

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

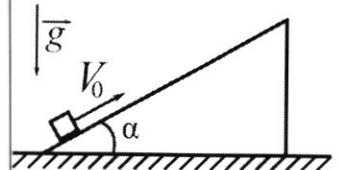
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

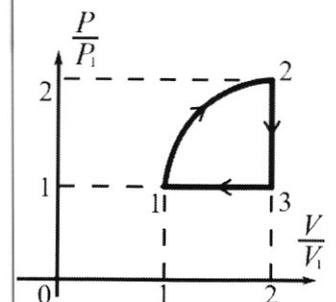
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

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

1.

1) $v_0^2 \sin^2 \alpha = 4H$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 4H}}{g}$$

$t_2 \approx t_1 + \frac{2v_0}{g}$ - время полёта осколка
при v_0 - вверх $\Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 \approx \tau = \frac{2v_0}{g}$

$v_0 \approx \frac{g\tau}{2} \mid v_0 \approx \frac{10}{2} \cdot \cos^2 50^\circ \approx 50 \text{ м/с}$

2) $K = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{2}{2} \cdot (50)^2 \text{ Дж} \approx 2,5 \text{ кДж}$

Ответы: 1) 50 м/с; 2) 2,5 кДж

2.

1) $mv_1 \cos \alpha + mv_2 = mv_0$

$v_0 = v_1 \cos \alpha + v_2$

В момент мин. скорости:

$$v_0 = v(1 + \cos \alpha) \Rightarrow v = \frac{v_0}{1 + \cos \alpha}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2 \left(\frac{mv^2}{2} \right) + mgh \Rightarrow H = \left(\frac{v_0^2}{2} - v^2 \right) \cdot \frac{1}{g}$$

$$H = \left(\frac{v_0^2}{2} - \left(\frac{v_0}{1 + \cos \alpha} \right)^2 \right) \cdot \frac{1}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{(2 + \sqrt{3})^2} \right) = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{7 + 4\sqrt{3}} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{2(7 + 4\sqrt{3})g} = \frac{(4\sqrt{3} - 1)v_0^2}{2(7 + 4\sqrt{3})g}$$

$$\frac{dx}{x(L+x)^2}$$

$$\frac{A}{x} + \frac{B}{L+x} + \frac{C}{(L+x)^2}$$

$$A(x^2 + 2Lx + L^2) + B(L+x) + C$$

$$AL^2 = 1$$

$$2LA + BL + C = 0$$

$$A + B = 0$$



$$\frac{ka_1}{L} + \frac{ka_2}{L} = \frac{ka_1}{L-R} + \frac{ka_2}{L+R}$$

$$\frac{ka_1 k}{L(L-R)} = \frac{ka_1 k}{L(L+R)} - a_1$$

$$-a_1 = \frac{k^2 (L-R)}{L(L+R)}$$

$$\frac{ka_1}{L} + \frac{ka_2}{L} = \frac{ka_1}{L-R} + \frac{ka_2}{L+R}$$

$$\frac{ka_1}{L} + \frac{ka_2}{-L} = \frac{ka_1}{L+R} + \frac{ka_2}{R-L}$$

$$-\frac{ka_1 k}{L(L-R)} = \frac{-ka_1 k}{L(L+R)}$$

$$-a_1 = \frac{k^2}{L}$$

$$\left(\frac{ka_1}{L-R}\right)^2 + \left(\frac{ka_2}{L+R}\right)^2 = 0$$

$$a_2 = -a_1 \left(\frac{L+R}{L-R}\right)^2 - \frac{f(x) R^2}{e^2} = -\frac{f dx \cdot R}{e}$$

$$-\frac{f R}{e}$$

$$f(x) = f \frac{L}{R}$$

$$-\frac{f(x) R dx}{e} = -f dx$$

$$-\frac{f}{x}$$

$$\frac{R^2}{e}$$

$$f\left(\frac{R^2}{e}\right) = \frac{f L}{R}$$

$$\frac{R^2}{e} = x$$

$$\ln x - \frac{\ln(L+x)}{e^2} - \frac{\ln \frac{R^2}{e}}{e^2}$$

$$+ \frac{1}{e} \left(\frac{1}{L+x} - \frac{1}{L+R} \right) - \frac{1}{e} \left(\frac{1}{L+x} - \frac{1}{L+R} \right) \frac{R^2}{e^2}$$

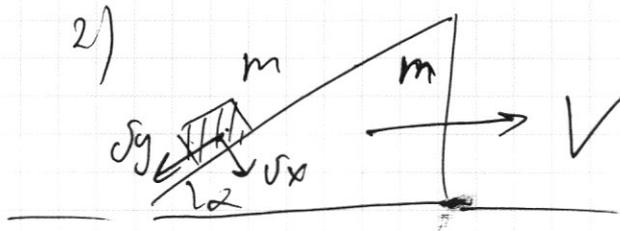
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. 1) $mV_0 \cos \alpha = m \cdot 5 - 2$; V — скорость олова
после удара шаром, коэффициент

$$v = \frac{V_0 \cos \alpha}{2} = V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{4} V_0$$

