



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Пшеничников Глеб Викторович**

Класс: 11

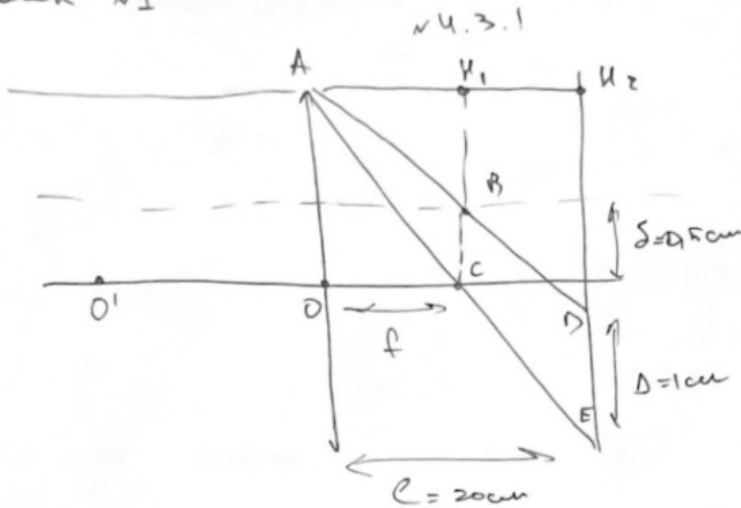
Технический балл: **86**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9084353

	1	2	3	4	Σ
Задача	7	15	11	15	86
Вопрос	10	10	10	8	

линзовик №1



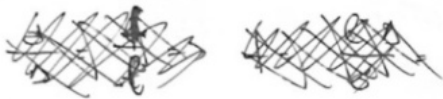
Лучи идущие параллельно главной оптической оси после прохождения через линзу идут через фокус

Вместе с линзой поднимается главная оптическая ось

$BC \perp OO'$; $DE \perp OO'$ $\Rightarrow BC \parallel DE \Rightarrow \angle ACB = \angle AED$ как соответств

$\triangle CAB - \text{одн}$ $\left(\Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle ADE \Rightarrow \frac{BC}{DE} = \frac{AH_1}{AH_2} \right)$, т.к. AH_1 и AH_2 - высоты этих треугольников

$AH_1 = f$ $AH_2 = l$ $BC = b$ $DE = \Delta$



$$\frac{b}{\Delta} = \frac{f}{l} \Rightarrow f = \frac{lb}{\Delta} = \frac{20 \text{ см} \cdot 0.15 \text{ см}}{1 \text{ см}} = \boxed{10 \text{ см}} \quad \text{Ответ: } 10 \text{ см}$$

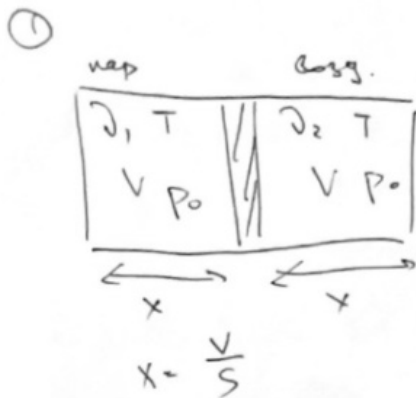
Вопрос: Фокусное расстояние - расстояние между оптическим центром и главным фокусом линзы.

$[F] = 1 \text{ м};$ ~~$F = \frac{1}{D}$~~

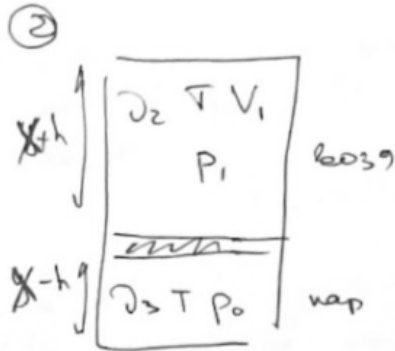
Оптическая сила - физическая величина, показывающая преломляющую способность линзы

$[D] = 1 \text{ дптр};$ $D = \frac{1}{F} = \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) \left(\frac{n_{\text{линзы}}}{n_{\text{среды}}} - 1 \right)$; $D > 0$ - собирающая; $D < 0$ - рассеивающая; S_1 и S_2 - кривизна линз.

микроэлементы №2



№2.2.1



h-?

Уравнение состояния газа для воздуха.

①: $P_0 V_0 = \rho_1 R T$

$P_0 x S = \rho_1 R T$

давление P_0 , т.к. переторожка в блоке.
 (1) (давление насыщ. пара равно давлению атмосферы при той же температуре).

