Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр
(заполняется секретарём)

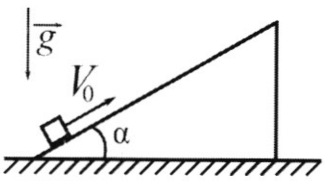
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

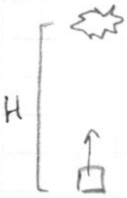
$\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3 = \ldots = \vartheta_n = \vartheta$

$H = 65$ м

$\tau = 10$ с

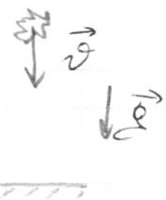
1) ϑ_0 – ?

2) K – ?

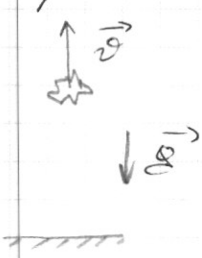


Рассмотрим два "крайних" случая для осколков. (ϑ – скорость осколка после взрыва)

а)



б)



В случае а) время достижения горизонтальной поверхности минимально, в случае б) максимально, значит разность между временами падения τ

а) $H = \vartheta t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$; t_1 – время падения осколка а)

$$\frac{g t_1^2}{2} + \vartheta t_1 - H = 0$$

$$D = \vartheta^2 + 4\frac{g}{2}H = \vartheta^2 + 2gH$$

$$t_1 = \frac{-\vartheta + \sqrt{\vartheta^2 + 2gH}}{g} = \frac{-\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{\vartheta^2}{g^2} + \frac{2H}{g}}$$

б) долет до верхней точки траектории:

Пусть верхняя точка траектории на высоте Δh от места взрыва; в ~~вер~~верхней точке скорость осколка равна $0 \Rightarrow \vartheta^2 = 2g\Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\vartheta^2}{2g}$; $t_{вв} = \frac{\vartheta}{g}$

$t_{вв}$ – время полета вверх

падение: осколок падал без нач. скорости с высоты $\Delta h + H$.

$H + \Delta h = \frac{g t_{вн}^2}{2}$, $t_{вн}$ – время полета осколка б) вниз

$t_{вн} = \sqrt{\frac{2(H + \Delta h)}{g}}$; Пусть t_2 – время полета осколка б)

$$t_2 = t_{вв} + t_{вн} = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{2\Delta h}{g}} = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{\vartheta^2}{g^2}}$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $\tau = t_2 - t_1 = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{\vartheta^2}{g^2}} + \frac{\vartheta}{g} - \sqrt{\frac{\vartheta^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} = \frac{2\vartheta}{g}$

$\Rightarrow \quad \vartheta = \frac{g\tau}{2}$

Для одного осколка массой Δm верно:

$\Delta K = \frac{\Delta m \vartheta^2}{2} \cancel{+ \Delta m g H}$ (сразу после взрыва)

тогда суммарная ~~же~~ кинетическая энергия:

$K = \sum \Delta K = \sum \frac{\vartheta^2}{2} \Delta m = \frac{\vartheta^2}{2} \sum \Delta m = \frac{m\vartheta^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{g^2 \tau^2}{2^2} =$

$= \frac{m g^2 \tau^2}{8} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 100}{8} \cdot \frac{кг \cdot м^2 \cdot с^2}{с^4} = \frac{100 \cdot 100}{4} \cdot \frac{кг \cdot м^2}{с^2} = 625$ Дж

$K = 625$ Дж

По закону сохранения механической энергии

$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \sum \Delta W_{оск}$, $\Delta W_{оск}$ – энергия осколка

$\Delta W_{оск} = \frac{\Delta m \vartheta^2}{2} + \Delta m g H = \Delta m \left(\frac{\vartheta^2}{2} + gH\right)$

$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \sum \Delta m \cdot \left(\frac{\vartheta^2}{2} + gH\right) \Rightarrow \frac{m\vartheta_0^2}{2} = \left(\frac{\vartheta^2}{2} + gH\right) m$

$\vartheta_0^2 = 2\left(\frac{\vartheta^2}{2} + gH\right)$

$\vartheta_0^2 = \vartheta^2 + 2gH \Rightarrow \vartheta_0 = \sqrt{\frac{g^2\tau^2}{4} + \cancel{2 \cdot 10 \cdot 65}\, 2gH} =$

