt5}{\sqrt2}$

1,74 × 2 = 3,48

$\sqrt{\dfrac{2V_0^2}{g\cdot 4g}(1+\sin^2\alpha)}$

$\dfrac{\sqrt3}{2}+\dfrac{\sqrt{15}}{2}$

$a_{1x} = \boxed{g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}}$

$\dfrac{\cancel{4}}{4\cdot\cancel{10}}\cdot\dfrac{5}{\cancel{4}}$ 2

$1+\sin^2\alpha -$

$\dfrac{1}{8}$

1,74 : 2 = 0,87; + 2,7 = 3,57

$\dfrac{V_0}{g}$

$a_{1y} = g\dfrac{2\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}$

N

$\dfrac{\dfrac{V_0^2}{2g}(1+\sin^2\alpha)}{V_0\sin\alpha}$

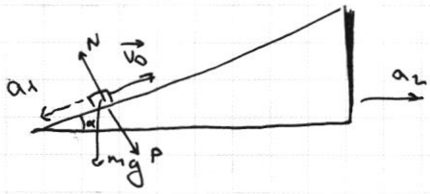
$V_0\cos\alpha - \cancel{g}\ a_{1x}t = V_0\cos\alpha - g\dfrac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}\cdot\dfrac{V_0}{\cancel{g}}\cdot\dfrac{2}{\sin\alpha+\dfrac{\cos^2\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}}$

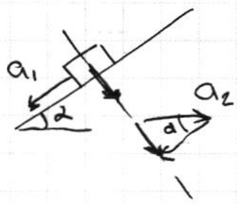
2,6 × 2,6 = 156, 52, 6,76

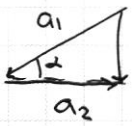
$V_0\left(\cos\alpha - \dfrac{2\cancel{\sin\alpha}\cos\alpha}{2\cancel{\sin\alpha}}\right) = 0$

2,8 × 2,8 = 224, 56, 7,84

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА







$\frac{1}{4} + \frac{\frac{1}{4}\cdot\frac{3}{4}}{4+\frac{1}{4}} =$

$\frac{3}{5}$

0,25 0,6

0,85

$a_{1y} = a_2 \sin\alpha = \frac{P}{m}\sin\alpha$

$a_{1x} = g\sin\alpha$

$\frac{\sqrt{3}}{0{,}85\cdot 2{,}5}$

$m \quad ma_{1y} = mg\cos\alpha - P$

$P = m(g\cos\alpha - a_{1y})$

$0{,}85 \times 2{,}5 = 425 + 170 = 2{,}125$

$(g\cos\alpha - a_{1y})\sin\alpha = a_{1y}$

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

$g\cos\alpha = a_{1y}(1+\sin\alpha)$ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ $\frac{3}{4}$

$a_{1y} = g\,\frac{\cos\alpha}{1+\sin\alpha}$

3m

$V_0\sin\alpha\, t - a_{1x}\sin\alpha t$

$\frac{4m}{2} < \frac{6m}{2}$

$V_0\sin\alpha = (a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)t$

$\frac{4}{10}\left(\frac{1}{2} - \frac{3\cdot 4}{8\cdot 5}\right)$

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

$0{,}4(0{,}5 - 0{,}3)$ $\frac{3}{10}$

0,2

$t = \frac{V_0\sin\alpha}{g\left(\sin^2\alpha + \frac{\cos^2\alpha}{1+\sin\alpha}\right)}$ =

$\frac{1{,}73}{2{,}125}$

$17300 : 2125 = 0{,}81$; 17000; 3000

$2V_0\sin\alpha = gt\left(\sin^2\alpha + \frac{\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\right)$

$\frac{N}{m} = g\cos\alpha$

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

$\boxed{N = mg\cos\alpha}$

$ma_{1y} = mg - N\cos\alpha$

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

$V_2 = g\,\frac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}\cdot\frac{V_0}{g}\cdot\frac{2}{\sin\alpha + \frac{\sin\alpha\cos^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}}$

