

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

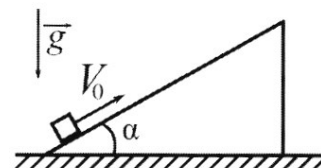
1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями.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

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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



$H = 0,2 \text{ м}$. Масса клина в два раза больше массы шайбы. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

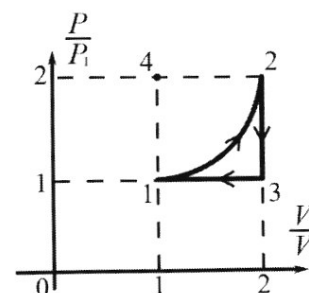
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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 $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

29.

Дано:
 $m = 1 \text{ м}$
 $t = 3 \text{ с}$
 $K = 1800 \text{ Дж}$
 $\gamma = 100$
 $h = ?$
 $f = ?$

$$1) h = \frac{gt^2}{2} \rightarrow h = \frac{10^{\frac{m}{kg}} \cdot 9 \cdot 9^2}{2} = 45 \text{ м.}$$

Ответ 45 м.

2) ~~Найти по скорости энергии~~

Будем считать, что мы имеем мощность механической работы.

Мощность ~~на~~ ~~находим~~ ~~имеем~~ ~~еще~~ ~~энергии~~

каждого из элементов работы ~~даны~~ ~~даны~~.

А если известна энергия работы $K = 1800 \text{ Дж}$.

Тогда скорость ~~каждого~~ ~~элемента~~ ~~работы~~ $60 \frac{m}{c}$ $\left(\frac{1800 \cdot 2}{1 \cdot 1000} \right)$

$$3) h = vt + \frac{gt^2}{2} \rightarrow \text{для элемента, который движется} \\ \text{вниз с постоянной скоростью вниз.}$$

$$90 \text{ м} = 120t + 10t^2$$

$$t^2 + 12t - 9 = 0.$$

$$t = \frac{-12 \pm \sqrt{144 + 36}}{2} = \frac{-12 \pm \sqrt{180}}{2} = -6 + \frac{3}{2}\sqrt{20} = -6 + 3\sqrt{5};$$

$$\text{или } \sqrt{5} \approx 2,25$$

$$t = -6 + 6,75 \approx 0,75 \text{ с.}$$

Ответ 0,75 с.

N2.

Дано:

$\cos \alpha = 0,6$

$h = 2 \text{ м}$

$M_2 = 2m$

$M_1 = m$

$v_0 = ?$

$v = ?$

1) ЗСЭ: $\frac{m \cdot v_0^2}{2} + 0 + mgh = \frac{m \cdot v^2}{2}$

ЗСН: $m \cdot v_0^2 \cdot \cos \alpha = 0 + M_1 \cdot v_{\text{вспх}}$

$\hookrightarrow 0,6 m \cdot v_0 = 2m \cdot v_{\text{вспх}}$

$v_{\text{вспх}} = 0,3 \cdot v_0$

$\frac{2m \cdot 0,09 v_0^2}{2} + mgh = \frac{m \cdot v^2}{2}$

$0,09 v_0^2 + gh = \frac{v^2}{2}$

$v_0 = \frac{gh}{0,09} = \sqrt{\frac{2}{0,09}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \sqrt{\frac{200 \text{ м}}{0,09}} \approx \sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 2,24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) ЗСЭ: $mgh = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{M \cdot v^2}{2}$

ЗСН: ~~$m \cdot v_{\text{вспх}} = M \cdot v \cdot \cos \alpha$~~

$M \cdot v_{\text{вспх}} = M \cdot v \cdot \cos \alpha$

$2 \cdot v_{\text{вспх}} = 2 \cdot v \cdot \cos \alpha$

$v_{\text{вспх}} = \frac{2v - 2v_{\text{вспх}}}{\cos \alpha}$

$mgh = \frac{m \cdot (2v - 2v_{\text{вспх}})^2}{2 \cdot \cos^2 \alpha} + \frac{2m \cdot v^2}{2}$

$2gh = \frac{1}{\cos^2 \alpha} (2v - 2v_{\text{вспх}})^2 + 2 \cdot v^2$

$2gh = \frac{1}{0,36} (4v^2 - 8v \cdot v_{\text{вспх}} + 4v_{\text{вспх}}^2) + 2v^2$

