Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

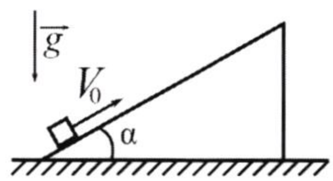
1. Фейерверк массой $m = 1$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$ с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая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

1) На какой высоте H взорвался фейерверк? через какое время 1-й упадет на землю.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

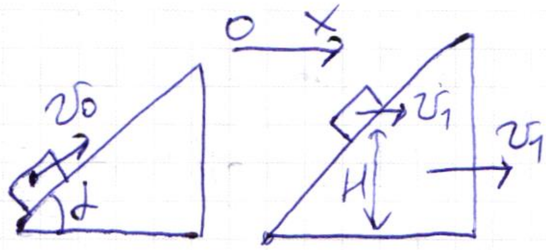
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 | лист 1.

Дано:
$\cos\alpha = 0.6$
$H = 0.2$ м
$M = 2m$

v_0 - ? v - ?



~~Крисков~~ Когда шайба поднимется на высоту H, её скорость будет равна скорости клина (т.к. она не отрывается от него). В системе на оси OX выполняется ЗСИ, т.к. нет внешних сил по оси OX. Значит, $mv_0\cos\alpha=(m+M)v_1$ $\Rightarrow v_1=\frac{v_0\cos\alpha}{3}$. Запишем ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2}=(m+M)\frac{v_1^2}{2}+mgH$;

$mv_0^2=3mv_1^2+mgH\cdot 2$; $v_0^2=3\cdot\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{9}+2gH$; $v_0^2\left(1-\frac{\cos^2\alpha}{3}\right)=2gH$

$v_0^2=\frac{2gH}{1-\frac{\cos^2\alpha}{3}}$; $v_0=\sqrt{\frac{2gH}{1-\frac{\cos^2\alpha}{3}}}=\sqrt{\frac{2\cdot10\cdot0.2}{1-\frac{0.6^2}{3}}}=\sqrt{\frac{4}{0.88}}=\sqrt{\frac{400}{88}}=$

$=\sqrt{\frac{50}{11}}\,\frac{м}{с}=\sqrt{4+\frac{6}{11}}\,\frac{м}{с}$. Как считать без калькулятора?

2) Далее по условию $M=m$. Аналогично ЗСИ: $mv_0\cos\alpha=Mv-mv_2\cos\alpha$, подставлю v_2 в ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2}=\frac{Mv^2}{2}+\frac{mv_2^2}{2}$; $v_0^2=v^2+v_2^2$; $v_2=\frac{v}{\cos\alpha}-v_0$.
Но из-за изменённого организаторами условия, мне нужно заново искать v_0. Теперь начальная ситуация, но массы равны: $v_1=\frac{v_0\cos\alpha}{2}$, $\frac{v_0^2}{2}=v_1^2+gH$; $\frac{v_0^2}{2}=\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{4}+gH$

$\frac{v_0^2}{2}\left(1-\frac{\cos^2\alpha}{2}\right)=gH$; $v_0^2=\frac{2gH}{1-\frac{\cos^2\alpha}{2}}=\frac{2\cdot10\cdot0.2}{1-\frac{0.36}{2}}=\frac{4}{0.82}=\frac{400}{82}=\frac{200}{41}\,\frac{м^2}{с^2}$

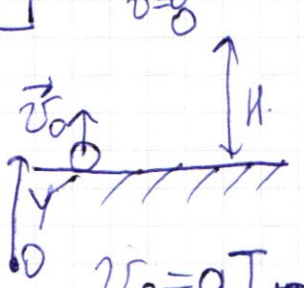
$v_0\approx\sqrt{5}\,\frac{м}{с}\approx2.22\,\frac{м}{с}$. Продолжение на странице 4.

Задача 1 | МФТИ 1

$m=1$ кг
$T=3$ с $=t$
$k=1800$ Дж
$\tau=10$ с.

$H-?$
$t_1-?$

Рассмотрим фейерверк (ф.) до взрыва. В верхней точке траектории его скорость равна нулю.



$\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{g}t$; OY: $0=v_0-gt$

$v_0=gT$. Закон сохр. энергии для него: $\frac{mv_0^2}{2}=mgH$; $H=\frac{v_0^2}{2g}=\frac{g^2T^2}{2g}=\frac{gT^2}{2}=$

$=\frac{10\cdot 3^2}{2}=45$ м.

