Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

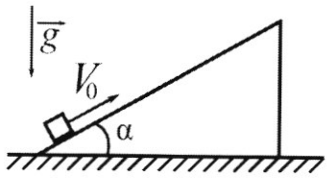
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

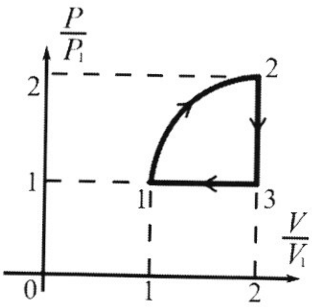
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте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

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

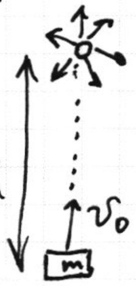
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1



по з-ну сохр. энергии

$W_{п.м.} = const$

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

$v_0 = \sqrt{2gH}$, где $g = 10\ \frac{м}{с^2}$, $H = 65$ м

$v_0 = \sqrt{1300}$ м/с $= 10\sqrt{13}$ м/с

Калькулятора нет. Поэтому считаем так:

$3^2 = 9$ $\quad 4^2 = 16$ $\quad 9 < 13 < 16 \Rightarrow \sqrt{13} \in (3; 4)$

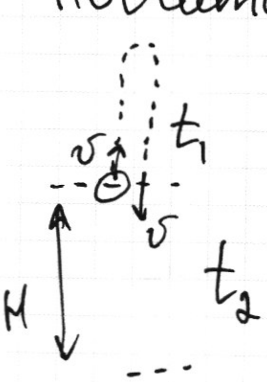
$\Rightarrow 3,5^2 = 12,25$ $\quad 3,6^2 = 12,96$. 3,6 – то что надо.

1) $v_0 = 3,6 \cdot 10\ \frac{м}{с} = 36$ м/с

Осколки летели τ секунд. ⇒ Последний прилетел ровно через "τ" после взрыва.

У всех осколков одинаковая скорость (нач.) ⇒ последним упадёт тот, который вылетел вертикально вверх.

Посчитаем его время полёта:



Разделим путь на t_1 и t_2

I $t_1 = \frac{2v\sin\alpha}{g}$; $\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\alpha = 1 \Rightarrow t_1 = \frac{2v}{g}$

II $H = vt_2 + \frac{gt_2^2}{2}$

$gt_2^2 + 2vt_2 - 2H = 0$

$$t_2 = \frac{-2v + \sqrt{4v^2 + 8gH}}{2g}$$; $+\sqrt{D}$, т.к. $t_2 > 0$

$-\sqrt{D}$ быть не может.

$$t_2 = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau = t_1 + t_2 = \frac{2v}{g} + \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$$

$$\Rightarrow \quad g\tau = v + \sqrt{v^2 + 2gH}$$

$$g\tau - v = \sqrt{v^2 + 2gH}$$ | Возводим в квадрат.

$$g^2\tau^2 - 2g\tau v + \cancel{v^2} = \cancel{v^2} + 2gH$$

$$2g\tau v = g^2\tau^2 - 2gH$$

$$v = \frac{g^2\tau^2 - 2gH}{2g\tau} = \frac{g\tau^2 - 2H}{2\tau} = 43{,}5\ \frac{м}{с}$$

Это скорость одного осколка. Найдем суммар. кин. энергию. m_i – масса одного осколка (от i до n)

$$K = \sum_{i=1}^{n} m_i \frac{v^2}{2} = \frac{v^2}{2} \sum_{i=1}^{n} m_i$$

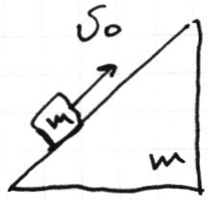
Сумма масс осколков – масса изнач. фейерверка

2) $$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{2кг \cdot (43{,}5)^2 \frac{м^2}{с^2}}{2} = 1892{,}25\ Дж$$

Ответ: 1) $36\ \frac{м}{с}$

2) $1{,}9$ кДж

N2



Рассмотрим эти два тела как систему.

