Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

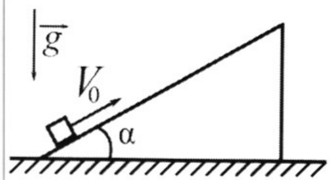
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

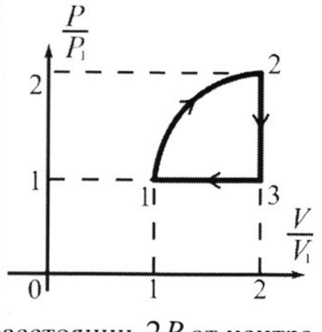
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте 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 $\alpha = \frac{\pi}{6}$. 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)»

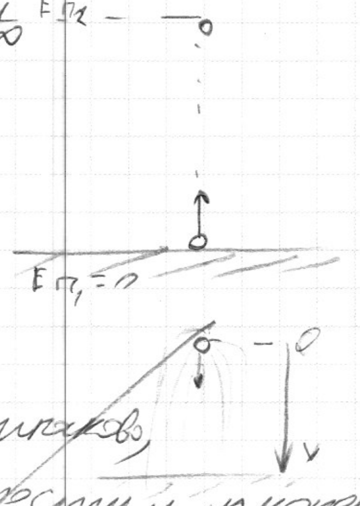
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

1) Применим закон сохранения энергии, выбирая нулевым уровнем Eп горизонтальную поверхность.



$E_{к1}+E_{п1}=E_{к2}+E_{п2}$,

$\frac{mv_0^2}{2}=mgH$, $v_0=\sqrt{2gH}=\sqrt{2\cdot 10\cdot 5\cdot 13}=$

$=10\sqrt{13}\approx 36,7$ м/с

2) Время движения всех осколков одинаково, т.к. они имеют одинаковые нач. скорости и ускорение g. Рассмотрим движение осколка, v_0 (нач. скорость) которого направлена вертикально вниз; направим ось Oy вертикально вниз, нач. отсчёта совместим с точкой разрыва.

$H=vt+\frac{gt^2}{2}$, $v=\frac{H-\frac{gt^2}{2}}{t}$

Суммарная Ек после разрыва всех осколков:

$K=\frac{mv^2}{2n}\cdot n=\frac{mv^2}{2}=\frac{m\left(H-\frac{gt^2}{2}\right)^2}{2t^2}=\frac{2\cdot\left(65-\frac{10\cdot 100}{2}\right)^2}{2\cdot 100}=$

$=\frac{87^2}{100}=75,69$ Дж

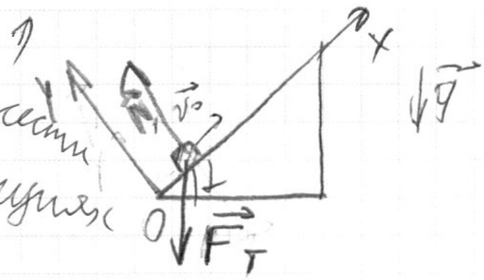
2) Разница времени падения первого и последнего опустившихся на землю осколков равна t. Дольше всего летел выпущенный вертикально вверх осколок, меньше всего — тот, скорость которого была направлена вертикально вниз.

Продолжение пункта 2) задачи №1 смотреть на странице №5

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

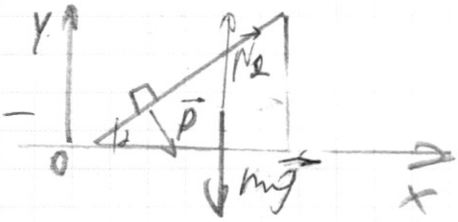
№2



1) На шайбу действует сила тяжести F_T и сила реакции опоры $\vec N$. В проекция на ось OX:

$ma_0 = F_{Tx}$, $ma_0 = mg\sin\alpha$, $a_0 = g\sin\alpha$, где a_0 – ускорение шайбы.
На ось OY: $N = F_{Ty}$, $N_1 = mg\cos\alpha$

На клин действует сила давления шайбы $\vec P$, которая равна по модулю и противоположна по направлению $\vec N$.



Если направить ось OX вдоль горизонтальной поверхности:

$P\sin\alpha = ma_k$, $mg\cos\alpha\sin\alpha = ma_k$, $a_k = \frac{g\sin 2\alpha}{2}$, где a_k – ускорение клина.