$2gh = \frac{118}{9} v^2 - \frac{200}{9} v \cdot v_{\text{вспх}} + \frac{100}{9} v_{\text{вспх}}^2$

$18gh = 118v^2 - 200v \cdot v_{\text{вспх}} + 100v_{\text{вспх}}^2$

200 / 9
 182 / 209
 + 80 / 9
 890 / 810
 71

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

Дано:
 $\cos \alpha = 0,6$
 $h = 0,2 \text{ м}$
 $M_1 = 2m$
 $M_2 = m$
 $v_0 = ?$
 $v = ?$

$$1) \text{ЗСЭ: } \frac{m \cdot v_0^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot v_k^2}{2} + \frac{2m \cdot v_k^2}{2}$$

$$\text{ЗСЧ: } m \cdot v_0 \cdot \cos \alpha = m \cdot v_k + 2m \cdot v_k$$

$$v_0 \cdot \cos \alpha = 3v_k$$

v_k - скорость
шара в конце.

$$v_k = 0,2v_0$$

$$\frac{m \cdot v_0^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot 0,04v_0^2}{2} + \frac{2m \cdot 0,04v_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh + 0,04v_0^2 + 0,08v_0^2$$

$$0,88v_0^2 = 2gh$$

$$v_0^2 = \frac{2gh}{0,88}; \quad v_0^2 = \frac{4}{0,88} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = \frac{100}{22} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = \frac{50}{11} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_0 \approx 2,12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

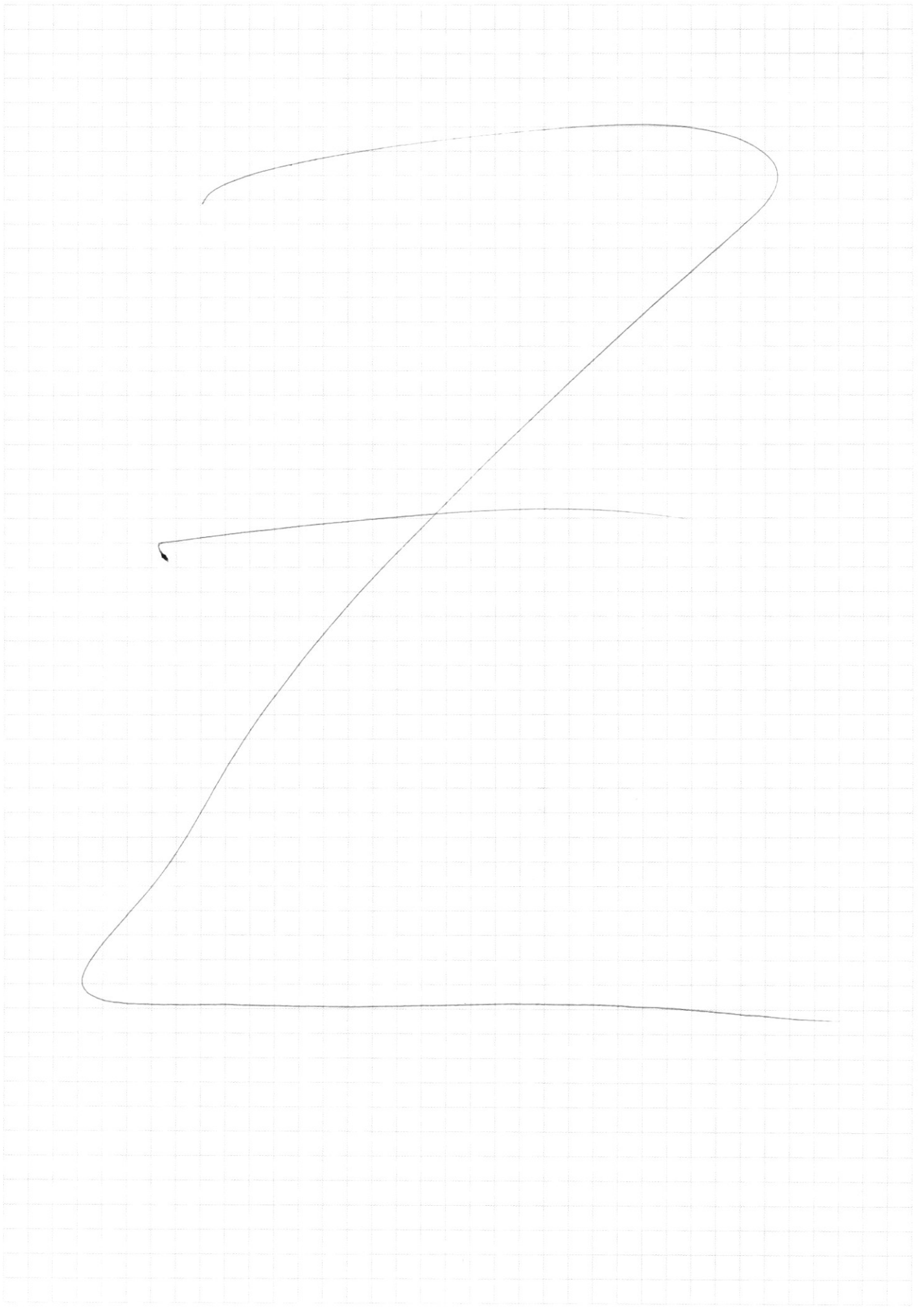
$$2) \text{ЗСЭ: } mgh + \frac{m \cdot v_k^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{m \cdot v_k^2}{2}$$

