Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

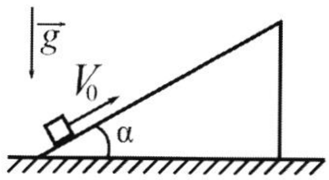
1. Фейерверк массой $m = 1$кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва $K = 1800$Дж. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$с.

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

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 α такой, что $\cos\alpha = 0,6$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость V_0 (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2$м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение a модели.

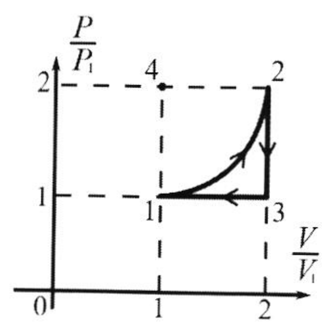
2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$м. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление P_1 и объём V_1.

1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.



5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $3R$ 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 $3R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

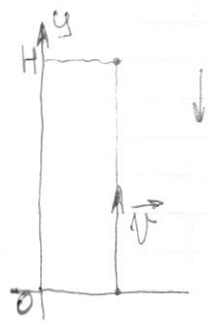
Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k. Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:
$m = 1кг$
$T = 3с$
$K = 1800Дж$
$\tau = 10с$

$H - ?$
$t_1 - ?$



Решение:

Пусть начальная скорость фейерверка – $V_ф$, тогда ~~h(t)~~ если обозначить Землю за нулевой уровень по вертикальной оси OY, то закон движения фейерверка по OY: $y = V_ф t - \frac{gt^2}{2}$. Фейерверк взорвался в высшей точке траектории, значит при взрыве его скорость была равна 0. Скорость изменяется так: $V(t) = V_ф - gt \Rightarrow$ В ~~то~~ верхней точке $V(T) = V_ф - gT = 0 \Rightarrow V_ф = gT \Rightarrow$

$y(T) = H = gT \cdot T - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$; $H = \frac{10\frac{м}{с^2} \cdot (3с)^2}{2} = 45м$.

Фейерверк разорвался. Пусть ~~изначально~~ сразу после взрыва скорость осколков V_0. Пусть осколок вылетел под углом α к горизонту, тогда закон движения по

вертикали ~~$y = V_0 \sin\alpha t - gt^2$~~

$y = H + V_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

~~Быстрее всех упадёт на землю осколок полетевший вертикально вниз~~ Рассмотрю ~~дос~~ падение осколка на землю: $H + V_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$; $\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin\alpha t - H = 0$

$D = V_0^2 \sin^2\alpha + 2gH$; $t = \frac{V_0 \sin\alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha + 2gH}}{g}$ ~~но~~ в случае "–" $t < 0$, т.к. $2gH > 0 \Rightarrow \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha + 2gH} > V_0 \sin\alpha$, значит подходит

№1 (продолжение)

только корень с "+" => $t = \frac{V_0 \sin\alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha + 2gH}}{g}$

Тогда минимальное время при $\sin\alpha = -1$, т.е. $\alpha = -90°$, т.е. осколок ~~падает~~ вылетает вертикально вниз, а максимальное - при $\sin\alpha = 1$, т.е. $\alpha = 90°$, т.е. осколок ~~лет~~ вылетает вертикально вверх.

$t_{min} = \frac{\sqrt{V_0^2 \cdot (-1)^2 + 2gH} - V_0}{g}$; $t_{max} = \frac{\sqrt{V_0^2 \cdot 1^2 + 2gH} + V_0}{g}$

Пусть фейерверк распался на n ~~ф~~ осколков, тогда кинетическая энергия каждого осколка будет равна

$K_0 = \frac{m}{n} \cdot \frac{V_0^2}{2}$; $K = \sum K_0 = n \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{V_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} => V_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{3600 Дж}{1 кг}}$

$V_0 = 60 \frac{м}{с}$.

