# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

## Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

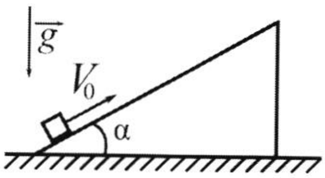
**1.** Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H =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

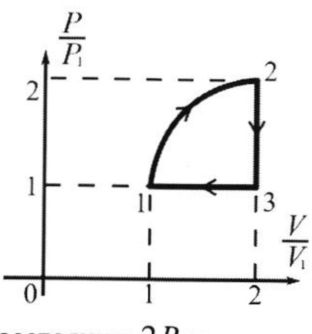
2) Найдите скорость $V$ клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g$=10 м/с$^2$.

**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 $\eta$ 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.

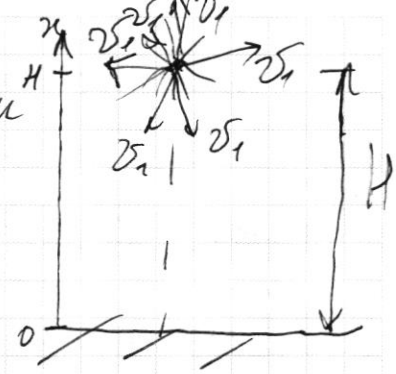
Во втором опыте заряд $q$ однородно распределяют по стержню длины $R$, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

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

№1




$m=2$ кг
$H=65$ м
$\tau=10$ с

$v_0$ — ?
$k$ — ?

По теореме об изменении кинетической энергии

$(0-\frac{mv_0^2}{2})=-mgH$

$\frac{mv_0^2}{2}=mgH$

$v_0=\sqrt{2gH}=\sqrt{2\cdot10\cdot65}=\sqrt{1300}=10\sqrt{13}\approx10\cdot3,6=36$ м/с

$v_1$ — скорость, с которой вылетают осколки

$\tau$ — время между падением первого и последнего осколка

$t_1$ — время падения первого

$t_2$ — время падения последнего осколка

Первым упадет осколок, у которого скорость вертикально направлена вниз, а последним — у которого вверх

$\tau=t_2-t_1$

$x:\ 0=H-v_1t_1-\frac{gt_1^2}{2}\ |\cdot(-2)$

$gt_1^2+2v_1t_1-2H=0$

$D=4v_1^2+8gH$

$t_1=\frac{-2v_1\pm\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}$ $t_1>0$, значит $t_1=\frac{-2v_1+\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}$

$x:\ 0=H+v_1t_2-\frac{gt_2^2}{2}\ |\cdot(-2)$

$gt_2^2-2v_1t_2-2H=0$

$t_2=\frac{2v_1\pm\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}$ $t_2>0\Rightarrow t_2=\frac{2v_1+\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}$

$\tau=t_2-t_1=\frac{2v_1+\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}-\frac{-2v_1+\sqrt{4v_1^2+8gH}}{2g}=\frac{4v_1}{2g}=\frac{2v_1}{g}$

$v_1 = \frac{\tau g}{2}$

$\Delta K = \frac{\Delta m v_1^2}{2}$

$\Delta K$ – кин. энергия осколка

$\Delta m$ – масса осколка

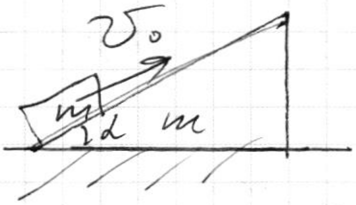
Тогда $K = \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m \tau^2 g^2}{2 \cdot 2^2} = \frac{m \tau^2 g^2}{8} = \frac{0{,}4 \cdot 100 \cdot 100}{8} =$

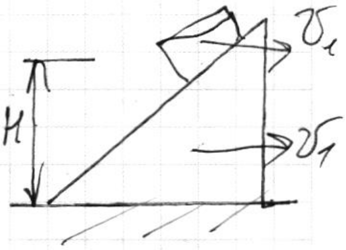
$= \frac{\cancel{4000}^{1000}}{\cancel{8}_{2}} = 500$ Дж

Ответ: $K = 500$ Дж; $v_0 = 36$ м/с

№2

| | |
|---|---|
| $\alpha = 30°$ | Пусть масса шайбы – m |
| $v_0 = 2$ м/с | Тогда масса клина – m |
| $H$ – ? | |
| $v$ – ? | |




Шайба поднимется на максимальную высоту когда скорость шайбы относительно клина не будет направлена вправо, значит шайба и клин будут иметь равные скорости