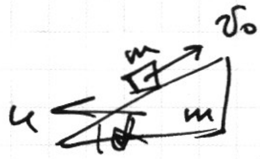
☐ черновик ☑ чистовик Страница № 2

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда центр масс данной системы по горизонтали не движется, т.к. внешних сил (! по горизонт. оси!) нет.

Из этого сделаем вот такие выводы:



$m v_0 \cos\alpha = m u$; u – скорость клина

(перемещение груза по гориз. $= v_0 \cos\alpha$
клина по гориз $= u$)

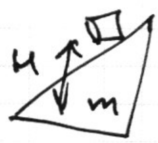
$v_0 \cos\alpha = u$

В момент наивысшей точки наш груз перестанет двигаться (на момент)

$\Rightarrow v \cos\alpha = 0 \Rightarrow u = 0$. Клин тоже неподвижен.

Запишем ЗСЭ:

(1)



(2)

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m u^2}{2} = mgH$$

(1) = (2)

$$v_0^2 + u^2 = 2gH$$

~~$H = \sqrt{v_0^2 + u^2}$~~ $H = \frac{v_0^2 + u^2}{2g} = \frac{v_0^2 + v_0^2 \cos^2\alpha}{2g}$

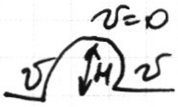
$v_0 = 2\ \frac{м}{с}$; $\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $g = 10\ \frac{м}{с^2}$

1) $H = \frac{4\frac{м^2}{с^2} + 3\frac{м^2}{с^2}}{20\frac{м}{с^2}} = \frac{7}{20}\ м = 0{,}35\ м = 35\ см$

Найдем $u_к$ (в момент „точки старта")

В силу полной симметрии и ЗСИ + ЗСЭ мы можем записать вот что:

Как с потенциальной ямой



Поэтому в конечной ситуации можно сказать, что скорости противоположны, но равны по модулю изначальным скоростям.

$$u = v_0 \cos\alpha = 2\,м/с \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}\ \frac{м}{с}$$

$1 < \sqrt{3} < 2$; $1{,}7^2 = 2{,}89$; $1{,}8^2 = 3{,}24 \Rightarrow$

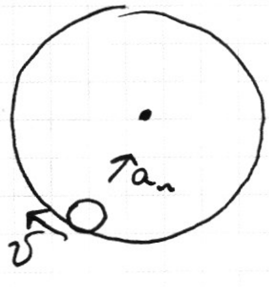
$\Rightarrow 1{,}75^2 = 3{,}0395$

$\Rightarrow \sqrt{3} \approx 1{,}75 \approx 1{,}7$

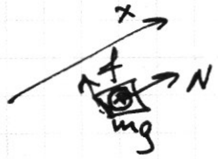
Ответ: 1) 0,35 м

2) 1,7 м/с

N3



Распишем силы на модель:



на Ox действует только N.

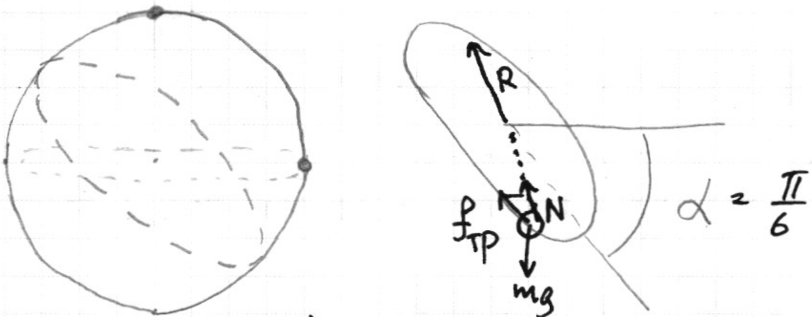
$\Rightarrow$ по $\overline{II}$ з-ну Ньютона:

$\vec{N} = m\vec{a}_n$ где $a_n = \frac{v^2}{R}$ (центрострем.)

