

+1 место ил
+1 место ил



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвые горы
название олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Чеховских Михаила Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«4» апреля 2025 года

Подпись участника
Чеховских

Черновик

$$A_n = A_{23} - A_{41}$$

$$Q = Q_{12} + A_{23} \Rightarrow \eta = \frac{A_{23} - A_{41}}{Q_{12} + A_{23}} = \frac{Q_{12}}{Q_{12} + A_{23}}$$



Чистовик

21-01-53-04
(114.1)

Вопрос: при движении без проскальзывания тела по поверхности жестким эластичным брусьем

\Rightarrow По ЗСД: $E = 0$ - полная энергия кинетическая, если отпущен без начальной скорости

$$E_k + E_n = 0$$

$$E_k = E_{k_B} + E_{k_n}; E_{k_B} = \frac{I^* \omega^2}{2} - \text{здесь } I^* - \text{момент инерции тонкостенного цилиндра}$$

кинетическая
энергия вращательно
и поступательно
шара движется

$$E_{k_n} = \frac{m v^2}{2}, \text{ где } m - \text{масса цилиндра}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{I^* \omega^2}{2} - mgH = 0$$

$I = mr^2$

погрешность эллипса

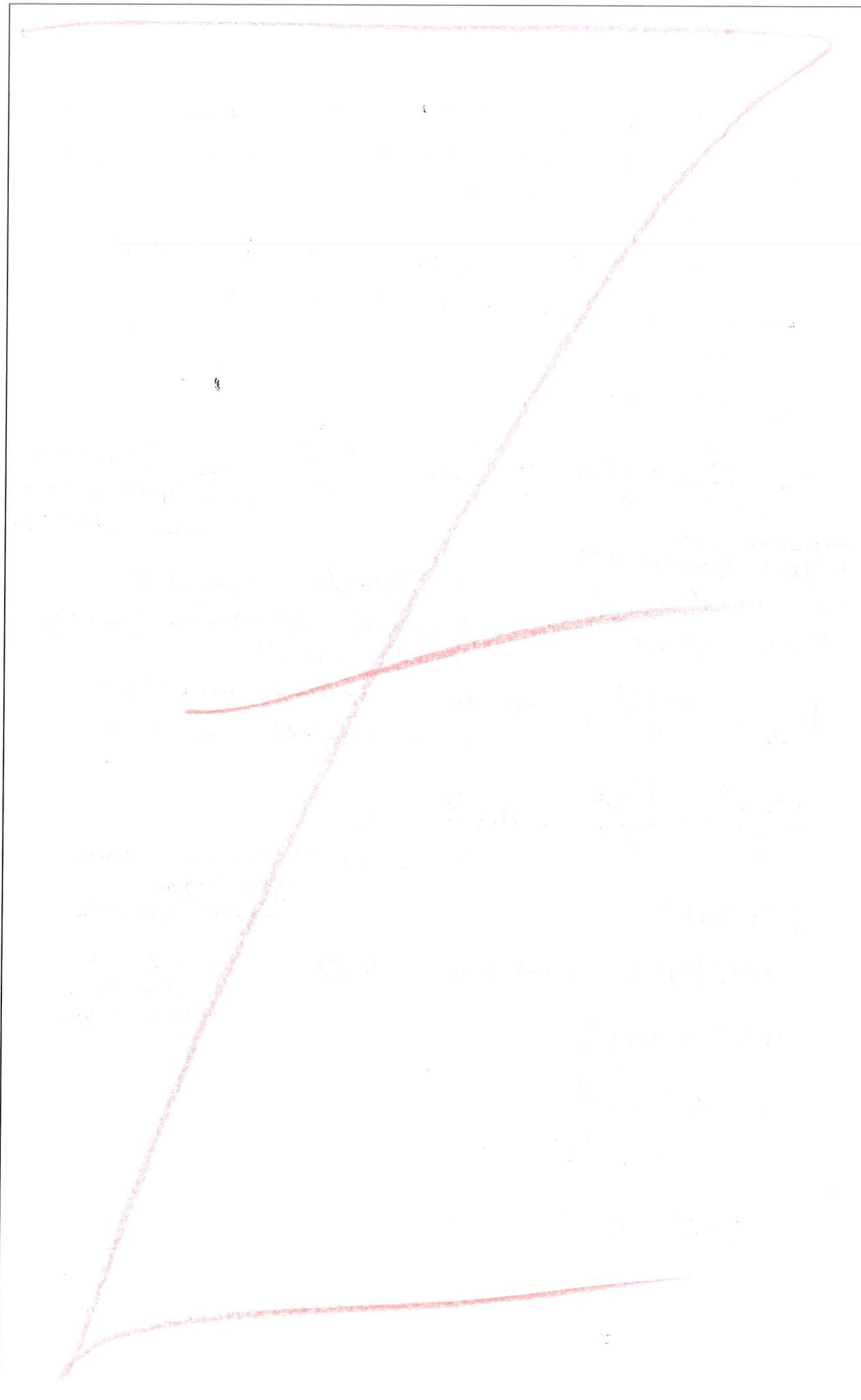
погрешность эллипса, что $W_r = r - \text{скорость оси цилиндра}$

