# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

## Вариант 10-01

| Шифр |
|---|

(заполняется секретарём)

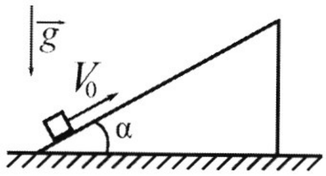
**1.** Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H =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

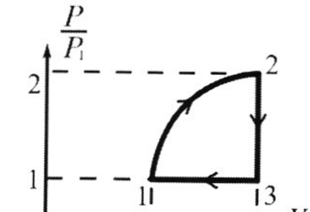
**3.** По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

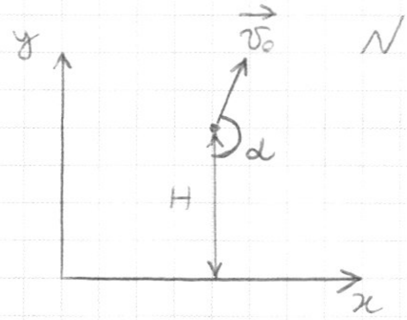
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1




$\alpha$ – угол между направлением движения осколка и нормалью (см. рисунок)

$0 \leq \alpha \leq \pi$

$Oy)\quad h(t) = H - v_0 \cos\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$t$ – время от взрыва

$t_0$ – время полёта

$h(t_0) = 0$

$H - v_0 \cos\alpha\, t_0 - \frac{gt_0^2}{2} = 0$

$gt_0^2 + 2v_0 \cos\alpha\, t_0 - 2H = 0$

$t_0 = \frac{\pm\sqrt{4v_0^2\cos^2\alpha + 8gH} - 2v_0\cos\alpha}{2g}$

т.к. $t_0 > 0$, то $\quad t_0 = \frac{\sqrt{v_0^2\cos^2\alpha + 2gH} - v_0\cos\alpha}{g}$

$gt_0^2 + 2v_0\cos\alpha\, t_0 - 2H = 0$

Заметим, что при увеличении (уменьшении) $\cos\alpha$ увеличивается (уменьшается) вся сумма, но т.к. она должна всегда оставаться равной 0, значит уменьшается (увеличивается) $t_0$, тогда наименьшее (наибольшее) $t_0$ будет при наибольшем (наименьшем) $\cos\alpha$, а т.к. $0 \leq \alpha \leq \pi$, то $-1 \leq \cos\alpha \leq 1$, тогда пусть $t_2$ – время падения последнего осколка, а $t_1$ – время падения первого осколка, тогда $\tau = t_2 - t_1$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\tau = \frac{\sqrt{v_0^2+2gH}+v_0}{g} - \frac{\sqrt{v_0^2+2gH}-v_0}{g} = \frac{2v_0}{g}$$

$$v_0 = \frac{g\tau}{2}$$

$$v_0 = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 10с}{2} = 50\,\frac{м}{с}$$

~~k – общее число осколков, тогда~~

K – число осколков, тогда суммарная кинетическая энергия

$$\sum_{i=1}^{K} E_{кин_i} = \sum_{i=1}^{K}\frac{m_i v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2}\sum_{i=1}^{K} m_i = \frac{v_0^2}{2}\cdot m = \frac{m v_0^2}{2} =$$

$$= \frac{2кг\cdot\left(50\frac{м}{с}\right)^2}{2} = 2500\,Дж$$

Ответ: $v_0 = 50\,\frac{м}{с}$ $\quad \sum_{i=1}^{K} E_{кин_i} = 2500\,Дж$

## №3

Дано:

$R = 1{,}2м$

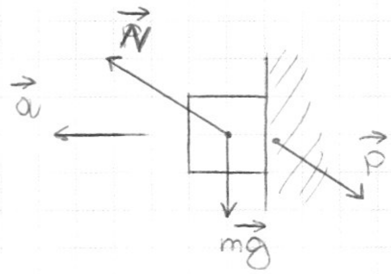
$v_0 = 3{,}7\,\frac{м}{с}$

$m = 0{,}4кг$

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

$\mu = 0{,}9$

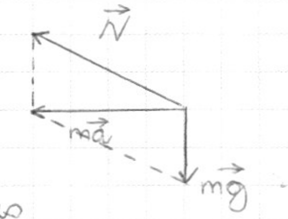
$P,\ v_{min}$ – ?