$= \sqrt{\frac{100 \cdot 100}{4} + 2 \cdot 10 \cdot 65}\ \frac{м}{с} = \sqrt{625 + 1300}\ \frac{м}{с} = \sqrt{1925}\ \frac{м}{с}$

Ответ: 1) $\vartheta_0 = \sqrt{1925}\ \frac{м}{с} = \sqrt{25 \cdot 77}\ \frac{м}{с} = 5\sqrt{77}\ \frac{м}{с}$

2) $K = 625$ Дж

N 4

Дано:
$\nu = 1$ моль
T_1
$\frac{p}{p_1}\left(\frac{V}{V_1}\right)$
1) Q - ?
2) A - ?
3) η - ?

т. 1) $p_{T_1} = p_1$; $V_{T_1} = V_1$
т. 2) $p_{T_2} = 2p_1$; $V_{T_2} = 2V_1$
т. 3) $p_{T_3} = p_1$; $V_{T_3} = 2V_1$

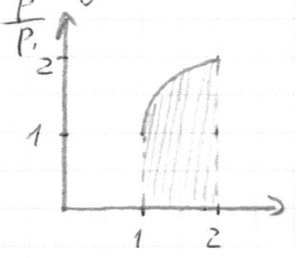
По ур-ю Менделеева-Клайперона
1) $p_1 V_1 = \nu R T_1$; ν - к-во в-ва
2) $4p_1 V_1 = \nu R T_2$; T_2 - температура в точке (2)
3) $2p_1 V_1 = \nu R T_3$; T_3 - температура в точке (3)

Тогда $T_2 = 4T_1$; $T_3 = 2T_1$

Q - теплота в процессе расширения =>
=> Q - теплота на участке $1 \to 2$

$Q = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + S_{под\ графиком}$

Т.к. 1-2 дуга окружности, то $V_1 = p_1$
Пусть $p_1 = V_1 = X$, то



работа на участке $1 \to 2$ - площадь под графиком в $P(V)$ коорд.

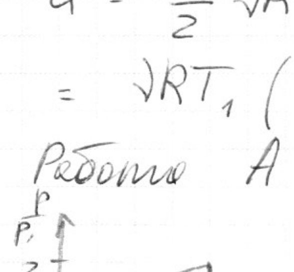
$A_{12} = \frac{1}{4}\pi X^2 + p_1 \cdot V_1 = \frac{1}{4}\pi X^2 + X^2$

$Q = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + \frac{1}{4}\pi X^2 + X^2 = \frac{3}{2}\nu R \cdot 3T_1 +$
$+ \frac{1}{4}\pi X^2 + X^2$

Из ур-я Менделеева-Клайперона для состояния (1)
$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow X^2 = \nu R T_1$

$Q = \frac{9}{2}\nu R T_1 + \left(\frac{1}{4}\pi + 1\right)\nu R T_1 = \nu R T_1\left(\frac{9}{2} + 1 + \frac{1}{4}\pi\right) =$
$= \nu R T_1 (5{,}5 + 0{,}785) = 6{,}285\,\nu R T_1 = 6{,}285\,RT_1$ ~~Дж~~

2) Работа A за цикл - площадь внутри контура



$A = \frac{1}{4}\pi X^2 = \frac{1}{4}\pi \cdot \nu R T_1 = 0{,}785\,RT_1$

$\eta = \frac{A_{полезная}}{A_{вся}} = \frac{A}{A_x Q_{12}} = \frac{A}{Q} = \frac{0{,}785RT_1}{6{,}285RT_1} = \frac{785}{6285} =$
$= \frac{157}{1257}$

Ответ: $Q = 6{,}285\,RT_1$; $A = 0{,}785\,RT_1$; $\eta = \frac{157}{1257}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

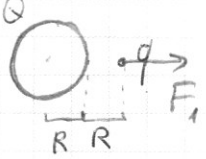
ШИФР

(заполняется секретарём)

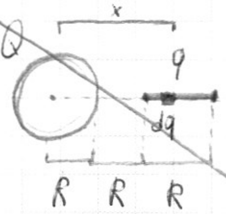
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:
$Q>0$
R
$2R$
$q>0$
1) F_1 - ?
2) F_2 - ?

