Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

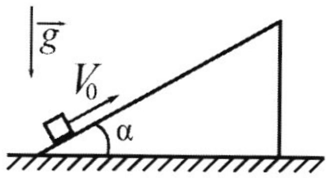
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

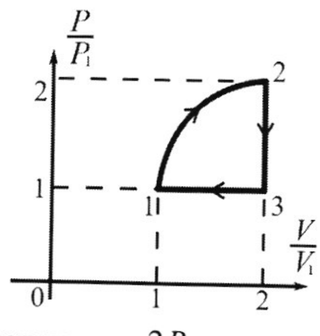
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте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

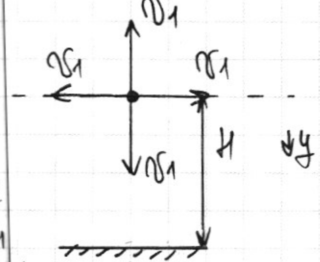
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:
$m = 2$ кг
$\tau = 10$ с.
$H = 65$ м
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

1) v_0 - ?
2) K - ?



Пусть v_1 – скорость осколков сразу после взрыва.

1) $H = \frac{v_0^2}{2g}$ (т.к. в высшей точке фейерверк остановился, запишем кинемати. формулу равноуск. движения.

$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} \approx 35 \frac{м}{с}$

2) Первым на землю упадёт осколок, полетевший строго вниз перпендикулярно земле, последним – строго вверх.

Запишем формулы для равноуск. движения (в проекциях на ось y)

$H = v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$, где t_1 – время полёта осколка, полетевшего ровно вниз

$H = -v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$, где t_2 – время полёта осколка, полетевшего ровно вверх

Тогда $\tau = t_2 - t_1$

$v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2} = -v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$

$v_1 (t_1 + t_2) = \frac{g}{2} (t_2 - t_1)(t_2 + t_1) \quad | : (t_2 + t_1), \quad t_2 \neq -t_1$

$v_1 = \frac{g}{2} (t_2 - t_1) = \frac{g}{2} \tau$

$K = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_1^2}{2} + \dots + \frac{m_n v_1^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} (m_1 + m_2 + \dots + m_n) = \frac{v_1^2}{2} m =$

$= \frac{g^2 \tau^2 m}{8} = \frac{100 \cdot 100 \cdot 2}{8} = 100 \cdot 25 = 2500$ Дж или 2,5 кДж

Ответ: 1) $35 \frac{м}{с}$; 2) 2,5 кДж

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

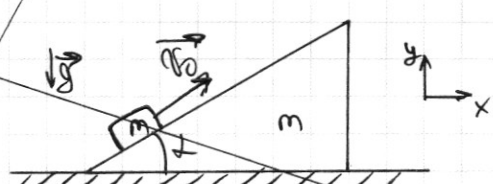
№2

Дано:
$\alpha = 30$
$v_0 = 2 \frac{м}{с}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

1) H-?
2) v-?

~~На систему~~

Проекции внешних сил, действующих на систему клин-шайба, на ось x равны 0 => ~~импульс системы~~



=> проекция импульса системы на ось x сохраняется

Пусть она равна p_x:

$p_x = v_0 \cos\alpha \cdot m$, где m - масса шайбы и клина.

Когда шайба достигает наивысш. точки, её скорость относительно клина равна 0 (т.к. в этой точке она меняет направл. на противоположное)

Значит, скорости клина и шайбы равны в этот момент в лабораторной с.о. => $v_ш = v_к$

Эти скорости также параллельны оси x в этот момент.