По ЗСИ:

x: $m v_0 \cos\alpha = m v_1 + m v_1$

$v_1 = \frac{v_0 \cos\alpha}{2}$

По теореме об изменении кин. энергии:

$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -mgH \,|\cdot(-1)$

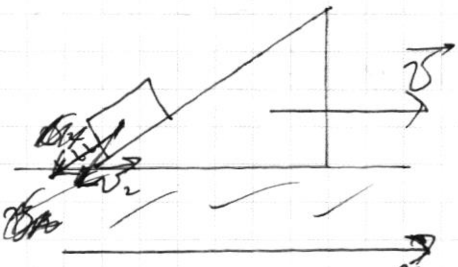
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{v_0^2}{2} - v_1^2 = gH$$

$$H = \frac{1}{g}\left(\frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{4}\right) = \frac{v_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} - \frac{\cos^2\alpha}{4}\right) = \frac{4}{10}\left(\frac{1}{2} - \frac{3}{4\cdot 4}\right) =$$

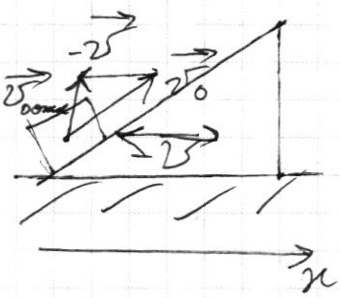
$$= \frac{2}{5}\cdot\frac{5}{16} = \frac{1}{8} = 0{,}125\text{ м}$$

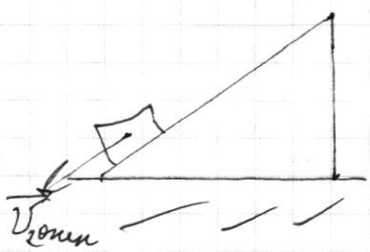
$v_2$ - скорость шайбы после возвращения в точку старта



Перейдём в СО, движущемся со скоростью $v$ вправо

$v_{отн}$ - относительные скорости шайбы



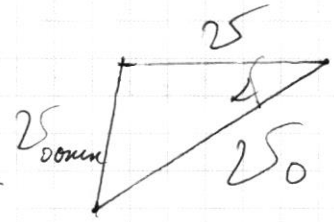


По ЗСИ

$$x: m v_0\cos\alpha - mv - mv = +m v_{2отн}$$

$$v_{2отн\,x} = v_0\cos\alpha - 2v$$

$$v_{2отн} = \left|v_0 - \frac{2v}{\cos\alpha}\right|$$



$$v_{0отн} = \sqrt{v^2 + v_0^2 - 2vv_0\cos\alpha}$$

По ЗСЭ

$$\frac{mv_{0отн}^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_{2отн}^2}{2} \quad |\cdot 2$$

$v^2 + \cancel{v_0^2} - 2 v v_0 \cos\alpha + v^2 = \cancel{v_0^2} - \frac{4 v v_0}{\cos\alpha} + \frac{4v^2}{\cos^2\alpha}$

$v - 2v_0\cos\alpha + v = \frac{4v}{\cos^2\alpha} - \frac{4v_0}{\cos\alpha}$

$2v - \frac{4v}{\cos^2\alpha} = 2v_0\cos\alpha - \frac{4v_0}{\cos\alpha} \quad |:2$

$v\left(1-\frac{2}{\cos^2\alpha}\right) = v_0\left(\cos\alpha - \frac{2}{\cos\alpha}\right) \quad |\cdot\cos^2\alpha$

~~$v(\cos^2\alpha - 2) = v_0($~~

$v\cancel{\left(1-\frac{2}{\cos^2\alpha}\right)} = v_0\cos\alpha\cancel{\left(1-\frac{2}{\cos^2\alpha}\right)}$

$v = v_0\cos\alpha = 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 1{,}7$ м/с

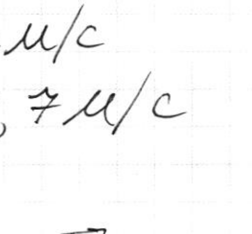
Ответ: $H = 0{,}125$ м; $v = 1{,}7$ м/с

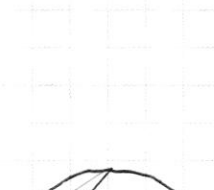
№3

$R = 1{,}2$ м
$v_0 = 3{,}7$ м/с
$m = 0{,}4$ кг
$\alpha = 30^\circ$ $\mu = 0{,}9$

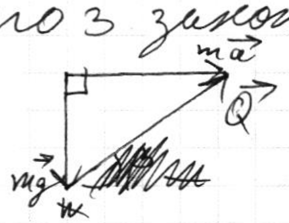
$P$ — ?
$v_{min}$ — ?