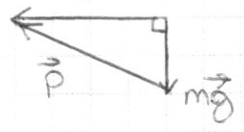

N – сила реакции опоры

$\vec{N} = -\vec{P}$

$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$ , т.е.




правило параллелограмма




правило треугольника

Т.к. движение происходит в горизонтальной плоскости, то вектора $m\vec{a}$ и $m\vec{g}$ перпендикулярны, тогда

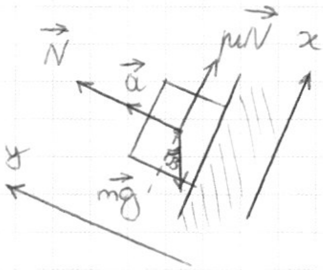
$$P = \sqrt{m^2a^2 + m^2g^2}, \text{ где } a = \frac{v^2}{R}$$

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

$$P = \sqrt{\left(0{,}4кг\cdot 10\frac{Н}{кг}\right)^2 + \left(0{,}4кг\cdot\frac{\left(3{,}7\frac{м}{с}\right)^2}{1{,}2м}\right)^2} = \sqrt{16Н^2 + \left(0{,}4кг\cdot 11\frac{29}{60}\frac{Н}{кг}\right)^2} \approx$$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$x\sqrt{16H^2+(0{,}4\cdot 11{,}5H)^2} = \sqrt{16H^2+(4{,}6H)^2} = \sqrt{37{,}16H^2} \approx 6{,}1H$




$\beta$ – угол отклонения силы тяжести от нормали к силе реакции опоры
$-\alpha \le \beta \le \alpha$

$Ox)\ mg\cos\beta = \mu N \qquad N = \dfrac{mg\cos\beta}{\mu}$

$ma = N - mg\sin\beta$

$ma = mg\left(\dfrac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta\right)$

$\cancel{m}\dfrac{v^2}{R} = g\left(\dfrac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta\right)$

$v^2 = gR\left(\dfrac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta\right)$

~~$v$ будет минимальным, если $\left(\frac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta\right)$ будет минимальным. Т.к. $-\frac{\pi}{6} \le \beta \le \frac{\pi}{6}$, то $\frac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta$ будет минимальным~~

Нам нужно найти такую $v_{min}$, что в любое время $v_{min}$ будет достаточно, чтобы удерживаться. Т.е. $v_{min} \ge v$ в любой момент. Т.к. нам нужно найти минимальное $v_{min}$, то нам нужно найти наибольшее необходимое $v$. И если $v_{min}$ будет меньше этого наибольшего $v$, то машина упадёт

$v$ будет максимальным, когда $\left(\frac{\cos\beta}{\mu} - \sin\beta\right)$ будет максимальным. Т.к. $-\frac{\pi}{6} \le \beta \le \frac{\pi}{6}$, то

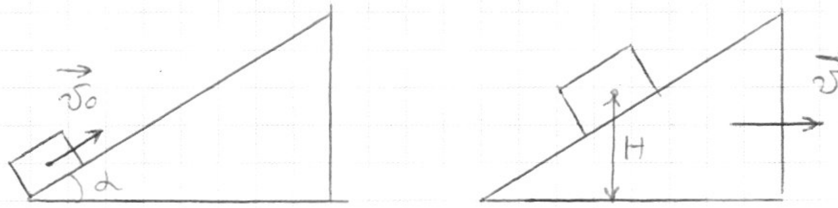
$\frac{\cos\beta}{\mu} - \sin\frac{\beta}{6}$ будет максимальным при $\beta = \frac{-\pi}{6}$, т.е.

$$v_{min} = \sqrt{gR\left(\frac{\cos\frac{-\pi}{6}}{\mu} - \sin\frac{-\pi}{6}\right)}$$

$$v_{min} = \sqrt{10\,\frac{м}{с^2}\cdot 1{,}2\,м\left(\frac{\sqrt{3}}{1{,}8} + \frac{1}{2}\right)} \approx \sqrt{18\,\frac{м^2}{с^2}} \approx 3\cdot 1{,}4\,\frac{м}{с} = 4{,}2\,\frac{м}{с}$$

