

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

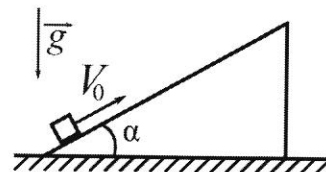
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ 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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. 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/с².



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/с².

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/с².

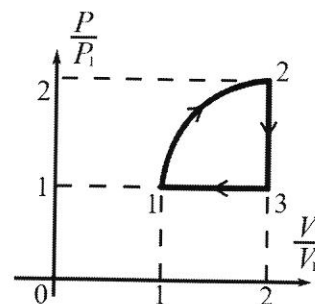
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

$m = 2m$

$H = 65m$

$\tau = 10e$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$v_0 = ?$ $k = ?$



2) $\tau = \tau_2 - \tau_1$, где τ_2 — это максимальное τ_{max} время падения куска, скорость которого направлена вертикально вверх, τ_1 — время падения куска, скорость которого направлена вертикально вниз (по τ_{max} линии).

$$H = \frac{g\tau_2^2}{2} - v_i\tau_2 \quad H = \frac{g\tau_1^2}{2} + v_i\tau_1 \quad +, т.к. \tau_2 > 0$$

$$\tau_2^2 - \frac{2}{g}\tau_2 v_i - H = 0$$

$$\tau_2 = \frac{v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 4 \cdot H \cdot \frac{g}{2}}}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau_1^2 - \frac{g}{2} + v_i\tau_1 - H = 0$$

$$\tau_1 = \frac{-v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 4 \cdot H \cdot \frac{g}{2}}}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{-v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau = \tau_2 - \tau_1 = \frac{v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g} - \frac{-v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g} = \frac{2v_i}{g}$$

$$v_i = \frac{g\tau}{2}$$

кинет. энергия 1 секунды — $E_{ki} = \frac{m_i v_i^2}{2}$

$$\sum E_{ki} = E_k = \sum \frac{m_i v_i^2}{2} = \frac{v_i^2}{2} \sum m_i = \frac{m v_i^2}{2} = m \cdot \left(\frac{g\tau}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{mg^2\tau^2}{8} \rightarrow E_k = \frac{2m \cdot (10 \frac{m}{c^2})^2 \cdot (10e)^2}{8} = 2500 \text{ Дж} = k$$

$$1) \quad \left. \begin{aligned} H &= v_0 t - \frac{g t^2}{2} \\ g t &= v_0 \end{aligned} \right\}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \rightarrow v_0 = \sqrt{2gH}$$

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 65m} = \sqrt{1300 \frac{m^2}{c^2}} = (10\sqrt{13}) \frac{m}{c} \approx 10 \cdot 3,6 \frac{m}{c} \approx 36 \frac{m}{c}$$

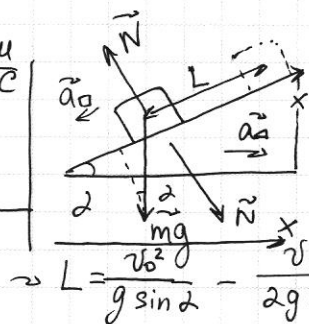
Ответ: $v_0 = (10\sqrt{13}) \frac{m}{c} \approx 36 \frac{m}{c}$; $k = E_k = 2500 \text{ Дж}$.

N2

$\alpha = 30^\circ$, $v_0 = 2 \frac{m}{c}$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$a_{\square} t = v_0$



1) ox : $N = mg \cos \alpha$

$m a_{\square} = N \sin \alpha = mg \cos \alpha \sin \alpha$

$m a_{\square} = mg \sin \alpha$; $L = v_0 t - \frac{a_{\square} t^2}{2}$

$\rightarrow L = \frac{v_0^2}{g \sin \alpha} - \frac{v_0^2}{2g \sin \alpha} = \frac{v_0^2}{2g \sin \alpha} \rightarrow H = L \sin \alpha = \frac{v_0^2}{2g} \rightarrow H = 0,2m$