Время падения всех осколков $\tau=10$ с. Т.е. последний упадет за 10 сек. $\vec{H}=\vec{v}_1\tau+\frac{\vec{g}\tau^2}{2}$; OY: $H_y=v_y\tau+\frac{g_y\tau^2}{2}$; $H_y=-H$

$g_y=-g$. $-H=v_y\tau-\frac{g\tau^2}{2}$; $\frac{g\tau^2}{2}-v_y\tau-H=0$

$\tau^2-\tau\cdot\frac{2v_y}{g}-\frac{2H}{g}=0$. $\tau=\frac{\frac{2v_y}{g}\pm\sqrt{\frac{4v_y^2}{g^2}+\frac{4\cdot 2H}{g}}}{2}$; т.к. $\tau>0$, то

$\tau=\frac{\frac{2v_y}{g}+\sqrt{\frac{4v_y^2}{g^2}+\frac{8H}{g}}}{2}$, значит τ максимально, когда v_y максимально. А так как у всех осколков $v_1=const$, то нам нужен осколок, у которого $v_{y_0}=v_1$, т.е. к-й летит вертикально вверх после взрыва. Подставив в начальное, получим: $v_1\tau=\frac{g\tau^2}{2}-H$;

$v_1=\frac{g\tau}{2}-\frac{H}{\tau}$. Аналогично, первый осколок упадет, когда t_1 минимально, когда v_y минимально, то есть если он вылетит вертикально вниз со скоростью $v_1=const$ для всех осколков. $v_1=\frac{g\tau}{2}-\frac{H}{\tau}=\frac{10\cdot 10}{2}-\frac{45}{10}=45{,}5\frac{м}{с}$; $v_{y_2}=-v_1$, тогда

$t_1=-\frac{v_1}{g}+\sqrt{\frac{v_1^2}{g^2}+\frac{2H}{g}}=-4{,}55\,с+\sqrt{4{,}55^2+45}=-4{,}55\,с+\sqrt{65{,}7025}\,с\approx$

$\approx 8-4{,}55\approx 3{,}45$ с. Некорректное условие.

$$\begin{array}{r} 4{,}55\\ \times\ 4{,}55\\ \hline 2275\\ 2275\\ 1820\\ \hline 20{,}7025 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Я искал время падения первого осколка, т.к. организаторы изменили вопрос. Непонятно, зачем дана кинетич. энергия после взрыва, т.к. если мы найдем из неё скорость частиц, то она будет равна $60\frac{м}{с}$, а не $45.5\frac{м}{с}$, как я получил, используя $\tau=10$ с. Некорректное условие задачи. Требую за неё полный балл.

задача 1	мит 2

Задача 2 | лист 2 $\quad v_2 = \frac{v}{\cos\alpha} - v_0;$

$v_0^2 = v^2 + v_2^2;\quad \cancel{v_0^2} = v^2 + \frac{v^2}{\cos^2\alpha} + \cancel{v_0^2} - 2\frac{v_0 v}{\cos\alpha}$

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

$= \frac{2v_0}{\cos\alpha+\frac{1}{\cos\alpha}} = \frac{2v_0}{\frac{6}{10}+\frac{10}{6}} = \frac{2v_0}{\frac{36+100}{60}} = \frac{2v_0}{\frac{136}{60}} = \frac{120}{136}v_0 = \frac{60}{68}v_0 =$

$= \frac{30}{34}v_0 = \frac{15}{17}v_0 = \sqrt{\frac{200}{41}}\cdot\frac{15}{17}\,\frac{м}{с} \approx 2\,\frac{м}{с}$. ~~Обычно числа подбираются, для упрощения вычислений~~. Нужна проверка по формуле, т.к. считать очень долго.

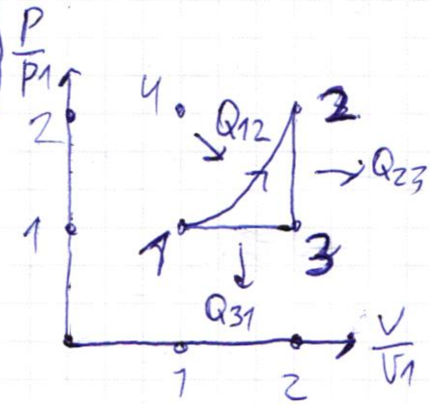
$$v = \left(\frac{2}{\cos\alpha+\frac{1}{\cos\alpha}}\right)\cdot\sqrt{\frac{2gH}{1-\frac{\cos^2\alpha}{2}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4 задача

p_1, V_1

Q_{12} - ?
$A_ц$ - ?
η - ?