$$m \cdot v_k = m \cdot v - m \cdot v \cdot \cos \alpha$$

$$\downarrow$$

$$v_k = \frac{v - v_k}{\cos \alpha} = \frac{v}{b} (v - v_k)$$

$$2gh + v_k^2 = \left(\frac{v - v_k}{b}\right)^2 + v^2$$

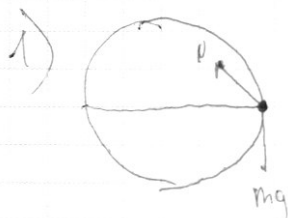


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано,
 $F = 2mg$
 $\alpha = 45^\circ$
 $\mu = 0,8$
 $R = 1 \text{ м}$
 $a = ?$
 $v_{\text{max}} = ?$



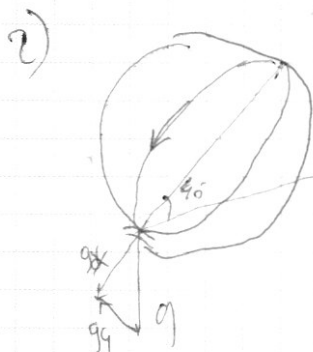
~~$N = mg$~~ $N = |P|$

$$N^2 = (ma)^2 + (mg)^2$$

$$4m^2g^2 = m^2a^2 + m^2g^2$$

$$a = \sqrt{3}g$$

$$a \approx 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



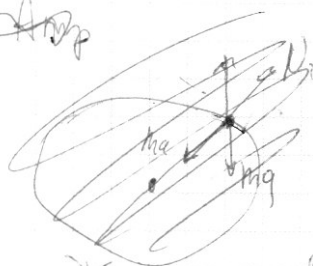
На шар действует в ширину
 система, состоящая (можно
 считать) из двух сил.

В том месте где шар касается поверхности.

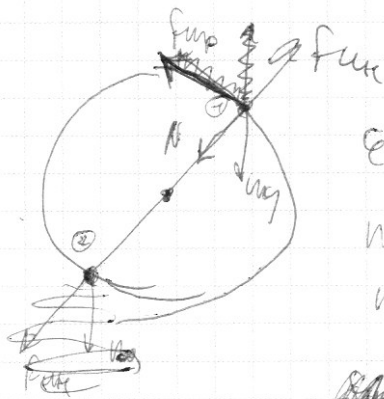
Третья сила - та которая - поперек
 этой силы.

Третья сила - поперек этой
 силы от

$$F = mg \sin \alpha$$



и в ширину время равно 0.



Еще условие в задаче 1 нам,
но нам не хватает μ в этих
мгновен.