2) движение шайбы относительно центра симметрично

→ вращу скорость шайбы будет = v_0 и направл. вниз

(←) ЗСМ: $m v_0 \cos \alpha = m v + m (v - v_0 \cos \alpha)$
на ось Ox

→ $2 v_0 \cos \alpha = 2 v \rightarrow v = v_0 \cos \alpha \rightarrow v = \sqrt{3} \frac{u}{c}$

ответ: 2) $v = \sqrt{3} \frac{u}{c} \approx 1,7 \frac{u}{c}$; 1) $R = 0,2 \text{ м}$

N3

$R = 1,2 \text{ м}$

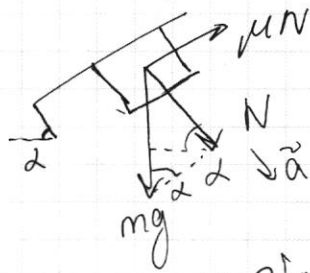
$v_0 = 3,7 \frac{u}{c}$

$m = 0,4 \text{ кг}$

$\mu = 0,9$

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

2) рассмотрим самую неустойчивую точку - вершину



$\mu N = mg \cos \alpha$

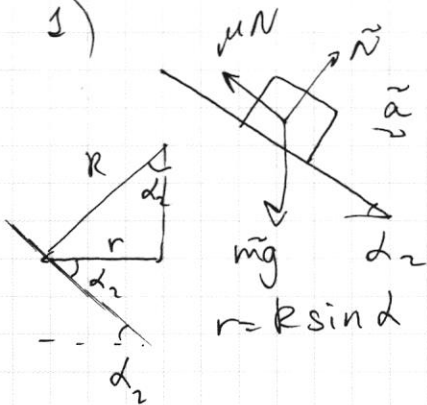
$mg \sin \alpha + N = ma = m \frac{v_{\min}^2}{R}$

$mg \sin \alpha + \frac{mg \cos \alpha}{\mu} = m \frac{v_{\min}^2}{R}$

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

$v_{\min}^2 = 12 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{1,8} \right) \approx 12 \cdot \frac{3}{2} = 18 \rightarrow v_{\min} \approx 4,2 \frac{u}{c}$

1)



$mg = N \cos \alpha_2 + \mu N \sin \alpha_2 \rightarrow N = \frac{mg}{\cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2}$

$\mu N \cos \alpha_2 + N \sin \alpha_2 = ma \quad a = \frac{v^2}{R \sin \alpha_2}$

~~$mg = N \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_2} + \mu N \sin \alpha_2$~~

$mg = N \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_2} + \mu N \sin \alpha_2$

$\mu N \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_2} + N \sin \alpha_2 = ma = m \frac{v^2}{R \sin \alpha_2}$

$(mg)^2 + (\mu N \sin \alpha_2)^2 + 2 mg \mu N \sin \alpha_2 = N^2 (1 - \sin^2 \alpha_2)$

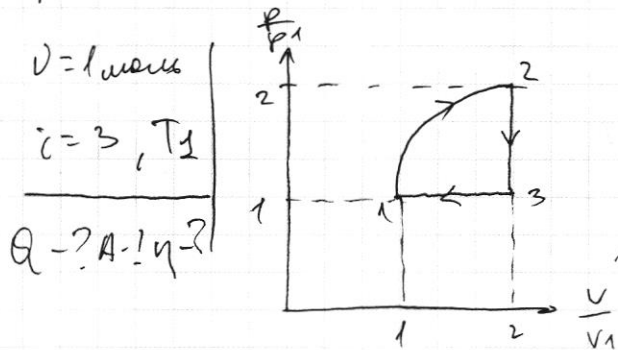
$\left(m \frac{v^2}{R \sin \alpha_2} \right)^2 + (N \sin \alpha_2)^2 - 2 N \sin \alpha_2 m \frac{v^2}{R \sin \alpha_2} = \mu N (1 - \sin^2 \alpha_2)$

2 уравнения, 2 неизвестные ($\sin \alpha_2$ и N , которое мы ищем)