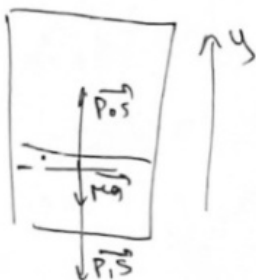
②: $P_1 V_1 = \rho_2 R T$

$P_1 (x+h) S = \rho_2 R T$ (2)

(1) $\frac{P_1 (x+h)}{P_0 x} = 1 \Rightarrow P_1 = \frac{P_0 x}{x+h}$

Во втором случае давление пара такое же P_0 , т.к. температура та же (но часть пара сконденсирована, т.к. уменьшился объем).

по II закону Ньютона:



0y: $P_0 S = Mg + P_1 S$

$P_0 S = Mg + \frac{P_0 x}{x+h} S$

$P_0 S - Mg = \frac{P_0 x S}{x+h}$

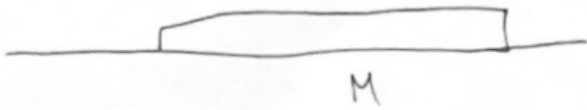
$x P_0 S - x Mg + h(P_0 S - Mg) = P_0 x S$

$h = \frac{x Mg}{P_0 S - Mg} = \frac{\frac{V}{S} \cdot Mg}{P_0 S - Mg} = \frac{1.10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3}{10^4 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3}$

$= \frac{5}{1000 - 50} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \approx 0,0053 \text{ м} \approx 5,3 \text{ мм}$

Ответ: 5,3 мм

репродукт 1P



$$P = \frac{F}{S}$$

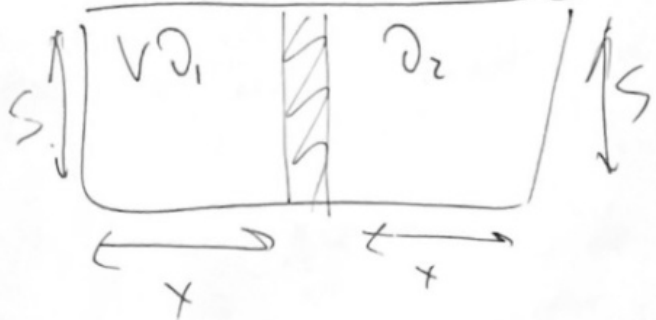
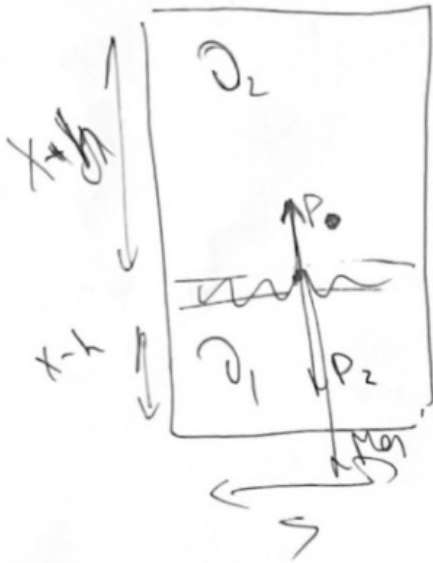
$$\begin{array}{r} 11980 \\ 0,00050 \\ \hline 10000 \\ 9900 \\ \hline 11200 \\ + 1380 \\ \hline 12580 \end{array}$$

$M = 26 \text{ т/мкм}$

$0,001$ $M = 5 \text{ м}$

$$\frac{1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^{-1} = 0,1$$

~~0,5 мкм~~



$$P_0 S x = P_2 B T \quad \partial_2 = \partial_1 = \partial$$

$$P_0 S x = \partial_1 B T$$

$$P_0 S (x-h) = \partial_1 B T$$

$$\frac{11980}{10000}$$

$$P_0 S = P_2 S + Mg$$

$$P_2 (x+h) S = \partial_2 B T$$

$$P_0 S = P_0 \frac{Sx}{x+h} + Mg$$

$$\frac{P_2 (x+h)}{P_0 x} = 1$$

$$(P_0 S - Mg) (x+h) = P_0 S x$$

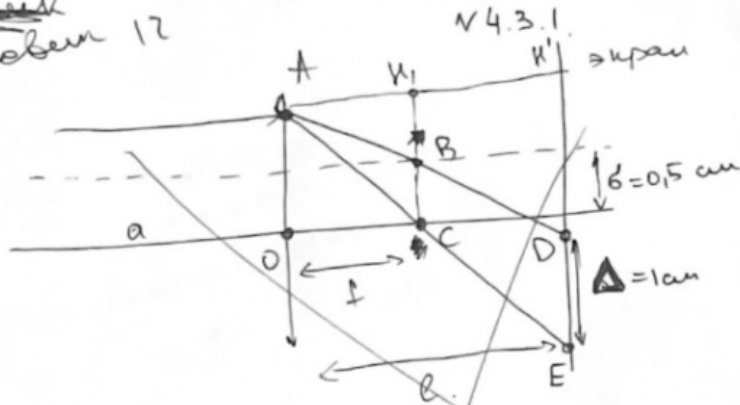
$$P_0 S/x - Mg/x + h(P_0 S - Mg) = P_0 S/x \quad P_2 = P_0 \frac{x}{x+h}$$

$$h = \frac{Mg x}{P_0 S - Mg} = \frac{50 \cdot 0,1}{10^5 \cdot 10^{-1} - 50} = \frac{5}{10^4 - 50} = \frac{5}{5(2 \cdot 10^3 - 10)}$$

$$= \frac{1}{2000 - 10} = \frac{1}{1990}$$

Чертежи 13

~~Чертежи~~
Чертежи 12



Вместе с линзой помещается и таблица
оптическая ось.