Ответ: $P = 6{,}1\,Н \quad v_{min} = 4{,}2\,\frac{м}{с}$

## №2




$$m v_0 \cos\alpha = 2 m v_1$$

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

$v_1$ – скорость клина в момент, когда шайба находится на максимальной высоте

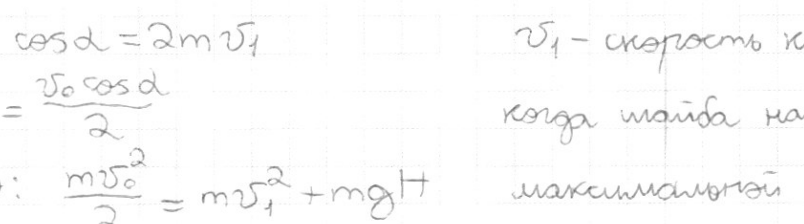
ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = m v_1^2 + mgH$

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

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

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

$$H = \frac{\left(2\,\frac{м}{с}\right)^2}{10\,\frac{м}{с^2}}\left(\frac{2-\frac{3}{4}}{4}\right) = 0{,}125\,м$$




~~$v = v_0\cos\alpha$~~

~~ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$~~ ~~$v_0\cos\alpha = v$~~

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

$$2 m v_0\cos\alpha = 2 m v \quad v = v_0\cos\alpha$$

~~Ответ:~~

$v = 2\frac{м}{с} \cdot \cos 30° = 2\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1{,}7\frac{м}{с}$

Ответ: $H = 0{,}125 м \quad v = 1{,}7\frac{м}{с}$

№5

1) $F_1 = \frac{kQq}{2R}$

2) ~~$F_2 = \int_{2R}^{3R} \frac{kQq}{x} = kQq \int_{2R}^{3R} \frac{\Delta x}{x} = kQq \ln\frac{3R}{2R} =$~~

~~$= kQq(\ln 3R - \ln 2R$~~

$F_2 = \int_2^3 \frac{kQq}{xR} = \frac{kQq}{R}\int_2^3 \frac{\Delta x}{x} = \frac{kQq}{R}\ln\frac{3}{2} =$

$= \frac{kQq}{R}(\ln 3 - \ln 2)$

Ответ: $F_1 = \frac{kQq}{2R} \quad F_2 = \frac{kQq}{R}(\ln 3 - \ln 2)$

№4

2) $A_{газа} = S_{цикла} = \frac{\pi r^2}{4} \cdot P_1 V_1$, где $r = 1$

$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (\nu = 1 моль)$

$A_{газа} = \frac{\pi \nu R T_1}{4}$

1) $Q_{1\to2} = P_2 V_2 - P_1 V_1$

$Q_{1\to2} = 2P_1 \cdot 2V_1 - P_1 V_1 = 3P_1 V_1 = 3\nu R T_1$

Ответ: ~~$A_{газа} = \pi R^2$~~, 2) $A_{газа} = \frac{\pi \nu R T_1}{4}$

1) $Q_{1\to2} = 3\nu R T_1$

☐ 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

$\frac{m v_0^2}{2} =$

№5

$v_{общ} =$

1) $\frac{kqQ}{2R}$

$\int_{2R}^{3R} \frac{kqQ}{x}$ $\quad kqQ \int_{2R}^{3R} \frac{dx}{x} = kqQ \ln \frac{3R}{2R} =$

$= kqQ(\ln 3R - \ln 2R)$

№4

$A_{газа} =$ $\quad \frac{\pi R^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 1}{4} = \frac{3{,}14}{4} P_1 V_1$

$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (\nu = 1 \text{ моль})$

$A_{газа} = \frac{\pi \nu R T_1}{4}$

$\tau = t_2 - t_1$ $\qquad t = \frac{\sqrt{v_0^2\cos^2\alpha + 2gH} - v_0\cos\alpha}{g}$

$\tau = \frac{\sqrt{v_0^2+2gH}+v_0}{g} - \frac{\sqrt{v_0^2+2gH}-v_0}{g} = \frac{2v_0}{g}$

$\tau = \frac{2v_0}{g}$

$v_0 = \frac{g\tau}{2} = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 10с}{2} = 50\frac{м}{с}$

до взрыва

1) $E_{пот_0} + E_{кин_0} = \sum E_{пот} + \sum E_{кин}$ $\qquad$ 2) $\sum_{i=1}^{k} E_{кин} =$

$mgh + 0 = \sum E_{пот} + \sum E_{кин}$ $\qquad = \sum_{i=1}^{k} \frac{m_i v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2}\sum_{i=1}^{k} m_i =$