~~$$F_{tr} = \mu \cdot N = \mu \cdot (F_{\text{норм}} - mg \cdot \cos \alpha)$$~~

$$F_{tr} = mg \cdot \sin \alpha$$

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

$$mg \cdot \sin \alpha = \mu \cdot m \cdot \frac{v^2}{R} - mg \cdot \cos \alpha$$

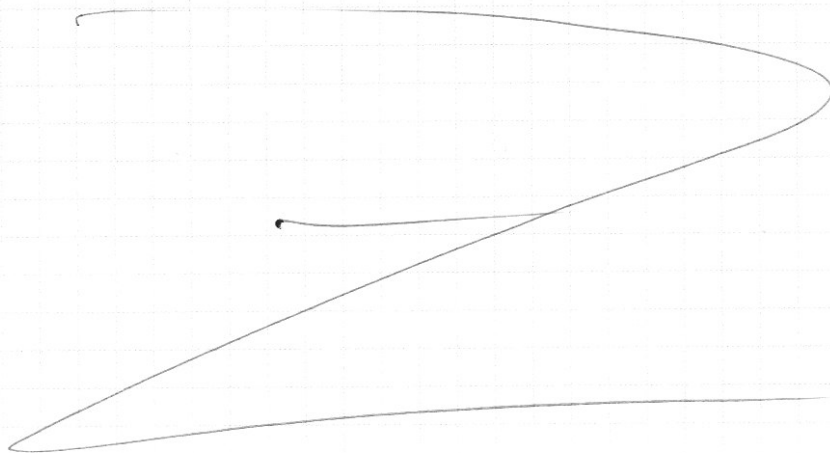
$$mg \cdot \sqrt{2} = \mu \cdot m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$R g \sqrt{2} = \mu \cdot v^2$$

$$v \approx \sqrt{\frac{5 R g}{\mu}}$$

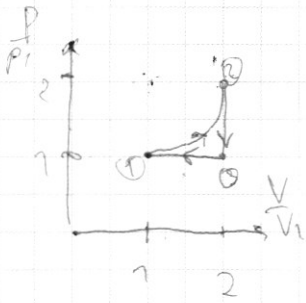
$$v \approx 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$(v_{\text{норм}}, 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}})$$



24.

Дана:
 p_1, V_1
 Найти:
 Q - ?
 A - ?
 η - ?



Работа газа за цикл
 численно равна площади цикла
 процесс изохор 123.

$$A = p_1 V_1 - \frac{\pi \cdot p_1 \cdot V_1}{2} = \frac{2\pi - \pi}{2} p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{2}\right)$$

Дано уравнение 123:

$$\begin{aligned} Q &= A + \Delta U = \left(2 p_1 V_1 - \frac{\pi \cdot p_1 \cdot V_1}{2}\right) + \frac{3}{2} (4 p_1 V_1 - p_1 V_1) \\ &= p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{9}{2} p_1 V_1 \\ &= p_1 V_1 \left(6.5 - \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{1 - \frac{\pi}{2}}{6.5 - \frac{\pi}{2}} \approx \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$$

Итого $A = p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{2}\right)$

$$Q = p_1 V_1 \left(6.5 - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\eta = \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$$

25.

Дана:
 $R, \gamma R$
 Q, q
 F_1 - ?
 F_2 - ?

Для линии зарядов заменим сферу на точечный заряд массой же массы, расположенный в центре сферы.

$$F_{12} = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot |q|}{R^2}$$

$$R \int \frac{dq}{dx}$$

Разделить сферу на участки малой длины dx .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~$$g_{\text{н}} = 5g v^2 - 100 \cdot v \cdot v_{\text{век}} + 500 v_{\text{век}}^2$$

$$v = \frac{100 v_{\text{век}} + \sqrt{100 v_{\text{век}}^2 - 4 \cdot 5g (500 v_{\text{век}}^2 - g_{\text{н}})}}{118}$$~~

№3.