$BC \perp a$
 $DE \perp a$ $\Rightarrow BC \parallel DE \Rightarrow \angle ABE = \angle ADE$ как соответственные углы.

$\triangle ABC \sim \triangle ADE$: $\angle EAD$ - общ.
 ~~$\angle ABC$~~
 $\angle ABC = \angle ADE$ $\Rightarrow \frac{BC}{DE} = \frac{AH_1}{AE}$ т.к. OC и AH_1 -
- высоты соответств. \triangle г.

Задание 13

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

маленькое количество
- общее количество

всех тел, составивших
эту систему

$$P_i = \text{const}$$

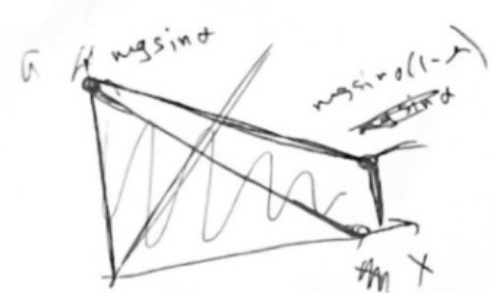
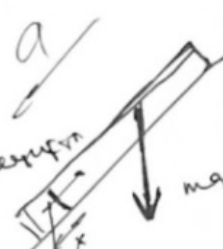
оси симметрии
равна нулю или
время ~~было~~ действительно

центр ≈ 0 .

Вращение ≈ 0

$$b \perp u$$

относи координаты
по времени μ -
от времени начала
вращения μ -
интеграл



$$m g \sin \alpha = \frac{x}{l} m g$$

$$F_0 \quad dx$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$dx = \dots$$

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$s \cdot a = \frac{v^2}{2}$$

$$a_{\text{max}} = a_{\text{min}} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$m a = m g \sin \alpha - \mu \frac{dx}{dt} m g \cos \alpha$$

$$dV = a dt \quad m \frac{dV}{dt} = -\mu \frac{V}{l} m g \cos \alpha$$

$$dV = -\mu V g \cos \alpha$$

$$dV = m g \sin \alpha dt$$

проблем 14

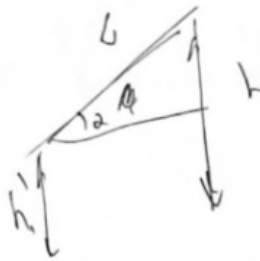
$$mgh = \mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} + mgh' + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$mgh = \mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} - \mu Eq \frac{L}{2} + mgh' + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$-\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \mu Eq \frac{L}{2}$$

$$mV_2^2 - mV_1^2 = \mu Eq L$$

$mg =$



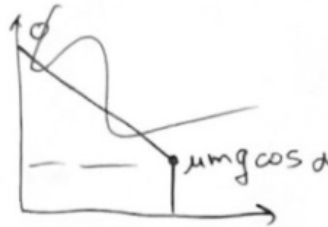
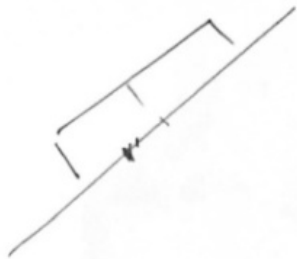
$$L = \frac{h-h'}{\cos \alpha}$$

$$mg(h-h') - \frac{\mu mg}{2} (h-h') = \frac{mV_1^2}{2}$$

~~$$mg(h-h') - \frac{(\mu mg - Eq)}{2} (h-h')$$~~

repsubere 15

$$mgh = |A_{F_{TP}}| + mgh' + \frac{mv^2}{2}$$



$$dF_{TP} = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{dx}{L}$$

$$F_{TP} = \mu mg \cos \alpha \cdot x$$



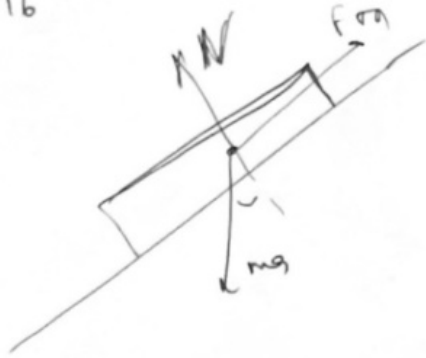
$$dA = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{x}{L} \cdot dx$$