т.о. задачу решить можно → задача решалась, осталось только довести до конца математические расчёты.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 4



$$1: p_1 V_1 = \nu k T_1$$

$$2: 2 p_1 \cdot 2 V_1 = \nu k T_2 \sim T_2 = 4 T_1$$

$$3: p_1 \cdot 2 V_1 = \nu k T_3 \sim T_3 = 2 T_1$$

$$1) 1-2: Q = A + \Delta U$$

$$A = (p_3 V_3 + \frac{\pi}{4} \cdot p_3 V_3) = p_3 V_3 (1 + \frac{\pi}{4})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu k (T_2 - T_1) = \frac{9}{2} \nu k T_1 = \frac{9}{2} p_1 V_1$$

$$Q = \nu k T_1 \cdot \frac{9}{2} + \nu k T_1 (1 + \frac{\pi}{4}) = \nu k T_1 (\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}) \quad \pi \approx 3$$

$$\sim Q \approx \nu k T_1 \cdot \frac{25}{4}$$

$$2) A = \frac{\pi}{4} \cdot p_1 V_1 \approx \frac{3}{4} \nu k T_1$$

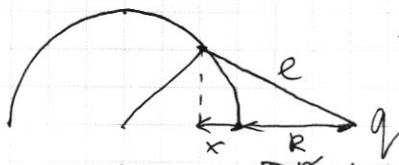
$$3) \eta = \frac{A}{Q_H} \quad Q_H = Q, \text{ т.к. тепло подводится только в процессе } 1-2$$

$$\eta \approx \frac{\frac{3}{4}}{\frac{25}{4}} = \frac{3}{25} \approx 12\%$$

Отв: $Q \approx \frac{25}{4} \nu k T_1, A \approx \frac{3}{4} \nu k T_1, \eta \approx 12\%$

N 5

по вертикали сила скомпенс. \rightarrow будет только отток.
сила Кулона $F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$



$$e^2 = (R+x)^2 + (R^2 - (R-x)^2) = R^2 + 4Rx$$

$$F_i = \frac{k q \cdot Q \cdot \frac{\pi R}{2} dx \cdot \frac{1}{3}}{e^2}$$

т.к. площадь
вершинки кольца
равна $dx = \frac{\pi R}{2} dx$

$$F_r = \int F_i = \int \frac{k q Q \cdot \frac{\pi R}{2} dx \cdot \frac{1}{4\pi R^2}}{R^2 + 4Rx} =$$

$$= \int \frac{k q Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} d(4x)}{R + 4x} = \int \frac{k q Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} d(4x + R)}{R + 4x} =$$

$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln(k+ux) \Big|_0^R =$$

$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} (\ln 5R - \ln R) = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln \frac{5R}{R}$$

2-ая четверть колыца:



$$l^2 = (2R+x)^2 + R^2 - x^2 =$$

$$= 4R^2 + 4Rx + x^2 + R^2 - x^2 = R(5R + 4x)$$

$$F_r = \int \frac{kqQ \cdot \frac{\pi R}{2} dx \cdot \frac{1}{4\pi R^2}}{l^2} =$$

$$= \int \frac{kqQ \cdot \frac{\pi R}{2} dx \cdot \frac{1}{4\pi R^2}}{R(5R+4x)} = \int \frac{kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} d(4x)}{5R+4x} = \int \frac{kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} d(4x+5R)}{4x+5R}$$

$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln(4x+5R) \Big|_0^R =$$

$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} (\ln 9R - \ln 5R) = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln \frac{9}{5}$$

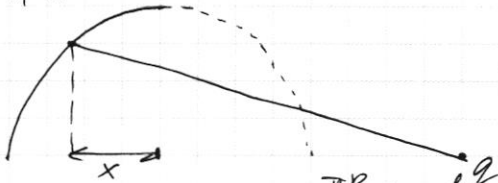
$$F_n = F_n + F_n = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} (\ln \frac{9}{5} + \ln 5) =$$

$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln 9$$

$$F_0 = 2F_n = 2kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \cdot \frac{1}{4} \ln 9 = \frac{kqQ \pi}{16\pi R^2} \ln 9$$