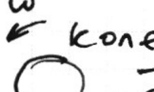
(III з-н Ньют) $\vec{P}$ искомый таков: $\vec{P} = -\vec{N}$, а по модулю они равны, что значит $P = m\frac{v^2}{R}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p = \frac{m v^2}{R} = \frac{0{,}4\text{кг} \cdot 13{,}69\,\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{1{,}2\,\text{м}} = \frac{13{,}69}{3}\,\text{Н} = 4{,}56(3)\,\text{Н} = 4{,}6\,\text{Н}$$



$\vec{N}$ направлено к центру
$m\vec{g}$ вниз, а $f_{тр}$ по касательной (вперёд), т.к.



$\vec{f}_{тр}$ противоположно $\vec{v}$

В данном случае нам нужно найти v_{min}. Это можно узнать по минимальной $\Sigma\vec{F}_i$, создающие $m\vec{a}_n$ (II з-н Ньют.)

Минимальная сумма сил, направленная к центру это только $\vec{N}$, когда проекция $m\vec{g}$ на эту плоскость будет перпендик. радиусу.

Силы на плоск-ть.

Oy: $a = 0 \Rightarrow f_{тр} = mg\sin\alpha$

Ox: $a = a_n \Rightarrow N = ma_n$

Дабы найти миним. N, сделаем $f_{тр}$ максим.

т.е. $f_{тр} = \mu N$

$$\begin{cases} \mu N = mg\sin\alpha \\ N = \frac{m v_{min}^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = \frac{mg\sin\alpha}{\mu} \\ v_{min} = \sqrt{\frac{NR}{m}} \end{cases}$$

$$v_{min} = \sqrt{\frac{mg\sin\alpha \cdot R}{\mu \cdot m}} = \sqrt{\frac{gR\sin\alpha}{\mu}}$$

$\sin\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2}$, $g = 10\ \frac{м}{с^2}$, $\mu = 0,9$, $R = 1,2м$

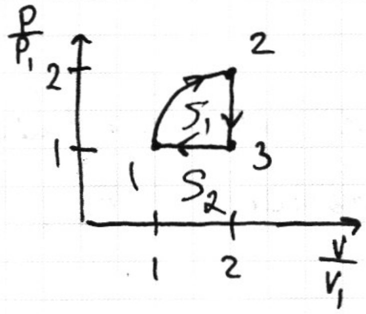
$$v_{min} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1,2 \cdot \frac{1}{2}}{0,9}} = \sqrt{\frac{20}{3}} = \sqrt{6\frac{2}{3}} = \sqrt{6,(6)} \approx 2,6\ \frac{м}{с}$$

$2,6^2 = 6,76 \quad 2,55^2 = 6,5025$

Ответ: 1) 4,6 Н

2) 2,6 $\frac{м}{с}$

N 4.



1) $Q_н = Q_{12}$

$Q = \Delta U + A$ (3-н Термодинам)

$\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) =$$

$$= \frac{i}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{i}{2}(4p_1V_1 - p_1V_1)$$

по Клап-Менделе:

$p_iV_i = \nu RT_i$

$$A = S_1 + S_2 = \frac{\pi}{4}p_1V_1 + p_1V_1$$

(площадь под P(V))

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда $Q_{12} = P_1V_1\left(\frac{3i}{2} + 1 + \frac{\pi}{4}\right) = P_1V_1 \cdot \frac{6i+4+\pi}{4}$

Газ одноатомный $\Rightarrow$ $i=3$, $\pi \approx 3{,}14$

$\frac{22+3{,}14}{4} P_1V_1 = 6{,}285\, RT_1$

$P_1V_1 = \nu RT_1$; $\nu = 1$ моль $\Rightarrow$ $P_1V_1 = RT_1$ (численно)

1) $Q_{12} = 6{,}3\, RT_1$

(Q_{12} – тепло в расшир. т.к. $\Delta V_{12} > 0$, $\Delta V_{21} = 0$, $\Delta V_{31} < 0$)

2) $A_{\text{за цикл}} = \underbrace{S_1}_{\text{(площадь четв. круга)}} = \frac{\pi}{4} RT_1 = 0{,}785 RT_1$

3) $\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{\sum Q_н} = \frac{\frac{\pi}{4} RT_1}{\frac{22+\pi}{4} RT_1} = \frac{\pi}{22+\pi} \approx 0{,}12$

$\sum Q_н = Q_{12}$, т.к. Q_{23} и Q_{31} это $Q_{ох}$.