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

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

Единица площади на графике численно равна p_1V_1, а работа численно равна площади под графика. $A_{12} = \left(1+1-\frac{\pi R^2}{4}\right)\Delta S = \left(2-\frac{\pi}{4}\right)\cdot\Delta S$, где $\Delta S = p_1V_1$

$A_{12} = \left(2-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$; Ур-е М-К: $p_1V_1 = \nu RT_1$; $4p_1V_1 = \nu RT_2$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(4p_1V_1 - p_1V_1) = \frac{9}{2}p_1V_1$. $Q = \left(2-\frac{\pi}{4}+\frac{9}{2}\right)p_1V_1 = \left(\frac{26-\pi}{4}\right)p_1V_1$

$A_ц = \left(1-\frac{\pi}{4}\right)\Delta S = \left(1-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$. $\eta = \frac{A_ц}{Q_{подв.}} = \frac{A_ц}{Q} = \frac{A_ц}{Q_{12}} =$

$= \frac{\left(1-\frac{\pi}{4}\right)p_1V_1}{\left(\frac{26-\pi}{4}\right)p_1V_1} = \frac{4-\pi}{26-\pi} \approx \frac{0.86}{22.86} \approx \frac{86}{2286}$

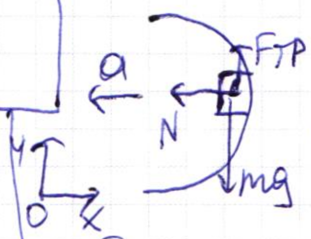
$\boxed{\eta = \frac{4-\pi}{26-\pi}}$, где $\pi \approx 3.14$

$\boxed{\eta \approx 3.67\%}$

Задача 3

$a - ?$

$v_{min} - ?$



по условию $Q = 2mg$.

$Q = \sqrt{F_{тр}^2 + N^2}$

$F_{тр}$ не даёт машине упасть.

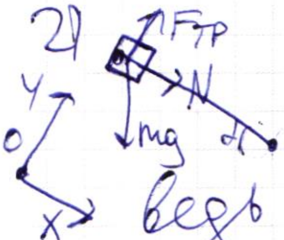
Ускорение только центростремительное. Второй ЗН:

$\vec{Q} + m\vec{g} = m\vec{a}$; OX: $-N = -ma$; OY: $F_{тр} - mg = 0$, т.к.

$\vec{Q} = \vec{N} + \vec{F}_{тр}$. $N = ma$; $F_{тр} = mg$; $Q = 2mg = \sqrt{F_{тр}^2 + N^2}$

$4m^2g^2 = m^2g^2 + N^2$; $N^2 = 3m^2g^2$; $N = \sqrt{3}\,mg = ma$

$\boxed{a = \sqrt{3}\,g \approx 17\ \frac{м}{с^2}}$.

2) 

Для такого движения нужно чтобы он не падал в верхней точке траектории, ведь там вертик. составляющая N, действующая вниз максимальна. 2 ЗН: $\vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$. Силы действуют так, так как он движется равномерно по окружности.

OX: $N + mg\sin\alpha = ma_n$; OY: $F_{тр} = mg\cos\alpha$. $\frac{F_{тр}}{N} = \mu$.

$\frac{mg\cos\alpha}{\mu} + mg\sin\alpha = ma_n$; $g\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right) = \frac{v^2}{R} \geq \frac{v_{min}^2}{R}$

$v_{min}^2 = gR\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right) = gR\left(\frac{\cos 45^\circ}{0.8} + \sin 45\right) = \frac{gR}{\sqrt{2}} \cdot \frac{9}{4} \approx$

$\boxed{\textbf{Ответ: } a = \sqrt{3}\,g;\ v_{min} = \sqrt{gR\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)}}$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