Проекция на ось OX (рисунок 1) полного ускорения шайбы

$a_{полн\,x} = a_{kx} + a_{0x} = \cancel{\frac{g\sin 2\alpha}{2}}\ g\sin\alpha\cos^2\alpha + g\sin\alpha = g\sin^3\alpha$

Путь S до остановки шайбы ($S = \frac{H}{\sin\alpha}$)

$S = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{v_0^2}{2a}$, $H = \frac{v_0^2\sin\alpha}{2g\sin^3\alpha} = \frac{v_0^2}{2g\sin^2\alpha} = \frac{4\cdot 4}{2\cdot 10} = \cancel{0,05}\ 0,8$ (м)

2) t подъёма и t спуска шайбы одинаковы.

$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{v_0}{2}t_п$, $t_п = \frac{2H}{v_0\sin\alpha}$ ($t_п$ – время подъёма)

$t = t_п + t_c = \frac{4H}{v_0\sin\alpha}$ (t_c – время спуска). Ускорение клина не изменялось при движении шайбы вверх и вниз.

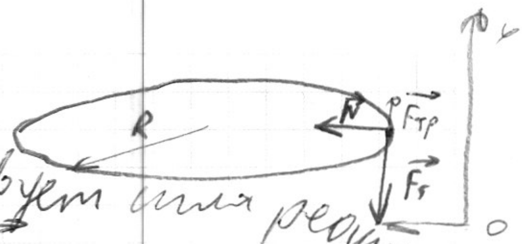
$v_x = a_{kx}t$ (v_x – проекция скорости клина). При $t = t_п + t_c$

$V = v_x = \frac{4H}{v_0\sin\alpha}\cdot g\sin\alpha\cos\alpha = \frac{4Hg\cos\alpha}{v_0} = 4\cdot\frac{\cancel{0,05}\,0,8\cdot 10\cdot\sqrt3}{2\cdot 2} = \cancel{\frac{\sqrt3}{2}}\ \cancel{0,86}$ (м/с)

$1,73\cdot 8 = 13,84$ (м/с)

Ответ: $H = 0,8$ м, $V = 13,8$ м

№3



1) На модель автомобиля действует сила реакции опоры $\vec N$, сила тяжести $\vec{F_т}$ и $\vec{F_{тр}}$

В некоторый момент времени направим координатную ось OY вертикально вверх, ось OX — к центру окружности. $\vec N + \vec{F_т} + \vec{F_{тр}} = m\vec a$, в проекциях на OX: $N = ma$; $N = \frac{mv^2}{R}$, $F_{тр} = mg$ (в проекциях на ось OY);

Сила $\vec P$, с которой автомобиль действует на сферу:

$\vec P = \vec N + \vec{F_{тр}}$, $P = \sqrt{\left(\frac{mv^2}{R}\right)^2 + m^2g^2} = \frac{m}{R}\sqrt{v^4 + g^2R^2} =$

$= \frac{0,4}{1,2}\sqrt{(3,7)^4 + 100\cdot 1,44} \approx \frac{1}{3}\cdot 12\sqrt{2} = 4\sqrt{2} = 4\cdot 1,4 = 5,6$ (Н)

2) Вектор силы трения $\vec{F_{тр}}$ направлен под углом $\frac{\pi}{6}$ к вертикали.

Пусть в некоторый момент времени ось OY силу (вектору $\vec{F_{тр}}$) сонаправлена, ось OX направлена в центр окр.

$m\vec a = \vec{N_2} + \vec{F_{тр}} + \vec{F_т}$ (2 закон Ньютона)

OY: $mg\cos\alpha = F_{тр}$,

OX: $N_2 + F_т\sin\alpha = ma$

$F_{тр} = N_2\mu = mg\cos\alpha$, $N_2 = \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

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

$v_{min} = \sqrt{gR\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)} = \sqrt{12\left(\frac{0,86}{0,9} + \frac{1}{2}\right)} \approx \sqrt{12\cdot\frac{3}{2}} = 3\sqrt{2} = 3\cdot 1,4 = 4,2$ м/с

Ответ: $P = 5,6$ Н, $v_{min} = 4,2$ м/с

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

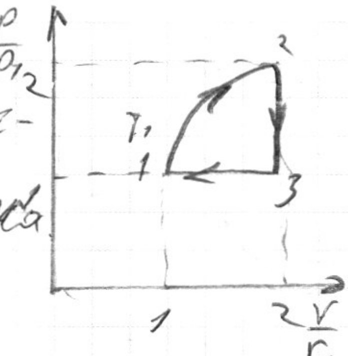
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

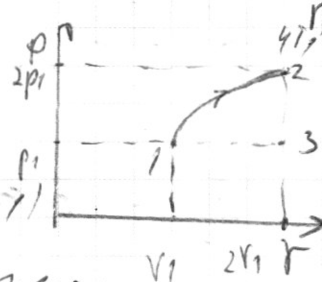
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 1) Если перерисовать график в pV-диаграмме, то дуга окружности 12 превратится в дугу эллипса.