$N\sin\alpha = ma_{2x}$

$\frac{2\cos\alpha\sin\alpha}{\cancel{\sin\alpha + \sin\alpha}(\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)}$ 1

$a_{1y}\cos\alpha = a_{2x}\sin\alpha$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

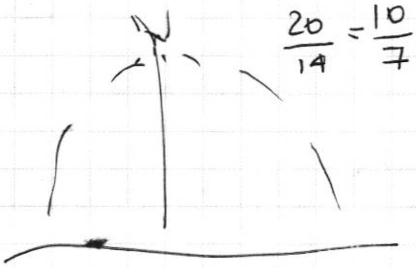
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{2}{1,4}$ 1,4 $\frac{20}{14}=\frac{10}{7}$

$t_{пол}=$ $50 \times 13 = 650$ $650=\frac{V^2}{2}$



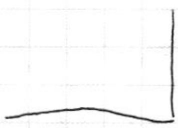
$\frac{mV_0^2}{2}=\frac{2mV^2}{2}$

$10\sqrt{13}$

$V=\frac{V_0}{\sqrt2}$ $\frac{100\cdot 13}{2}$

$-H=V_y t_{пол} - \frac{gt^2}{2}$ $\frac{g}{2}t^2 - V_y t - H = 0$

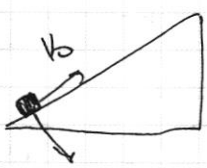
$t=\frac{V_y \pm \sqrt{V_y^2+2gH}}{g}$ $1{,}25 \times 1{,}7$ $1{,}70 \times 1{,}25 = 850,\ 340,\ 170,\ 2{,}1250$



$V_y = V\sin\alpha$

$t_{max} \Rightarrow \sin\alpha = 1 \quad (\alpha' = 0^\circ)$

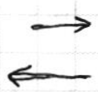
$t_{min} \Rightarrow$ $\frac{1}{2}+\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{5}$ $\frac{2}{1,7}$ 2,125



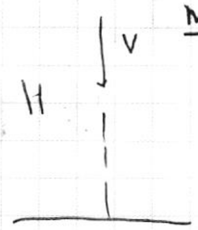
2. $\sqrt3$ $\frac{\sqrt3}{2}$ $\frac{3}{4}$ 0,8 $\frac{3}{10}$ $\frac{2}{0,8}$ $\frac{4}{4\cdot 10\cdot\frac14}$ $\left(\cdot\frac{5}{4}\right.$

1,7 $\sqrt{130\cdot 10}=$

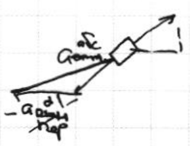
$\sin\alpha + \sin^3\alpha + \cos^2\alpha\sin\alpha$
$\sin\alpha(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha)$ 1



$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{8m\cdot\frac34 V_0^2}{2}$ $3<\sqrt{13}<4$



$\frac12 < \frac34$



$3{,}5 \times 3{,}5 = 175,\ 105,\ 12{,}25$ $3{,}6\times 3{,}6 = 216,\ 108,\ 12{,}96$

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

$g\sin\alpha + g\sin\alpha\cos^2\alpha = g\sin\alpha(1+\cos^2\alpha)$ $Vt+\frac{gt^2}{2}=H$

$a_{пр}=g\sin\alpha\cos\alpha$ $t=\frac{-V+\sqrt{V^2+2gH}}{g}$ $\frac{mV_0^2}{2}=\frac{mV^2}{2}+C$

$V_0\sin\alpha = (a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)t$ $V=\frac{V_0}{\sqrt2}$