1) 

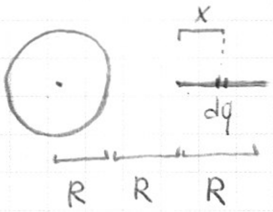
$$F_1 = \frac{|Qq|k}{4R^2} = \frac{Qqk}{4R^2}$$

2) 

~~Рассмотрим малый заряд dq на стержне; пусть заряд находится на расстоянии X от центра сферы~~

$$dF = \frac{dq \cdot Qk}{X^2}$$

$$\cancel{F_2 = \sum \frac{Qk}{X^2} \cdot dq = Qk \sum \frac{dq}{X^2} =}$$

2) 

Разобьем стержень на малые участки размером dx и зарядом dq

Тогда $dF = \frac{Qk\,dq}{(2R+x)^2}$, где x - расстояние от ближнего к сфере конца стержня до рассматриваемой точки.

$$F_2 = \sum dF = \sum \frac{Qk\,dq}{(2R+x)^2} = Qk \sum \frac{dq}{(2R+x)^2}$$

т.к. заряд q по палочке распределен равномерно, то $\frac{q}{R} = \frac{dq}{dx} \Rightarrow dq = \frac{q}{R}dx$

$$F_2 = Qk \sum \frac{q}{R} \cdot \frac{1}{(2R+x)^2} dx = \frac{Qqk}{R} \sum \frac{dx}{(2R+x)^2} =$$

$$= \frac{Qqk}{R} \sum \frac{dx}{4R^2+x^2+4xR} = \frac{Qqk}{R}\left(\sum \frac{dx}{4R^2} + \sum \frac{dx}{x^2} + \sum \frac{dx}{4xR}\right) =$$

$$= \frac{Qqk}{R}\left(\frac{1}{4R^2}\sum dx + \sum \frac{dx}{x^2} + \frac{1}{4R}\sum \frac{dx}{x}\right)$$

Суммируем x в пределах от 0 до R

$$F_2 = \frac{Qqk}{R}\left(\frac{1}{4R^2}R + \frac{R^{-1}}{-1} + \frac{1}{4R}\ln R\right) = \frac{Qqk}{R}\left(\frac{1}{4R} + \frac{1}{4R}\ln R - \frac{1}{R}\right) =$$

$$= \frac{Qqk}{R}\left(\frac{1}{4R}\ln R - \frac{3}{4R}\right) = \frac{Qqk\ln R}{4R^2} - \frac{3}{4R^2}Qqk$$

Ответ. $F_1 = \frac{Qqk}{4R^2}$; $F_2 = \frac{Qqk\ln R}{4R^2} - \frac{3}{4}\frac{Qqk}{R^2}$

N-3

$R = 1{,}2$ м

$\vartheta_0 = 3{,}7\ \frac{м}{с}$

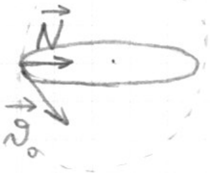
$m = 0{,}4$ кг

1) P - ?

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

$\mu = 0{,}9$

ϑ_{min} - ?

1) 

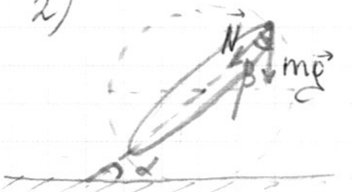
N - сила реакции опоры (стенок сферы) на автомобиль

По III закону Ньютона $\vec{N} = -\vec{P} \Rightarrow N = P$

$ma_n = N \Rightarrow m\frac{\vartheta_0^2}{R} = N$

$P = \frac{m\vartheta_0^2}{R} = \frac{0{,}4\cdot 3{,}7^2}{1{,}2} H = \frac{4}{12}\cdot 13{,}69\ H = \frac{13{,}69}{3} H =$

$= \frac{1369}{300} H \approx 4{,}58 H$

2) 

На модель д-вует сила тяжести, сила трения и сила реакции сферы. Сила трения направлена противоположно скорости $\Rightarrow$ всегда направлено вдоль сферы, a_n - нормальное ускорение $a_n = \frac{\vartheta^2}{R}$

$a_n \to max$ там, где проекции сил, действующих на модель на плоскость движения стремится к max

По II закону Ньютона $N + mg\cos\beta = ma_n$

$N + mg\cos\beta = m\cdot\frac{\vartheta^2}{R}$; Максимальной должна быть скорость в верхней точке, от неё и вводится ограничение