Q — сила реакции опоры





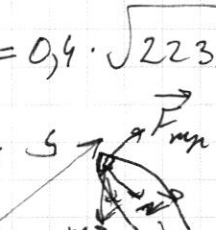
по 3 закону Ньютона $Q = P$ $\vec{Q} = -\vec{P}$



$Q = \sqrt{m^2g^2 + m^2a^2} = \sqrt{m^2g^2 + m^2\left(\frac{v^2}{R}\right)^2} = m\sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} = 0{,}4\cdot\sqrt{100 + \frac{3{,}7^4}{1{,}2^2}} \approx$

$\approx 0{,}4\cdot\sqrt{100 + 3{,}7^2\cdot 9} \approx 0{,}4\cdot\sqrt{100 + 13{,}7\cdot 9} = 0{,}4\cdot\sqrt{223{,}3} \approx 0{,}4\cdot 15 = 6$ Н

$Q = P = 6$ Н



Минимальную скорость можно получить при минимальной силе N — силе ~~реак~~ нормальной реакции, а значит и минимальном времени скольжения. Это достигается в высшей точке траектории. $F_{тр} = N\mu$

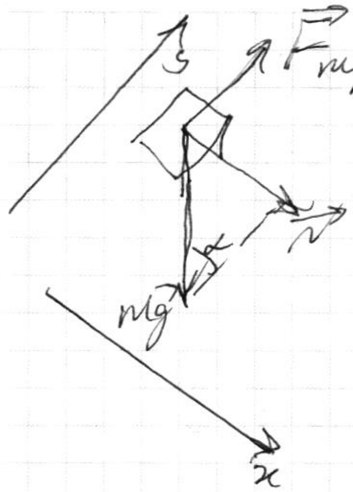
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$x: ma = N + mg\sin\alpha$

$y: N\mu = mg\cos\alpha$

$N = \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$ma = \frac{\cancel{m}g\cos\alpha}{\mu} + \cancel{m}g\sin\alpha$




При меньшем $v$ машинка упадёт

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

$v_{min} = \sqrt{gR\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)} = \sqrt{10\cdot 1{,}2\cdot\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{1}{0{,}9} + \frac{1}{2}\right)} = \sqrt{120\cdot\left(\frac{\sqrt{3}+0{,}9}{2\cdot 0{,}9}\right)} \approx \sqrt{60\cdot\frac{1{,}7+0{,}9}{0{,}9}} =$

$= \sqrt{\cancel{60}^{20}\cdot\frac{26}{\cancel{9}_{3}}} = \sqrt{\frac{520}{3}} \approx \sqrt{173{,}3} \approx 13{,}1$ м/с

Ответ: $v_{min} = 13{,}1$ м/с; $P = 6$ Н

№4

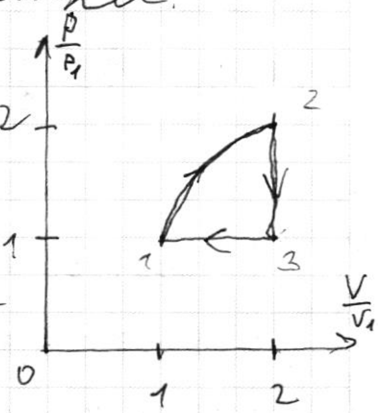
$\nu$, $T_1$
1–3
Q-?
A-?
$\eta$-?

По первому началу термодинамики

$Q = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}$.

Квадрат 1×1 на графике означает работу $A = p_1V_1$

Тогда $\frac{1}{4}$ окружности с радиусом 1 ~~дает~~ означает работу $\frac{1}{4}\cancel{\pi r^2}$