Первый осколок упадёт на землю через $t_1 = t_{min}$

$t_1 = t_{min} = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gH} - V_0}{g} = \frac{\sqrt{(60\frac{м}{с})^2 + 2 \cdot 10 \cdot 45 \frac{м^2}{с^2}} - 60\frac{м}{с}}{10\frac{м}{с^2}} =$

$= \frac{\sqrt{36+9} \cdot \cancel{10} - 6\cancel{0}}{\cancel{10}} с = \sqrt{45} - 6 с = (3\sqrt{5} - 6) с$

Ответ: $H = 45 м$; $t_1 = (3\sqrt{5} - 6) с$ - время, через которое упал на землю 1-й осколок (время после взрыва)

☐ 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

№4

Дано:

$i = 3$

$\nu = 1$ моль

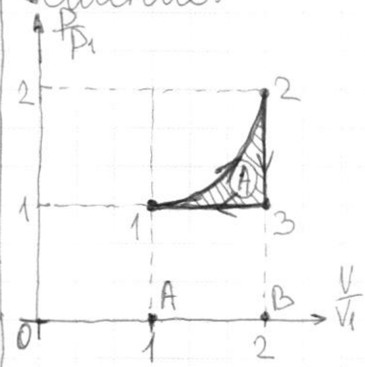
p_1, V_1

$Q - ?$

$A - ?$

$\eta - ?$

Решение:



В процессе 12 объём и давления увеличивается - газ расширяется. В процессе 23 объём не меняется, давление уменьшается. В процессе 31 объём уменьшается, давление не меняется.

Газ расширяется только в процессе 12, значит $Q = Q_{12}$. Из первого начала термодинамики $Q_i = \Delta U_i + A_i$.

Работа газа численно равна площади под графиком процесса | если процесс направлен по оси OX (12). Если процесс направлен против оси OX (31), то ~~...~~ работа равна $(-1) *$ площадь под графиком. В случае цикла работа равна площади внутри цикла, если цикл обходится по часовой стрелке, как в данном случае.

В процессе 12 работа, совершённая газом равна $A_{12} = S_{\text{под гр.}} = S_{A123B} = S_{A13B} + S_{123} = (2V_1 - V_1)\cdot p_1 + (p_1V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4})$, где $\pi p_1 V_1$ - площадь единичного круга, который растянули в V_1 раз по горизонтали и в p_1 раз по вертикали. ~~1кр площад~~. $A_{12} = 2p_1V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$.

Уравнение Менделеева - Клапейрона $p_iV_i = \nu_i R T_i$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№4 (продолжение)

В уравнение Менделеева-Клапейрона в т.1 $p_1V_1=\nu RT_1$

в т. 2 $p_2V_2=\nu RT_2$; $4p_1V_1=\nu RT_2 \Rightarrow T_2=4T_1$

в т. 3 $p_3V_3=\nu RT_3$; $2p_1V_1=\nu RT_3 \Rightarrow T_3=2T_1$

Изменение внутренней энергии газа в процессе 12:

$\Delta U_{12}=\frac{i}{2}\nu R(T_2-T_1)=\frac{i}{2}\nu R\cdot 3T_1=\frac{3i}{2}p_1V_1$

Теплота, полученная газом в процессе 12:

$Q=Q_{12}=A_{12}+\Delta U_{12}=p_1V_1\left(2-\frac{\pi}{4}\right)+\frac{3i}{2}p_1V_1=p_1V_1\left(2-\frac{\pi}{4}+\frac{3i}{2}\right)$

Работа газа за цикл равна площади ~~под графи~~ внутри цикла

$A=S_{123}=p_1V_1-\frac{\pi p_1V_1}{4}=p_1V_1\left(1-\frac{\pi}{4}\right)$

В процессах 23 и 31 $\Delta U_{23}<0$ и $\Delta U_{31}<0$, т.к. $T_3<T_2$, $T_1<T_3$.