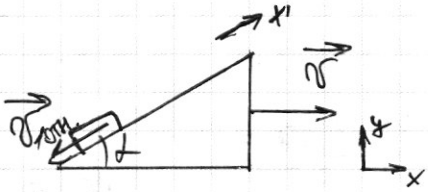
Запишем з.с.и. и з.с.э.:

$$\begin{cases} p_x = v_0 \cos\alpha\, m = v_ш m + v_к m = 2 v_к m \\ E = \frac{m v_0^2}{2} = mgH + \frac{m v_ш^2}{2} + \frac{m v_к^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_к = \frac{v_0 \cos\alpha}{2} \\ gH = \frac{v_0^2 - 2 v_к^2}{2} \end{cases}$$

$$H = \frac{v_0^2 - 2 \cdot \frac{v_0^2 \cos^2\alpha}{4}}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}\right) = \frac{4}{20}\left(1 - \frac{3}{4 \cdot 2}\right) = \frac{4}{20} \cdot \frac{5}{8} = \frac{1}{8} =$$

$= 0{,}125$ м



~~2) Пусть v_1 - скорость шайбы в л.с.о.~~
~~в момент, когда она вернулась вниз клина.~~

2) ~~Направим~~ ось x' вдоль склона клина

На шайбу вдоль оси x' не действуют силы =>
=> её импульс вдоль этой оси в л.с.о. сохраняется

Пусть v_1 - скорость шайбы, когда она достигла низа клина.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Зарисуем треугольник скоростей из равенства $\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{v}_{отн.}$, где $v_{отн.}$ – скорость шайбы в выбранный момент отн-но клина.

Запишем З.С.И. в проекциях на ось x' (для шайбы):

$m v_0 = m v_{1x'} \Rightarrow v_{1x'} = v_0$

$v_{отн_{x'}} = v_{1x'} - v_{x'} = v_0 - v\cos\alpha$

Видно, что $v_{отн\,x'} < 0 \Rightarrow v_{отн} = v\cos\alpha - v_0$

$v_{отн\,x'} = -v_{отн}$

$v_{1x} = v_{отн\,x} + v_x = -v_{отн}\cos\alpha + v = (v_0 - v\cos\alpha)\cos\alpha + v$

З.С.И. в проекц. на ось x:

$m v_0\cos\alpha = m v_{1x} + m v \quad |:m$

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

2) Запишем З.С.Э.:

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$, где v_1 – скорость шайбы в момент, когда она достигла низа клина

$\Rightarrow v_0^2 = v_1^2 + v^2$ – [illegible]

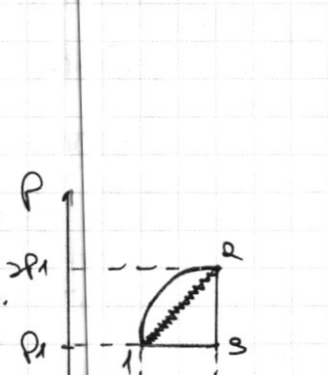
Ответ: 1) 0,125 м 2) –

№4

Дано:
T_1
$\nu = 1$ моль
R

1) Q – ?
2) A – ?
3) η – ?

1) Зарисуем диаграмму (P, V)



$Q = \Delta U_{12} + A'_{12}$ – работа газа на уч. 1-2, изм. внутр. эн. газа на уч. 1-2

Из осн. газового закона:

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{4 P_1 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 4T_1$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{9}{2}\nu R T_1$

Работа на этом участке — площадь под дугой.

$A'_{12} = (2V_1 - V_1)\cdot P_1 + \frac{1}{4}\pi P_1 V_1$, где $\pi P_1 V_1$ — пл-дь всей окр-ти с центром в т. 3.

$A'_{12} = P_1 V_1 (1 + \frac{1}{4}\pi) = \nu R T_1 (1 + \frac{1}{4}\pi)$

т.к. $P_1 V_1 = \nu R T_1$ — ур-е состояния

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

2) Работа A газа за цикл — площадь окр-ти 1-2-3, т.е. четверти окр-ти

$A = \frac{1}{4}\pi P_1 V_1 = \frac{1}{4}\pi \nu R T_1$

3) Теплоту газ получает только в процессе 1-2, т.к. 2-3 — изохорное уменьшение давления, а 3-1 — изобарное сжатие.