ЗСМ: $\frac{mV_0^2}{2} = 2 \frac{mV^2}{2} + mgh$; отсюда $\left(\frac{V_0^2}{2} - \frac{5}{16} V_0^2 \right) \frac{1}{g} =$

$$2. \left[\frac{5}{16} \frac{V_0^2}{g} = H \right]$$



Сохран. импульса

на горизонтальной поверхности

обл: $mV_0 \cos \alpha =$

$$= mV + m(V_0 \sin \alpha - v_y \cos \alpha)$$

$$v_x \cos \alpha + v_y \sin \alpha = V_0 \sin \alpha$$

$$V_0 \cos \alpha = V + v_x \sin \alpha - v_y \cos \alpha$$

$$v_x \cos \alpha + v_y \sin \alpha = V_0 \sin \alpha$$

$$V \sin \alpha = v_y$$

$$V_0 \cos \alpha = V + V \sin^2 \alpha - V_0 \sin \alpha$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_0 \cos \alpha &= V + V \sin \alpha - \frac{(V_0 \sin \alpha - V \cos \alpha)}{\sin \alpha} \cos \alpha \\ V \sin \alpha &= v_y \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_0 \cos \alpha &= V + \frac{v_y}{\sin \alpha} - V_0 \cos \alpha \\ V \sin \alpha &= v_y \end{aligned} \right. \quad \left| \quad 2V_0 \cos \alpha = V + \frac{V \sin \alpha}{\sin \alpha} \right.$$

$$V = V_0 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3} V_0}{2}$$

Ответ: $\frac{5}{16} \frac{V_0^2}{g} \quad \left| \quad \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$

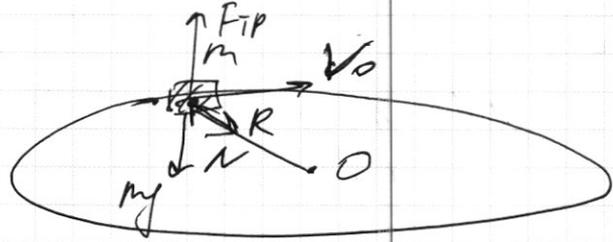
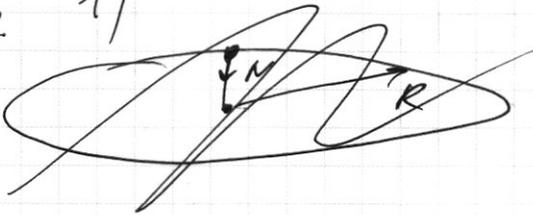


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. 1)



наверх действует mg , N к центру
сферы, сила пружины F_{TP} .

$$F_{TP} = mg, \quad N = \frac{mv^2}{R} = \frac{mv_0^2}{R}$$

Сила составляет скорость: $f_0 = \sqrt{N^2 + F_{TP}^2} =$

$$= \sqrt{\left(\frac{mv_0^2}{R}\right)^2 + (mg)^2} = m \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

$$P = f_0 = 0,4 \sqrt{\left(\frac{3,7^2}{1,2}\right)^2 + 100} \approx 0,4 \sqrt{117} \approx 0,4 \cdot \sqrt{230} \text{ Н}$$

$$\approx 0,4 \cdot 15,1 \text{ Н} = \frac{151 \cdot 4}{100} \text{ Н} = \frac{604}{100} \text{ Н} = 6,04 \text{ Н} \approx$$

$$\approx 6 \text{ Н.}$$

2) в верхней точке окружности в критическом

случае: $mg \cos \alpha + N = \frac{mv^2}{R}$, $mg \cos \alpha = F_{TP} = \text{сила}$

$$g \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right) = \frac{v^2}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} v_{\text{крит}} = \sqrt{gR \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)} \end{array} \right.$$

$$v_{\text{крит}} = \sqrt{10 \cdot 1,2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} \cos 5}{2 \cdot 9} \right)} \approx \sqrt{\frac{12}{2} \left(1 + \frac{\cos 5}{9} \right)} \approx$$

$$\approx \sqrt{6 \left(1 + \frac{\cos 5}{9} \right)} \approx 4,1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 6 Н, 4,1 м/с.