В процессе 23 $A_{23}=0$, 31: $A=-p_1V_1$ $\Rightarrow$ В процессах 23 и 31 теплоту у газа забирали. КПД цикла равно отношению работы за цикл к поданной газу теплоте. Теплота подавалась только в процессе 12, значит $\eta=\frac{A}{Q_{12}}=\frac{\cancel{p_1V_1}\left(1-\frac{\pi}{4}\right)}{\cancel{p_1V_1}\left(2-\frac{\pi}{4}+\frac{3i}{2}\right)}=\frac{4-\pi}{8-\pi+6i}=\frac{4-\pi}{26-\pi}\approx 0{,}038$

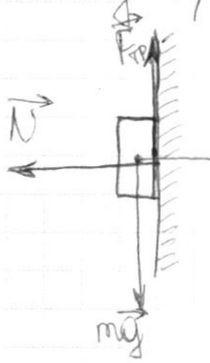
~~Отв $p_1V_1=\nu R$~~

Ответ: $Q=p_1V_1\left(2-\frac{\pi}{4}+\frac{3i}{2}\right)$; $A=p_1V_1\left(1-\frac{\pi}{4}\right)$; $\eta=0{,}038=\frac{4-\pi}{26-\pi}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

Рассмотрю движение модели по ~~сф~~ большому горизонтальному кругу сферы. На модель действует сила

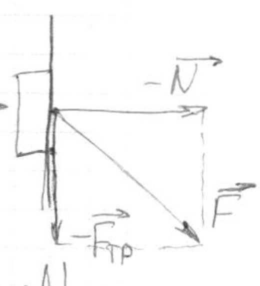


тяжести $m\vec{g}$, m-масса модели, сила трения скольжения $\vec{F}_{тр}$ (не даёт машине упасть вниз), Центробежная сила $-m\vec{a}$, где a - центростремительное ускорение модели. и сила реакция опоры $\vec{N}$ со стороны сферы. Тогда модель действует на сферу с силами $-\vec{F}_{тр}$ и $-\vec{N}$.

2-й закон Ньютона для модели:

$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$. По вертикали: $F_{тр} - mg = ma_в$, т.к. модель движется по горизонтальному кругу $a_в = 0 \Rightarrow F_{тр} = mg$. По горизонтали $N = ma$ (1)

Модель действует на сферу:



F - равнодействующая сила: $\vec{F} = -\vec{F}_{тр} - \vec{N}$

$F = \sqrt{F_{тр}^2 + N^2} = 2mg$ - по условию.

~~Сила трения скольжения равна $F_{тр} = \mu N$~~

$F = \sqrt{\mu^2 N^2 + N^2} = \sqrt{\mu^2+1}\, N = 2mg$; $N = \frac{2mg}{\sqrt{\mu^2+1}}$

$F_{тр} = mg \Rightarrow F = \sqrt{(mg)^2 + N^2} = 2mg \Rightarrow N = \sqrt{(2mg)^2 - (mg)^2} = \sqrt{3}\, mg$

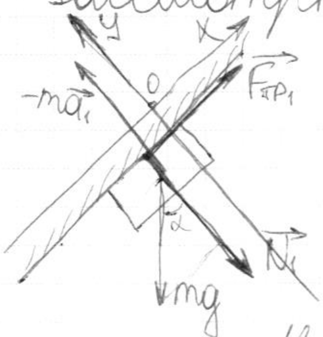
из (1) $N = ma = \sqrt{3}\, mg \Rightarrow a = \sqrt{3}\, g = 10\sqrt{3}\, \frac{м}{с^2}$

Для движения по большому кругу самая ~~сна~~

№3 (продолжение)

~~верхя~~ опасная точка для модели — самая верхняя точка, т. к. в этой точке больше шанс падения.

Рассмотрю движение в верхней точке:



На модель действуют 4 силы. Рассмотрю такие оси OX и OY, что $\vec{N}_1$ и $-m\vec{a}_1$ параллельны OY, а $F_{тр1}$ параллельна OX.

2-й з-н Ньютона: $m\vec{g} + \vec{F}_{тр1} + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1$

по OX: $F_{тр1} - mg\sin\alpha = ma_x$, $a_x = 0 \Rightarrow F_{тр1} = mg\sin\alpha$

В максимальная сила трения ~~скольжения~~ покоя равна $F_{тр1} = \mu N_1$, где N_1 — сила реакции опоры. $\Rightarrow mg\sin\alpha = \mu N_1$; $N_1 = \frac{mg\sin\alpha}{\mu}$

по OY: $N_1 + mg\cos\alpha = ma_1$; $\frac{mg\sin\alpha}{\mu} + mg\cos\alpha = ma_1$

a_1 — центростремительное ускорение $\Rightarrow a_1 = \frac{v^2}{R}$, где v — скорость машины, R — радиус сферы.