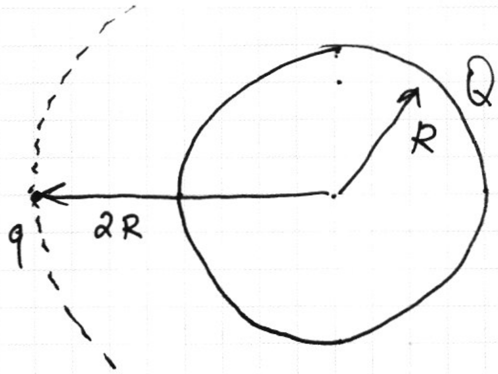
Ответ: 1) $6{,}3 \cdot RT_1$

2) $0{,}785 \cdot RT_1$

3) $0{,}12$

N5

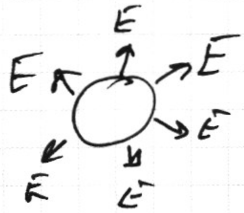
(Здесь рис. не вместится)



Посмотрим на концентрические сферы с радиусами "R" (наст.) "2R" (выдум.)

Наш заряд "q" лежит на пов-ти сферы "2R"

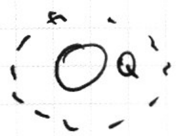
Напряженность у пов-ти сферы всегда радиальна



$\Rightarrow$ Все ~~E const~~ напр-ти равны.

По теореме Гаусса:

$$E \cdot S = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}.$$ Заключенный в сфере "2R" заряд – это Q



Внутри только Q

$$S = \cancel{4\pi R^2}\ 4\pi(2R)^2 = 16\pi R^2$$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

$$E \cdot 16\pi R^2 = Q \cdot 4\pi k \quad / \cdot \frac{1}{4\pi}$$

$$E \cdot 4R^2 = Qk$$

$$E = \frac{kQ}{4R^2}$$

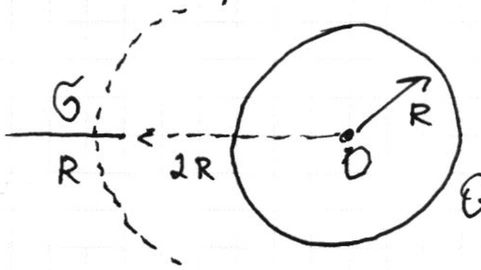
1) $F_k = F_1 = E \cdot q = \frac{kqQ}{4R^2}$

Теперь вместо точечного заряда, у нас равномерно заряженный стержень. Введём линейную плотность заряда. Короче:

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

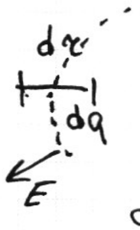
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

σ - лин. плотность, тогда
$\sigma \cdot l = q$, где $l \Rightarrow$ длина. У нас длина R
$\sigma \cdot R = q$



Берем какую-то сферу радиусом $2R \leq r \leq 3R$ (центр в т. O)

Рассмотрим стержень:



$$E \cdot 4\pi r^2 = Q \cdot 4\pi k$$

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow F_i = \frac{kQ\,dq}{r^2}$$

$$dq = \sigma \cdot dr$$

$$\Rightarrow F_i = \frac{kQ \cdot \sigma dr}{r^2}$$

Т.к. мы смотрим на силу со стороны сферы, в теор. Гаусса $E \cdot S = \frac{Q}{\varepsilon_0}$, в "Q" я не добавлял dq стержня (справа от dq)