↑ сила со стороны 1 колыца $\bigcirc \cdot q$

$$S = 4\pi R^2$$



$$e^2 = (2R+x)^2 + R^2 - x^2 =$$

$$= 4R^2 + 4Rx + x^2 + R^2 - x^2 =$$

$$F_r = \int R_i = \frac{kqQ \cdot \frac{\pi R}{2} dx \cdot \frac{1}{S}}{e^2} = \frac{kqQ \cdot \frac{\pi R}{2} \cdot dx \cdot \frac{1}{S}}{R(5R+ux)} = \frac{kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} dux}{5R+ux}$$

$$= \frac{kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} d(ux+5R)}{5R+ux} = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} \ln(5R+ux) \Big|_0^R =$$

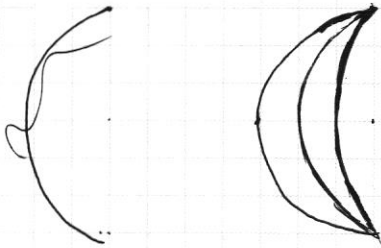
$$= kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} (\ln 9R - \ln 5R) = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} \ln \frac{9}{5}$$

$$\rightarrow F_n = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} (\ln 5 + \ln \frac{9}{5}) = kqQ \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} \ln 9$$

В поперечном сечении $\sim \frac{\pi R}{dx}$

~~$(dx)^2 = R^2 - x^2 - 2R^2 \cos \alpha$~~

~~$\frac{2R^2}{R dx} = \frac{2R}{dx}$~~



$$12 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{1,8} \right) \approx \frac{3}{2} \cdot 12 =$$

$$= 18$$

$$m v_0 = m v +$$

$$\begin{array}{r} 4,3 \\ \times 4,3 \\ \hline 12,9 \\ + 7,2 \\ \hline 18,49 \end{array} \quad \begin{array}{r} 42 \\ + 42 \\ \hline 84 \\ + 168 \\ \hline 1764 \end{array}$$



$$mg \sin \alpha + N$$

$$\mu N = mg \cos \alpha$$

$$mg + N = m \frac{v^2}{R}$$

$$\sin \alpha + \frac{\mu \cos \alpha}{1} = \mu \frac{v^2}{R}$$

$$\left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\sqrt{3}} \right) g = \frac{v^2}{R}$$

$$v^2 = \left(\frac{1}{2} + \frac{2 \cdot 0,9}{\sqrt{3}} \right) \cdot 10 \cdot 1,2 =$$

$$= 6 + \frac{12\sqrt{3}}{2 \cdot 0,9} = 6 + \frac{6\sqrt{3}}{0,9} =$$

$$= 6 + \frac{2\sqrt{3}}{0,3} = 6 + \frac{20\sqrt{3}}{3}$$

$$6 \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{0,9} \right)$$

$$\mu N = mg$$

$$\frac{\mu mg}{\mu} = m \frac{v^2}{R}$$

$$v^2 = \frac{gR}{\mu} = \frac{12}{0,9} = \frac{120}{9} = \frac{40}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

$V = 1 \text{ мкм}^3, i = 3$

T_1

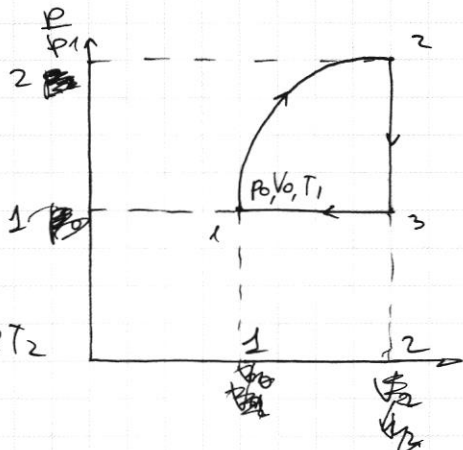
1: $p_0 V_0 = \nu R T_1$

2: $2 p_0 \cdot 2 V_0 = \nu R T_2$

3: $p_0 \cdot 2 V_0 = \nu R T_3$

$T_2 = 4 T_1, T_3 = 2 T_1$

$\frac{S_0}{S_0} = \frac{\frac{1}{4} \pi a^2}{a^2} = \frac{1}{4} \pi$



1-2: $Q = A + \Delta U$

$A = (p_0 V_0 + \frac{1}{4} \pi \cdot p_0 V_0) =$
 $= p_0 V_0 (1 + \frac{\pi}{4}) =$
 $= \nu R T_1 (1 + \frac{\pi}{4})$