Для состояний 1 и 2, используя уравнения $\frac{pV}{T} = const$, получим:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{2p_1\cdot 2V_1}{T_2},\ T_2 = 4T_1.$$



Работа газа на участке 12:

$$A_{12} = \pi V_1p_1 + V_1p_1 = V_1p_1(\pi + 1) = \nu RT_1(\frac{\pi}{4} + 1)$$

$\Delta U_{12} = \nu R(4T_1 - T_1) = 3T_1\nu R$, где ΔU_{12} – изменение внутренней энергии газа на участке 12. Кол-во теплоты Q_{12}, подведённое к газу на участке 12:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \nu RT_1(4 + \frac{\pi}{4}) = RT_1(4 + \frac{\pi}{4}) = Q$$

2) Работа газа за цикл $A_ц = \frac{V_1p_1\pi}{4} = \frac{\nu RT_1\pi}{4}$

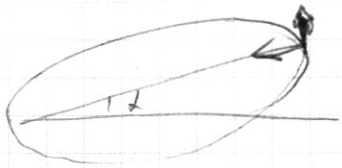
3) $\eta = \frac{A_ц}{Q_{12}} = \frac{T_1\nu R\pi}{4RT_1\nu(4 + \frac{\pi}{4})} = \frac{\pi}{16 + \pi}$

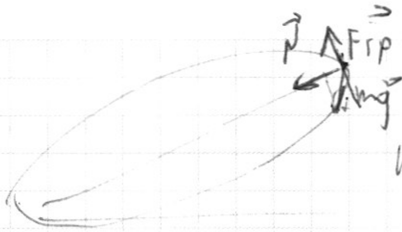
Ответ: $Q = RT_1(4 + \frac{\pi}{4})$, $A = RT_1\pi$, $\eta = \frac{\pi}{16 + \pi}$

Ответ: $Q = RT_1(4 + \frac{\pi}{4})$, $A = \frac{RT_1\pi}{4}$, $\eta = \frac{\pi}{16 + \pi}$

~~№5~~

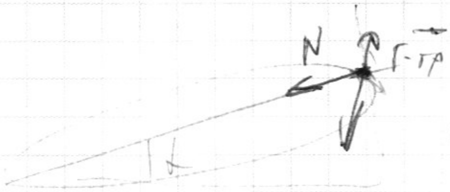
☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)





$mg\cos\alpha = F_{тр}$

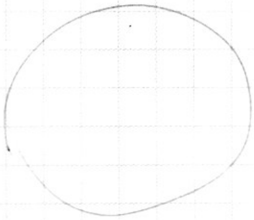
$mg\cos\alpha = F_{тр}$



$N\mu\sin\alpha - N =$

$F_{тр} = mg\cos\alpha = N\mu,$

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

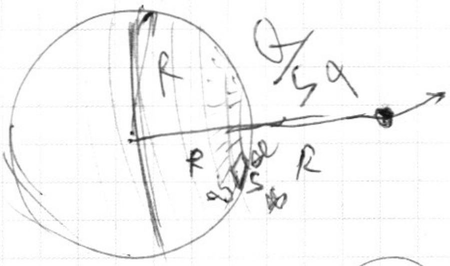


$N + mg\sin\alpha = \frac{mv^2}{R}$

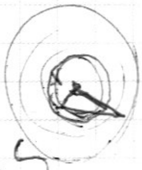
$mg\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)$