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

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

~~масса клина~~

$$\frac{8{,}31}{4} = 2{,}0775$$

$$1{,}74 \cdot 6 = 10{,}44 \quad 10{,}44 + 5{,}40 = 15{,}84$$

$$6{,}25 \cdot 8{,}31 = 51{,}9375$$

$$0{,}75 \cdot 8{,}31$$

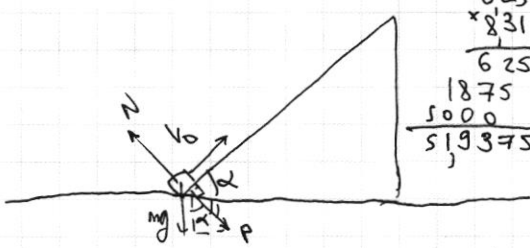
$$1{,}73 \cdot 1{,}73 = 2{,}9929$$

$$\frac{kq\,dq}{r^2}$$

$$\sqrt{15{,}84} = 4$$

$$F = \int dF =$$

$$dq = \rho \quad \rho\, dV$$



$$\frac{3}{6} - \frac{2}{6}$$

$$5{,}50 + 0{,}75 = 6{,}25$$

$$ma = mg\sin\alpha$$

$$N = mg\cos\alpha \qquad F(b) - F(a)$$

$$3{,}9 \cdot 3{,}9 = 15{,}21$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} \qquad a = g\sin\alpha$$

$$n = -2$$

$$m a_{кл} = P\sin\alpha = mg\cos\alpha\sin\alpha$$

$$1{,}74 \cdot 1{,}74 = 3{,}0276$$

$$\frac{x^{-1}}{-1} \qquad \int \frac{dr}{r^2} =$$

$$a_{кл} = g\cos\alpha\sin\alpha$$

$$0{,}4 \cdot \frac{3{,}7 \cdot 3{,}7}{1{,}2} \quad 3$$

$$a_{отн} = a_{абс} - a_{пер}$$

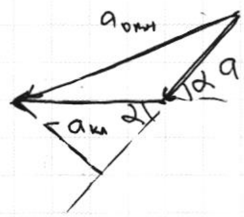
$$-\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} \qquad -\frac{1}{3R} + \frac{1}{2R}$$

$$1{,}75 \cdot 1{,}75 = 3{,}0625$$

$$3{,}7 \cdot 3{,}7 = 13{,}69$$

$$\frac{13{,}69}{3} = 4{,}56333$$

$$\frac{-1}{x}$$



$$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot 4\pi r^2 \qquad \frac{13{,}69}{3}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\boxed{4{,}56}$$

$$a_{отн\,x} = a_{абс} + a_{кл}\cos\alpha \qquad \xrightarrow{\quad a_{кл} \quad}$$

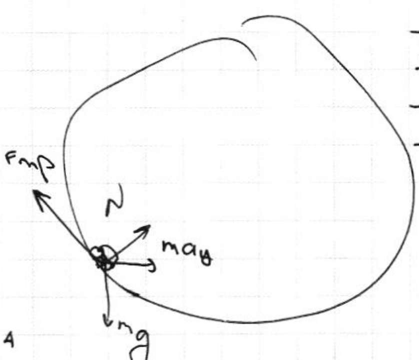
$$3p_1V_1$$

$$\frac{6{,}2}{52} = 0{,}119$$

$$t = \frac{V_0}{a_{отн}} =$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\left(4p_1V_1 - p_1V_1\right) = \frac{9}{2}p_1V_1$$

$$\frac{\pi R^2}{4} = \pi \qquad \frac{\pi}{4} = \frac{3}{4}$$



$$V_1 \cdot p_1$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} + 0{,}9 \cdot \frac{1}{2} \qquad \frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

$$1{,}76 \cdot 1{,}76 = 3{,}0976$$

$$m\sqrt{g^2 + \frac{V_0^2}{R}}$$

$$\frac{27}{5} = \frac{3 \cdot 9}{5} \qquad \sqrt{12 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{9}{20}\right)}$$

$$1 < \sqrt{3} < 2$$

$$\sqrt{6\sqrt{3} + 5{,}4}$$

$$\frac{25+2}{5} = 5{,}4 \qquad 6\sqrt{3}$$

$$1{,}7 \cdot 1{,}7 = 2{,}89 \qquad 1{,}8 \cdot 1{,}8 = 3{,}24$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$$t_{под} = \frac{V_0\sin\alpha}{a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha} = \frac{V_0}{g}\cdot\frac{\sin\alpha}{\sin^2\alpha + \frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}} = \frac{V_0}{g\sin\alpha}\cdot\frac{1}{1+\frac{\cos^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}}$$