$$m v^2 = mgH$$

$$v^2 = gH$$

$$v = \sqrt{gH}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{gH} \quad (+)$$



№2 (Продолжение)

\Rightarrow отсюда найти a

$$\frac{(1,5-1)}{a(1,5-1)+1,5} = 0,2$$

$$\frac{0,5}{a \cdot 0,5 + 1,5} = 0,2$$

$$2,5 = a \cdot 0,5 + 1,5$$

$$a \cdot 0,5 = 1$$

$$a = 2$$

\Rightarrow аналогично для η_2

$$\eta_2 = \frac{(n_2 - 1)}{a(n_2 - 1) + n_2} = \frac{0,8}{2 \cdot 0,8 + 1,8} = \frac{0,8}{3,4} = \frac{4}{17}$$

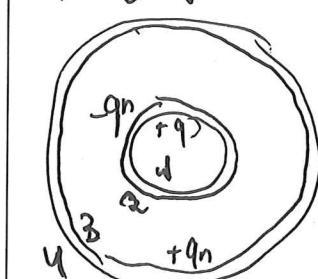
$$\text{Отвсегд: } \eta_2 = \frac{4}{17} \quad \text{+}$$

№3 Вопрос:

дано:

R, q, ϵ

Представив геометрии как два сферы
радиусами R и $2R$

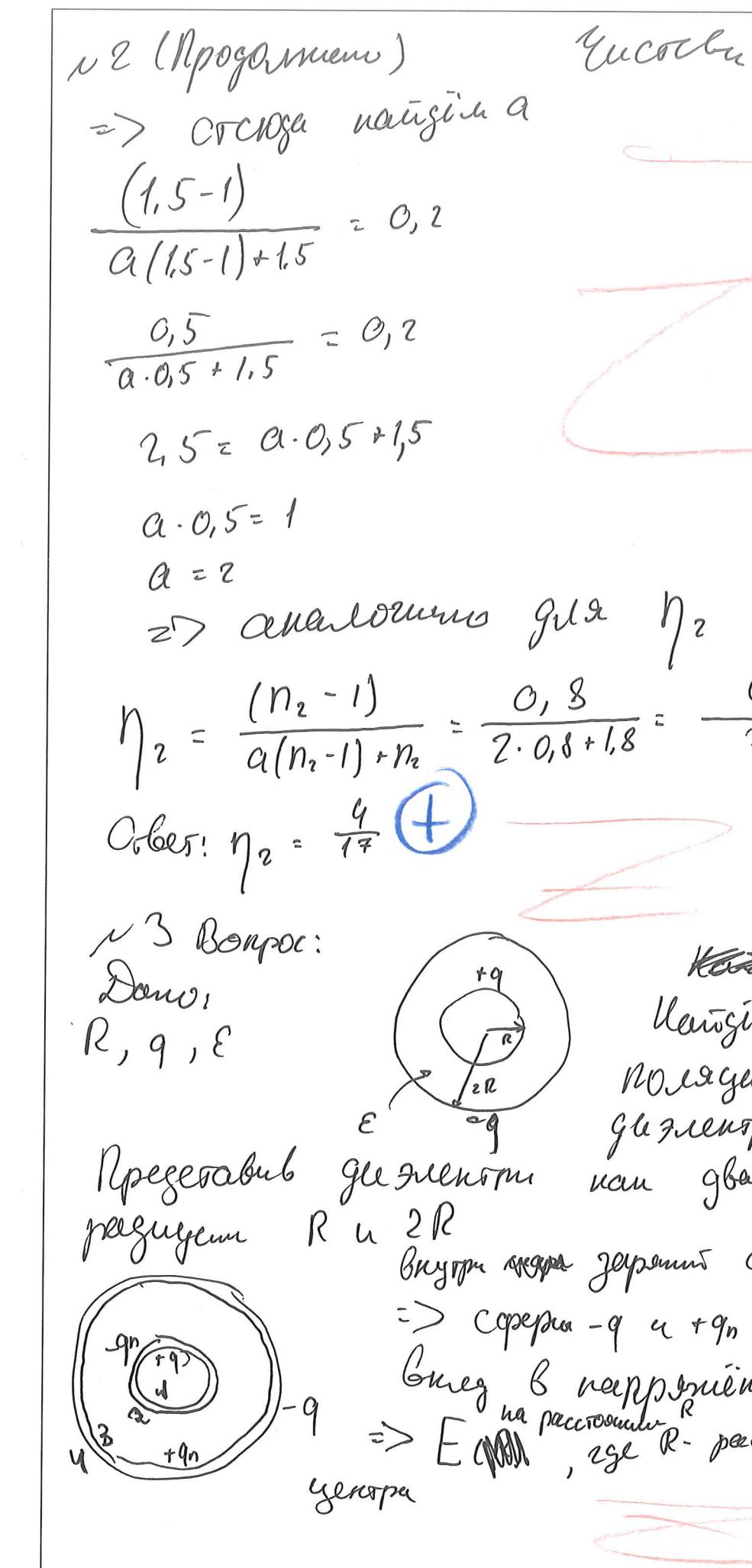


Внутри сферы заряжен сферы $E=0$
 \Rightarrow сферы $-q$ и $+qn$ не блюсканы
Внеш в непротяжимость
 $\Rightarrow E$ на расстоянии R , где R -расстояние от центра

Решение:

Конечно

Найдём qn -
положительные заряды
физики



v_2 (Продолжение)Задачи, это для графика 1-4

$$p_1 V_1 = \gamma R T_1 \Rightarrow k = \gamma R T_1$$

$$\Rightarrow A_{12} = \gamma R T_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) \quad \text{т.к. конец обеих } V_1, \text{ нач } V_2$$

$$\Rightarrow A_{1n} = \gamma R T_1 \cdot n \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) + \gamma R T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$\Rightarrow A_{1n} = \gamma R T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) (n - 1)$$

$$\text{т.к. } \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) = \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) \cdot (n - 1)$$

~~$$A_{1n} = \sqrt{\frac{1}{2} \gamma R T_1 (n - 1)}$$~~