$\frac{v^2}{R} = g\left(\frac{\sin\alpha}{\mu} + \cos\alpha\right)$; $v = \sqrt{gR\left(\frac{\sin\alpha}{\mu} + \cos\alpha\right)} = \sqrt{100\frac{м^2}{с^2}\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2\cdot 0{,}8} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}$

$v = \sqrt{\frac{10\cdot 1{,}8\sqrt{2}}{1{,}6}} = \sqrt{\frac{180\sqrt{2}}{16}} = \sqrt{\frac{45\sqrt{2}}{4}} = \frac{3}{2}\sqrt{5\sqrt{2}}$ — минимальная скорость $v_{min} = v$, при

~~Ответ:~~

максимальной силе трения покоя, т. к. в итоговой формуле μ оказалось в числителе (если $F_{тр1} = kN_1$ и k в знаменателе для скорости, то чтобы минимизировать скорость, нужно максимизировать k, а максимальное $k = \mu$).

Ответ: $a = \sqrt{3}g = 10\sqrt{3}\,\frac{м}{с^2}$; $v_{min} = 1{,}5\sqrt{5\sqrt{2}}\,\frac{м}{с}$

☐ 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

№5

~~По з-ну Кулона $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ - сила взаимоде~~

Электрическое поле сферы для точки вне сферы равно $E = k\frac{Q}{d^2}$, где Q-заряд сферы, d-расстояние до центра сферы. Шарик будет находиться в этом поле, значит на него будет действовать сила $F_1 = Eq$, где q-заряд шарика.

$d = 3R \Rightarrow E = \frac{kQ}{9R^2}$; $F_1 = k\frac{Qq}{9R^2}$

Сила Кулона $F_2 = k\frac{qQ}{(3R+\frac{R}{2})^2}$ - $3R + \frac{R}{2}$ расстояние от центра сферы до центра стержня

$F_2 = \frac{4kqQ}{49R^2}$

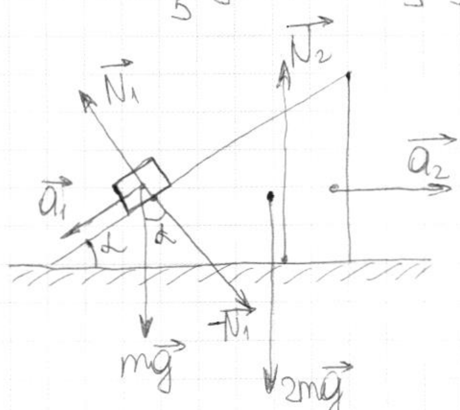
Ответ: $F_1 = k\frac{qQ}{9R^2}$; $F_2 = \frac{4kqQ}{49R^2}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№2

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$; $\sin\alpha = \frac{4}{5}$; $H = 0{,}2$ м



На шайбу и клин будут действовать силы тяжести $m\vec{g}$ и $2m\vec{g}$ соответственно. На шайбу со стороны клина действует сила реакции опоры $\vec{N_1}$, значит на клин со стороны шайбы действует сила $-\vec{N_1}$. На клин от пола действует сила реакции опоры $\vec{N_2}$. Пусть клин едет вправо с ускорением $\vec{a_2}$, а шайба вниз по клину с ускорением $\vec{a_1}$

2-й з-н Ньютона по оси параллельной полу для клина:

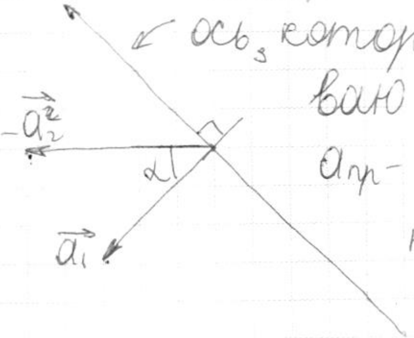
$N_1 \sin\alpha = 2ma_2$.