$$A = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{x^2}{2L} \Big|_0^L = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{L}{2}$$

$$F_{TP} = \mu (mg \cos \alpha - Eq) \cdot \frac{x}{L}$$

$$\mu (mg \cos \alpha - Eq) \cdot \frac{L}{2}$$

repositor 16

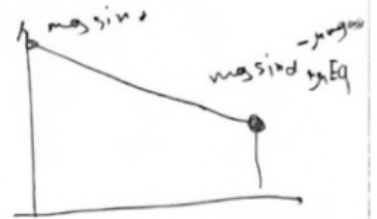
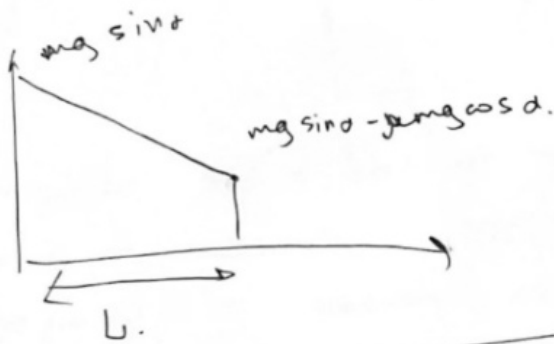


$\sin \theta$

$mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta = \mu mg \sin \theta$

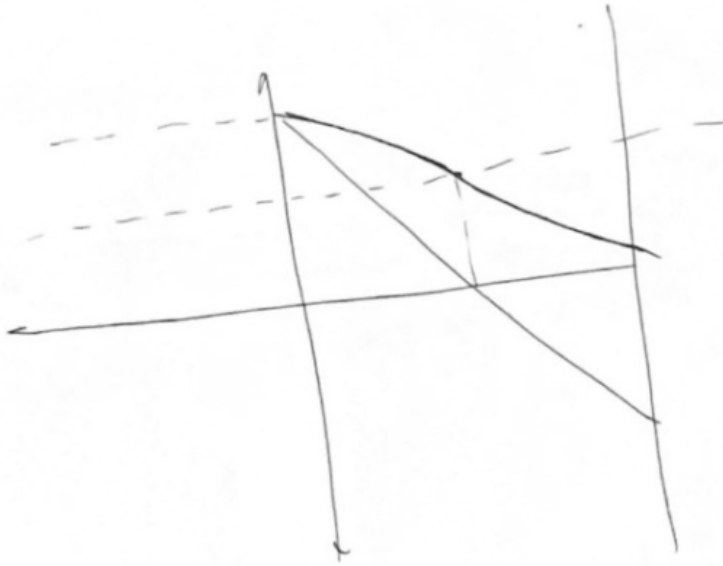


$mg \sin \theta > mg \frac{1}{2}$ $\frac{mg \cos \theta}{\sqrt{3}}$
 $mg \sin \theta < mg \frac{1}{2}$ $mg \cos \theta < mg \frac{1}{2}$



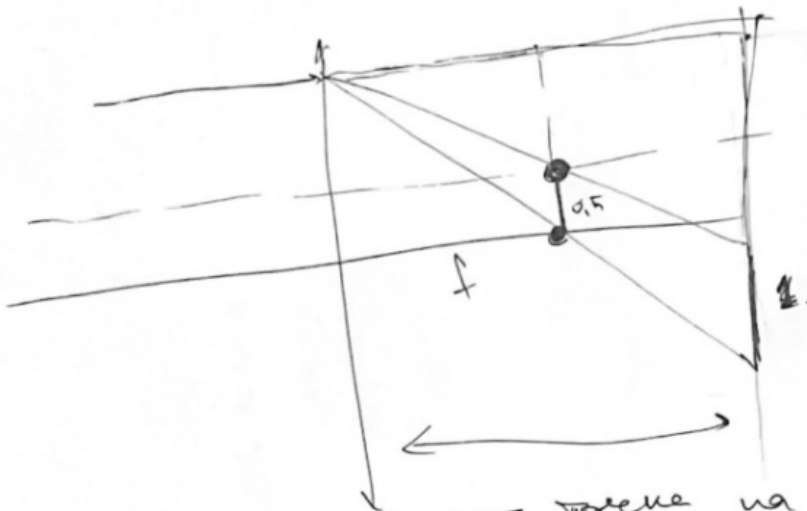
$ma = mg \sin \theta - \mu \frac{mg}{L} \cdot \text{[scribble]} (mg \cos \theta - Eq)$