Тогда $Q^+ = Q = \nu R T_1 (\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)$

$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{\frac{1}{4}\pi \nu R T_1}{\nu R T_1 (\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)} = \frac{\pi}{22 + \pi}$

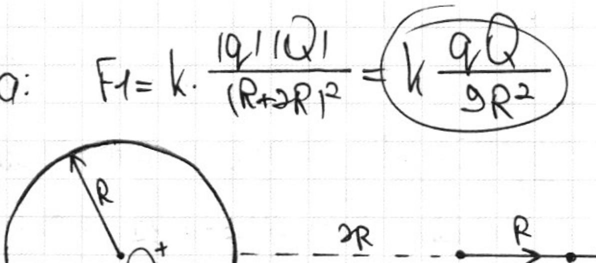
Ответ: 1) $(\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)\nu R T_1$ 2) $\frac{1}{4}\pi \nu R T_1$ 3) $\frac{\pi}{22+\pi}$

№5.

Дано:
Q, $Q > 0$
q, $q > 0$
R

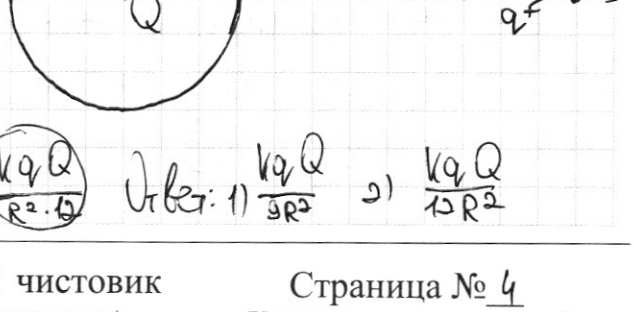
1) F_1 — ?
2) F_2 — ?

1) сферу можно представить как ~~заряд~~ точечный заряд Q в её центре



Тогда по з-ну Кулона: $F_1 = k\cdot\frac{|q||Q|}{(R+2R)^2} = k\frac{qQ}{9R^2}$

2) На ближний конец стержня действует сила



$F_б = k\frac{qQ}{9R^2}$

На дальний: $F_д = k\frac{qQ}{16R^2}$

Тогда $F_2 = \sqrt{F_б \cdot F_д} = \frac{kqQ}{R^2 \cdot 12}$

Ответ: 1) $\frac{kqQ}{9R^2}$ 2) $\frac{kqQ}{12R^2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

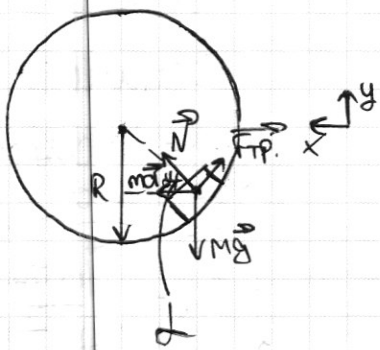
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:
$V_0 = 3{,}7\ \frac{м}{с}$
$m = 0{,}4\ кг$
$R = 1{,}2\ м$

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

1) Все силы, действующие на модель, в данном случае лежат в одной пл-ти, проходящей через нормаль к горизонту и центр модели. Все силы отмечены на рисунке.



Пусть угол между $\vec{N}$ и горизонтом равен α.

$N = P$ (по 3-ему з-ну Ньютона)

Расстояние от модели до оси вращения равно $R\cos\alpha$.

Т.к. движение по окр-ти равномерное, то:

$a = a_n = \frac{V_0^2}{R\cos\alpha}$, где a - полное уск. модели.

Запишем второй з-н Ньютона в проекциях:

x: $ma = N\cos\alpha - F_{тр}\cos(90° - \alpha) = N\cos\alpha - F_{тр.}\sin\alpha$

$\frac{mV_0^2}{R} = N\cos^2\alpha - F_{тр.}\cos\alpha \cdot \sin\alpha.$

y: $mg = N\sin\alpha + F_{тр.}\sin(90° - \alpha) = N\sin\alpha + F_{тр.}\cos\alpha$

~~$\vec{F_{тр}}$ может быть направлена в противоположную сторону, но на результат это не повлияет.~~

$F_{тр.}\cos\alpha = mg - N\sin\alpha$

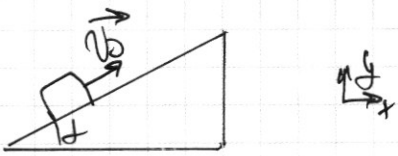
$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{R} = N\cos^2\alpha - \sin\alpha(mg - N\sin\alpha) = N\cos^2\alpha + N\sin^2\alpha - mg\sin\alpha$
$= N - mg\sin\alpha$

№2

Дано:
$\alpha = 30^\circ$
$V_0 = 2\ \frac{м}{с}$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

1) H - ?
2) V - ?