$\sigma = Q/S$

$\frac{Q}{S}$



Q/Sq



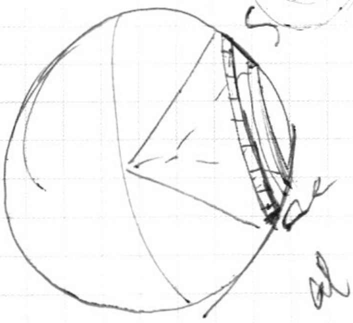
$\frac{k\Delta qQ}{r^2}$

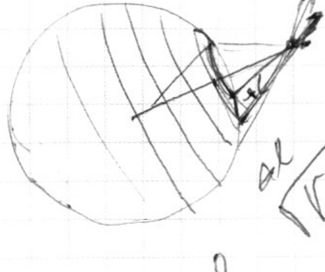
kqQ

$kq\Delta q$

$kQ\Delta q$

$\frac{kQ\,r\,\Delta l\,Q}{r^2+R^2}$





dl

$\sqrt{r^2+R^2}$

$\frac{kQQ^2}{2(r^2+R^2)}$

$\frac{rk\Delta l Q}{2R^2(r^2+R^2)}$

$2\pi r \cdot 2\pi R$ $\quad S = 2\pi r\,dl$

$Q = \frac{2\pi r \Delta l Q}{2\pi R^2}$

$\frac{rkQ}{2R^2(r^2+R^2)}$

$S = \frac{2\pi r\,dl\,Q}{2\pi R^2}$

$q = \frac{r\,dl\,Q}{2R^2}$ $\quad \Delta q = \frac{q}{l} = \frac{r\,dl\,Q}{2R^2\,2\pi x}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

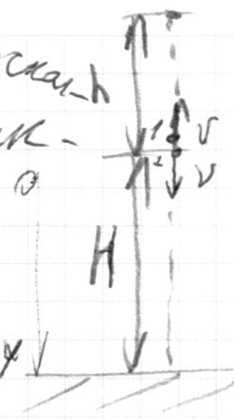
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 2)

Из кинемат. закона движения 1-ого осколка: $h=\frac{v^2}{2g}$, $t_1=\frac{v}{g}$ (время подъёма на максимальную высоту 1-ого осколка).



$h+H=\frac{gt_2^2}{2}$, $t_2=\sqrt{\frac{2(h+H)}{g}}$, где t_2 — время падения 1-ого осколка с высоты $H+h$. Время полёта 2-ого осколка находим из его кинематич. закона движения (ось Oy вертикально вниз направляем)

$H=vt'+\frac{gt'^2}{2}$, $\frac{gt'^2}{2}+vt'-H=0$, $D=v^2+2gH$,

$t'_{12}=\frac{-v\pm\sqrt{v^2+2gH}}{g}$, $t'=\frac{-v+\sqrt{v^2+2gH}}{g}$

$t=\frac{v}{g}+\sqrt{\frac{2(h+H)}{g}}-\frac{-v+\sqrt{v^2+2gH}}{g}=$

$=\frac{v}{g}+\sqrt{\frac{2(\frac{v^2}{2g}+H)}{g}}-\frac{\sqrt{v^2+2gH}-v}{g}$, $\sqrt{v^2+2gH}-\sqrt{v^2+2gH}+v+$

$+v=tg$

$2v=tg$, $v=\frac{tg}{2}$

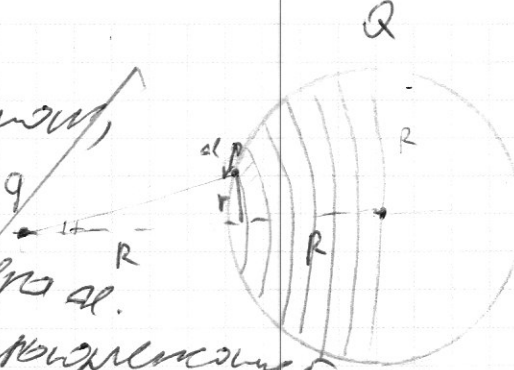
$K=\frac{mv^2}{2n}\cdot n=\frac{mv^2}{2}=\frac{mt^2g^2}{8}=\frac{2\cdot 100\cdot 10}{84}=250$ Дж

(n — число осколков)

Ответ: 1) $V_0=36{,}7$ м/с, 2) $K=250$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



Разобьём поверхность сферы так, как показано на рисунке, причём ширина полос равна dl. Расстояние от точки, принадлежащей полосе, до линии, соединяющей заряд и центр шара назовём r. S такой полосы равна $dl \cdot 2\pi r = 2\pi r\,dl$, от общей площади шара занимает часть $n = \frac{2\pi r\,dl}{4\pi r^2} = \frac{dl}{2r}$. На такой полосе распределён заряд $q_1 = \frac{dl\,Q}{2r}$. ~~В единице площади такой полоси находится заряд~~