Тогда суммарная $F_0 = F_2 = \int_{F_{min}}^{F_{макс}} F_i = \int_{2R}^{3R} \frac{kQ\sigma dr}{r^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Т.к. $kQ\sigma = const \Rightarrow$ выносим из-под $\int$ (интеграла) $\int_{2R}^{3R} \frac{dr}{r^2} = \frac{-1}{r}\Big|_{2R}^{3R} = \frac{-1}{3R} - \left(-\frac{1}{2R}\right) = \frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}$.

$$F_2 = \int_{F_{2R}}^{F_{3R}} F_i = kQ\sigma \int_{2R}^{3R} \frac{dr}{r^2} = kQ\sigma\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}\right) = \frac{kQ\sigma}{6R}$$

Вспомним, что $\sigma \cdot R = q \Rightarrow \sigma = \frac{q}{R}$

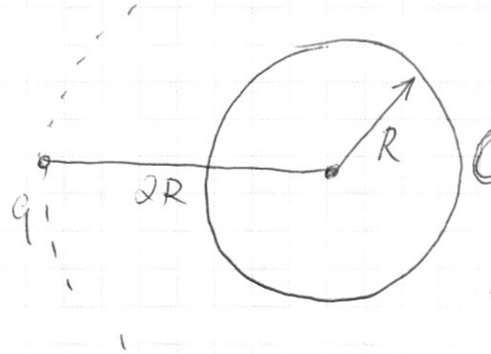
Тогда $F_2 = \frac{kqQ}{6R^2}$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{kqQ}{4R^2}$

2) $\frac{kqQ}{6R^2}$

№ 3

$4\pi R^2$ $4\pi(2R)^2 = 16\pi R^2$



$E \cdot S = \frac{\sum Q}{\varepsilon_0}$ $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

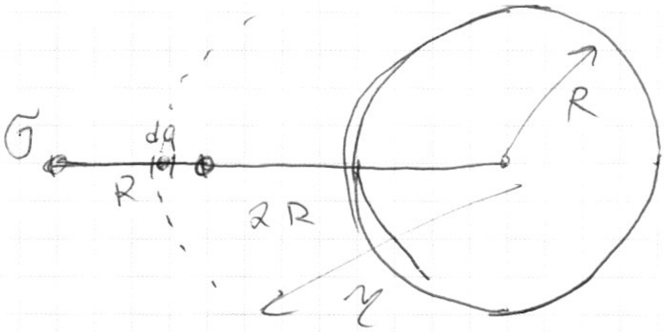
$E \cdot 16\pi R^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

$E \cdot 16\pi R^2 = Q \cdot 4\pi k$ $\frac{1}{k} = 4\pi\varepsilon_0$

$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$

$E = \frac{Qk}{4R^2}$

$F_1 = \frac{kqQ}{4R^2}$



$\sigma \cdot R = q$ $dq = \sigma dR$

$F_i = \frac{kQ \cdot dq}{r^2}$ $\sigma = \frac{q}{R}$

$F_i = \frac{kQ\sigma dR}{r^2}$

$r^{-1} \cdot (-1)$

$\int F_i = kQ\sigma \int \frac{dR}{r^2}$

$\left(\frac{-1}{r}\right)' = -1 \cdot r^{-2} \cdot (-1) = r^{-2}$

$\int_{F_{min}}^{F_{max}} F_i = kQ\sigma \int_{2R}^{3R} \frac{dr}{r^2}$

$F_i \Big|_{F_{min}}^{F_{max}} = kQ\sigma \left(\frac{-1}{r}\right)\Big|_{2R}^{3R} =$