1) Проекции внешних сил, действующих на систему клин-шайба, равны 0.



=> проекция импульса системы P_x на ось x сохраняется

$P_x = V_0 \cos\alpha\, m$

Когда шайба достигает наивысш. т.к. её скорость отн-но клина равна 0, т.е. её скорость в л.с.о. равна скорости клина.

$V_ш = V_к$.

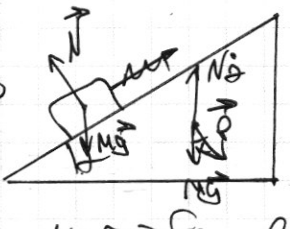
Запишем З.С.И. и З.С.Э.

$$\begin{cases} P_x = V_0\cos\alpha\, m = V_ш m + V_к m = 2V_к m \\ E = \frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{mV_ш^2}{2} + \frac{mV_к^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_к = \frac{V_0\cos\alpha}{2} \\ gH = \frac{V_0^2 - 2V_к^2}{2} \end{cases}$$

$$H = \frac{V_0^2 - 2\frac{V_0^2\cos^2\alpha}{4}}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}\right) = \frac{4}{20}\left(1 - \frac{3}{4\cdot 2}\right) = 0{,}125\ м$$

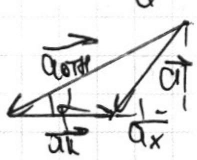
2) Рассм. силы:



$a_к$ - уск. клина, $a_{отн.}$ - шайбы отн-но клина

$ma_к = P\sin\alpha = N\sin\alpha = -ma_x$, a - уск. шайбы в л.с.о.

=> $a_к = -a_x$



$|a_{отн.x}| = |a_к| + |a_x| = 2a_к$.

Тогда т.к. в конце движ-я шайба имела ск-ть отн-но клина, равную начальной:

~~$V_0\cos\alpha = V_0\cos$~~ ~~$V_0 = V_0 - a_{x\,отн.}T$, T - всё время движ-я шайбы~~

~~$2V_0 = a_{отн.x}T = 2a_к T \Rightarrow a_к T = V_0$~~

~~$V_к = 0 + a_к T = V_0 = 2\ \frac{м}{с}$ Ответ: 1) 0,125 м 2) 2 $\frac{м}{с}$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$-V_0\cos\alpha = V_0\cos\alpha - a_{отн.x}T$

$2V_0\cos\alpha = 2a_u T \Rightarrow a_u T = V_0\cos\alpha$

$V = 0 + a_u T = 0 + V_0\cos\alpha = 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1{,}7\ \frac{м}{с}$

Ответ: 1) 0,125 м 2) 1,7 $\frac{м}{с}$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

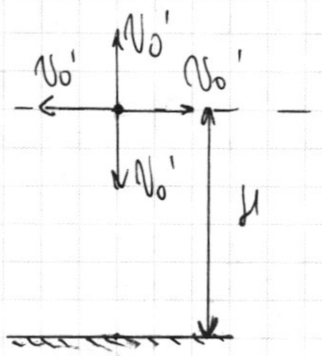
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№1.

В точке разрыва суммарный импульс системы равен 0.

$35 \times 35 = 1225$

1) $H = \frac{v_0^2}{2g}$ $\quad v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{20 \cdot 65} = \sqrt{1300} \approx 35 \frac{м}{с}$

2) $H = v_0' t_1 + \frac{g t_1^2}{2} = -v_0' t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$

$v_0'(\cancel{t_1 + t_2}) = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)\cancel{(t_2 + t_1)}$

$v_0' = \frac{g}{2}(t_2 - t_1) = \frac{g}{2}\tau = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 \frac{м}{с}$

$\sum E_k = \frac{m_1 v_0'^2}{2} + \frac{m_2 v_0'^2}{2} + \dots = \frac{v_0'^2}{2}(m_1 + m_2 + \dots) = \frac{v_0'^2}{2} \cdot m =$