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{A_{1n}} = \frac{\frac{1}{2} \gamma R T_1 (n - 1)}{\gamma R T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) \cdot (n - 1)} = a$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2 \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right)} = a \Rightarrow \frac{1}{2} = a \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right)$$

для KPD

$$\eta = \frac{A_{1n}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\gamma R T_1 \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) (n - 1)}{\frac{1}{2} \gamma R T_1 (n - 1) + \gamma R T_1 \cdot n \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right)} =$$

$$\ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) (n - 1)$$

$$= \frac{(n - 1) \cdot a \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right) + n \cdot \ln\left(\frac{V_n}{V_1}\right)}{(n - 1)} =$$

$$= \frac{(n - 1)}{a(n - 1) + n}$$

Числовик

Задачи, это для графика 1-4

~~$$p_1 V_1 = \gamma R T_1 \Rightarrow k = \gamma R T_1$$~~

21-01-53-04
(114.1)

N2

Другой Вопрос:

Дано:

$$1,1 p_1 = p_2$$

$$p_3 = p_1$$

$$Q_{12} = 333 \text{ Дж}$$

$$i = 3$$

установка 1-2



Числовик
Решение
построения
графика $p(V)$
по условию

Расходимся
энергии в про-
цессе 1-2

$$A_{12} = 0, \text{ т.к. } \Delta V = 0 \Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1)$$

$$= \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) = \frac{3}{2} \cdot 0,1 p_1 V_1$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 0,1 p_1 V_1$$

Теперь расходимся энергии на участке 2-3

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$\Delta U_{23} = 0$, т.к. $\Delta T = 0$, т.к. изотермический процесс
 A_{23} найден на масштабе изотермии