$\frac{1}{4}\pi p_1V_1$

~~$A = \frac{\pi}{4}p_1V_1 + p_1V_1 = (1+\frac{\pi}{4})p_1V_1$~~

~~$\Delta U = \frac{3}{2}R\nu(T_2 - T_1)$~~

$A = \frac{\pi}{4}p_1V_1 + p_1V_1$

$p_1V_1 = R\nu T_1$

$A_{1-2} = \frac{\pi}{4}R\nu T_1 + R\nu T_1 = (1+\frac{\pi}{4})R\nu T_1$

$\cancel{R\nu T_1 = p_1 V_1}$

$\cancel{R\nu T_2 = 2p_1 \cdot 2V_1 = 4p_1 V_1}$

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

$\cancel{Q = \frac{9}{2}p_1V_1 + (1+\frac{\pi}{4})p_1V_1 = (\frac{11}{2}+\frac{\pi}{4})p_1V_1}$

$T_2$ – температура газа в состоянии 2

$2p_1 \cdot 2V_1 = R\nu T_2$

$4p_1V_1 = R\nu T_2$

$R\nu T_2 = \cancel{4p_1V_1}, 4R\nu T_1$

$T_2 = 4T_1$

$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}R\nu(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\nu(4T_1 - T_1) = \frac{9}{2}R\nu T_1$

$Q = (1+\frac{\pi}{4})R\nu T_1 + \frac{9}{2}R\nu T_1 = (\frac{11}{2}+\frac{\pi}{4})R\nu T_1 = (5{,}5+\frac{\pi}{4})RT_1$

$A = \frac{\pi}{4}p_1V_1 = \frac{\pi}{4}R\nu T_1 = \frac{\pi}{4}RT_1$

$\eta = \frac{A}{Q} = \cancel{\frac{(5{,}5+\frac{\pi}{4})RT_1}{\frac{\pi}{4}}} \frac{\frac{\pi}{4}RT_1}{(5{,}5+\frac{\pi}{4})RT_1} = \frac{\pi}{22+\pi} \approx \frac{3{,}14}{25{,}14} \approx 0{,}12$

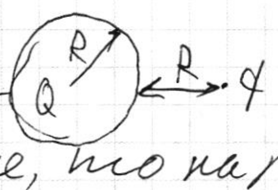
Ответ: $\cancel{Q = \frac{9}{2}}$ $Q = (5{,}5+\frac{\pi}{4})RT_1$; $A = \frac{\pi}{4}RT_1$; $\eta = 0{,}12$

№5

$Q>0$
$R$
$q>0$

$F_1 - ?$
$F_2 - ?$

Поскольку заряд $Q$ распределён однородно по сфере, то на расстоянии больше $R$ сфера действует как точечный заряд




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

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА


Если разделить стержень на много маленьких частей, то ~~dF-малая~~ ~~dF~~ $dq$ - ~~малая~~ заряд малой части стержня

$dF_2$ - сила, которая действует на неё   $dr$ - длина малой части

$dF_2 = k\frac{dq\,Q}{r^2}$, где $r$ - расстояние от этой части до центра ~~шара~~

$$dF_2 = k\frac{\frac{q}{R}dr\,Q}{r^2}$$

$$dF_2 = k\frac{qQ}{Rr^2}dr$$

$$F_2 = \int_{2R}^{3R} k\frac{qQ}{Rr^2}dr = \left(-k\frac{qQ}{Rr}\right)\Big|_{2R}^{3R} = k\frac{qQ}{2R^2} - k\frac{qQ}{3R^2} = k\frac{3qQ-2Qq}{6R^2} =$$

$$= k\frac{qQ}{6R^2}$$

Ответ: $F_1 = k\frac{qQ}{4R^2}$; $F_2 = k\frac{qQ}{6R^2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{12}{13,7} =$

$65 - v_1 \cdot \frac{5(50-v_1)}{v_1 - 25}$ $dF = k\frac{Q}{r^2}\sigma dr$

$0 = H - v_1 t_1 - g\frac{t_1^2}{2} \mid \cdot 2$

$g t_1^2 + 2v_1 t_1 - 2H = 0$ $\frac{3,14}{25,14} =$

$D = 4v_1^2 + 8gH$ $E = \int_{2R}^{3R} k\frac{Q}{r^2}\sigma dr = \left(-k\frac{Q}{r}\sigma\right)\Big|_{2R}^{3R} =$

$t_1 = \frac{-2v_1 + \sqrt{4v_1^2 + 8gH}}{2g}$

$= kQ\sigma\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}\right) =$

$\tau = t_2 - t_1 = \frac{4v_1}{2g} = \boxed{\frac{2v_1}{g}}$

$0 = H + v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$= \frac{kQ\sigma}{6R} = \frac{kQq}{6R^2}$