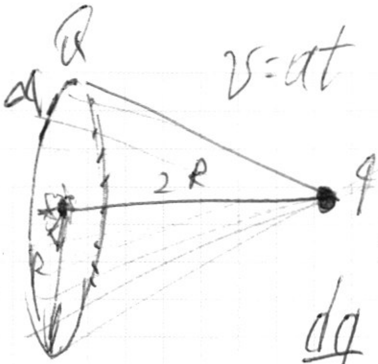
Сила взаимодействия полусферы с точечным зарядом

$$F_1 = \frac{Kqq_1}{l^2} = Kq\int_0^{\frac{\pi R}{2}} \frac{dl\,Q}{2r(r^2+R^2)} = \frac{Kq\pi^2 R}{4r(r^2+R^2)}$$

$$\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}, \quad F_1 = Kq\int_0^{\frac{2}{\sqrt5}} \frac{Q\cos\alpha}{4\pi R^2} = \frac{2KqQ}{4\pi R^2}\left(\frac{2}{\sqrt5}-1\right)$$

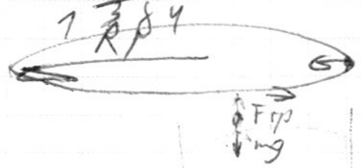
где σ — поверхностная плотность заряда, α — угол, под которым видна каждая полоса на рисунке из м. расположения заряда.

Ответ: $F_1 = \frac{KqQ}{4\pi R^2}\left(\frac{2}{\sqrt5}-1\right)$



$v = at$

$1{,}73 \cdot 8$ $\quad \times\, 1{,}73 \cdot 8 = 13{,}84 \quad 56$



$\int \frac{KQq}{l\,3r^2}$

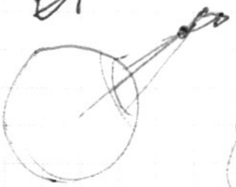
$dq = \frac{Q}{l}$ $\quad \frac{Kq}{3lR^2}$

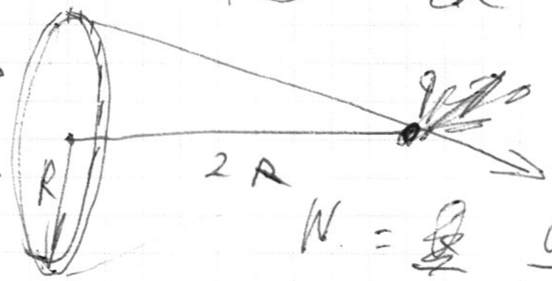
$\int \frac{K\,dq\,q}{3r^2}$

$\frac{Q}{l} = dq$ $\quad K\,dq\,Q$ $\quad \frac{-KQq^2}{8r^2}$

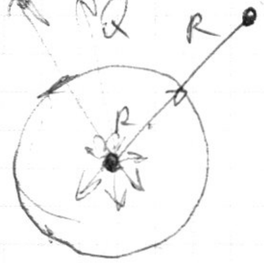
$ma = \frac{mv^2}{R}$

$\frac{Q}{\Delta l}$ $\quad N; \quad \frac{dq \cdot Q}{\Delta l}$

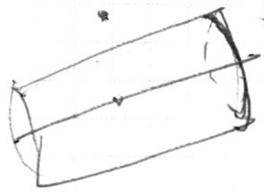


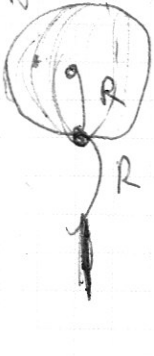


$N = \frac{Q}{l}$ $\quad \frac{Q}{S}$



$\frac{Kq}{R^2}$





$H = vt + \frac{gt^2}{2}$ $\quad \frac{gt^2}{2} + vt - H = 0$ $\quad \frac{vt}{2}$

$t_1 = \frac{v}{g}$ $\quad \frac{KQ}{R}$ $\quad \frac{Kq}{R}$

mg

$H = vt - \frac{gt^2}{2}$

$\left(\frac{b}{H + \frac{b2}{2\Omega}}\right) = t$ $\quad \frac{b^2}{2} = H + H$

$\frac{v^2}{g} + H$

mg^2

$\left|\frac{gt^2}{2} - vt - \left(\frac{b}{H + \frac{b2}{2\Omega}}\right)\right| = t$ $\quad \frac{b2}{2\Omega} = y$