$= \frac{50^2}{2} \cdot 2 = 2500$ Дж

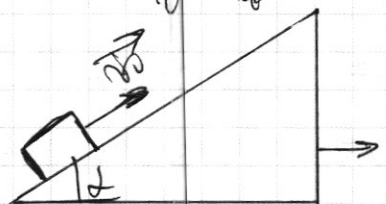
$\frac{\sin\alpha}{v_1} = \frac{\sin\beta}{v_{1отн}}$ $\quad v_{1отн}\cos\alpha = v_{1x} - v = v_0 - 2v$ $\quad v_{1отн} = \frac{v_0 - 2v}{\cos\alpha}$

$v_1^2 = v^2 + \frac{(v_0 - 2v)^2}{\cos^2\alpha}$

№2.

шайба перестанет подниматься когда ее отн. ск-ть равнаі 0 =>

=> $v_ш = v_к$.



на сист. не действ. горизонт. силы

=> её импульс вдоль оси Ox сохр.

$\cancel{m} v_0 \cos\alpha = \cancel{m} v_к + \cancel{m} v_ш$ $\quad 2v_ш = v_0\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = \sqrt{3}$

$v_ш = \frac{\sqrt{3}}{2}$

З.С.Э.: $\frac{\cancel{m} v_0^2}{2} = \frac{\cancel{m} v_к^2}{2} + \frac{\cancel{m} v_ш^2}{2} + \cancel{m} gH$

$\frac{v_0^2}{2} = v_ш^2 + gH$ $\quad H = \frac{v_0^2 - 2v_ш^2}{2g} = \frac{4 - 2 \cdot \frac{3}{4}}{20} = \frac{4 - 1{,}5}{20}$

$= \frac{2{,}5}{20} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} = 0{,}125$ м $\quad \frac{4}{2} \cdot \frac{5}{8} = \frac{5}{4}$

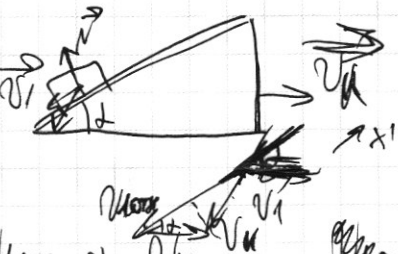
$v_0^2 = v^2 + v_1^2$; $\quad v_{1x} + v = v_0$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$v_k m - v_1 \cos\alpha\, m = 0$

$v_k = v_1 \cos\alpha \Rightarrow v_1 = \frac{v_k}{\cos\alpha}$



$v_1 = v_{1\,отн} \cos\alpha - v_k$

$v_{1x'} = v_0$

$v_{1\,отн} = v_{1x'} + v_k \cos\alpha = v_0 + v_k \cos\alpha$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{m}$

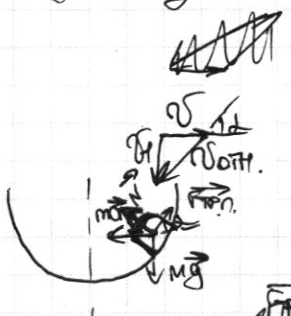
$v_0^2 = v_k^2 + \frac{v_k^2}{\cos^2\alpha}; \quad v_k^2 \left(\frac{\cos^2\alpha + 1}{\cos^2\alpha}\right) = v_0^2$

$v_k = \sqrt{v_0^2 \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha + 1}} = \frac{v_0 \cos\alpha}{\sqrt{\cos^2\alpha + 1}} = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{\frac{3}{4} + 1}} = \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{7}}{2}} =$

$= 2 \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} \approx 2 \cdot \frac{1{,}7}{2{,}6} \approx 1{,}3$

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

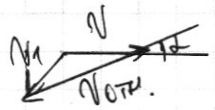
27 · 27 = 729; 26 · 26 = 676; 17 : 26 = 0,65



№3.