$mgh = \sum_{i=1}^{k} m_i gh + \sum_{кин}$ $\qquad = \frac{v_0^2}{2} m = \frac{2m\,(50\frac{м}{с})^2}{2} = 2500$ Дж

$mgh = gh\sum_{i=1}^{k} m_i + \sum_{кин}$

$mgh = mgh + \sum E_{кин}$

$\sum E_{кин} = 0$

$\nu RT = моль\cdot\frac{Дж}{моль\cdot К}\cdot К = Дж$

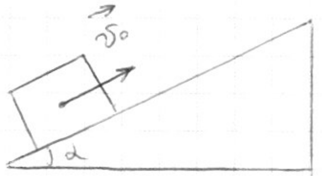
$pV = Дж$

№2

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

$\cos^2\alpha = \frac{1}{1+tg^2\alpha}$

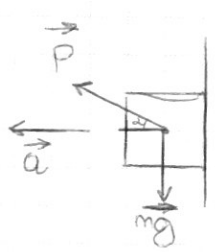



ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mgH = mv^2 + mgH$

~~$mv_0 = 2mv$~~ $\qquad \frac{mv_0^2}{2} = mv^2 + mgH \qquad \frac{v_0^2}{2} = v^2 + gH$

$P\cos\alpha = ma \qquad a = \frac{v^2}{R}$

$\begin{cases} P\sin\alpha = mg \\ P\cos\alpha = \frac{mv^2}{R} \end{cases}$ $\quad$ 4H




2
4
$\times\,3,7$
$\;\;3,7$
$259$
$111$
$13,69$

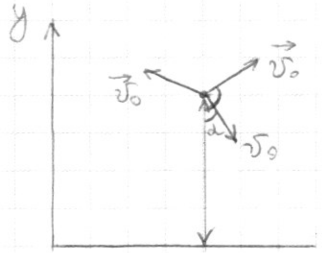
$tg\alpha = \frac{gR}{v^2} = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 1,2}{(3,7\frac{м}{с})^2} = \frac{12}{13,69}$

$= \frac{mv^2}{R\sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}}}$ $\qquad P = \frac{mv^2}{R\cos\alpha} =$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




$\alpha$ – угол между направлением движения осколка и нормалью

$0 \le \alpha \le 2\pi$

Oy) $h(t) = H - v_0 \cos\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$t_0$ – момент падения осколка

$h(t_0)=0$

$H - v_0 \cos\alpha\, t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = 0$

$g t_0^2 + 2 v_0 \cos\alpha\, t_0 - 2H = 0$ $\qquad \frac{м}{с}\; c^2 = м$

~~$t_0 = \frac{\pm\sqrt{4v_0^2 + 8gH} - 2v_0}{}$~~

$$t_0 = \frac{\pm\sqrt{4v_0^2\cos^2\alpha + 8gH} - 2v_0\cos\alpha}{2g}$$

т.к. $t_0 > 0$, то $t_0 = \frac{\sqrt{v_0^2\cos^2\alpha + 2gH} - v_0\cos\alpha}{g}$

~~$(t_0 + v_0\cos\alpha)^2 = v_0^2\cos^2\alpha + 2gH$~~

~~$t_0^2 + 2v_0 t_0\cos\alpha + v_0^2\cos^2\alpha = v_0^2\cos^2\alpha + 2gH$~~

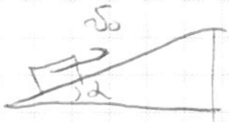
~~$t_0^2 + 2v_0 t_0 \cos\alpha - 2gH = 0$~~

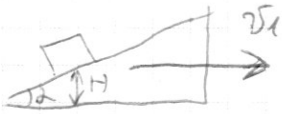
$g t_0^2 + 2v_0\cos\alpha\, t_0 - 2H = 0$ при увеличении $\cos\alpha$ увеличивается вся сумма,

Заметим, что ~~чем больше $\cos\alpha$ тем больше $2v_0\cos\alpha\, t_0$~~,

а т.к. она должна оставаться всегда 0, значит уменьшается $t_0$. Т.е. наименьшее $t_0$ будет при ~~на~~ наибольшем $\cos\alpha$ и наоборот,