$\frac{2}{\pi w}$

☑ 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

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2} + mgH$

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

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

$v_0 = \sqrt{2gH}$

$H = vt + \frac{gt^2}{2}$

$E_K = \frac{m}{K}\cdot\frac{v^2}{2}$

$mg\sin\alpha = ma$

$\frac{x}{s} = \sin\alpha$

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

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

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

$mv_0\cos\alpha = mu$

$u = v_0\cos\alpha$

$\frac{H}{x} = \sin\alpha$

$N = mg\cos\alpha$

$F = mg\cos\alpha\sin\alpha$

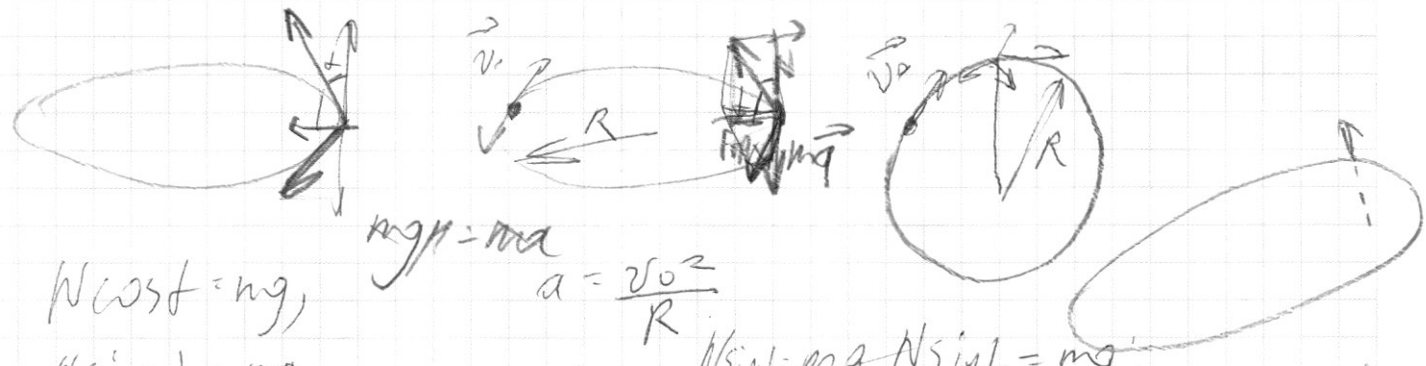
$t = \frac{4H}{v_0\sin\alpha}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$mg\mu = ma$