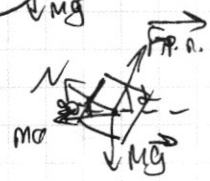
$m a_n = \frac{v_0^2}{R} = \frac{3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{13{,}69}{1{,}2} = 11{,}4$

37 · 37 = 1369; 1369 : 120 = 11,4



$v_{1x} = v - v_{отн} \cos\alpha$

$ma = N$



$v_1 = (v_0 + v_k \cos\alpha)\cos\alpha - v_k$

$ma = N\cos(90-\alpha) - F_{тр.п.} \cdot \cos\alpha$

$N \sin(90-\alpha) + F_{тр.п.} \sin\alpha - mg = 0$

$ma = N \sin\alpha - F_{тр.п.} \cos\alpha$

$mg = N\cos\alpha + F_{тр.п.} \sin\alpha \qquad F_{тр.п.} = \frac{mg - N\cos\alpha}{\sin\alpha}$

$ma = N\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}(mg - N\cos\alpha)$

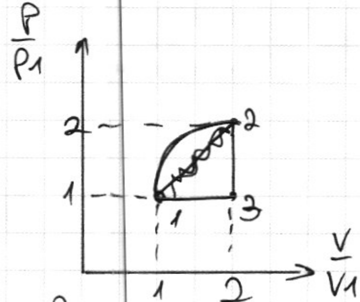
$m\left(a + \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} g\right) = N\left(\sin\alpha + \frac{\cos^2\alpha}{\sin\alpha}\right) = \frac{N}{\sin\alpha}$

$m\left(\frac{v_0^2}{R} + \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} g\right) = \frac{N}{\sin\alpha}$

$v_0^2 = v_1^2 + v^2 = ((v_0 + v_k \cos\alpha)\cos\alpha - v_k)^2 + v_k^2$

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

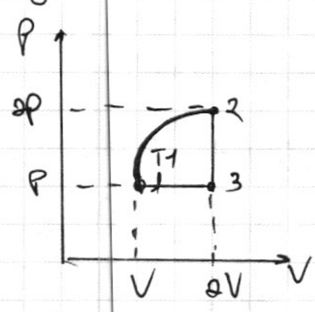
№4.



$\nu = 1$ моль

$Q = \Delta U_{12} + A'_{12}$

$\Delta U_{12} = T_2 - T_1$



$\frac{PV}{T_1} = \frac{2P \cdot 2V}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 4$

$T_2 = 4T_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(4T_1 - T_1) = \frac{9}{2}\nu R T_1$

$A'_{12} = (2V - V)\cdot P + \frac{1}{4}\pi R^2 = PV + \frac{1}{4}\cdot \pi VP =$

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

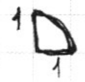
$Q = \frac{9}{2}\nu R T_1 + \nu R T_1 + \frac{1}{4}\pi \nu R T_1 = \frac{11}{2}\nu R T_1 + \frac{1}{4}\pi \nu R T_1$

$= \nu R T_1(\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)$

2) $A' = \frac{1}{4}\pi \nu R T_1$

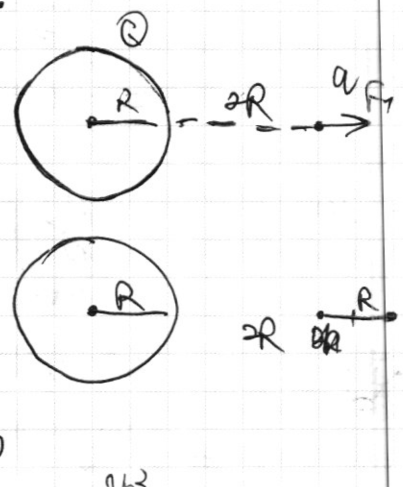
3) $\eta = \cancel{\frac{Q}{A} = \frac{\nu R T_1(\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)}{\frac{1}{4}\pi \nu R T_1} = \ldots}$ $\quad \frac{A}{Q} = \frac{\frac{1}{4}\pi \nu R T_1}{\nu R T_1(\frac{11}{2} + \frac{1}{4}\pi)} =$

$= \frac{\pi}{22 + \pi}$



№5.