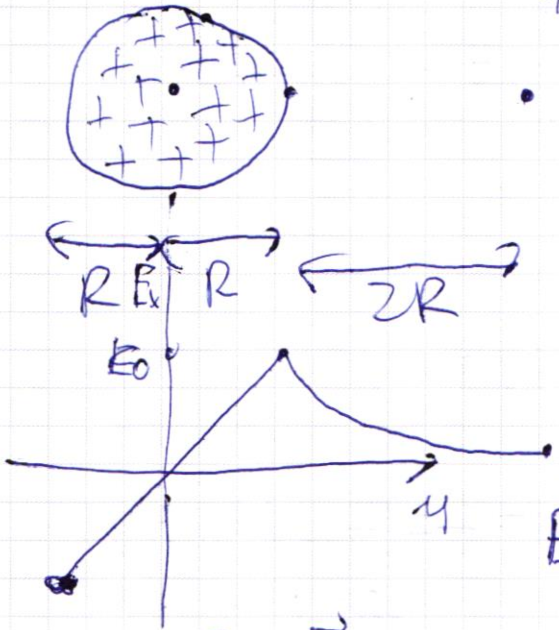
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$-\frac{1}{4R}\cdot\left(3R^2+\frac{R^2}{2}\right) - \left(-\frac{1}{3R}\right.$

$= -\frac{R\left(\frac{7}{2}\right)}{4} = -\frac{7}{8}R$



$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S} = \frac{Q}{4\pi R^2}$

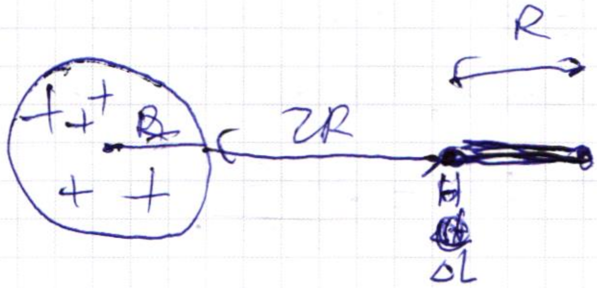
$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \Delta E$

$E_0 = \frac{+Q}{4\pi R^2 \varepsilon_0} = k\frac{Q}{R^2}$

$E_1 = \frac{Q}{(3R)^2}\cdot k = \frac{kQ}{9R^2}$

$f_1 = \vec{E}_1 \cdot q = \frac{kQq}{9R^2}$

$\frac{1}{(3R+L)^2}\Delta L$



$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta L} = \frac{q}{R}$

$\int_0^R (3R+L)^{-2}$

$\Delta q = \Delta L \cdot \sigma.$

$= -\frac{1}{3R+L}$

$\cdot\left(3RL + \frac{L^2}{2}\right)$

$\Delta F = k\frac{Q\Delta q}{r^2}$; $F = kQ\cdot\int_0^q \Delta q \cdot \int_{3R}^{4R} \frac{1}{r^2}\Delta r$

$\int r^{-2}\Delta r = \frac{r^{-1}}{-1}\Big|_{3R}^{4R} = -\frac{1}{r}\Big|_{3R}^{4R} = -\frac{1}{4R} + \frac{1}{3R} =$

$= F_1 = \frac{kQ\Delta q}{r^2} = \frac{kQ\frac{q}{R}\Delta L}{r^2} = \frac{kQq\Delta L}{Rr^2} = \frac{kQq}{R}\int_{3R}^{4R}\frac{\Delta L}{r^2} =$

$= \frac{kQq}{R}\left(-\frac{1}{4R} + \frac{1}{3R}\right) = \frac{kQq}{R^2}\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) = \frac{kQq}{R^2}\cdot\frac{1}{12}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

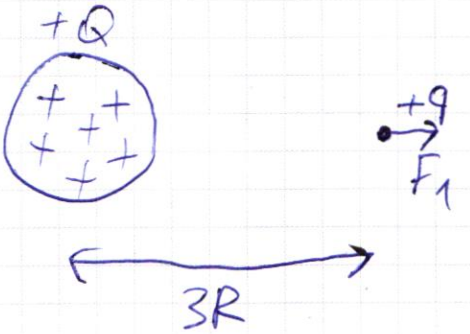
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Задача 5 | E вне сферы будет считаться как:

$E=\frac{\Delta q}{\Delta S\varepsilon_0}=\frac{Q}{4\pi R^2\varepsilon_0}=k\cdot\frac{Q}{R^2}$, где R – расстояние от центра сферы до заряда.