$t_2 = \frac{2v_1 + \sqrt{4v_1^2 + 8gH}}{2g}$

$\boxed{v_1 = \frac{g\tau}{2}}$ $K = m\cdot\frac{v_1^2}{2} = \boxed{\frac{mg^2\tau^2}{2\cdot 4}}$

$\eta = \frac{A}{Q}$

$\frac{Q}{Q_1} = \frac{A}{A_1} + \frac{\Delta U}{\Delta U_1}$

$A = 1 + \frac{1}{4}\pi \cdot 1^2 = \boxed{1 + \frac{\pi}{4}} = \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) p_1 V_1$

$\Delta U = \frac{3}{2}\cdot 2p_1 \cdot 2V_1 - \frac{3}{2}p_1 V_1 = \boxed{\frac{3}{2}\cdot 3p_1 V_1}$

$\boxed{Q = \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) p_1 V_1 + \frac{9}{2} p_1 V_1}$

$\boxed{A = p_1 V_1 \frac{\pi}{4} p_1 V_1}$

314 | 2814, 0,129; 120 | 137; 33 | 37, 0,8; 157 | 1257, 0,12; 5260, 5028; 131 · 3,3; 17,61

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$$\begin{cases} -mv_m\cos\alpha + mv = mv_0\cos\alpha \\ \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2} \end{cases}$$

$v_m = v - v_0\cos\alpha$

$v_0^2 = v^2 + v_m^2$

$v_0^2 = v^2 + v^2 - 2vv_0 + v_0^2\cos^2\alpha$

$v_0^2\sin^2\alpha = 2v^2 - 2vv_0$

$m(v_0\cos\alpha - v) + mv = mv_0\cos\alpha$

$2v^2 - 2vv_0 - v_0^2\sin^2\alpha = 0$

$D = 4v_0^2 + 8v_0^2\sin^2\alpha = 4v_0^2(1 + 2\sin^2\alpha)$

$v_{отн} = \left|v_0 - \frac{2v}{\cos\alpha}\right|$

$v = \frac{2v_0 + \sqrt{4v_0^2 + 8v_0^2\sin^2\alpha}}{4}$

$mv_0 = 2v$

$\frac{mv_{2отн}^2}{2} =$

$v_{2x} = v_{отнx} + v$

$m v_{\cos\alpha} 2mv = +mv_{отн}\cos\alpha\, v_{отнx}$

$v_{отнx} = v_0\cos\alpha - 2v$

$v_{отнx} = v_{\cos\alpha} - 2v$

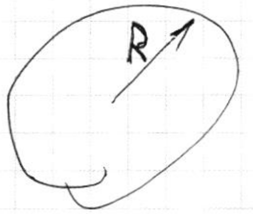
$v_{2x} = v_0 - 2v + 2v = \boxed{v_0^{\cos\alpha} v}$

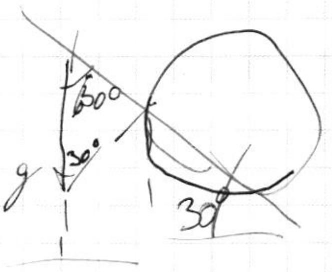
$v_{отнy} = v_{отнx}\boxed{\operatorname{tg}\alpha = v_0\sin\alpha - 2v\operatorname{tg}\alpha}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

№3

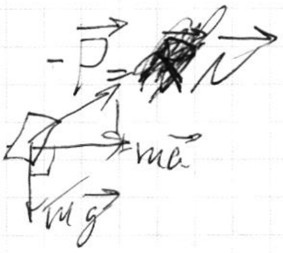


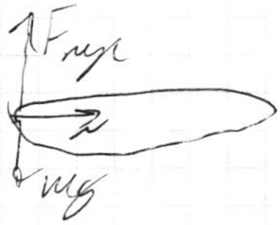



$$\begin{array}{r} 3{,}7 \\ \times\ 0{,}2 \\ \hline 0{,}74 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3{,}7 \\ \times\ 3{,}7 \\ \hline 259 \\ +\ 111\ \ \\ \hline 13{,}69 \end{array}$$