перпендикуляр 17



$$\frac{l}{f} = \frac{1}{0,5}$$

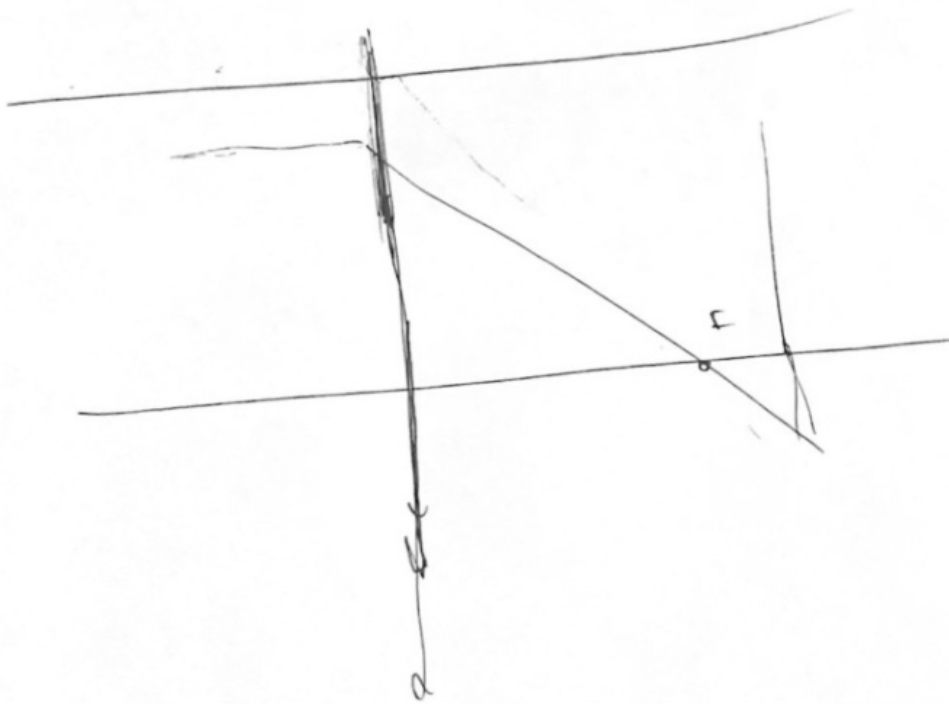
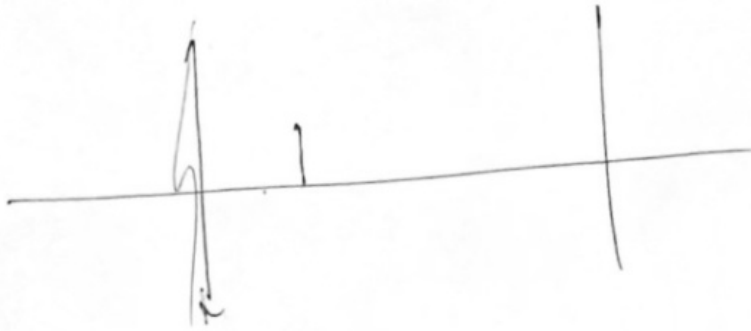
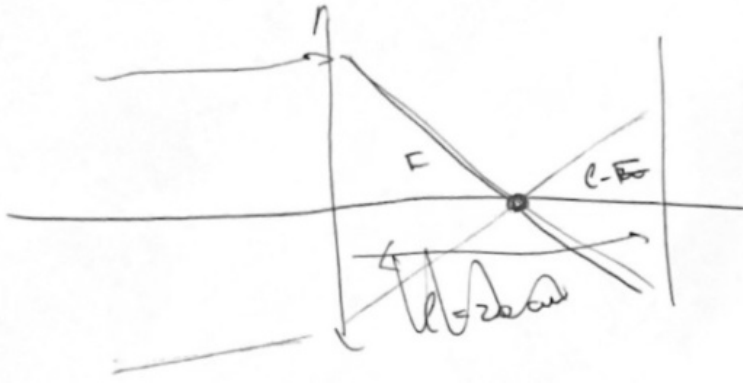
$$f = 10 \text{ см}$$



фокусное расстояние — точка на оптической оси, через которую идут лучи, параллельные главной оптической оси.

$$\text{оптическая сила} = \frac{1}{f}$$

regr- 10



Кислородный

Вопросы:

Влажность - физическая величина, показывающая содержание водяного пара в воздухе

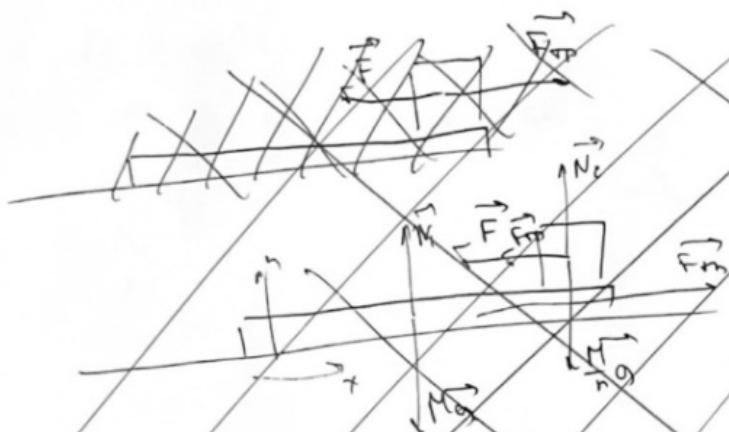
$$\rho = \frac{m}{V} \leftarrow \begin{matrix} \text{масса водяного пара} \\ \text{объем} \end{matrix}$$