а т.к. $0 \le \alpha \le 2\pi$, то $-1 \le \cos\alpha \le 1$, значит




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

$v, h$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} + mg\cancel{h}H$$

$m v_0 \cos\alpha = 2 m v_1$

$$v_1 = \frac{v_0\cos\alpha}{2} = \frac{v_0 \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{v_0\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mv_1^2 + mgH$$

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

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

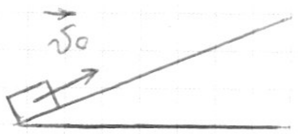
$$2 - \frac{3}{4} = 1\frac{1}{4} = \frac{5}{4}$$

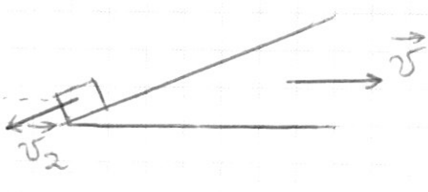
$$\frac{5\cdot 1}{16\cdot 10} = \frac{1}{8}$$

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

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

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




$$\cos^2\alpha\,(v_0+v_2) = v_0 - v_2$$

$v_0\cos\alpha = v - v_2\cos\alpha$ $\qquad v_0\cos\alpha = v - v_2\cos\alpha$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \qquad v_0^2 = v_2^2 + v^2 \qquad 1 = \frac{v_0 - v_2}{\cos^2\alpha\,(v_0+v_2)}$$

$$v^2 = v_0^2 - v_2^2 = (v_0 - v_2)(v_0 + v_2)$$

$$v^2 = \cos^2\alpha\,(v_0+v_2)^2$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$P = \frac{mv^2}{R\sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}}} = \frac{0,4\cdot 3,9^2}{1,2\sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{12}{3,7^2}\right)^2}}} = \frac{0,4\cdot 3,7^2}{1,2\sqrt{\frac{1}{1+\frac{144}{186,8}}}} =$$

$$= \frac{0,4\cdot 3,7^2}{1,2\sqrt{\frac{186,8}{330,8}}}$$

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

$11\frac{29}{60}$ Н

11,5

4Н

$$\boxed{-30^\circ \le \beta \le 30^\circ}$$

$mg\cos\beta = \mu N$

$ma = N - mg\sin\beta$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{13,69}{1,2} = 11\frac{29}{60}$$

$$a = g\frac{\cos\beta}{\mu} - g\sin\beta$$

$\cancel{\sqrt{16+\left(\frac{13,69}{1,2}\right)^2}}$

$\sqrt{16+132,25} =$

$= \sqrt{148,25\text{Н}^2}$

$$a = g\left(\frac{\cos\beta}{0,9} - \sin\beta\right)$$

$13,7 \cdot 13,7 = 187,69$; $3,7\cdot 3,7$; $\approx 186,8$

13,69

$\cancel{0,9N\cos\alpha = ma}$

$N + mg\sin\alpha = ma$

$144 + 186,8 = 330,8$

$$\frac{1}{\frac{330,8}{186,8}}$$

$13,69 : 12 = 11,40$

$6,1 \cdot 6,1 = 37,21$

$11,5 \cdot 11,5 = 132,25$; $132,25 + 16 = 148,25$

$1,4 \cdot 3 = 4,2$

$N - mg\sin\alpha = ma$

$11,4 + \frac{1}{12} \approx 11,5$

$$\sqrt{\frac{593}{4}} \approx \frac{24,5}{2} = 12,25\text{Н}$$

$$\frac{4}{10} + \frac{1}{12} = \frac{24}{60} + \frac{5}{60} = \frac{29}{60}$$

$148 \cdot 4 = 592$

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

$24 \cdot 24 = 576$

$24,5 \cdot 24,5 = 600,25$

$11,5 \cdot 4 = 46,0$

$4,6 \cdot 4,6 = 21,16$

$21,16 + 16 = 37,16$

$Fтр = \mu N$

$\vec{F}тр$, $\vec{a}$, $\vec{N}$, $m\vec{g}$, $\mu\vec{N}$

от $mg = 0,9N\cos\alpha + N\sin\alpha$

р $mg = 0,9N\cos\alpha - N\sin\alpha$

$12 \cdot 1,5 = 18$

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

$3\sqrt{2}$

$$\frac{mg}{\mu\cos\alpha + \sin\alpha} \le N \le \frac{mg}{\mu\cos\alpha - \sin\alpha}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)