A_{23} найден на графике $p(V)$, изотермия изотермии на графике

$p(V)$ описывается как $p = \frac{k}{V}$
с другой стороны к нему относится
точка $(1,1p_1; V_1)$

$$a \cdot 1,1 p_1 \cdot V_1 = \frac{20 Q_{12}}{3} \cdot 1,1 - \text{из уравнения}$$

$$\Rightarrow k = \frac{20 Q_{12}}{3}$$

для этого предела

$$1,1 p_1 V_1 = p_1 V_3$$

$$V_3 = 1,1 V_1$$

~~$$p_2 V_1 = p_3 V_3$$~~

\Rightarrow разница на этом участке - разница первообразных функции $p(V)$ на участке V_1 и V_2

$$\text{Kategorie } \text{hepatoosopagnus} \quad p(V_j) = f(V_j) = \frac{k}{V}$$

$$F(V) = k \cdot \ln(V) + \text{const}$$

$$\Rightarrow A_{23} = k \cdot \ln(V_3) - k \cdot \ln(V_1) = k \cdot \ln\left(\frac{V_3}{V_1}\right)$$

$$A_{23} = k \cdot \ln(1,1) \Rightarrow A_{23} = \frac{22 \cdot Q_{1,2}}{3} \cdot \ln(1,1)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{22 \cdot 333}{3} \text{Dne} \ln(1.1) = 2442 \text{Dne}$$

$$x_{\text{GrBess}}^{(1)} \quad \text{GrBess} \quad Q_{23} = \ln(1.1) \cdot 2442 \text{ Dm} \quad (-)$$

222
222
222
222

№2 Программирование

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = n$$

$$P_2 = n_1 P$$

$$\Rightarrow Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \approx 0$$

$$\mu_2 = 0, \text{ then } \Delta V = 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} \partial R (T_2 - T_1)$$

$$\text{Тенеро } Q_{23} = A_{23} + \Delta U_2$$

$$\Delta U_{23} = 0, \text{ for } \Delta T \approx 0$$

и в вопросах моих знако-

~~Also~~ φ can $p(V) = \frac{k}{V}$, e.g.

$k = p_2 \sqrt{h} - \text{gura gura 23}$

$$A_{23} = \rho_2 V_1 \ln(V_2) - \rho_2 V_1 \ln(V_1) =$$

$$\approx p_2 K' \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$p_2 V_2 = \partial R T_2 = \partial R T_1 \cdot n$, by уравнение Менделе-
ева - Клапейрона

$$\Rightarrow A_{23} = \cancel{p_2} \cdot \cancel{RT_1} \cdot n_1 \cancel{A} \ln\left(\frac{V_e}{V_i}\right)$$

$$\Rightarrow Q_{2,3} = A_{2,3} = 3R\Gamma_1 \cdot n, \quad \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Tenysa neerum Anouy

$$\text{Analog} = A_{23} + A_{41}, \text{ t.n. } A_{12} = 0 \text{ u } A_{34} = 0$$

$$A_{V_1, V_2} = \cancel{\text{DRT}_1} \cdot \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) - \text{no calorim}$$

$N_1 \cdot 2(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = mg \sin\alpha$

$$N_1 = \frac{mg \sin\alpha}{2(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)}$$

$$N_1 = \frac{mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{6}\right)} = \frac{mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \left(1 - \frac{1}{3}\right)} = \frac{mg}{\frac{4}{3}}$$

$$= \frac{3mg}{4} \Rightarrow f_{\text{тр},1} = \frac{3}{4} \mu mg$$

Радиус, погороду совершил
это колеса трение до полной
остановки:

$$A_1 = N_1 \cdot 2\pi R \cdot f_{\text{тр},1} \Rightarrow A_1 = \frac{3}{2} \mu mg \cdot N_1 \pi R =$$

также

по закону изменения кинетической энергии

$$\Delta E_k = A_1$$

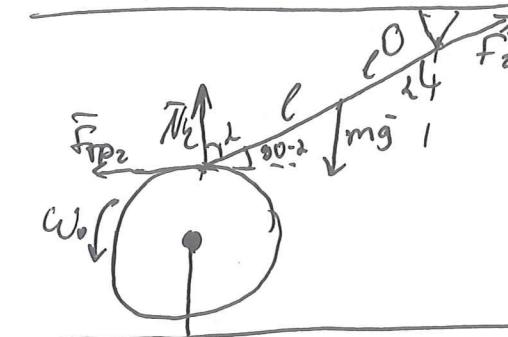
ΔE_k - изменение кинетической энергии колеса. За время изменения от начальной при уличной скорости w_0 до кульминационной остановки