Относительно клина шайба едет с ускорением $\vec{a} = \vec{a_1} - \vec{a_2}$. 2-й з-н Ньютона для шайбы по оси перпендикулярной наклонной поверхности клина:

$N_1 - mg\cos\alpha = ma_{пр.}$;

$N_1 - mg\cos\alpha = ma_2\sin\alpha$

$N_1 = \frac{2ma_2}{\sin\alpha}$



← ось, которую рассматриваю

$a_{пр}$ - проекция $\vec{a}$ на эту ось

$a_{пр} = a_2 \sin\alpha$

$\frac{2ma_2}{\sin\alpha} - ma_2\sin\alpha = mg\cos\alpha$

$$a_2 = \frac{g\cos\alpha}{\left(\frac{2}{\sin\alpha} - \sin\alpha\right)} = \frac{g\cdot\frac{3}{5}}{\left(\frac{10}{4} - \frac{4}{5}\right)} = \frac{\frac{3}{5}g}{\frac{34}{20}} = \frac{12}{34}g = \frac{6}{17}g$$

Путь, пройденный шайбой $s = \frac{H}{\sin\alpha} = V_0 t - 0$

По 2-му з-ну Ньютона для шайбы по оси параллельной наклонной поверхности блока: $mg\sin\alpha = m(a_1 + a_2\cos\alpha)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение)

$\cancel{m}g\sin\alpha = \cancel{m}(a_1 + a_2\cos\alpha)$; $a_1 = g\sin\alpha - a_2\cos\alpha = \frac{4}{5}g - \frac{6}{17}\cdot\frac{3}{5}g = \frac{50}{85}g$

$a_1 = \frac{10}{17}g$

Ускорение по оси перпендикулярной полу равно

$a_y = a_1\sin\alpha$; ~~Тел~~ Шайба движется равноускоренно:

$y = \cancel{V_0 t} \cancel{=0}\ V_0\sin\alpha t - \frac{a_y t^2}{2}$, когда остановилась $V_0\sin\alpha =$

$= a_y t$, т. е. $H = V_0\sin\alpha t - \frac{V_0\sin\alpha t}{2} = \frac{V_0\sin\alpha t}{2}$; $t = \frac{V_0\sin\alpha}{a_y}$

$H = \frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2a_y}$; $V_0 = \frac{\sqrt{2a_y H}}{\sin\alpha} = \sqrt{\frac{2a_1 H}{\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{10}{17}g\cdot H}{\sin\alpha}}$

$V_0 = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{10}{17}\cdot 10\cdot 0{,}2\cdot 5}{4}} = \sqrt{\frac{50}{17}} = 5\sqrt{\frac{2}{17}}\,\frac{м}{с}$

По з-ну сохранения импульса $\cancel{MV_0} = mV_0 = -mV_0 + MV$,

где M — масса клина, V — скорость клина, когда шайба вернётся в точку старта её скорость $-\vec{V_0}$

$MV = 2mV_0$.

Во 2-й части условия $M = m \Rightarrow V = 2V_0$

Ответ: $V_0 = 5\sqrt{\frac{2}{17}}\,\frac{м}{с}$; $V = 2V_0 = 10\sqrt{\frac{2}{17}}\,\frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.

$\eta = \frac{Q_+ + Q_-}{Q_+}$; $\Delta Q = A = S_{\text{под графиком}} = V_1 P_1 - \frac{\pi P_1 V_1}{4} = (1 - \frac{\pi}{4}) p_1 V_1$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$; $p_2 V_2 = \nu R T_2$; $4 p_1 V_1 = \nu R T_2$; $T_2 = 4 T_1$; $p_3 V_3 = \nu R T_3$;

$2 p_1 V_1 = \nu R T_3$; $T_3 = 2 T_1$;

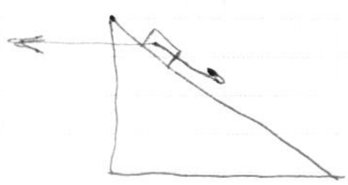
12: $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R 3 T_1$; $A = \cancel{p \Delta V} =$

12 - расширение; $p\uparrow$ $V\uparrow$; 23 - $V = const$ $p\downarrow$; 31 - $p = const$; $V\downarrow$