$$H = V_0\sin\alpha\, t_{под}$$

$$H = \frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2(a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)} = \frac{V_0^2}{2}\cdot\frac{\sin^2\alpha}{g\sin^2\alpha + g\frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}} = \frac{V_0^2}{2g\cancel{\sin^2\alpha}}\cdot\frac{1}{1+\frac{\cos^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}} =$$

$$= \frac{V_0^2}{2g\cancel{\sin^2\alpha}}\cdot\frac{1+\sin^2\alpha}{1+\underbrace{\sin^2\alpha+\cos^2\alpha}_{1}} = \frac{V_0^2}{4g}\left(1+\sin^2\alpha\right) = 0{,}125\ м = 12{,}5\ см$$

$$S_y = V_0\sin\alpha\, t - \frac{(a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)\,t^2}{2} = 0$$
, когда шайба опять достигнет первоначал. точки на клине

$$t = \frac{2V_0\sin\alpha}{g\left(\sin^2\alpha + \frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\right)} = \frac{V_0}{g}\cdot\frac{2}{\sin\alpha + \frac{\cos^2\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}}$$

$$V_2 = a_{2x}t = g\frac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}\cdot\frac{V_0}{g}\cdot\frac{2}{\sin\alpha + \frac{\cos^2\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha}} = V_0\frac{2\cos\alpha\sin\alpha}{\sin\alpha(1+\sin^2\alpha)+\cos^2\alpha\sin\alpha} =$$

$$= V_0\frac{\sin 2\alpha}{2\sin\alpha} = V_0\frac{2\sin\alpha\cos\alpha}{2\sin\alpha} = V_0\cos\alpha \approx 1{,}74\ м/с$$

Ответ: $H = 12{,}5$ см, $V_2 = 1{,}74$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t_{под} = \frac{V_0}{a_{1x}} = \frac{V_0}{g\sin\alpha}$$

$$H = V_0\sin\alpha\, t_{под} - \frac{(a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)\,t_{под}^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{\left(g\sin^2\alpha + g\frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\right)}{2} \times$$

$$\times \frac{V_0^2}{g^2\sin^2\alpha} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} + \frac{\cos^2\alpha}{2(1+\sin^2\alpha)}\right) = \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} - \frac{\cos^2\alpha}{2(1+\sin^2\alpha)}\right) = 0{,}08\text{ м} = 8\text{ см}$$

$$S = V_0\sin\alpha\, t - \frac{(a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha)t^2}{2} = 0$$, когда шайба вернётся в ту же точку на клине

$$2V_0\sin\alpha = \left(g\sin^2\alpha + g\frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\right)t$$

$$V_0 = gt\cdot 0{,}85$$

$$t = \frac{V_0}{0{,}85g}$$

$$V_2 = a_{2x}t = g\frac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha} = V_0\cdot\frac{1}{0{,}85}\cdot\frac{\frac{\sqrt3}{2}\cdot\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{4}} \approx 0{,}8\text{ м/с}$$

~~Ответ: H = 8 см, V_2 = 0,8 м/с~~

~~Ответ:~~

$$\cancel{\frac{mV_0^2}{2} + Q = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2}}$$

$$S = V_0\sin\alpha\, t - \frac{a_{1x}\sin\alpha + a_{1y}\cos\alpha}{2}t^2 = 0$$, когда шайба вернётся в ту же т. на клине

$$2V_0\sin\alpha = \left(g\sin^2\alpha + g\frac{\cos^2\alpha\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\right)t$$

$$t = \frac{V_0}{0{,}85g}$$

$$V_2 = a_{2x}t = g\frac{\cos\alpha\sin\alpha}{1+\sin^2\alpha} = V_0\cdot\frac{1}{0{,}85}\cdot\frac{\frac{\sqrt3}{2}\cdot\frac{1}{2}}{1+\frac{1}{4}} \approx 0{,}8\text{ м/с}$$

~~Ответ: H = 8 см, V_2 = 0,8 м/с~~