Во втором случае колесо развернулось до той же уличной скорости \Rightarrow это изменение кинетической энергии до полной остановки будет таким же

числовая

 $N_1 \cdot 2(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)$

Генерно продолжаем все тоже самое для второго опыта



числовик

Также решим
шаги от силы относительно
тела до точки O
ведь сутьно спло
будет в некое кольцо
также или всего
срока

$$N_2 \cdot \sin\alpha \cdot 2l + F_{\text{тр},2} \cdot \sin(90^\circ - \alpha) \cdot 2l = mg \sin\alpha \cdot l$$

колесо будет также прошибываться
под сортиком до полной остановки \Rightarrow

$$\Rightarrow F_{\text{тр},2} \cdot \text{сила трения скольжения}$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр},2} = \mu N_2$$

$$2N_2 \cdot \sin\alpha + 2\mu N_2 \cdot \cos\alpha = mg \sin\alpha$$

$$N_2 \cdot 2(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) = mg \sin\alpha$$

$$N_2 = \frac{mg \sin\alpha}{2(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)} = \frac{mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{6}\right)} = \frac{mg \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right)} =$$

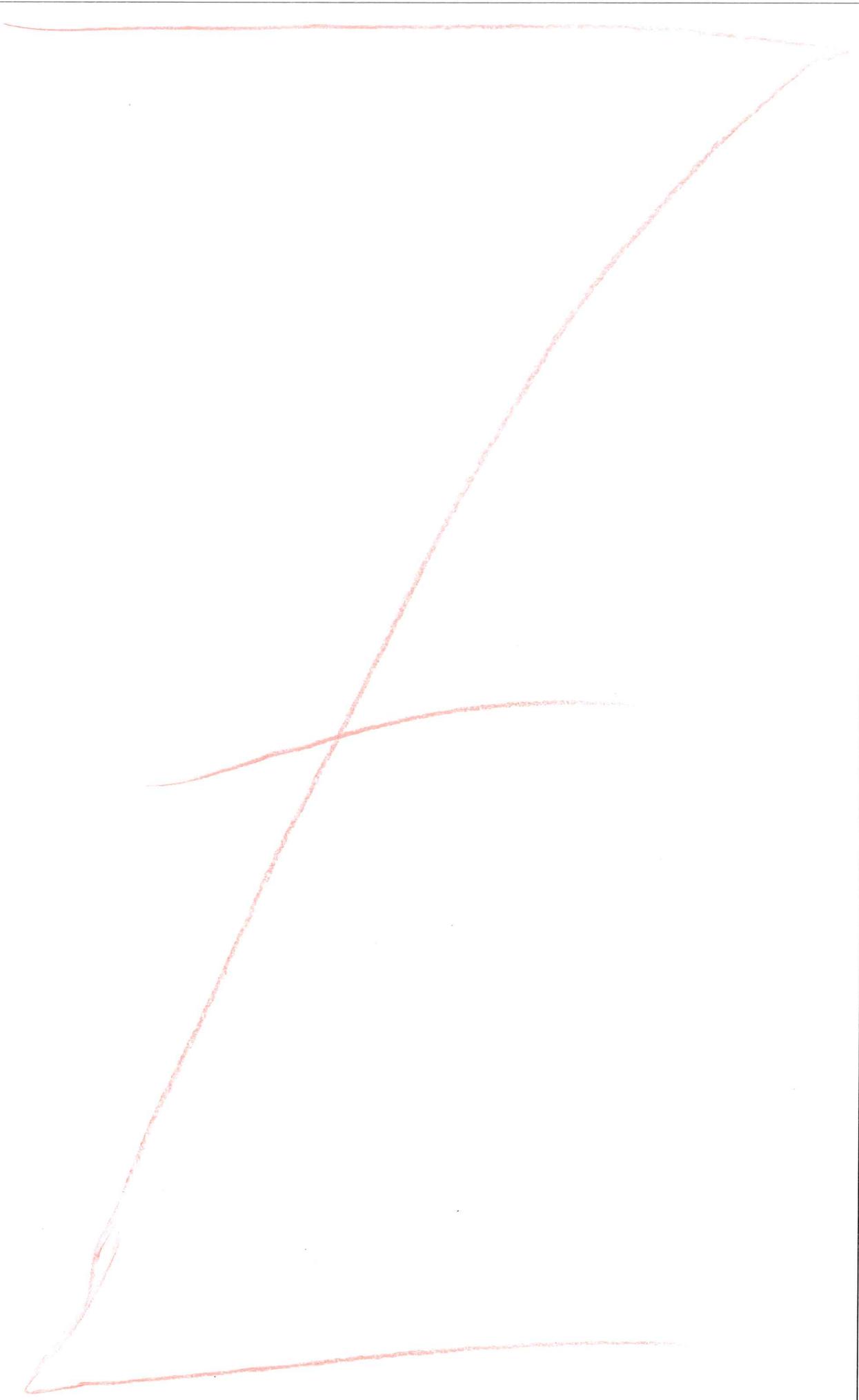
$$= \frac{mg}{\frac{8}{3}} = \frac{3mg}{8} \Rightarrow F_{\text{тр},2} = \mu N_2 = \frac{3\mu mg}{8}$$