$$\sqrt{\left(\frac{27 \cdot 27}{12} + 100\right)^2}$$

$$\frac{119}{12} = 9.9167$$

$$\frac{(1369)^2}{(120)^2} + 100$$

$$\frac{11 \cdot 11.5}{11.5}$$

$$\left(\frac{1369}{12}\right)^2 + 100$$

$$\frac{11}{12} = 0.9167$$

$$\frac{11}{12^2} = 0.0764$$

$$\frac{145}{178} = 0.8146$$

$$\frac{875}{225} = 3.8889$$

$$\frac{151}{22801} = 0.006625$$

$$\frac{151}{151} = 1$$

$$\frac{755}{151} = 5.0000$$

$$\frac{22801}{22801} = 1$$

$$\frac{1369}{12} = 114.0833$$

$$\frac{16}{12} = 1.3333$$

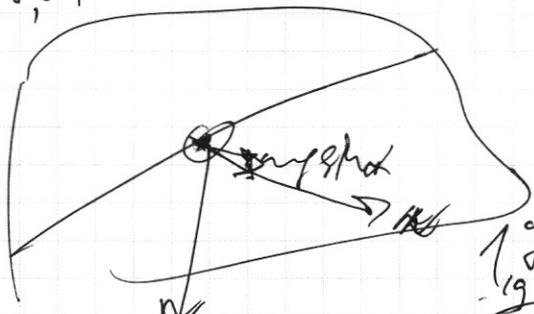
$$\frac{4.9}{4.9} = 1$$

$$\frac{11.9}{11.9} = 1$$

$$\frac{11.9}{11.9} = 1$$

$$\frac{4456}{11.9} = 374.4538$$

$$\frac{11.9}{129.36} = 0.092$$



$$\frac{174}{19} = 9.1579$$

$$\frac{21}{30} = 0.7$$

$$\frac{728.86}{100.00} = 7.2886$$

$$\frac{228.86}{230} = 0.9949$$

$$\frac{225}{230} = 0.9783$$

$$\frac{178}{178} = 1$$

$$\frac{291}{174} = 1.6724$$

$$\frac{4.1}{4.1} = 1$$

$$\frac{167}{1681} = 0.0993$$

$$N - \text{mg sth} = \frac{m v^2}{R}$$

$$m g \sin \alpha + N = \frac{m v^2}{R}$$

$$\frac{4.5}{4.5} = 1$$

$$\frac{225}{225} = 1$$

$$\frac{180}{180} = 1$$

$$\frac{1.9M}{1.9M} = 1$$

$$\frac{2.9 \cdot 6}{2.9 \cdot 6} = 1$$

$$\frac{4.2}{4.2} = 1$$

$$\frac{169}{1681} = 0.1$$

$$\frac{1681}{1681} = 1$$

$$\frac{4.1}{4.1} = 1$$

$$\frac{169}{1681} = 0.1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

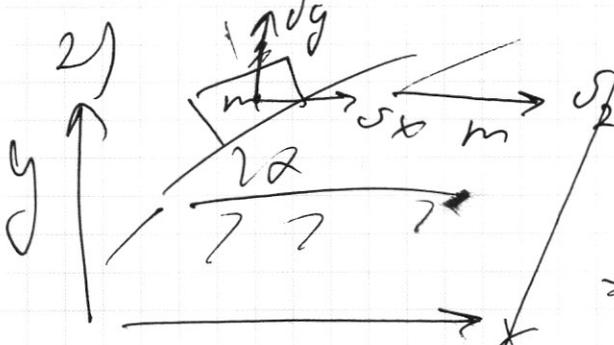
1)



$v_2 = \frac{v_0}{2}$

+ работа; $\frac{v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{4}$

2)



В момент времени t_1
 $m v_0 = 2 m v$, v — скорость
камня и шарика, движущихся
горизонтально и равномерно.

Сохранение энергии: $\frac{m v_0^2}{2} = 2 \frac{m v^2}{2} + m g h$, $h = \frac{v_0^2}{4g}$

пусть v_y — малая медленная
скорость на ось Oy
шарик не определяется v

$\Rightarrow v_2 \sin \alpha = v_x \sin \alpha - v_y \cos \alpha$

Сохранение импульса на ось Ox / $m v_0 = m v_1 + m v_2$
 $m v_0 \cos \alpha = m v_1 \cos \alpha + m v_2 \cos \alpha = v_1 + v_2$
~~на ось Oy : $m v_0 \sin \alpha = m v_1 \sin \alpha - m v_2 \sin \alpha$~~
~~на y — на нулевой высоте в поле силы тяжести.~~

$v_2 = v_0 \cos \alpha - v_x$; $(v_0 \cos \alpha - v_x) \sin \alpha = v_x \sin \alpha + v_0 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$
 $v_0 (\sin \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha) = 2 v_x \sin \alpha \Rightarrow v_x = 0$

$v_y = v_0 \sin \alpha$ $v_2 = v = v_0 \cos \alpha$
Получим: $v = \frac{v_0^2}{4g}$, $\frac{v_0^2}{4g \cos \alpha}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. 1) $Q = \frac{3}{2} U R + A$; $U R_{\text{от}} = A / R = R_2 V_2 - R_1 V_1 \in$

2) $u R_2 V_2 - R_1 V_1 = 3 R_1 V_1$

$A = (V_2 - V_1) R_1 + \int_{1-3} P_{123}$; $\int_{1-3} \frac{P_{123}}{1-3} = \frac{5 R^2}{4 R} = \frac{5}{4} R$

$\int_{1-3} P_{123} = (2 R_1 - R_1) V_1 = R_1 V_1 \rightarrow \int_{1-3} P_{123} = \frac{5}{4} R_1 V_1$

$A = R_1 V_1 + \frac{5}{4} R_1 V_1 = R_1 V_1 (1 + \frac{5}{4})$

$Q = 3 R_1 V_1 - \frac{3}{2} R_1 V_1 + R_1 V_1 (1 + \frac{5}{4}) = R_1 V_1 (\frac{18}{4} + \frac{4+5}{4}) =$

$= \frac{R_1 V_1}{4} (22 + 5) = \frac{R_1 V_1 (27)}{4} = Q$

2) $A = \frac{5}{4} R_1 V_1$; \int - площадь ~~по~~ прямоугольника

высотой $(R_2 - R_1)$ шириной $(V_2 - V_1)$.

