



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

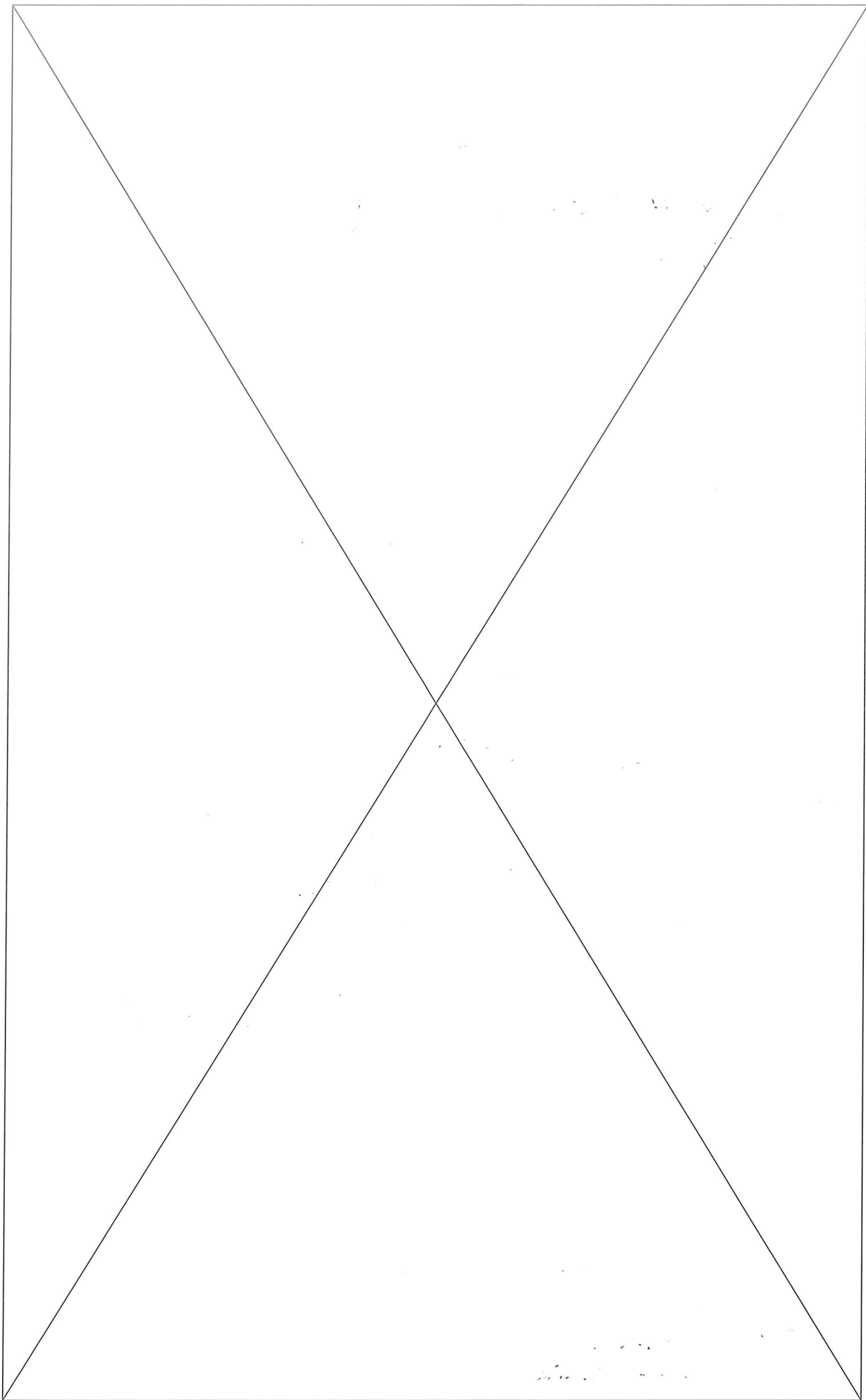
по физике
профиль олимпиады

Горбунова Кирилла Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

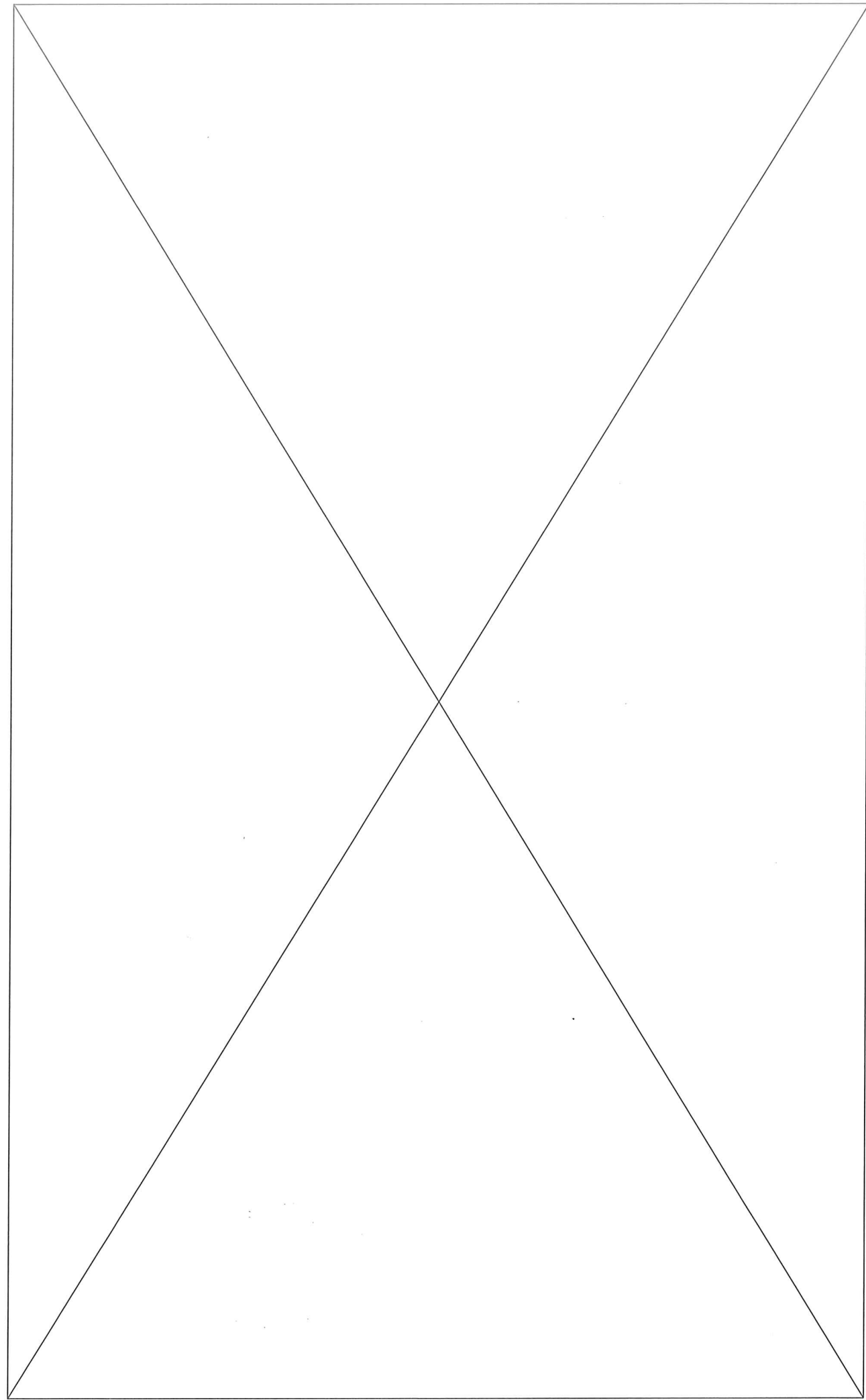
Handwritten signature in red ink

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
[Signature]



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Задача 3. ~~Заряд~~ ЧИСТОВИК

Определим заряд, прошедший через катоды 1 и 3 - q_1 и q_3 соотв.

$$q_1 = \frac{m_1}{k_1} \quad q_3 = \frac{m_3}{k_3}$$

Тогда к катоду банки 2 пришел заряд q_2 :

$$q_2 = q_3 - q_1$$

$$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}, \text{ пусть искомая толщина } l.$$

$$S l S = k_2 \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$l = \frac{k_2}{S S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right)$$