\Rightarrow пусть колесо совершило n_2 оборотов
тогда радиус этого колеса трения

$A_2 = n_2 \cdot 2\pi R \cdot F_{\text{тр},2}$, с другой стороны
она равна радиус в первом случае, т.е.
изменение кинетической энергии сущесково

$$A_2 = \frac{3}{4} \mu mg \cdot n_2 \cdot \pi R = A_1 = \frac{3}{2} \mu mg \cdot n_1 \cdot \pi R$$

$$\Rightarrow n_2 = 2n_1$$

21-01-53-04
(1141)

№ 4 (Программа)

$$\text{из } \Gamma = -0,6$$

$$\Gamma = \frac{F}{d-f} = -0,6$$

Измен. систем

$$\begin{cases} L \cos \lambda = d + \frac{fd}{d-f} \\ \frac{f}{d-f} = -0,6 \end{cases}$$

$$\cos \lambda = \sqrt{1 - \sin^2 \lambda} = \\ = \sqrt{1 - \frac{13^2}{85^2}}$$

$$\Rightarrow L \cos \lambda = d(1-0,6)$$

$$d = \frac{L \cos \lambda}{0,4}$$

$$f = +0,6d - 0,6d$$

$$f \cdot 0,4 = -\frac{L \cos \lambda \cdot 0,6}{0,4}$$

$$f = -\frac{85 \cdot \sqrt{\frac{85^2 - 13^2}{85^2}} \cdot 0,6}{0,16}$$

$$= -\frac{\sqrt{72 \cdot 98}}{0,16} \cdot 0,6 \text{ см}$$

макс. говорят о том, что
шнур расцепляется

Обрати: шнур расцепляется

$$F = -\frac{\sqrt{8 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 49} \cdot 0,6}{0,16} = -\frac{8 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 0,72}{0,16} = -315 \text{ кН} \approx -315 \text{ кг}$$

Числовы

чт задача:

~~стекло~~

$$2h_1 = 2\text{м}$$

$$2h_{2,\max} = 1,2\text{мм}$$

$$L = 85\text{cm}$$

$$\lambda = 8,8 \text{ nm}$$

$$\sin \alpha \approx \frac{13}{85}$$

шаров не пересекают $\Gamma O O \Rightarrow$
это одна линия

$$|\Gamma| = \frac{1,2}{2} = 0,6 \quad |\Gamma| < 1$$

Если шара больше сферы
то $d < f \Rightarrow |\Gamma| > 1$ из рисунка в
виде

\Rightarrow шара рассеиваются \checkmark

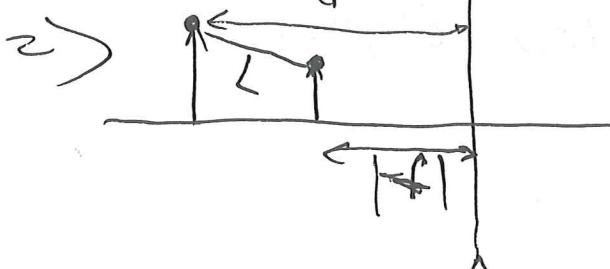
$$\Rightarrow \Gamma = -0,6$$

$f < 0$ т.к. слева
от шара

от шара

$$L \cos \alpha = d - |f|$$

из рисунка



$$L \cos \alpha = d + f$$

$$L \cos \alpha = d + \frac{fd}{d-f}$$



числовые Решения

~~Методика~~

~~Методика~~
составления

~~Методика~~

T.h. прямая

составления

шаров не пересекают $\Gamma O O \Rightarrow$

это одна линия



21-01-53-04
(114.1)