$A = \frac{5}{4} R_1 V_1 = R_1 V_1 \cdot \frac{5}{4} = \frac{5}{4} R_1 V_1$

3) $\eta = \frac{A}{Q}$; Q возможно только в процессе 1-2

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

$$Q = \pi R^2 \sum_{k=1}^n v_k \Delta x = \frac{\pi}{2} \cdot 3p^k + \frac{\pi}{4} p^k$$

$$= \frac{\pi}{4} (10 + 18) + p^k$$

$$= \frac{\pi}{4} (5 + 2p^k)$$

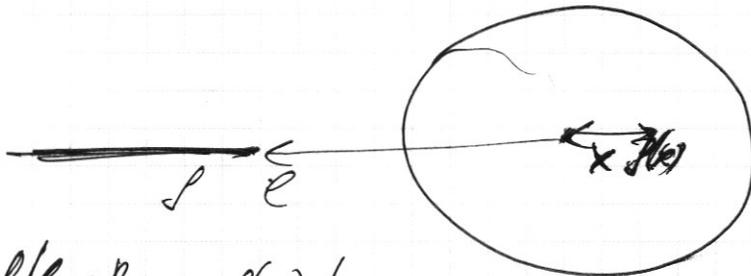
$$p^k \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$p^k \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$\frac{\pi}{4} \cdot 50 = \frac{\pi}{4} \cdot 222$$

$$\frac{3,14}{2 \cdot 222} = \frac{3,14}{444} \approx 12$$

$$\frac{3,14 \cdot 4}{2719 \cdot 4} = \frac{12,56}{10876} \approx 0,115$$



$$- \frac{f(x) \cdot R}{e} = -f(x) dx, \quad x = \frac{R^2}{e}$$

$$+ \frac{f(x) \cdot R}{e} = + \frac{f(x)}{e^2} R^2 dx$$

$$\frac{f(R)}{R} = f(x) \quad \text{or} \quad \frac{R^2}{e} = f(x) \quad \text{or} \quad \frac{R^2}{e} = f(x)$$

$$\frac{f(R)}{R^2} = \frac{f(x)}{R^2} \cdot \frac{R^2}{e} = f(x) \quad \text{or} \quad \frac{f(R)}{R} = f(x)$$

$$- \frac{f(R)}{e}$$

$$- \frac{dx}{x} \int \frac{dy}{x^2 (1+y)^2}$$

$$\frac{R^2}{e} = C + \frac{C}{e^2}$$

$$A(x^2 + x^2) dx$$

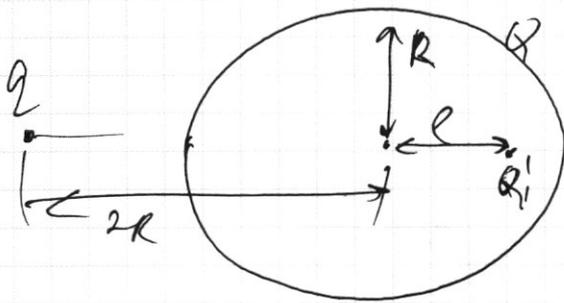
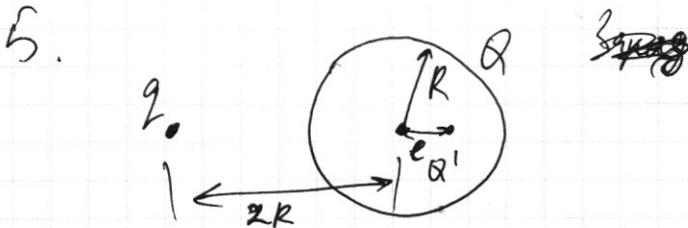
$$+ 8(x^2 + x^2) dx$$

$$Ae^2 = 1 \quad A = \frac{1}{e^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Средствами, $\sigma = \frac{\sum R_i}{\frac{R_i}{4}(22+\pi)} = \frac{\pi}{22+\pi}$

Оценки $\frac{\pi}{4}(22+\pi)$, $\frac{\pi R_i}{4}$, $\frac{\pi}{22+\pi} \approx 0,13$



Загод находится
внутри сферы $q' = -\frac{qR}{2R} = -\frac{q}{2}$.
Значит распределение
напряжённости вне сферы поле