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

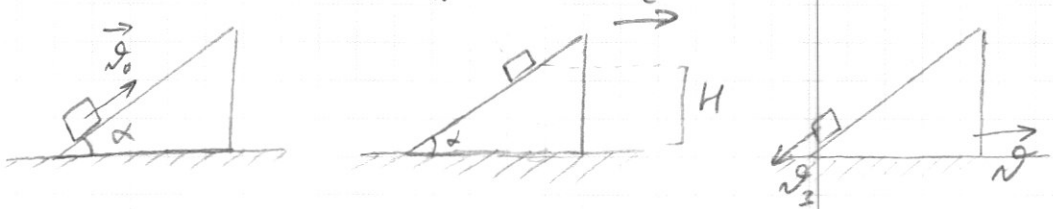
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№-2

Дано:
$\alpha = 30^\circ$
$v_0 = 2\ \frac{м}{с}$
$m_ш = m_к = m$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
1) H – ?
2) v – ?



На максимальной высоте подъема происходит изменение направления скорости в системе отсчета клина => для этого шайба должна пройти критическую точку, где её скорость в системе отсчета клина будет равна 0 => в ЛСО скорость шайбы будет равна скорости клина. Т.к на систему "шайба-клин" не д-вуют внешние силы вдоль горизонтальной оси, запишем законы сохранения энергии и импульса

ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} + mgH \Rightarrow v_0^2 = 2v_2^2 + 2gH$ (1)

~~На шайбу д-вуют сила тяжести и сила реакции N~~
~~На клин д-вуют сила тяжести и сила давления $\vec{F}_д$ со стороны шайбы. По III закону Ньютона $\vec{F}_д = -\vec{N}$~~
~~Разгоняет клин сила давления шайбы в проекции на горизонтальную ось.~~

ЗСИ в проекции на горизонтальную ось:

(2) $m v_0 \cos\alpha = 2m v_2$, v_2 – скорость движения шайбы и клина, когда ~~клин~~ шайба достигла верхней точки. v_2 направлена горизонтально.

(1): $\vartheta_0^2 = 2\vartheta_2^2 + 2gH$

(2): $m\vartheta_0 \cos\alpha = 2m\vartheta_2 \Rightarrow \vartheta_0\cos\alpha = 2\vartheta_2 \Rightarrow \vartheta_2 = \frac{\vartheta_0\cos\alpha}{2}$

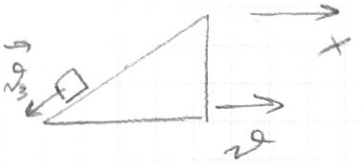
Подставим в (1): $\vartheta_0^2 = 2\cdot\frac{\vartheta_0^2\cos^2\alpha}{4} + 2gH$

$2\vartheta_0^2 = \vartheta_0^2\cos^2\alpha + 4gH$

$\cancel{\vartheta_0 = \sqrt{\frac{4gH}{2-\cos^2\alpha}}}$

$H = \frac{2\vartheta_0^2 - \vartheta_0^2\cos^2\alpha}{4g} = \frac{\vartheta_0^2}{4g}\left(2-\cos^2\alpha\right) = \frac{4}{4\cdot 10}\left(2-\frac{3}{4}\right) = \frac{1}{10}\cdot\frac{5}{4} = \frac{1}{8}(м) =$

$= 0{,}125$ м

2) 

Когда шайба начинает съезжать, то ~~она перестает~~

ЗСЭ: $\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_3^2}{2} + \frac{m\vartheta^2}{2} \Rightarrow \vartheta_0^2 = \vartheta_3^2 + \vartheta^2$

На Ox ЗСИ: $m\vartheta_0\cos\alpha = m\vartheta - m\vartheta_3\cos\alpha \Rightarrow \vartheta_0 = \frac{\vartheta}{\cos\alpha} - \vartheta_3$

$\begin{cases} \vartheta_0^2 = \vartheta_3^2 + \vartheta^2 \\ \vartheta_0\cos\alpha = \vartheta - \vartheta_3\cos\alpha \end{cases}$ $\begin{cases} \vartheta_0^2 = \vartheta_3^2 + \vartheta^2 & (1) \\ \vartheta_3 = \frac{\vartheta - \vartheta_0\cos\alpha}{\cos\alpha} & (2) \end{cases}$