$$[\rho] = 1 \text{ г/м}^3$$

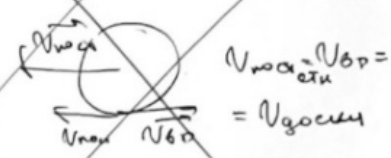
Относительная влажность - физ. величина, показывающая отношение плотности пара к плотности насыщенного пара при данной температуре.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п}}} \cdot 100\% \quad [\varphi] = 1\%$$

н.п.!



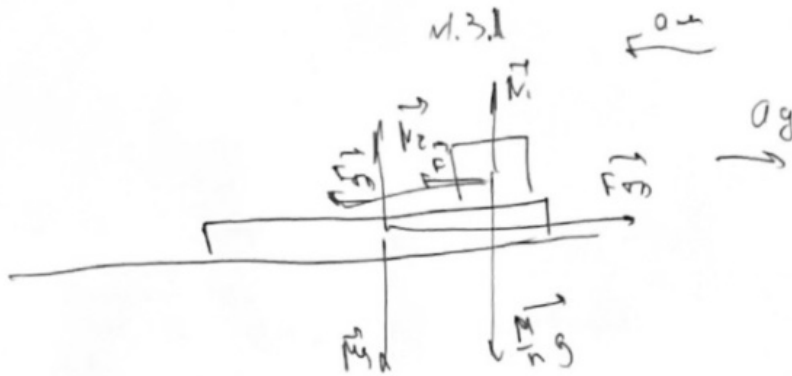
Проектирование
преобразуется, когда
V проекции = - V осей.



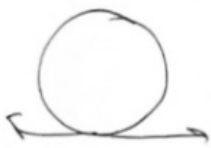
$$N = F \cdot V \Rightarrow F = \frac{N}{V}$$

$N = \text{const}$ $V \neq \text{const} \Rightarrow F$ меняется

задача 14



просна вызываеме препятство, когда
 $\vec{v}_{машини} = -\vec{v}_{госни}$



$$v_{коса} = v_{вр} = \vec{v}_{госни}$$

$$v_{коса} \quad v_{вр}$$

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

$$A' = (F \cdot s \cos \alpha)'$$

$$N = F \cdot \sin \alpha \Rightarrow F = \frac{N}{\sin \alpha}$$

$$N = \text{const} \quad v_{увелич} \Rightarrow F \text{ уменьши} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{ага, уменьши}$$

Вопрос: Импульс системы материальных точек - векторная сумма импульсов всех точек, составляющих систему

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \dots + \vec{P}_r = m_1 \vec{v}_1 + \dots + m_r \vec{v}_r$$

$$[P] = \text{кг} \cdot \text{м/с}$$

Импульс системы сохраняется, если внешние силы не действуют, или их действие скомпенсировано, или время действия силы пренебрежимо мало.
 $\vec{P}_{сист1} = \vec{P}_{сист2}$

Условие н.н.



по Σ закону Кирхгофа:

$$\Sigma_y: N - mg \cos \alpha = 0$$

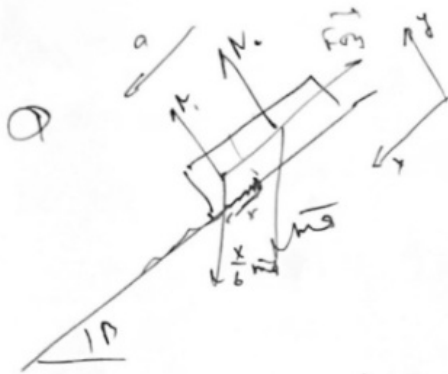
$$N = mg \cos \alpha$$

$$\Sigma_x: mg \sin \alpha - F_{тр} = 0$$

$$mg \sin \alpha = \mu N$$

$$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$



по Σ закону Кирхгофа.

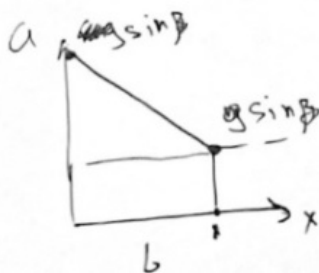
Σ_y : где ускорке на шерохов.

$$\text{исходности: } N_1 = mg \frac{y}{l} \cos \beta$$

$$\Sigma_x: ma = mg \sin \beta - \mu mg \frac{y}{l} \cos \beta$$

ускорение перемещено, т.к. $F_{тр} \uparrow$.