$= kQ\sigma \left(\frac{-1}{3R} + \frac{1}{2R}\right) =$

$= \frac{kQ\sigma}{6R} = \frac{kqQ}{6R^2}$

~~1,8~~

$1{,}7 \cdot 1{,}7$: 119, 17, 289

$1{,}9 \cdot 1{,}9$: 171, 19, 361

$1{,}75 \cdot 1{,}75$: 875, 1225, 175, 30395

$1{,}8 \cdot 1{,}8$: 144, 18, 324

$3{,}7 \cdot 3{,}7$: 259, 111, 1369

0,4

$\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

13,69 | 3
-12 | 4,563
16
-15
19
-18
10

☑ 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 $v = \frac{1000-130}{20} = \frac{100-13}{2} = \frac{87}{2} = 50 - 6,5 = 43,5$

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

$v_0 = \sqrt{2gH}$

Последний осколок $\frac{\pi}{2}$ к горизонту

$t = \frac{2v\sin\alpha}{g}$ $v = const$ $\Rightarrow \sin\alpha_{max} = 1$

$t = \frac{2v}{g}$

$H = v t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$

$gt_1^2 + 2vt_1 - 2H = 0$

$t_1 = \frac{-2v + \sqrt{4v^2 + 8gH}}{2g}$

$\tau = t + t_1 = \frac{2v}{g} - \frac{2v + \sqrt{4v^2 + 8gH}}{2g} =$

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

$g\tau = v + \sqrt{v^2 + 2gH}$

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

$g^2\tau^2 - 2vg\tau + v^2 = v^2 + 2gH$

$2vg\tau = g^2\tau^2 - 2gH$

$v = \frac{g^2\tau^2 - 2gH}{2g\tau} = \frac{g\tau^2 - 2H}{2\tau}$

$K = \sum_{i=1}^{n} \frac{m_i v^2}{2} = \frac{v^2}{2}\sum_{i=1}^{n} m_i = \frac{mv^2}{2}$

$35 \times 35 = 175 + 105 = 1225$

$36 \times 36 = 216 + 108 = 1296$

$650 \cdot 2 = 1300$

$\sqrt{1300} = 10\sqrt{13}$

$\frac{2v}{g} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$v\frac{\sqrt{2}}{2}$

$43,5 \times 43,5$: 2175, 1305, 1740, $1892,25$

☑ черновик ☐ чистовик

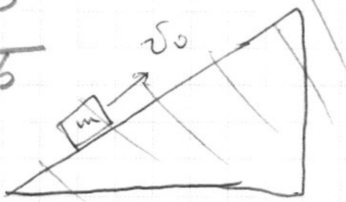
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\begin{array}{r} 2,6 \\ \times\ 2,6 \\ \hline 156 \\ 52 \\ \hline 6,76 \end{array}$$

$2,55^2$



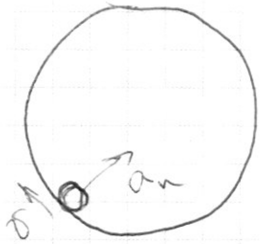
$$\frac{12}{0,9} = \frac{120}{9} = \frac{40}{3}$$

$$\frac{12}{1,8} = \frac{120}{18} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}$$

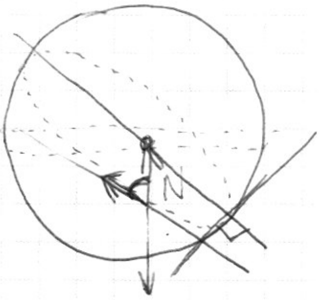
$$\sqrt{\frac{20}{3}} = \sqrt{6\frac{2}{3}} = \sqrt{6,666}$$