$a = \frac{v_0^2}{R}$

$N\cos\alpha = mg,$

$N\sin\alpha = ma$

$mg\,tg\alpha = \cancel{ma}\,\frac{v^2}{R}$

$N\sin\alpha = mg$ $N\sin\alpha = mg,$

$N\cos\alpha = ma$

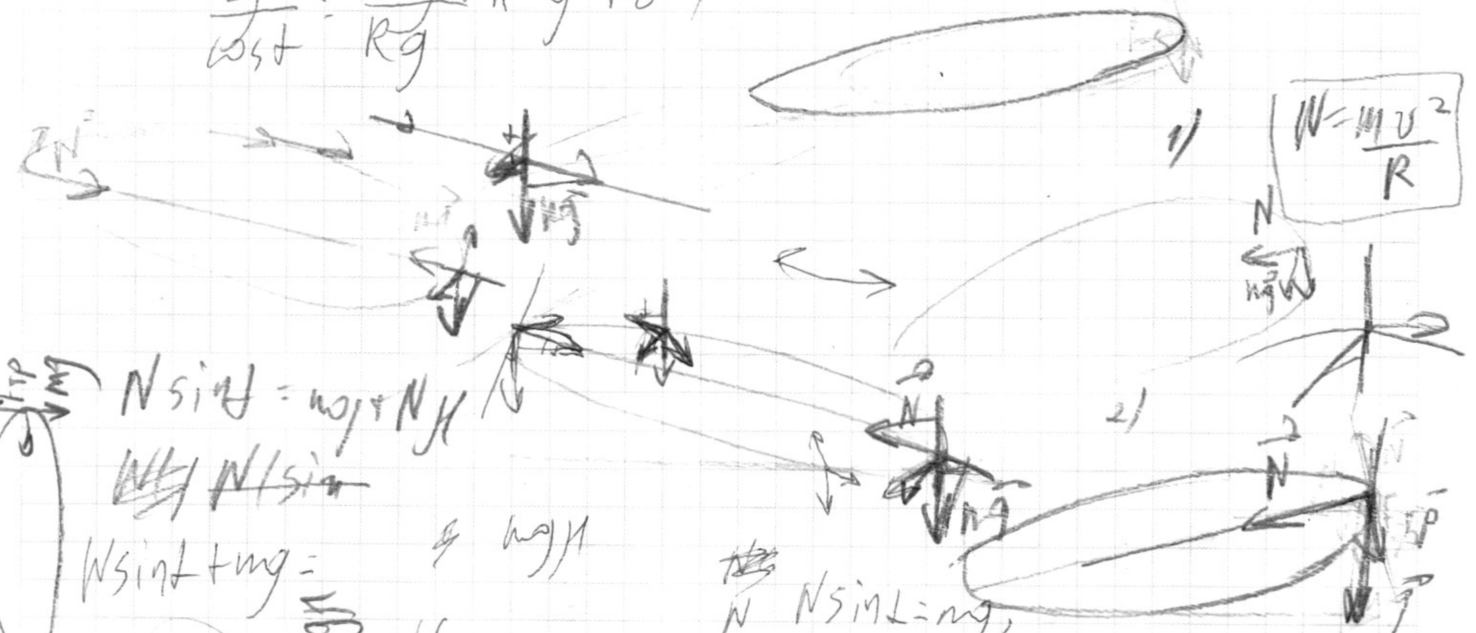
$F_{тр} = mg\cos\alpha$

$tg\alpha = \frac{v^2}{Rg}$

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$

$1+tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{v^4}{R^2g^2}}} = \frac{Rg}{\sqrt{R^2g^2+v^4}}$

$N = \frac{mg}{\cos\alpha} = \frac{mg\sqrt{R^2g^2+v^4}}{Rg}$



1)

$\boxed{N = \frac{mv^2}{R}}$

2)

$N\sin\alpha = mg + N\mu$

$N\sin\alpha + mg =$

$N\sin\alpha = mg,$

$N = \frac{mv^2}{R}$

$N = \frac{mg}{\sin\alpha}$

$N(\mu - \sin\alpha) = mg$

$N\sin\alpha + mg = N\mu$

$v = g\sin\alpha(\mu - \sin\alpha)$

$\frac{F}{F_{тр}} = \sin\alpha(\mu - \sin\alpha)$

$N\sin\alpha(1-\mu) =$

$N\sin\alpha$

$N = \frac{mg}{\mu - \sin\alpha}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N\mu\sin\alpha = N\sin\alpha + mg$

$mg = N\sin\alpha + N\mu\sin\alpha$

$N\sin\alpha = N\mu\sin\alpha + mg$

$N - mg\sin\alpha = \frac{v^2}{R}$ $= \frac{mg}{\sin\alpha(1+\mu)} (1-\sin\alpha) = \frac{v^2}{R}$

$N\sin\alpha(1-\mu) = mg$

$N\sin\alpha(1+\mu) = mg$

$N - mg\sin\alpha = ma$

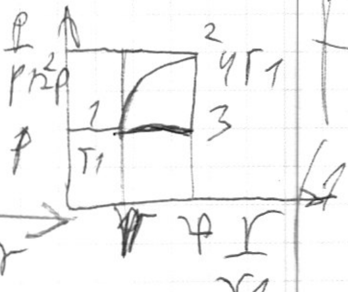
$\frac{mg}{\sin\alpha(1-\mu)} - mg\sin\alpha = \frac{mv^2}{R}$, $v^2 = \sqrt{gR(1-\sin^2\alpha(1-\mu))} =$

$= \sqrt{(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha\,\mu)gR} =$

$= \sqrt{12\left(\frac{3}{4} + \frac{1}{2}\cdot\frac{9}{20}\right)} = \sqrt{\frac{24\cdot 123}{20\,5}} = 2\sqrt{3}\sqrt{\frac{2}{5}}$