Дано

$$P = 2mg$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,8$$

$$R = 1 \text{ м}$$

$$a = ?$$

$$v_{\text{min}} = ?$$

~~$$P = F_{\text{н}} = m \cdot a$$~~

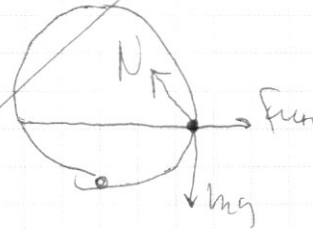
~~$$|N| = |P| = 2mg$$~~

~~$$(mg)^2 + (F_{\text{н}})^2 = (N)^2$$~~

~~$$m^2 \cdot g^2 + m^2 \cdot a^2 = 4m^2 \cdot g^2$$~~

~~$$a^2 = 3g^2$$~~

~~$$a = \sqrt{3}g$$~~



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Поиск зарядов похоро можно найти в формуле

$$\frac{d^*}{L} \cdot q$$

Линия Кулона, зависимость есть между эти
матрицы и масса зарядов Q и Q и Q работы:

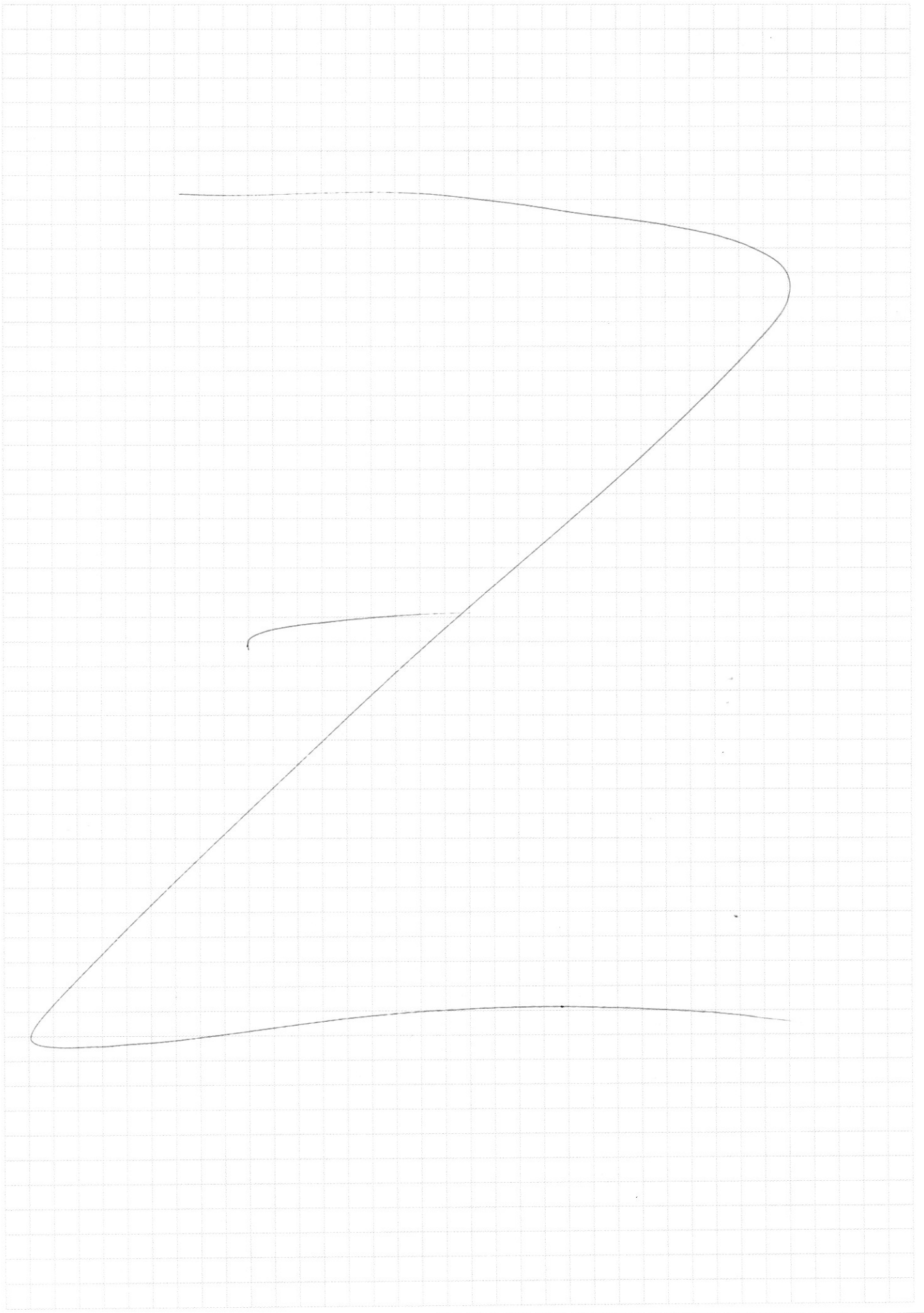
$$F^* = k \cdot \frac{dx \cdot q \cdot Q}{(R + \sum dx)^2}$$