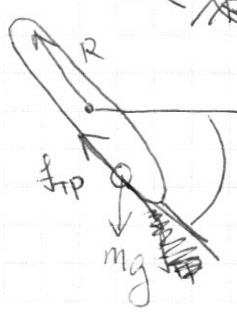
№3

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

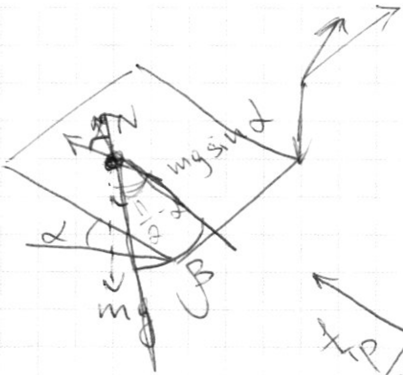


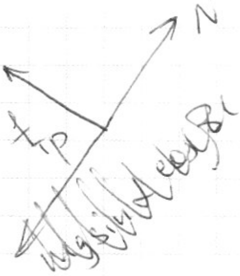
$\cancel{N = \frac{mv^2}{R}}$

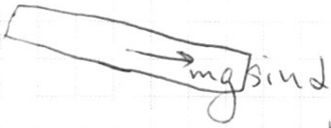


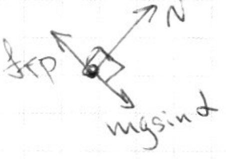


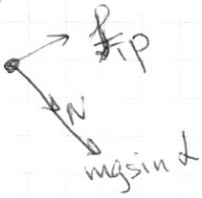
$\alpha = \frac{\pi}{6}$











V_{min} будет, когда "ma" составляет только N

$$\begin{array}{r} 2,55 \\ \times\ 2,55 \\ \hline 1275 \\ 1275 \\ 510 \\ \hline 6,5025 \end{array}$$

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

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

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

$$v_{min} = \sqrt{\frac{Rg\sin\alpha}{\mu}}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

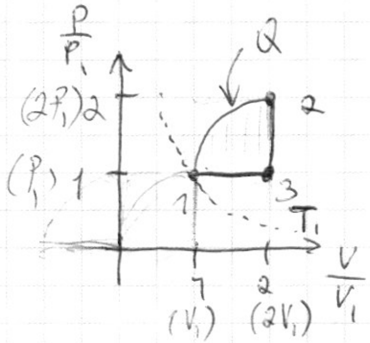
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$i = 3$

$P_1V_1 = \nu RT_1$



$Q = \Delta U + A$

$Q = \frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) + P_1V_1 + \frac{\pi}{2}P_1V_1$

$\frac{\pi R^2}{4}$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$\nu = 1$

$P_1V_1 \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}P_1V_1$

$25,14 \times 4,00$

$\frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}(4P_1V_1 - P_1V_1) = \frac{3i}{2}P_1V_1$

1) $Q = P_1V_1\left(\frac{3i}{2} + 1 + \frac{\pi}{4}\right) = P_1V_1\left(\frac{11+\pi/2}{2}\right) = RT_1\left(\frac{11+\frac{\pi}{2}}{2}\right)$

2) $A = \frac{\pi}{4}P_1V_1 = \frac{\pi}{4}RT_1$

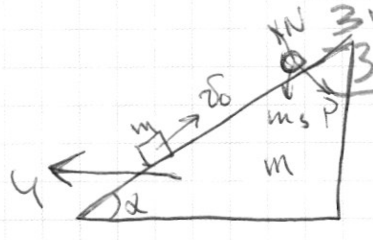
3) $\eta = \frac{\frac{\pi}{4}}{\frac{11+\frac{\pi}{2}}{2}} = \frac{\pi/2}{11+\frac{\pi}{2}} = \frac{3,14}{14,14}$

$3140 : 1414 = 0,222$; $3140 : 2514 = 0,120$

$\frac{\pi}{22+\pi} = \frac{3,14}{25,14} = 0,12$

№2

$3,14 : 4 = 0,785$



2) $u = v_0 \cos\alpha$

$v_0\cos\alpha = u = \sqrt{3}$ м/с

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

$v_0^2 + u^2 = 2gH$

$H = \frac{v_0^2 + u^2}{2g} = \frac{4\frac{м^2}{с^2} + 3\frac{м^2}{с^2}}{20\frac{м}{с^2}} = \frac{7}{20}м = \frac{3,5}{10}м = 0,35м = 35см$

$25,14 : 4 = 6,285$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)