$Q_{12} = S_{\text{под }12} = (2V_1 - V_1) \cdot 2p_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4} = p_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4})$

$A = (1 - \frac{\pi}{4}) p_1 V_1$; $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{4 - \pi}{8 - \pi}$

$V = const$; $p = \alpha T$;

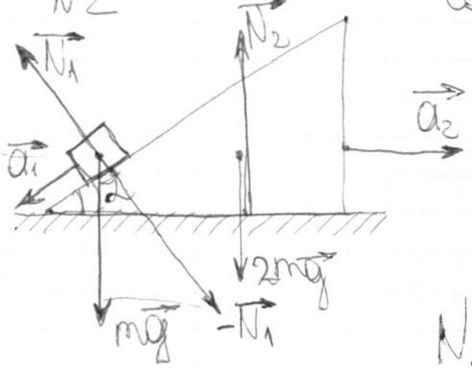


N1

$m = 1кг$; $T = 3с$; $K = 1800 Дж$; $t = 10с$

N2

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$; $\sin\alpha = \frac{4}{5}$



$2 m a_2 = N_1 \sin\alpha$;

a_1 - шайба отн. ~~клина~~ земли

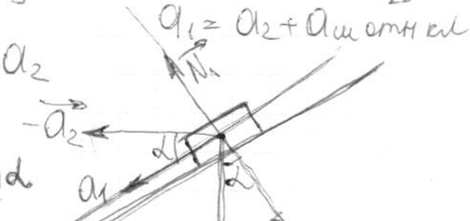
a_2 - клин от. земли

$a_1 = a_2 + a_{ш\ отн\ кл}$

$a_{ш\ отн\ кл} = a_1 - a_2$

Отн. клина:

$N_1 - mg\cos\alpha = m a_2 \sin\alpha$



$N_1 = \cancel{m a_2 \sin\alpha (g + a_2)}$ $m(g\cos\alpha + a_2 \sin\alpha)$

$2 m a_2 = mg \cos\alpha \sin\alpha + m a_2 \sin^2\alpha$; $a_2 = \frac{mg \cos\sin\alpha}{2m + m\sin^2\alpha} = \frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} g}{\frac{50}{25} + \frac{16}{25}} = \frac{12}{66} g$

$mg\sin\alpha = m(a_1 + a_2 \cos\alpha)$

$a_1 = g\sin\alpha - a_2\cos\alpha = \frac{4}{5} g - \frac{12}{66} \cdot \frac{3}{5} g = \frac{208}{330} g$;

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$s = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2}$; ~~$V_0 = a_1 t$, $s = \frac{a_1 t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$~~

$s = \frac{V_0 t}{2} = \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{H}{\sin\alpha}$; ~~$V_0 = \sqrt{\frac{2Ha}{\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2\cdot 0{,}2\cdot 208\cdot 10}{330}} = \sqrt{\frac{5\cdot 208}{330}}$~~

~~$V_0 = \sqrt{\frac{208}{66}} = \sqrt{\frac{104}{33}}\frac{м}{с}$~~ $\sqrt{\frac{104}{33}}\frac{м}{с}$

$2286 \cdot 3 = 6858$

$\frac{0{,}86}{22{,}86}$

$8600 : 2286 = 0{,}0376$

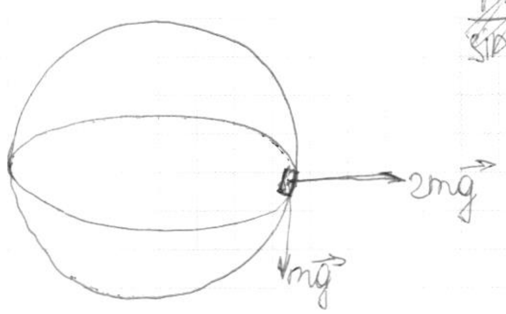
-6858, 17420, -16002, 14180

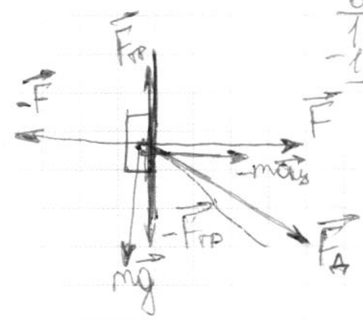
$2286 \cdot 7 = 16002$

$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{2mV^2}{2}$; $\frac{mV_0^2}{2}$