где $\sum dx$ - сумма длин
предельных элементов зарядов.

$$F = E \cdot Q$$

Емкость величина, зависящая от Q и R , которая
вычисляется и находится при определении полей.

$$\sum F = \frac{k \cdot \frac{dx \cdot q \cdot Q}{(R + \sum dx)^2}}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 - поверхность 2 - ось

$200 \text{ / } 41$

$h = v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$
 $+ h = v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$
 $(x + 2R + 4R^2)$

$500 = 23^2$
 $v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = -v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$

$v_0(t_1 + t_2) = \frac{g}{2}(t_2^2 - t_1^2)$

$(x + 2R + 4R^2) = \frac{gt_2^2}{2} - \frac{gt_1^2}{2}$

$x^2 + 2Rx + 4R^2 + R^2x + 2R^2 + 4R^3 + R^2x + 2R^3 + 4R^3 = x^2 + 3Rx + 5R^2x + 2R^2 + 4R^3 + 4R^3$

$k \cdot R \frac{dq}{gR^2} = k \frac{dq}{26R^2}$

$x^2 + 2Rx + R$

$F_{\text{прив}} = F_1 = \frac{Q \cdot Q_0}{R^2} \cdot k$
 $F_2 = \frac{q \cdot Q}{(3R + L - dx)^2}$

$W_0 t + W t^2 = 90$
 $f = \frac{2}{g} \cdot Q \cdot k$

$F = \frac{Q \cdot q_0}{(\frac{x}{2})^2} \cdot k + \frac{Q \cdot q}{R + R^2} \cdot k$
 $= \frac{Q \cdot q \cdot k}{x^2} + \frac{Q \cdot q \cdot k}{(x + R)^2} + \frac{Q \cdot q \cdot k}{(x + 2R)^2} = \frac{660}{9}$

$F = k \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{R^2} + k \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{(3R)^2}$
 $= k \cdot \frac{Q^2}{R^2} + k \cdot \frac{Q^2}{18R^2}$

$W + \frac{gR^2}{2} = 45$

$R + 2R - g = 0$
 $f = \frac{10 \pm \sqrt{100 + 360}}{2} = \frac{10 \pm \sqrt{460}}{2}$
 $\frac{R}{2} \cdot \frac{k \cdot Q \cdot Q}{(\frac{R}{2})^2} + \frac{2R}{4} \cdot \frac{k \cdot Q \cdot Q}{R^2} = \frac{10 \pm \sqrt{45}}{2}$

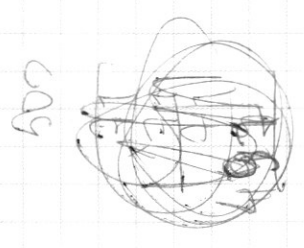
5122

$$x^2 + 2ax + 5bx + 2c^2 + 4c^3 + 4cd$$

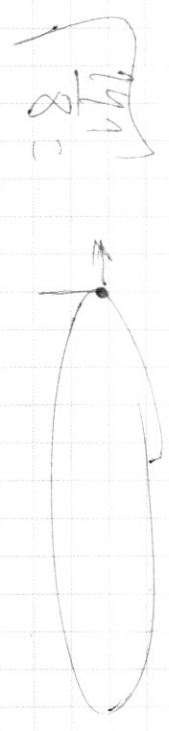
$$x^2 + 2ax + 5bx^2$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

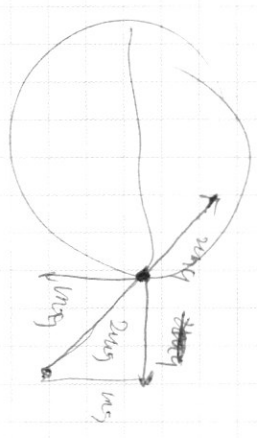
$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$



$$1991 \cdot 10 = 19910$$



$$= 19910$$



13 m5

$$\sqrt{\frac{50}{11}} = \sqrt{5} \approx 2.236$$