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

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

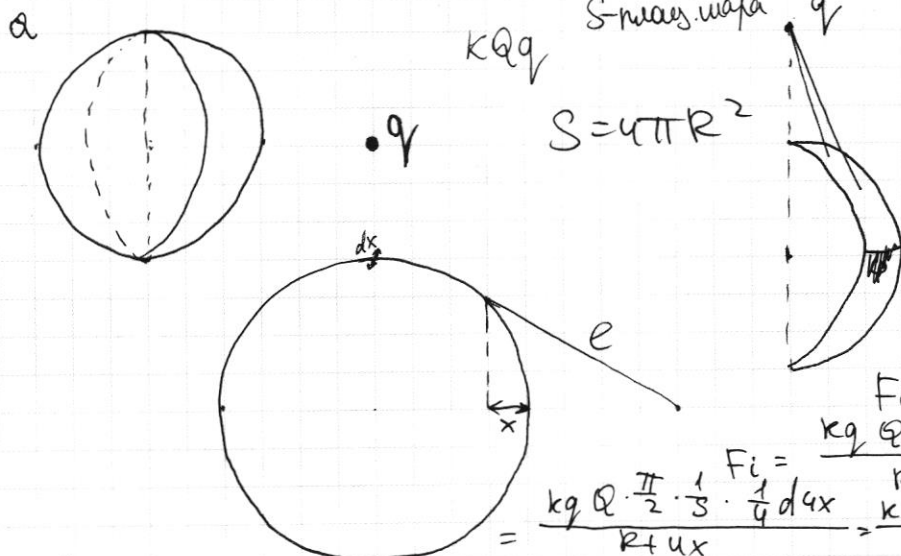
$= \nu R T_1 (\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}) \approx \nu R T_1 \cdot \frac{25}{4}$

$A = \frac{1}{4} \pi p_0 V_0 = \frac{\pi}{4} \nu R T_1 \approx \frac{3}{4} \nu R T_1 \quad \pi \approx 3$

$\eta = \frac{\frac{\pi}{4} \nu R T_1}{(\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}) \nu R T_1} \approx \frac{\frac{3}{4}}{\frac{25}{4}} = \frac{3}{25} = \frac{12}{100} \approx 12\%$

N5

$Q > 0, R, q > 0$



$\frac{Q \cdot \pi R \cdot dx}{(R+x)^2 + (R - \frac{x}{R})^2} \cdot qk = F_i$

$e^2 = (R+x)^2 + (R - \frac{x}{R})^2 =$
 $= R^2 + 2Rx + x^2 + R^2 - R^2 \frac{x^2}{R^2} + 2Rx =$

$= R^2 + 4Rx$

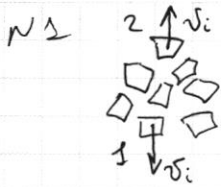
$F_i = \frac{kq \cdot Q \cdot \frac{\pi R}{2} \cdot dx \cdot \frac{1}{S}}{R^2 + 4Rx} = \frac{kq \cdot Q \cdot \frac{\pi R}{2} \cdot dx \cdot \frac{1}{S}}{R + 4x}$

$F_i = \frac{kq \cdot Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} dx}{R + 4x} = \frac{kq \cdot Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} d(4x+R)}{R + 4x} =$