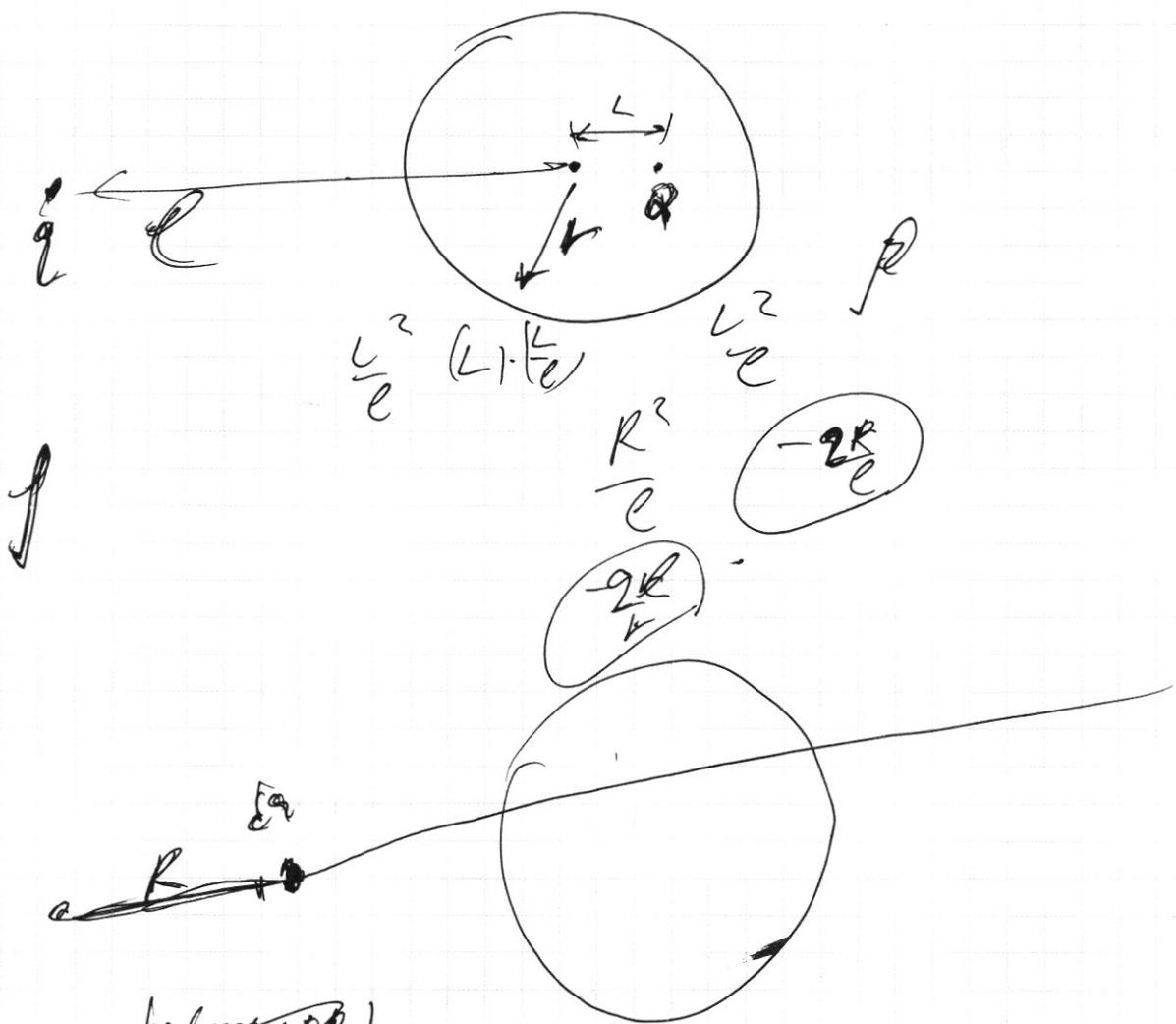
от сферы - поле такой же $q + \frac{q}{2}$ как и поле

$-\frac{q}{2}$ на расстоянии $\frac{R'}{2R} = \frac{R}{2}$ от центра

$$F_1 = q \left(\frac{k \cdot (q + \frac{q}{2})}{(2R)^2} + \frac{k \cdot (-\frac{q}{2})}{(2R + \frac{R}{2})^2} \right) = \frac{kq}{R^2} \left(\frac{q + \frac{q}{2}}{4} - \frac{q \cdot q}{2 \cdot 25} \right)$$

$$= \frac{kq}{R^2} \left(\frac{q + \frac{q}{2}}{4} - \frac{2q}{25} \right) = \frac{kq}{100R^2} (25q + \frac{25q}{2} - 8q) = \frac{(50q + 9q)kq}{200R^2}$$

$$\boxed{= \frac{kq(50q + 9q)}{200R^2} = F_1}$$



$1/2(L^2 + R^2)$

$$-q - \frac{dq \cdot r}{c} - \frac{f \cdot l \cdot r}{c}$$

$$-\frac{q \cdot r}{c} - \frac{q \cdot 3k}{3k}$$

$$\left(\frac{q}{3} \right)$$

$$-f \left(\frac{L^2}{c} + R \right)$$

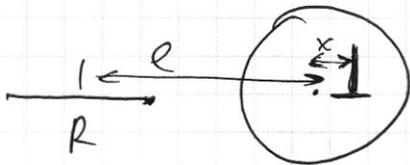
$$-f \cdot R \quad \left(-q \left(\frac{L^2}{c} \right) \right) \quad \left(q \left(1 + \left(\frac{L^2}{c} \right) \right) \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заряд Q равен q

Поле на поверхности сферы создаётся зарядом — изображение $-\frac{q}{4\pi R^2}$.