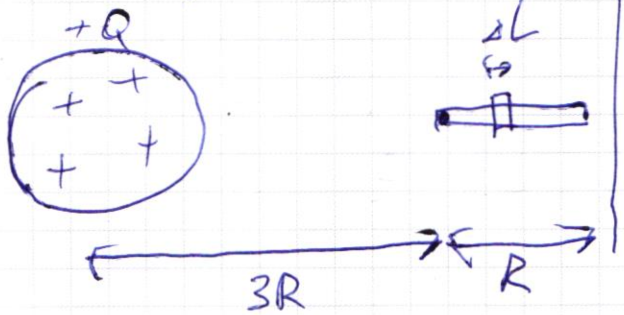
1)

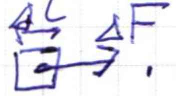


$F_1=k\frac{Q}{R_i^2}\cdot q=\frac{kQq}{(3R)^2}=$

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

2) Рассмотрим силу, с к-й сфера действует на стержень. По 3 ЗН она равна F_2. Введем линейную электрическую плотность заряда $a=\frac{q}{R}=\frac{\Delta q}{\Delta L}$. Рассмотрим маленький участок стержня, и запишем для него закон Кулона.





Расстояние от него до центра сферы равно r. Тогда закон Кулона будет: $\Delta F=\frac{kQ\Delta q}{r^2}$, где $\Delta q=\Delta L\frac{q}{R}$; $\Delta F=\frac{kQ\cdot q\Delta L}{Rr^2}$. Значит можно проинтегрировать и получить F_2. $\int_{F_1}^{F_2}\Delta F=\frac{kQq}{R}\int_{3R}^{4R}\frac{1}{r^2}\Delta L=\frac{kQq}{R}\cdot\left(-\frac{1}{r}\right)\Big|_{3R}^{4R}$

$$F_2-F_1=\frac{kQq}{R}\left(-\frac{1}{4R}+\frac{1}{3R}\right)=\frac{kQq}{R}\cdot\frac{R}{12R^2}=\frac{kQq}{12R^2}$$

$$F_2=F_1+\frac{kQq}{12R^2}=\frac{kQq}{R^2}\left(\frac{1}{12}+\frac{1}{9}\right)=\frac{kQq}{R^2}\left(\frac{21}{108}\right)=\boxed{\frac{7}{36}\frac{kQq}{R^2}}$$

Ответ: $F_1=\frac{kQq}{9R^2}$; $F_2=\frac{7}{36}\frac{kQq}{R^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$k=1800$ Дж. ; $\tau=10$ с.

$m=1$ кг.

$\frac{\cancel{m}v_0^2}{2}+\cancel{m}gH=\frac{\cancel{m}v_к^2}{2}$

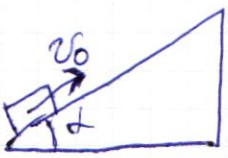
$1800=\frac{v^2}{2}$ $v^2=3600$

$\frac{mv_0^2}{2}=mgH$; $H=v_0t-\frac{gt^2}{2}$; $\frac{v_0^2}{2g}=v_0t-\frac{gt^2}{2}$; $v_0^2-v_0 2gt+g^2t^2=0$

$v_0=\frac{2gt\pm\sqrt{4g^2t^2-4g^2t^2}}{2}=gt$ $v_0-gt=v=0$; $v_0=gt$

$v_0=30\frac{м}{с}$; $\frac{mv_0^2}{2}=mgH$; $H=\frac{v_0^2}{2g}=\frac{g^2t^2}{2g}=\frac{gt^2}{2}=\frac{10\cdot3^2}{2}=45$ м

$\tau=\frac{\frac{2v_4}{g}+\sqrt{\frac{4v_4^2}{g^2}+\frac{4\cdot2H}{g}}}{2}$ $\frac{g\tau^2}{2}-v_4\tau-H=0$; $\tau^2-\tau\cdot\frac{2v_4}{g}-\frac{2H}{g}=0$



при H max скорости одинаковы.