$\int F_i = kq \cdot Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} \ln(k+4x) \Big|_0^R = kq \cdot Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} (\ln 5R - \ln R) = kq \cdot Q \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{1}{4} \ln \frac{5R}{R}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 2m$
 $H = 65m$
 $\tau = 10c$
 $v_0 = ?$



$$\tau_2 - \tau_1 = \tau \rightarrow \tau_2 = \tau + \tau_1$$

$$H = \frac{g\tau_2^2}{2} - v_i \tau_2$$

$$H = \frac{g\tau_1^2}{2} + v_i \tau_1$$

$$H = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0 = g t$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_0^2 = 2gH = 2 \cdot 10 \cdot 65 = 1300$$

$$\tau_2^2 \cdot \frac{g}{2} - \tau_2 \cdot v_i - H = 0$$

$$\tau_1^2 \cdot \frac{g}{2} + \tau_1 \cdot v_i - H = 0$$

~~$$(\tau + \tau_1)^2 \cdot \frac{g}{2} - (\tau + \tau_1) v_i = \tau_1^2 \cdot \frac{g}{2} + \tau_1 \cdot v_i$$

$$\tau^2 \cdot \frac{g}{2} + 2\tau\tau_1 \cdot \frac{g}{2} + \tau_1^2 \cdot \frac{g}{2} - v_i \tau - v_i \tau_1 = \tau_1^2 \cdot \frac{g}{2} + \tau_1 v_i$$~~

$v_0 = 10\sqrt{13} \approx 36 \frac{m}{s}$
 $\approx 10 \cdot 3,6 \approx 36 \frac{m}{s}$
 $\times 65$
 130
 $\times 3,5$
 455
 $+ 175$
 630
 $+ 105$
 735
 $\times 3,6$
 216
 $+ 108$
 324

$$\tau_2 = \frac{v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 4 \cdot H \cdot \frac{g}{2}}}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau_1 = \frac{-v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 4 \cdot H \cdot \frac{g}{2}}}{g} = \frac{-v_i \pm \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau_2 - \tau_1 = \tau = \frac{v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g} - \frac{-v_i + \sqrt{v_i^2 + 2gH}}{g} = \frac{2v_i}{g}$$

$$v_i = \frac{g\tau}{2}$$

$$K_i = \frac{m_i v_i^2}{2}$$

$$\sum K_i = \frac{v_i^2}{2} \sum m_i = \frac{v_i^2}{2} \cdot m = \left(\frac{g\tau}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot m =$$

$$= \left(\frac{10 \cdot 10}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = 50^2 = 2500 \text{ Дж}$$

N2

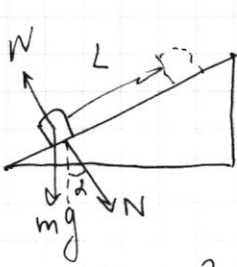
$\alpha = 30^\circ$ $v_0 = 2 \frac{m}{s}$

$$H = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H = \frac{2^2 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} = \frac{1}{2 \cdot 10} = 0,05 \text{ м}$$

$$0,1 - \frac{1}{20} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$m v_0 \cos \alpha =$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$m a_{\square} = N \sin \alpha \rightarrow a_{\square} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{m}$$

$$L = v_0 t - \frac{a_{\square} t^2}{2}$$

$$L = \frac{2}{5} c \cdot 2 \frac{m}{c} - \frac{5 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{4}{25} c^2}{2} =$$

$$= \frac{4}{5} - \frac{5 \frac{4}{25}}{2} = \frac{4}{5} - \frac{2}{5} = \frac{2}{5}$$

$$\rightarrow H = L \sin \alpha = \frac{1}{5}$$

$$t_2 = 2t = \frac{4}{5} c \rightarrow v_{\Delta 2} = a_{\Delta} \cdot t_2 = g \cos \alpha \sin \alpha \cdot t_2 =$$

$$= \frac{4}{5} c \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = 2\sqrt{3} \frac{m}{c}$$

$$v_{\Delta 2} \approx 2 \cdot 1,7 \approx 3,4 \frac{m}{c}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ + 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