$f(x)$ — линейная плотность заряда — изображение от $x=0$ центра.



$$\frac{q}{4\pi R^2} = \frac{f(x) \cdot 4\pi R^2}{4\pi R^2} \Rightarrow f(x) = \frac{q}{4\pi R^2}$$

$$\Rightarrow f(x) = \frac{q}{4\pi R^2} = -\frac{q}{4\pi R^2} = -\frac{q}{4\pi R^2}$$

Для $dq = f(x) dx$ сила взаимодействия с зарядом q изображением:

$$F_2 = \int \frac{k q f(x) dx}{(R+x)^2} = k q \int_{-R}^R \frac{f(x) dx}{(R+x)^2}$$

$$= -k q \frac{q}{4\pi R^2} \int_{-R}^R \frac{dx}{(R+x)^2} = -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left[\frac{1}{R+x} \right]_{-R}^R = -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{0} \right)$$

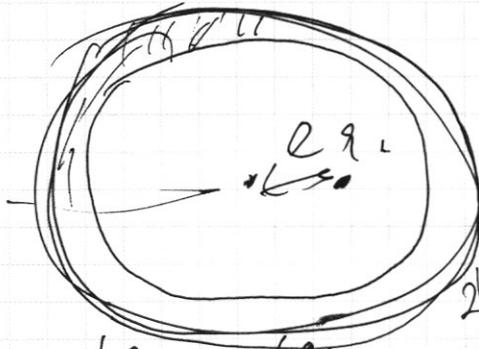
$$= -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left(\ln \frac{2R}{R} - \ln \frac{R}{R} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right)$$

Для всего заряда:

$$F_2 = -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left(\frac{1}{2} \ln \frac{2R}{R} - \frac{1}{2} \ln \frac{R}{R} \right) = -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left(\frac{1}{2} \ln 2 - \frac{1}{2} \ln 1 \right) = -\frac{k q^2}{4\pi R^2} \left(\frac{1}{2} \ln 2 \right)$$

Суммарная сила $F_2 = F_1 + F_2 = \frac{k q^2}{6 R^2} \left(\frac{1}{6} (1 + \ln \frac{2}{1}) \right) + \frac{q}{6} \left(\ln \frac{2}{1} + 3 \ln \frac{15}{14} + 2 \ln \frac{21}{20} \right)$

$$= \frac{k q^2}{6 R^2} \left(1 + \ln \frac{2}{1} \right) + \frac{q}{6} \left(\ln \frac{2}{1} + 3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} \right) = \frac{k q^2}{6 R^2} \left(1 + \ln \frac{2}{1} \right) + \frac{q}{6} \left(3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} - \ln \frac{2}{1} \right)$$

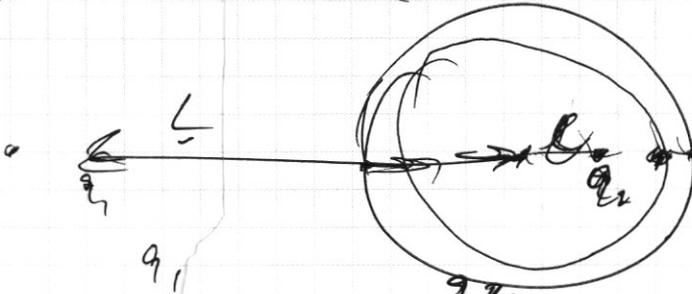


$$\frac{kq_1}{L-R} + \frac{kq_2}{R+L}$$

$$= \frac{kq_1}{L+R} + \frac{kq_2}{R-L}$$

$$\frac{2qR}{L^2-R^2} = \frac{2q_2L}{(R^2-L^2)}$$

$$= \frac{R}{L} \left(\frac{R^2-L^2}{L+R} \right)$$



$$\frac{q_1}{(L-R)^2} = \frac{q_2}{(L+R)^2}$$

$$\frac{q_1}{(L+R)^2} = \frac{q_2}{(R-L)^2}$$

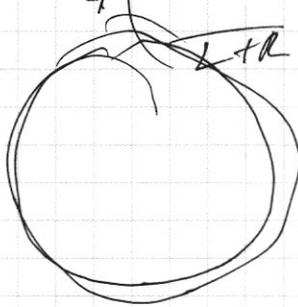
$$\left(\frac{L+R}{L-R} \right)^2 = \left(\frac{R-L}{L+R} \right)^2$$

$$R^2 = L^2$$

$$L = \frac{R^2}{L}$$

$$L^2 = \frac{q_1 \left(\frac{R^2}{L} + R \right)^2}{L-R}$$

$$\frac{q_1 \left(R - \frac{R^2}{L} \right)^2}{L+R} = \frac{q_1 \left(\frac{R(1-\frac{R}{L})}{L+R} \right)^2}{L+R}$$



$$= \left(\frac{L-R}{L+R} \right) \cdot R$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

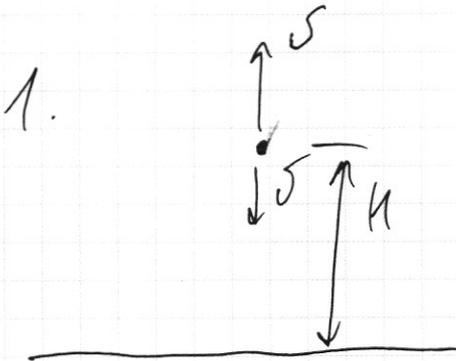
Реш. $F_1 = \frac{kq(50q + 9q)}{200R^2}$

$$F_2 = \frac{kqQ}{6R^2} \left(1 + \ln \frac{3}{2} \left(1 + \frac{Q}{q} \right) + \frac{Q}{q} \left(3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} \right) \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{6R^2} \left(1 + \ln \frac{3}{2} \left(1 - \frac{Q}{q} \right) + \frac{Q}{q} \left(3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} \right) \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{6R^2} \left(1 + \ln \frac{3}{2} \left(1 - \frac{Q}{q} \right) + \frac{Q}{q} \left(3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} \right) \right)$$