1) $F_1 = k\frac{|q||Q|}{(3R)^2}$



2) $F_2 = k\frac{|q||Q|}{(3{,}5R)^2} = \frac{4}{49}k\frac{qQ}{R^2}$

№3

$N\sin\alpha = mg \qquad N\cos\alpha = ma = m\frac{v_0^2}{R\cos\alpha}$

$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{gR\cos\alpha}{v_0^2} \qquad \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{gR}{v_0^2}$

$1 - \sin^2\alpha = \sin\alpha\frac{v_0^2}{gR} \qquad \frac{1-\sin^2\alpha}{\sin\alpha} = \frac{v_0^2}{gR} \qquad \frac{1}{\sin\alpha} - \sin\alpha = \frac{v_0^2}{gR}$

$\sin^2\alpha + \sin\alpha\frac{v_0^2}{gR} - 1 = 0 \qquad \sin^2\alpha + \frac{3\pi^2}{12}\sin\alpha - 1 = 0$

☑ 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)»

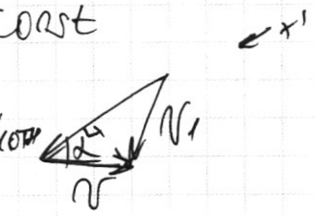
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

вдоль оси x' импульс шайбы const

$v_0 = v_{1x'}$



$v_{отн} = v_{1x'} + v'_x = v_0 + v\cos\alpha$

$v_{1x} = v_{отн\,x} - v = v_0\cos\alpha - v\cos^2\alpha - v$

$v_{1x} + v = 0$

$v_0\cos\alpha - v\cos^2\alpha - 2v = 0$

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

$v = v_0 \dfrac{\cos\alpha}{\cos^2\alpha + 2} = 2 \cdot \dfrac{\frac{\sqrt3}{2}}{\frac{3}{4}+2} = \dfrac{\sqrt3}{\frac{11}{4}} = \dfrac{4}{11}\sqrt3 =$

$= \dfrac{4}{11} \cdot 1{,}7 = \dfrac{6{,}8}{11} \approx 0{,}6 \frac{м}{с}$

$68 \,|\, 110$; $0{,}61$; 680; 660; 200

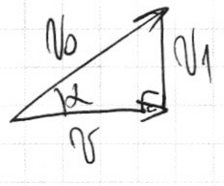
$N\cos\alpha = ma = m\dfrac{v_0^2}{R\cos\alpha}$ $\quad v_0^2 m = RN\cos^2\alpha$

$mg = N\sin\alpha$

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

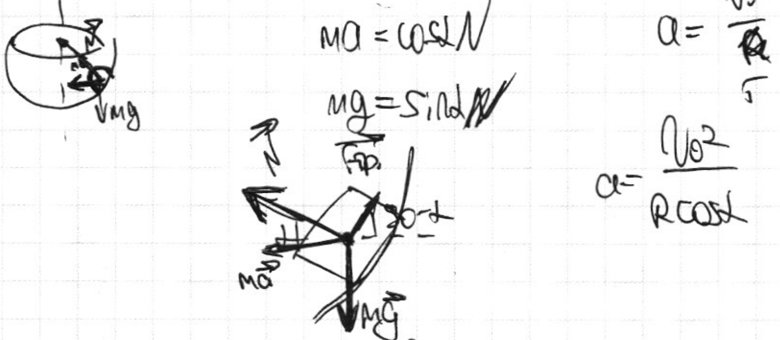
$\dfrac{mv_0^2}{2} = \dfrac{mv_1^2}{2} + \dfrac{mv^2}{2}$

$v_0^2 = v_1^2 + v^2$



$v_0\cos\alpha = v + v_{1x}$

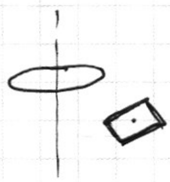
$\cos\alpha =$



$ma = \cos\alpha N$ $\quad a = \dfrac{v_0^2}{r} = \dfrac{v_0^2}{\cos\alpha R}$

$mg = \sin\alpha N$

$a = \dfrac{v_0^2}{R\cos\alpha}$



$ma = N\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha$

$mg = -F_{тр}\cos\alpha + N\sin\alpha$

$\dfrac{mv_0^2}{R} = N\cos^2\alpha - F_{тр}\cos\alpha\sin\alpha = N\cos^2\alpha - (mg - N\sin\alpha)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