$\sqrt{\frac{R(1-\sin^2\alpha(1+\mu))g}{\sin\alpha(1+\mu)}}$

$15+9$



$S = \frac{Vp\pi}{4} + pV$

$\left(1 - \frac{1}{4}\cdot\frac{19}{10}\right)12$

$\frac{pV}{T_1} = \frac{pV}{T_2}$

$\frac{pV}{T_1} = \frac{4pV}{T_2}$

$\frac{1}{2}\cdot\frac{19}{10}$

$20-19$

$T_2 = 4T_1$ $\frac{2p}{4T_1} = \frac{p}{T_1'}$

$\sqrt{\frac{21\cdot 126}{2\cdot 19}}$

$T_2 = 4T_1$

$\frac{Vp(\pi+4)}{4}$

$T_1' = 2T_1$

$\boxed{\frac{\nu RT_1(\pi+4)}{4}}$

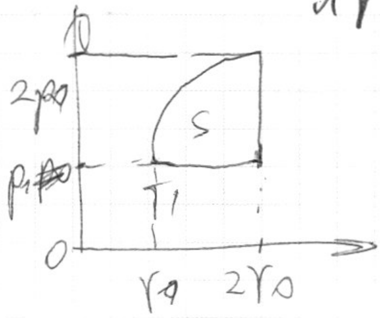
$\frac{3\nu RT_1 + \nu RT_1(\pi+4)}{4} = \frac{\nu RT_1(16+\pi)}{4}$

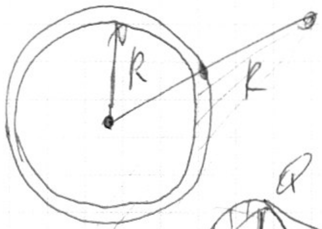
$A_\Gamma = \frac{p_0 V_0 \pi}{4}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

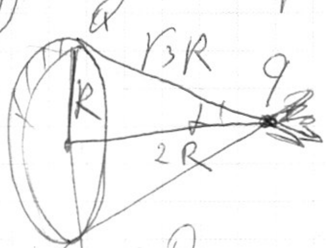
Страница №___ (Нумеровать только чистовики)

ЯV1P1





$F_1 = \frac{kqQ}{r^2}$



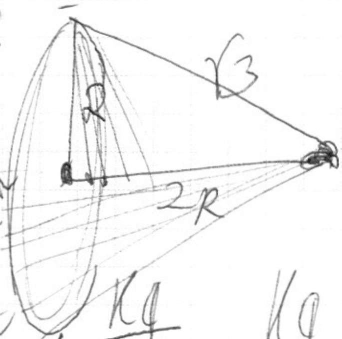
$S = \frac{r_0 p_0 \pi}{4}\; r_0 p_0 + \frac{r_0 p_0 \pi}{4}$

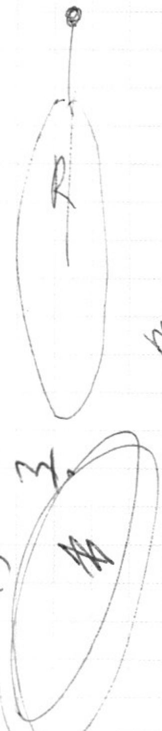
$\nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4}) + \nu R 3 T_1 =$

$\frac{Q}{l}$ $\sum \frac{kqQ\cos\alpha}{r^2}$

$\sum \frac{kq}{r^2}\cos\alpha = \int \frac{kQq\cos\alpha}{2\pi R^3}$

$\frac{86}{90}$ $\frac{43}{45}+\frac{1}{2}$ $86 + 45$





$\frac{kQ}{2\pi}$

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

$\frac{kq}{R}$ $\frac{kq}{\sqrt{R^2+x^2}}$ $\frac{kq}{2\pi}$

$\frac{131}{90}$

$\sum \frac{kQ}{6\pi r^3}\cos\alpha =$

$\frac{kq}{\sqrt{3}R} - \frac{kq}{x}\,dx$

$= \frac{kQ}{6\pi r^{-2}} \sum \frac{1}{r^3}$

r^{-2}

$\frac{43}{45}+\frac{1}{2}$ $\frac{261}{15}$ $\int_R^{\sqrt{3}R} \left(\frac{kq}{x_2} - \frac{kq}{x_1}\right) dx = kq\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{x_1}\right)$

$\frac{86}{90}$

$x_1 - \frac{x_1 - R}{R x_1}$

$\frac{kq}{R} - \frac{kq}{}$

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

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

45 56 $\times 87$ 64 1609 $\frac{435}{8}$ $\frac{(87)^2}{(435)^2}$ 65 4 13 $\frac{13}{40}$ 696 $\times 87$ 316