Ответ: $F_1 = \frac{kq}{200R^2} (50Q + 9Q); F_2 = \frac{kqQ}{6R^2} \left(1 + \ln \frac{3}{2} \left(1 - \frac{Q}{q} \right) + \frac{Q}{q} \left(3 \ln \frac{15}{14} - 2 \ln \frac{21}{20} \right) \right)$



~~Реш.~~

1) $K = \frac{mv_0^2}{2l} = 250 \sqrt{29} \text{ Н}$

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 - 65 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{300} \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

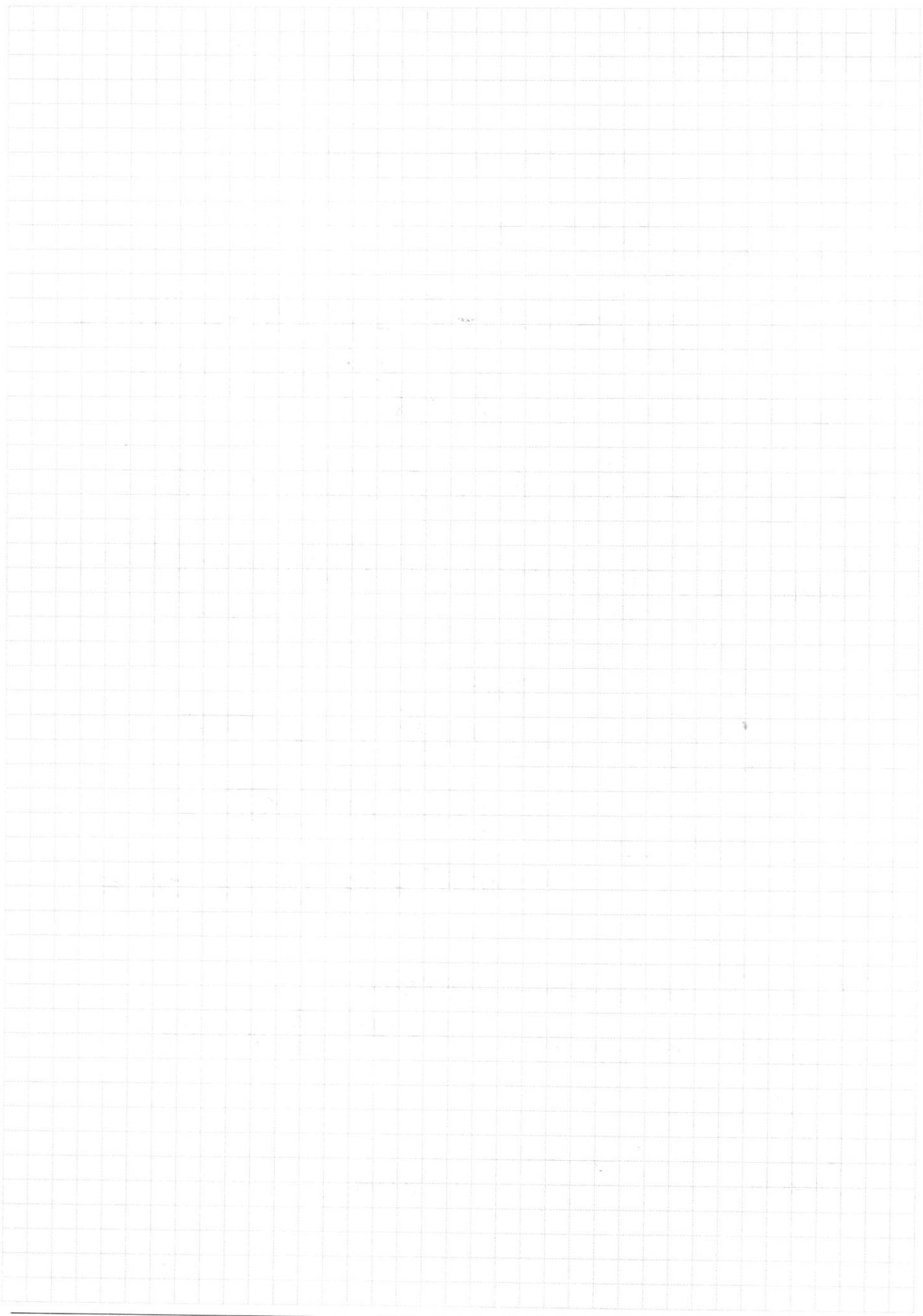
$$= 10 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 3,6 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) $\tau = \frac{2l}{g}$, где l - скорость ларинга

$$v = \frac{\Delta l}{2} = \frac{10}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}; K = \frac{mv^2}{2} = \frac{2}{2} \cdot (50)^2 \text{ Дж}$$

$K = 2,5 \text{ кДж}$.

Ответ: $36 \frac{\text{м}}{\text{с}} (\sqrt{29} \text{ м}); 2,5 \text{ кДж}$.