а зависит от x и y .



ускорение посыл сущна

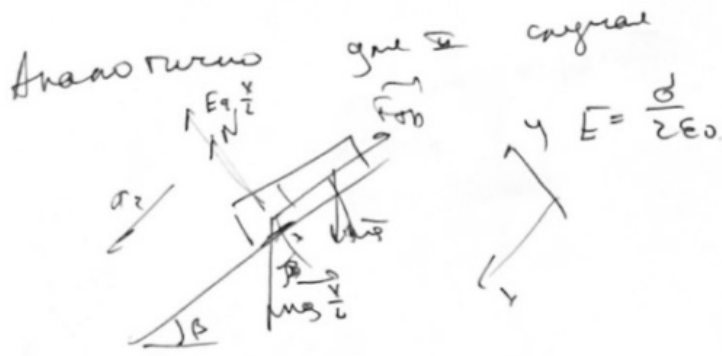
будет не 0, т.к. $\beta > \alpha$

микрометр $\nu 6$.

$$\delta = \frac{U^2}{2a} \Rightarrow \frac{U_1^2}{2} = Sa$$

Sa - мощность на границе в осев Sa .

$$\frac{N_1^2}{2} = \frac{1}{2} L (g \sin \beta + g \sin \beta - \mu \cos \beta g)$$



Oy: где выведена на поверхность xy плоскости:

$$N + Eq \frac{x}{l} = mg \frac{x}{l} \cos \alpha$$

$$Ox: ma_z = mg \sin \beta - \mu (mg \frac{x}{l} \cos \alpha - Eq \frac{x}{l})$$

$$a_z = g \sin \beta - \frac{x}{l} \mu (g \cos \alpha - Eq)$$



$$\frac{N_2^2}{2} = \frac{1}{2} L (2g \sin \beta - \mu g \cos \alpha + \mu Eq)$$

$$\frac{N_2}{v_2} = \sqrt{1 + \frac{\mu Eq}{2g \sin \beta - \mu \cos \alpha g}} = \sqrt{1 + \frac{\mu \frac{d}{2\epsilon_0} q}{2g \sin \beta - \mu \cos \alpha g}}$$

Вопросы: Энергия - физ. величина, характеризующая заряд.

вопрос об-во $C = \frac{q}{U}$ - заряд / керен

$$C = \frac{S \epsilon_0 \epsilon}{d}$$

d - расстояние между пластинами
 S - площадь в месте

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

ϵ - диэлектрическая проницаемость среды в конденсаторе

reproben 1

$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$da = \frac{dv}{dt}$$



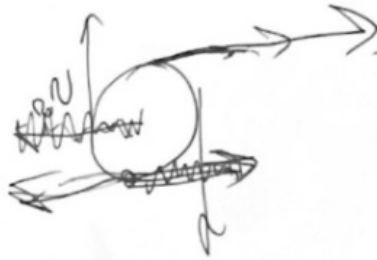
$$N = F \cdot \sigma$$

$$P = \dots$$

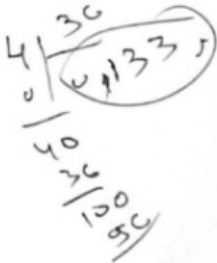
$$A = F \cdot S =$$

$$N = F \cdot \sigma$$

$$\frac{ds}{dt} = v$$



$$N = F \cdot \sigma$$



$$BF = \frac{Dh}{c} = \frac{h \cdot \dots}{c} = \mu \frac{h}{c}$$



$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha$$

$$\frac{N}{v} = \mu mg$$

$$v = \frac{N}{\mu mg}$$

$$B \mu a = \mu mg$$

$$t = \frac{N}{\mu mg \cdot \frac{g}{3}} = \frac{3N}{\mu mg^2}$$

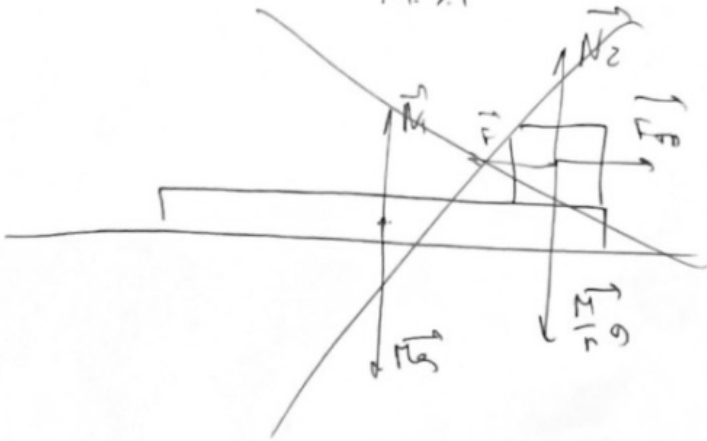
$$X = \frac{3N}{\mu mg^2} \cdot \frac{N}{\mu mg} = \frac{3}{g} \left(\frac{N}{\mu mg} \right)^2 = 0,3 \cdot \left(\frac{2}{0,3 \cdot 1 \cdot 10} \right)^2$$

$$= \frac{0,3 \cdot 4}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 100} = \frac{4}{30}$$

~~чертеж~~

Чертеж № 8

1.3.1



№ 8

результи. g

$$\frac{50 \cdot 10^{-3}}{10^5}$$

0,001

0,001 м².