N3

$$R = 1,2 \text{ m}$$

$$v_0 = 3,7 \text{ m/s}$$

$$m = 0,4 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

$$\mu = 0,9$$



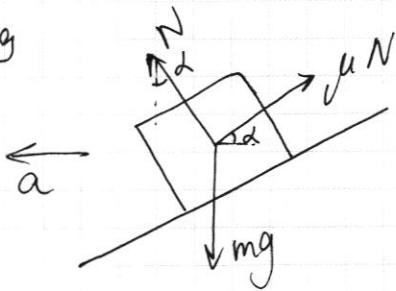
$$N = m a = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$|F| = |N| = m \frac{v_0^2}{R} = 0,4 \text{ m} \cdot \frac{3,7^2}{1,2}$$

$$= 0,4 \cdot \frac{1369}{1,2} = \frac{4 \cdot 1369}{12} = \frac{1369}{3} \approx$$

$$\approx 456,3 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ 1369 \\ \hline 2559 \\ + 111 \\ \hline 1369 \end{array}$$



$$mg = N \cos \alpha$$

$$N \sin \alpha - \mu N \sin \alpha = m a = m \frac{v_{\min}^2}{R}$$

$$\sin \alpha (1 - \mu) \cdot \frac{mg}{\cos \alpha} = m \frac{v_{\min}^2}{R}$$

$$v_{\min}^2 = +g d (1 - \mu) \cdot g R = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 1,2 = \frac{1,2\sqrt{3}}{3} = 0,4\sqrt{3} \approx$$

$$\approx 1,7 \cdot 0,4 = 0,01 \cdot 17 \cdot 4^2$$

$$v_{\min} \approx 0,1 \cdot 2 \cdot 4,13 \approx 0,1 \cdot 8,26 \approx 0,826 \frac{m}{c}$$

$$\begin{array}{r} 4,1 \\ \times 4,1 \\ \hline 164 \\ + 164 \\ \hline 1681 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,2 \\ \times 4,2 \\ \hline 84 \\ + 84 \\ \hline 1764 \end{array}$$

$$v_0 = (-v_0 + g \sin \alpha t) + g \cos \alpha \sin \alpha t$$

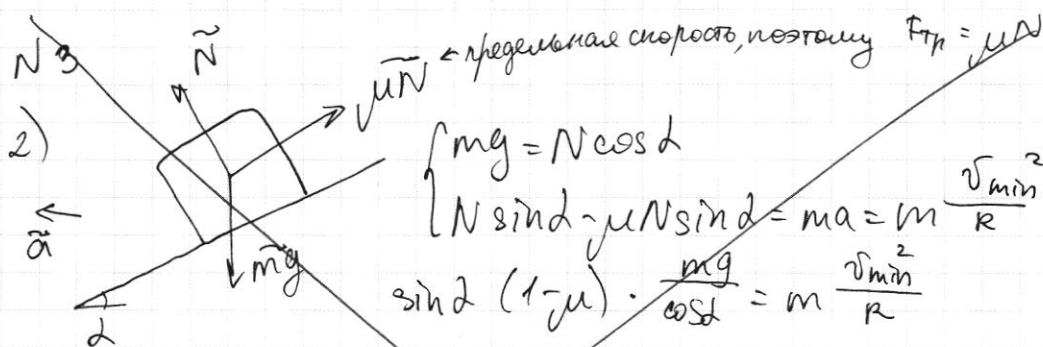
$$t = \frac{2v_0}{g \sin \alpha + g \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 4,15 \\ \times 4,15 \\ \hline 2075 \\ + 415 \\ \hline 1660 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,13 \\ \times 4,13 \\ \hline 1239 \\ + 413 \\ \hline 170569 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) ~~$v_2 = 2l = 2 \frac{v_0}{g \sin \alpha}$ (т.к. элементе прот. поверхности симметрично)~~



$$\begin{cases} mg = N \cos \alpha \\ N \sin \alpha - \mu N \sin \alpha = ma = m \frac{v_{min}^2}{R} \end{cases}$$

$$\sin \alpha (1 - \mu) \cdot \frac{mg}{\cos \alpha} = m \frac{v_{min}^2}{R}$$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$v_0 = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

$$\mu = 0,9$$

$$v_{min}^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0,1 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1,2 \text{ м}$$

$$v_{min}^2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0,1 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1,2 \text{ м} = \frac{1,2 \sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 0,4 \sqrt{3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \approx$$

$$\approx 0,4 \cdot 1,7 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \approx 0,01 \cdot 17 \cdot 4 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_{min} \approx 0,1 \cdot 2 \cdot 4,13 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,826 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)