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Средн. эмиссия \propto силе N
~~в скорости сферы~~
 $N = \frac{mv^2}{R}$

$\vec{N} = -\vec{P} \Rightarrow R = \frac{mv^2}{R} \quad | \quad v = v_0$
 $R = \frac{mv_0^2}{R} = 0,9 \cdot \frac{3,7}{1,2} \cdot 3,7 \text{ Н} = \frac{3,21 \text{ Мэ}}{300} \cdot \frac{3,7^2}{300} \text{ е}$
 $= \frac{1,369 \text{ Мэ}}{300} = 4,563 \text{ Н}$

3,7
 $\times 3,7$
 259

 1363

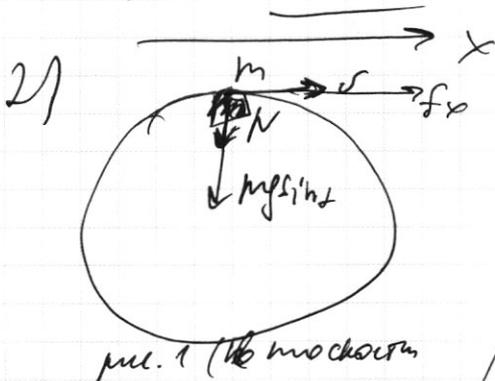


рис. 1 (в точках
 наибольшего
 изгиба)

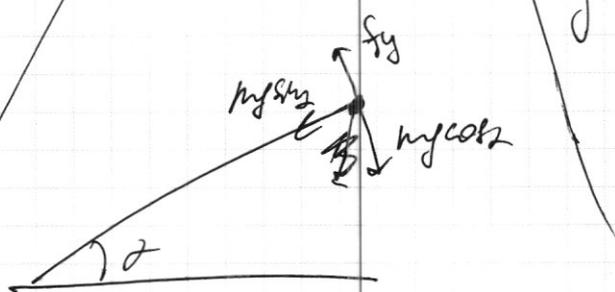


рис. 2 (I изгибом)

Действуют силы mg , N (норм. центр) и сила
 трения, которая в критическом случае равна $f = \mu N$
 Из векторной суммы $R = \frac{mv^2}{R}$
 $mg \sin \alpha + N = \frac{mv^2}{R} \quad | \quad f_x = 0 \quad | \quad f_y = mg \cos \alpha = \mu N \Rightarrow$
 $\Rightarrow N = \frac{mg \cos \alpha}{\mu} \quad | \quad mg \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right) = \frac{mv^2}{R}$

$v_{\min} = \sqrt{gR \left(\sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)}$
 $v_{\min} = \sqrt{10 \cdot 1,2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} \cdot 10}{2 \cdot 9} \right)} = \sqrt{\frac{12}{2} \left(1 + \frac{10\sqrt{3}}{9} \right)} = \sqrt{6 \left(1 + \frac{10\sqrt{3}}{9} \right)}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\int \left(\ln \frac{3}{e^2} - \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) + \frac{1}{e} \left(\frac{1}{\frac{R}{3}+e} - \frac{1}{R+e} \right) \right)$$

$$-k\alpha p \int \left(\ln \frac{3}{e^2} - \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) + \frac{1}{e} \left(\frac{1}{\frac{R}{3}+e} - \frac{1}{R+e} \right) \right)$$

$$e - k\alpha p \int \left(\ln \frac{3}{e^2} - \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) + \frac{2}{R} \ln \left(\frac{e}{e+R} \right) - \frac{3}{R} \ln \left(\frac{e}{e+\frac{R}{3}} \right) \right)$$

$$\frac{1}{e} \frac{de}{e+R} = \frac{1}{e} \ln \left(\frac{e}{e+R} \right)$$

$$\int \frac{\ln(R+e) de}{e^2} = -\frac{1}{e} \ln(R+e) + \frac{1}{e} \frac{de}{(R+e)}$$

$$+ \frac{1}{e} \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) - \frac{1}{e} \ln \left(\frac{R+e}{R+e} \right)$$

$$- \frac{1}{e} \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) + \frac{1}{e} \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right)$$

$$e + \frac{1}{e} \ln(R+e) - \int \frac{de}{e(R+e)} \quad 3R$$

$$\left(-\frac{\ln 3}{e} + \frac{1}{e} \ln \left(\frac{R+e}{\frac{R}{3}+e} \right) \right) - k\alpha p \left(\begin{array}{l} 2R \\ \ln 3 \left(-\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} \right) + \frac{1}{3R} \ln \left(\frac{R+3R}{\frac{R}{3}+3R} \right) - \frac{1}{2R} \ln \left(\frac{R+2R}{\frac{R}{3}+2R} \right) \end{array} \right)$$

$$-\frac{\ln 3}{6R} + \frac{1}{3R} \ln \left(\frac{7-3}{2 \cdot 10} \right) - \frac{1}{2R} \ln \left(\frac{5-3}{2 \cdot 7} \right)$$

$$-k\alpha p \cdot \frac{k}{R^2} \left(\frac{1}{3} \ln \left(\frac{21}{20} \right) - \frac{1}{2} \ln \left(\frac{15}{14} \right) - \frac{\ln(3)}{6} \right)$$

$$-\frac{k\alpha^2}{R^2} \left(\frac{1}{3} \ln \left(\frac{21}{20} \right) - \frac{1}{2} \ln \left(\frac{15}{14} \right) - \frac{\ln(3)}{6} \right)$$