Подставим (2) в (1): $\vartheta_0^2 = \frac{(\vartheta - \vartheta_0\cos\alpha)^2}{\cos^2\alpha} + \vartheta^2$

$\vartheta_0^2\cos^2\alpha = \vartheta^2 - \vartheta_0^2\cos^2\alpha - 2\vartheta\vartheta_0\cos\alpha + \vartheta^2\cos^2\alpha$; $\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\vartheta_0^2\cdot\frac{3}{4} = \vartheta^2 - \vartheta_0^2\cdot\frac{3}{4} - 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\vartheta\vartheta_0 + \vartheta^2\cdot\frac{3}{4}$

$3\vartheta_0^2 = 4\vartheta^2 - 3\vartheta_0^2 - 4\sqrt{3}\,\vartheta\vartheta_0 + 3\vartheta^2$

$7\vartheta^2 - 4\sqrt{3}\,\vartheta\vartheta_0 - 6\vartheta_0^2 = 0$

$D = 16\cdot 3\vartheta_0^2 + 4\cdot 7\cdot 6\vartheta_0^2 = 48\vartheta_0^2 + 168\vartheta_0^2 = 216\vartheta_0^2$

$\vartheta = \frac{4\sqrt{3}\vartheta_0 + \sqrt{216\vartheta_0^2}}{14} = \frac{4\sqrt{3}\vartheta_0 + 2\vartheta_0\sqrt{54}}{14} = \frac{\vartheta_0\left(2\sqrt{3}+\sqrt{54}\right)}{14} =$

$= \frac{\vartheta_0\left(2\sqrt{3}+3\sqrt{6}\right)}{14} = \frac{\left(2\sqrt{3}+3\sqrt{6}\right)}{7}\ \frac{м}{с}$

Ответ: $H = 0{,}125$ м; $\vartheta = \frac{2\sqrt{3}+3\sqrt{6}}{7}\ \frac{м}{с}$

☐ 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

$m = 2$ кг

$H = 65$ м

$\tau = 10$ с

$\vartheta_0 - ?$

$\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta_3 = \vartheta$

$\vartheta_3 = \frac{\vartheta}{\cos\alpha} - \vartheta_0$

$H = \vartheta t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$

начало падения

$\frac{g t_1^2}{2} + \vartheta t_1 - H = 0$

$D = \vartheta^2 + 4\frac{g}{2}H = \vartheta^2 + 2gH$

$t_1 = \frac{-\vartheta + \sqrt{\vartheta^2 + 2gH}}{g}$

долет до верха

$\vartheta = g t_{вв} \Rightarrow t_{вв} = \frac{\vartheta}{g}$

Поднялся на $\Delta h = \frac{g t_{вв}^2}{2} = \frac{\vartheta^2}{2g}$

Падал

$H + \Delta h = \frac{g t_{вн}^2}{2}$

$t_{вн} = \sqrt{\frac{2(H+\Delta h)}{g}}$

$t_2 = t_{вв} + t_{вн} = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2(H+\Delta h)}{g}} = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{2\vartheta^2}{g \cdot 2g}} = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{\vartheta^2}{g^2}}$

$t_2 - t_1 = \tau \Rightarrow$

$\tau = \frac{\vartheta}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{\vartheta^2}{g^2}} + \frac{\vartheta}{g} - \frac{\sqrt{\vartheta^2 + 2gH}}{g} = \frac{2\vartheta}{g} \Rightarrow \vartheta = \frac{g\tau}{2}$

Для малых осколков массой Δm

$\Delta W_k = \Delta m g H + \frac{\Delta m \vartheta^2}{2} = \Delta m \left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right)$

Начальный момент (весь ф. верх)

$W_н = \frac{m\vartheta_0^2}{2}$; По ЗСЭ:

$W_н = \sum \Delta W_k = \sum \left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right)\Delta m$

$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right) m$

$\vartheta_0^2 = 2\left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right)$

$\vartheta_0 = \sqrt{2gH + \vartheta^2}$

$\vartheta_0 = \sqrt{2gH + \frac{g^2\tau^2}{4}} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65 + \frac{100 \cdot 100}{4}} = \sqrt{1300 + 25 \cdot 25} = \sqrt{1300 + 625} = \sqrt{1925}$ м/с