$M=2m$

для в сист. ЗСИ на Ox: $mv_0\cos\alpha=(M+m)v_1$

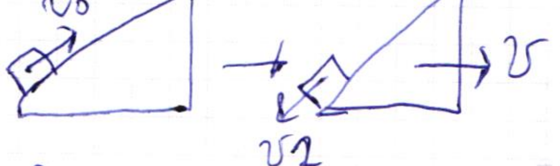
$H=a$ гл

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2}=\frac{(M+m)v_1^2}{2}+mgH$; $v_1=\frac{mv_0\cos\alpha}{M+m}=\frac{v_0\cos\alpha}{3}$

$\frac{mv_0^2}{2}=\frac{3m\cdot9}{2}\cdot\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{9\,3}+mgH$; $\frac{v_0^2}{2}=\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{6}+gH$;

$3v_0^2=v_0^2\cos^2\alpha+6gH$; $v_0^2(3-\cos^2\alpha)=6gH$; $v_0^2=\frac{6gH}{3-\cos^2\alpha}=$

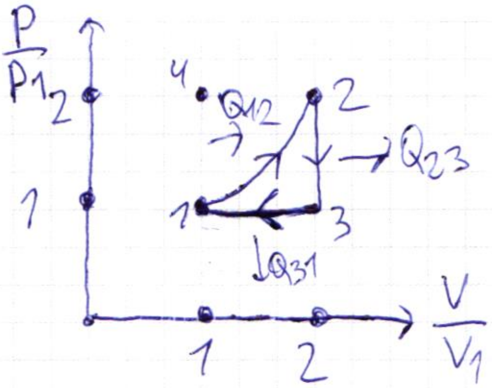
$=\frac{6\cdot10\cdot0.2}{3-0.36}=\frac{12}{2.64}=\frac{1200}{264}=\frac{600}{132}=\frac{300}{66}=\frac{150}{33}=\frac{50}{11}$; $v_0=\sqrt{\frac{50}{11}}\frac{м}{с}$



$mv_0\cos\alpha=Mv-mv_2\cos\alpha$

$\frac{mv_0^2}{2}=\frac{mv_2^2}{2}+\frac{Mv^2}{2}$; $v_0^2=v_2^2+2v^2$

$v_2\cos\alpha=2v-v_0\cos\alpha$; $v_2=\frac{2v}{\cos\alpha}-v_0$



p_1V_1

$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T = A_{12} + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

$A_{12} = p_1V_1 + \left(p_1V_1 - \frac{\pi R^2}{4}\right)$

$\left(\frac{V}{V_1} - 1\right)^2 + \left(\frac{p}{p_1} - 2\right)^2 = 1;\quad \Delta S = p_1V_1$ числ $= 1$

$A_{12} = 1 + 1 - \frac{\pi \cdot 1^2}{4} = \left(2 - \frac{\pi}{4}\right)$ числ. $= p_1V_1\left(2 - \frac{\pi}{4}\right)$

$p_1V_1 = \nu RT_1;$
$p_2V_2 = \nu RT_2;\quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{p_2V_2 - p_1V_1}{\nu R}\right) = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) =$

$= \frac{3}{2}(2p_1 \cdot 2V_1 - p_1V_1) = \frac{9}{2}p_1V_1;\quad Q = p_1V_1\left(2 - \frac{\pi}{4} + \frac{9}{2}\right) =$

$= \left(\frac{8 - \pi + 18}{4}\right)p_1V_1 = \left(\frac{26 - \pi}{4}\right)p_1V_1 \approx 5.71 p_1V_1$

$26.00 - 3.14 = 22.86$

$22.86 : 400 = 5.715$ (2000, 2860, 2800, 600, 400, 2000)

$A = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)\Delta S,$

$\Delta S = p_1V_1;\quad \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1 = A$

$4.00 - 3.14 = 0.86$

$0.860 : 400 = 0.215$ (800, 600, 400, 200)

$\eta = \frac{\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1}{5.71\, p_1V_1} = \frac{0.215}{5.71} = \frac{215}{5710} \approx$

$\approx \frac{43}{1142};\quad \eta(\%) = \frac{4300}{1142}$

$4300 : 1142 = 3.67\%$ (3426, 7740, 6852, 8880)

$Q = 2mg$

$\mu = 0.8$

$F_{тр} = mg = \mu N$

$Q = 2mg = \sqrt{\mu^2N^2 + N^2};\quad 4m^2g^2 = \mu^2N^2 + N^2$

$4m^2g^2 = N^2(\mu^2 + 1);\quad N = \frac{2mg}{\sqrt{\mu^2 + 1}} = ma;\quad a = \frac{2g}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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