$13{,}69 \mid 3$ — $4{,}56$





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

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$$

$$\boxed{P = \sqrt{m^2a^2 + m^2g^2} = m\sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}}$$

$$m\frac{v^2}{R} = mg\cos 60° + N_x$$

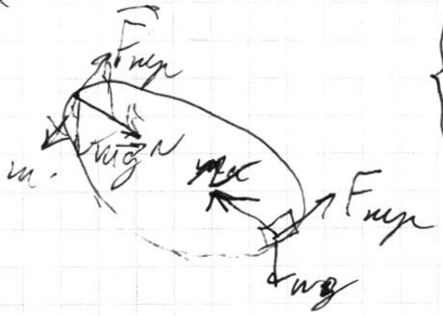
$$0 = mg\sin 60° + N_y$$

$\cancel{2614 \mid 314}$

$$N\mu = mg$$

$$N = \frac{mg}{\mu} = \frac{4}{0{,}9} = \frac{40}{9} = 4\frac{4}{9} = \boxed{4{,}44}$$

$$m\frac{v^2}{R} = 0{,}4 \cdot \frac{3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7 \cdot 3{,}7}{3} = 3{,}7 + 0{,}74 = 3{,}88$$




$$\begin{cases} ma = N - mg\cos 60° \\ N\mu = mg\sin 60° \end{cases}$$

$$m\frac{v^2}{R} = \frac{mg\sin 60°}{\mu} - mg\cos 60°$$

$$N = ma + mg\cos 60°$$

$$\begin{cases} ma = mg\cos 60° + N \\ N\mu = mg\sin 60° \end{cases}$$

$$N = \frac{mg\sin 60°}{\mu}$$

$$m\frac{v^2}{R} = mg\cos 60° + \frac{mg\sin 60°}{\mu}$$

$$\frac{v^2}{R} = g\cos 60° + \frac{g\sin 60°}{\mu} \qquad v^2 = gR\left(\cos 60° + \frac{\sin 60°}{\mu}\right)$$

☑ 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

$-\frac{m v_0^2}{2} = -mgH$ ~1

$v_0 = \sqrt{2gH}$ $v_0 = \sqrt{2gH}$

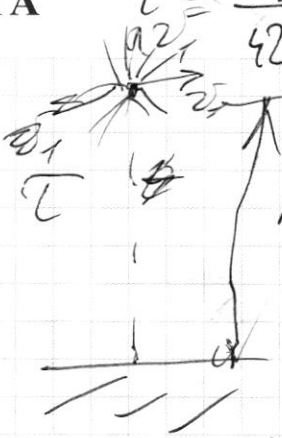
$dE = dm v_1$ $\boxed{E = m v_1}$

$0 = H + v_1 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$v_1 \tau = -H + \frac{g\tau^2}{2}$

$\boxed{v_1 = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}}$

$t = \frac{\tau(g\tau - 2v_1)}{4v_1 - g\tau} = \frac{10(100-2v_1)}{4v_1-100} = \frac{5(50-v_1)}{2v_1-50}$




$\begin{cases} 0 = v_1 t + \frac{gt^2}{2} \\ 0 = - \end{cases}$ $2v_1 t - \frac{gt\tau}{2} = \frac{g\tau^2}{2} - v_1\tau$

$t(4v_1 - g\tau) = \tau(g\tau - 2v_1)$

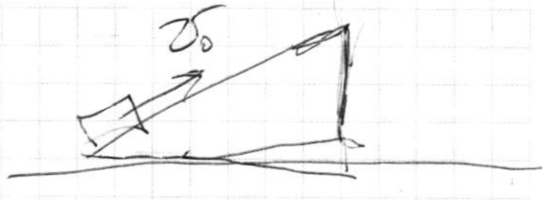
$\begin{cases} 0 = H - v_1 t - \frac{gt^2}{2} \\ 0 = H + v_1(t+\tau) - \frac{g(t+\tau)^2}{2} \end{cases}$ −

~2 $\boxed{2v_1 t + v_1\tau - \frac{gt\tau + g\tau^2}{2} = 0}$

131
1131
131
1
393
131
171
2,61

$m v_0 \cos\alpha = m v_1 + m v_1$ ~

$v_1 = \frac{v_0 \cos\alpha}{2}$




$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -mgH$

$\boxed{\begin{cases} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_5^2}{2} + \frac{m v_{кл}^2}{2} \\ m v_0 \cos\alpha = m v_5 + m v_{кл} \end{cases}}$

$gH = \frac{v_0^2}{2} - v_1^2$

$H = \frac{1}{g}\left(\frac{v_0^2}{2} - \frac{2v_0^2\cos^2\alpha}{4}\right)$

$m\frac{v^2}{R} = 0{,}4 \cdot \frac{13{,}7}{1{,}2} = 4{,}4$ 4,56

$N\mu = mg$

$N = \frac{mg}{\mu} = \frac{40}{9} = 4{,}44$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)