2) $K = \sum \Delta W_k = \sum \left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right)\Delta m = \cancel{m\left(gH + \frac{\vartheta^2}{2}\right)} = m g H + \frac{m\vartheta^2}{2} = 2 \cdot \left(650 + \frac{g^2\tau^2}{4 \cdot 2}\right) =$

$= 2 \cdot \left(\cancel{650} + \frac{100 \cdot 100}{8}\right) = \cancel{1300} + \frac{100 \cdot 100}{4} =$

$1300 + 25 \cdot 25 = \cancel{1925}$ Дж

$\frac{8}{4} - \frac{3}{4} = \frac{5}{4}$

$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{m\vartheta_2^2}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№ 2

$\alpha = 30^\circ$

$\vartheta_0 = 2\frac{м}{с}$

$m_ш = m_к = m$

$g = 10\frac{м}{с^2}$

$H - ?$

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

$\mu = 0{,}9$

$\vartheta_{min} - ?$

№ 3

$R = 1{,}2$

$\vartheta_0 = 3{,}7$

$m = 0{,}4\,кг$

$N = P = m a_{цс} \Rightarrow$

$P = m\omega^2 R = m\frac{\vartheta^2}{R} = 0{,}4\frac{3{,}7^2}{1{,}2}$

$\begin{array}{r} \times 37 \\ 37 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 1369 \end{array}$

Q, R, $2R$, $F_2 - ?$

$\lambda = \frac{q}{R}$

$dF = \frac{dq\,Qk}{x^2}$

$F = \sum dF = \sum \frac{dq\,Qk}{x^2} = Qk\sum\frac{dq}{x^2} =$

$= Qk\sum\frac{dR\,q}{Rx^2}$

№ 4

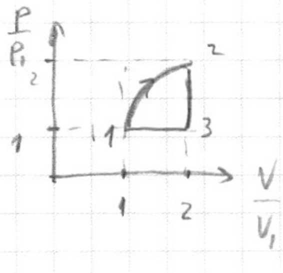
R

T_1

$Q - ?$

$A - ?$

$\eta - ?$



Расшир $1 \to 2$ $\quad Q = Q_{12} - ?$

1) $p_{T_1} = p_1$, $\quad V_{T_1} = V_1$

2) $p_{T_2} = 2p_1$; $\quad V_{T_2} = 2V_1$

3) $p_{T_3} = p_1$; $\quad V_{T_3} = 2V_1$

1) $p_1V_1 = \nu RT_1$

2) $4p_1V_1 = \nu RT_2$

3) $2p_1V_1 = \nu RT_3$

$\boxed{T_2 = 4T_1 \\ T_3 = 2T_1}$

$Q_{12} = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\cdot 3T_1 + S_{под.гр} =$

$= \frac{3}{2}\cdot 3p_1V_1 + \frac{1}{4}\pi x^2 + p_1V_1$

$p_1 = V_1 = x$

$Q_{12} = \nu R\, 3T_1 +$

$Q_{23} = \nu R\cdot(T_3 - T_2) = \nu R\cdot(2T_1 - 4T_1) = -2\nu RT_1$

$Q_{31} = \nu R(T_1 - 2T_1) - \nu RT_1 = -2\nu RT_1$

$3{,}14 \,|\, 4$; $0{,}785$

$1369 \,|\, 3$; $4{,}56$

$\begin{array}{r} + 5{,}5 \\ 0{,}785 \\ \hline 6{,}285 \end{array}$

$6285 \,|\, 5$; 1257

$785 \,|\, 5$; 157

$\frac{dq}{dx} = \frac{q}{R}$

$dq = \frac{q}{R}dx$

$F = Qk\sum\frac{dq}{x^2}$

$\left(\frac{x^{-3}}{-3}\right) = \frac{1}{-3}(-3)x$

$\frac{1}{-1}(-1)x^{-2}$

$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н} = \frac{Q_{отд} - Q_{принятое}}{Q_{нагр}}$

$\frac{A}{Q}$

$dF = \frac{Qk\cdot dq}{(2R+x)^2} \Rightarrow \sum dF = Qk\sum\frac{dq}{(2R+x)^2} =$

$\sum x^{-2} = \frac{x^{-1}}{-1}$

$x^{-1} = \frac{x^0}{0}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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