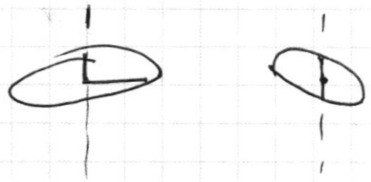
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

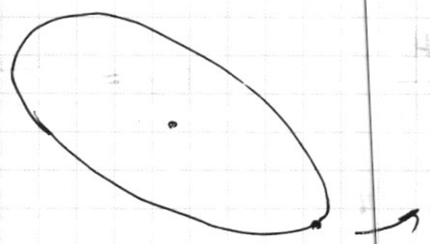
ШИФР

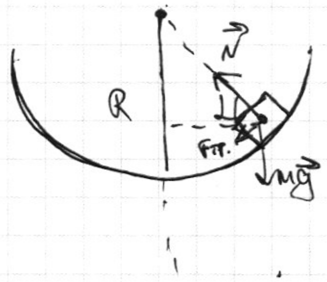
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.







$a = \frac{v^2}{R\cos\alpha}$ $\qquad v_0 = \omega R$

$ma = N\cos\alpha - F_{тр}\sin\alpha$

$mg - F_{тр}\cos\alpha - N\sin\alpha = 0$

$\frac{m v_0^2}{R} = N\cos^2\alpha - F_{тр}\cos\alpha\sin\alpha = N\cos^2\alpha - \sin\alpha(-N\sin\alpha - mg)$

$mg\sin\alpha = N - \frac{mv_0^2}{R}$

$\sin\alpha = \frac{N}{mg} - \frac{v_0^2}{Rg}$

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

$N_0\cos\alpha = N + N_1 x$

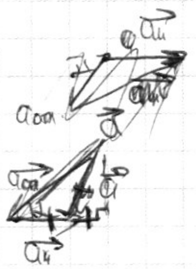
$$\begin{cases} \frac{mv_0^2}{R\cos\alpha} = N\cos\alpha \\ N\sin\alpha = mg \end{cases}$$

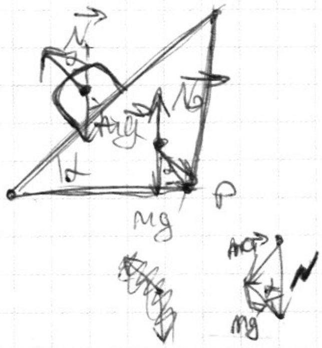
$\frac{mv_0^2}{R} = N\cos^2\alpha = N - N\sin^2\alpha = N - N\cdot\frac{(mg)^2}{N^2} = N - \frac{(mg)^2}{N}$

$N^2 - (mg)^2 - N\frac{mv_0^2}{R} = 0$

$N^2 - \frac{0,1\cdot 3,7^2}{1,2} = \frac{3,7^2}{3}$

$m a_к = P \sin\alpha = N \sin\alpha = a_x m$





$L \neq H$ $\frac{H}{L} = \sin\alpha$ $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$L = \frac{v_0^2}{2a_{отн.}} = \frac{H}{\sin\alpha}$ $a_{отн.} = \frac{v_0^2 \sin\alpha}{2H}$

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

$m^2a^2 = m^2g^2 + N^2 - 2mgN\cos\alpha$

$a^2 = g^2 + \frac{N^2}{m^2} - 2\frac{g}{m}N\cos\alpha$

$ma = N\sin\alpha \,|\,)^2$ $m^2g^2 + N^2 - 2mgN\cos\alpha = N^2\sin^2\alpha$

$N^2\cos^2\alpha + m^2g^2 - 2mgN\cos\alpha = 0$

$D = 4m^2g^2\cos^2\alpha - 4m^2g^2\cos^2\alpha$

$(N\cos\alpha - mg)^2 = 0$

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

$a^2 = a_к^2 + a_{отн}^2 - 2a_к a_{отн.}$

$|a_{x.отн.}| = 2a_к$ $-v_0 = v_0 - a_{x отн.}T$

$2v_0 = 2a_кT$ $v_0 = a_кT$

$v = 0 + a_кT = v_0$