$mV_0 = 2mV - mV_0$; $V = V_0$

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





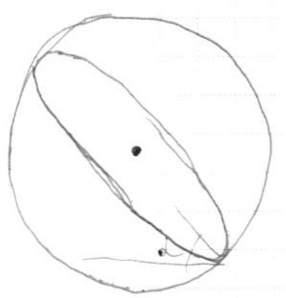
$F = ma_ц$

$a_ц = \frac{F}{m} = \sqrt{3}g$

$F_{тр} = m\vec{g}$;

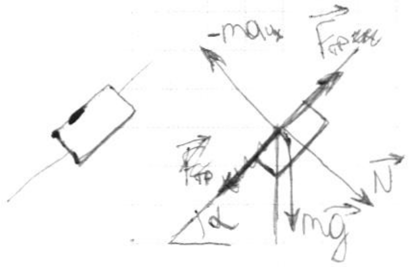
$\sqrt{(mg)^2 + F^2} = 2mg$

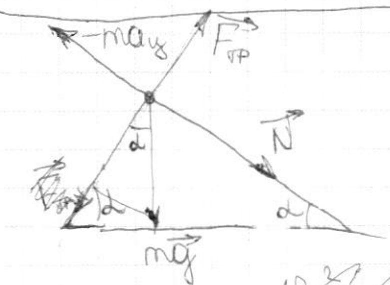
$F^2 = 3(mg^2)$ $F = \sqrt{3}mg$



$\alpha = 45°$

Через какое время после взрыва 1-й осколок упадет на землю?





$F_{тр} = mg\cos\alpha$

$N + mg\sin\alpha = ma_ц$

~~В $ma_ц \geq mg\sin\alpha$~~

~~$\frac{V_{min}^2}{R} \geq g\sin\alpha$~~ $a_ц \geq g\sin\alpha$

$9R^2 + 3R^2 + \frac{R^2}{4}$

$36 + 12 + 1$

V_{min} ?

$\mu N = mg\cos\alpha$; $N + mg\sin\alpha = ma_ц$; $N = \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$\frac{mg\cos\alpha}{\mu} + mg\sin\alpha = ma_ц$; $a_ц = g\sin\alpha + g\frac{\cos\alpha}{\mu} = \frac{V_{min}^2}{R}$

$V_{min} = \sqrt{gR\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)} = \sqrt{10\frac{м^2}{с^2}\cdot\left(\frac{\sqrt2}{2} + \frac{\sqrt2}{1{,}6}\right)} = \sqrt{\frac{10\cdot\sqrt{2}\cdot 18}{16}} = \frac{3}{2}\sqrt{5\sqrt2}$

$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gH} + V_0}{g} = \frac{\sqrt{2500 + 900} + 50}{g} = \sqrt{34} + 5$

$\frac{\sqrt{3600 + 900} + 60}{10} = \sqrt{45} + 6$

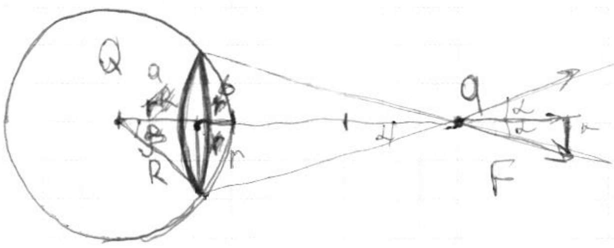
$K = m_1\frac{V_0^2}{2}$

$m_1 = \frac{2K}{V_0^2} = \frac{3600}{2500}$

$50\cdot(\sqrt{34}-5)+\frac{10\cdot(\sqrt{34}-5)^2}{2}=\cancel{50\sqrt{34}}-250+\underset{170}{5\cdot 34}-\cancel{50\sqrt{34}}+125=\underline{45}$