$1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 = 10^3$



$$50 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-2}}$$

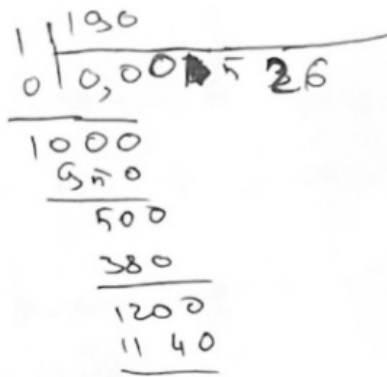
$$\frac{50 \cdot 10^{-3}}{10^2 \cdot 10^{-2} - 50}$$

$$\sim \frac{500}{10^2 - 50} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190}$$

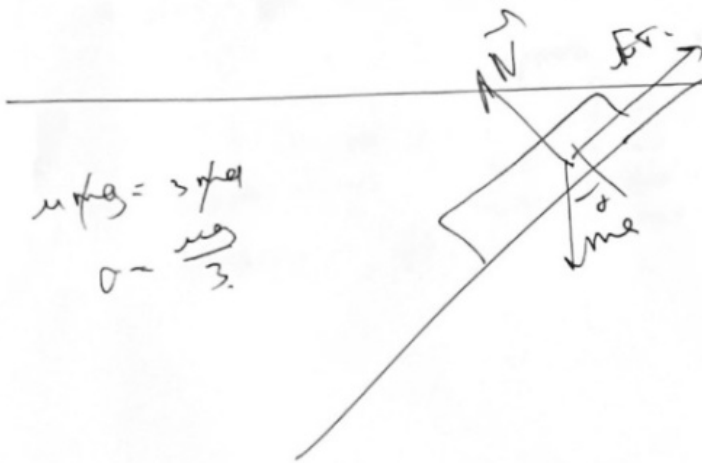
$$\mu mg + \frac{N}{d} = ma$$

a =

$$E = \frac{G}{2\epsilon_0}$$



5,3 mm



$$N = mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

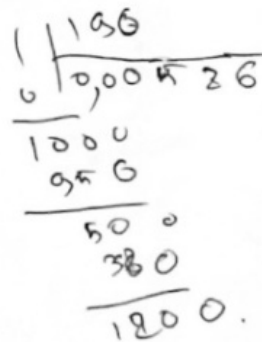
$$\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$\mu \tan \alpha = \frac{1}{3}$
 $\alpha = \frac{\arctan 1}{3}$

N =

$$\mu mg + \frac{N}{d} = aL$$

aL = $\frac{mg}{3}$



перевек. 10

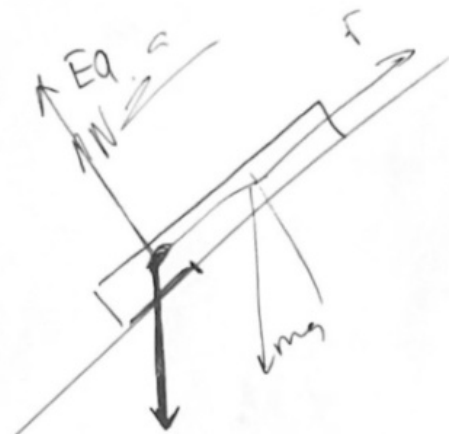
механика систем материальных точек -

$F + \mu Mg = ma$

#1.



$at =$



$F \cdot S$
 $k \cdot t \cdot S$

~~$\frac{SE_0 S}{d}$~~

$ma = mg \sin \alpha - \mu (mg \cos \alpha - Eq)$

$ma = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \mu Eq$

точка опрег векторы сумма - из которых состоит система. $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_n$

сохранение момента φ

относят: $\frac{P}{r}$

длина радиус вектора как канон.

$C =$ эл. заряд.

электр. - ~~$\frac{q}{u}$~~

электр. потенциал

$C = \frac{q}{u}$

$C = \frac{SE_0 E}{d}$

расст. - от у. и радиусом формулам

перпендикуляр S_{02} S_{01} S_{03} S_{04}

ориз. бер характ.

~~перпендикуляр~~ S_{02}

$D = \frac{1}{E} \cdot [E_{гориз}] \quad \rho = \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) \cdot \left(\frac{r_{max}}{r_{ср}} - 1 \right)$