чт (Продолжение)

$$E_{\text{диэл}} = \frac{kq}{R^2} - \frac{kq_n}{R^2}$$

диэлектрик ослабляет поле в ϵ раз

$$\Rightarrow E = \frac{kq}{\epsilon R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{kq}{R^2} - \frac{kq_n}{R^2} = \frac{kq}{\epsilon R^2}$$

$$q - q_n = \frac{q}{\epsilon}$$

$$q_n = \frac{q(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

Теперь потенциал. Потенциал потенциала
однородного цилиндрического заряда $\Phi = \frac{3R}{2} \ln \frac{R}{r}$ от центра
относительно заряда $\Phi = \frac{3R}{2} \ln \frac{R}{r}$

\Rightarrow потенциал на расстоянии $\frac{3R}{2}$ от центра

$$\Phi = \frac{kq}{\frac{3R}{2}} + \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4$$

$$\Phi_1 = \frac{kq}{\frac{3R}{2}} - \text{потенциал сферы } 1 \text{ с } +q$$

$$\Phi_2 = -\frac{k(\epsilon-1)q}{\frac{3R}{2} \cdot \epsilon} - \text{потенциал сферы } 2 \text{ с } -q_n$$

$$\Phi_3 = \frac{k(\epsilon-1)q}{2R\epsilon} - \text{потенциал сферы } 3 \text{ с } +q_n$$

$$\Phi_4 = -\frac{kq}{2R} - \text{потенциал сферы } 4 \text{ с } -q$$

$$\Rightarrow \Phi = \frac{2kq}{3R} - \frac{kq}{2R} + \frac{k(\epsilon-1)q}{2R\epsilon} - \frac{k(\epsilon-1)q}{\frac{3R}{2}\epsilon} =$$

$$= \frac{kq}{GR} - \frac{kq(\epsilon-1)}{GRE}$$

в3 (Прогонка)

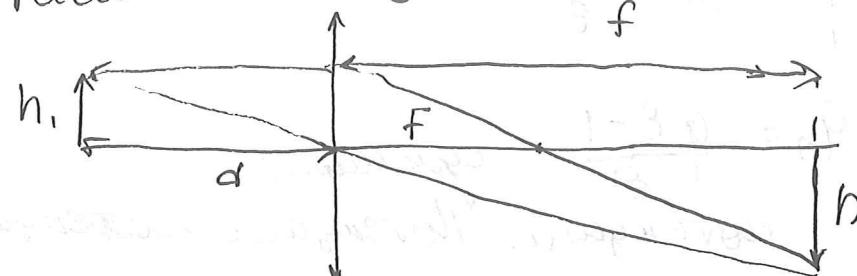
$$\phi = \frac{kq}{6R} \left(1 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right) = \frac{kq}{6RE}$$

Ober. ноты на рецензии $\frac{3R}{2}$ от
Olyeo genia ogsep

$$\rho = \frac{kq}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

на Бонюс:

Расчленение холмов



Понервії з бенес въ фреску

$$f = \frac{h_2}{d} = \frac{f_1}{d} =$$

 У сорокамісячного місяця

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd}$$

$$\Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$\Rightarrow \cancel{f_2} \quad f = \frac{f}{d-f}$$

d - йергя наложенія \Rightarrow

и в Ставрополе.

Бактерии F_{col}, о.е. неизвестные.

TO know Г - подозрительное значение
отделяется либо и то
могу ли я помочь не забыть от
~~стар~~ ~~стар~~

~~если~~ $f > 0$, т.е. вся система

Знаме Г монет що са нормални,
 при $d > f$, а монет що са
 отчеканени при $d \leq f$, но този

$$d - f \leq f$$

=> ⌈ Syger | Sænke! ⌋

\Rightarrow no звание Генерал определяет
один вид

van menor
~~(1995) van der Steene d f f p p
refugee types no longer in
menorane sprucegoose etc)~~

 Абс. но знатно Г можно определить
по числу, нач. (см. вспомог.)