Ответ: $H=45$ м; $t_1=\sqrt{34}-5$ с

N5



$\cos\alpha=\frac{b+2R}{\sqrt{r^2+(b+2R)^2}}$

$\operatorname{tg}\alpha=\frac{r}{b+2R}$

$F_x=k\frac{Qq}{(b+2R)^2+r^2}\cdot\cos\alpha\cdot\frac{b+2R}{\sqrt{r^2+(b+2R)^2}}$

$F_x=\frac{kQq(b+2R)}{(r^2+(b+2R)^2)^{\frac{3}{2}}}$

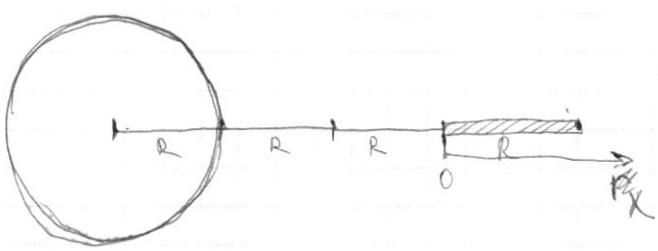
$b=R-a$

$a=\sqrt{R^2-r^2}$;

$\sin\beta=\frac{r}{R}$

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

$F_1=\frac{kQq}{9R^2}$



стержня

на кусочек $F_k=\frac{kQ\cdot q\frac{\Delta x}{x}}{(3R+x)^2 x}$

$E=k\frac{Q}{(R+r)^2}$ — вне сферы — все нормально.

$\frac{gt^2}{2}-V_0\sin\alpha t-H=0$

$D=V_0^2\sin^2\alpha+2gH$

$t=\frac{V_0\sin\alpha\pm\sqrt{V_0^2\sin^2\alpha+2gH}}{g}$

☑ 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)

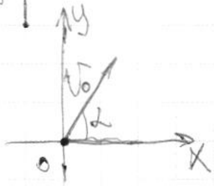
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

№2
1) $M = 2m$ 2) $\underline{m = M}$

$m = 1кг$; $T = 3с$; $K = 1800 Дж$; $\tau = 10с$

$H = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$; $V_0 = gt$; $H = \frac{gt^2}{2} = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot(3с)^2}{2} = 45м$



$x = V_0 \cos\alpha t$
$y = V_0 \sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$ $\quad y = -H = V_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$\cancel{\frac{gt^2}{2} - V_0 \sin\alpha t - H = 0}$

Пусть летели время t, тогда ~~больше в~~ y_{max} у $\sin\alpha = 1$; y_{min} у $\sin\alpha = -1$. Наоборот, одинаково ~~расстоя~~ $y < 0$ раньше достигнет тот, у которого $\sin\alpha = -1$, позже – $\sin\alpha = 1$.

раньше всех:

$50\cdot(\sqrt{34}-5)+$

$\frac{\sqrt{3600+900}-60}{10}$

$\frac{gt_1^2}{2} + V_0 t_1 - H = 0$

$\sqrt{45} - 6$

$-H = -V_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$; $H = V_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$; $D = V_0^2 + 2gH$

$t_1 = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$; подходит только "+" корень

$-H = V_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$; $\frac{gt_2^2}{2} - V_0 t_2 - H = 0$; $D = V_0^2 + 2gH$

$t_2 = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$ – подходит только "+"

$\frac{\sqrt{2500\frac{м^2}{с^2} + 900\frac{м^2}{с^2}} - 50\frac{м}{с}}{10\frac{м}{с^2}}$

$(\sqrt{34}-5)с$

$\tau = t_2 - t_1 = \frac{V_0 + \sqrt{\ }}{g} - \frac{-V_0 + \sqrt{\ }}{g} = \frac{2V_0}{g}$; $\underline{V_0 = \frac{g\tau}{2} = 50\frac{м}{с}}$

$K = n\cdot\left(\frac{m}{n}\cdot\frac{V_0^2}{2}\right) = \frac{mV_0^2}{2}$; $V_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60\frac{м}{с}$

$\tau = 2\Delta t = \frac{2V_0}{g}$; $V_0 = \frac{g\tau}{2}$

А-площадь под графиком.

$V_0 = g\Delta t$;

$t_1 = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gH} - V_0}{g} = \sqrt{34} - 5\ с$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)