$$l = \frac{1,1 \cdot 10^{-82} \cdot 10000}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10000} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{82}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{71}} \right)$$

$$l = \frac{1,1 \cdot 10^{-85}}{1,05 \cdot 10^{18}} \cdot \left(\frac{744 \cdot 8000}{93} - \frac{66000}{33} \right) \quad l = \frac{1,1 \cdot 10^{-85}}{1,05}$$

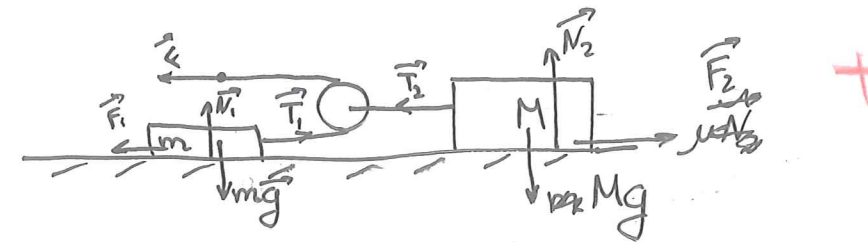
$$l = \frac{6000}{1,05 \cdot 10^{18}} = \frac{6}{1,05 \cdot 10^{15}} = \frac{600}{105} \cdot 10^{-15} = \frac{40}{7} \cdot 10^{-15} = \frac{4}{7} \cdot 10^{-14}$$

$$\approx 570 \cdot 10^{-16} \approx 570 \text{ нм} \quad \text{Ответ: } 570 \text{ нм}$$

36-41-96-09
(44)

Задача 1.

ЧИСТОВИК



П.к. нить невесомая и нерастяжимая, то сила натяжения одной нити во всех точках одинакова, \Rightarrow сила \vec{T}_1 , действующая со стороны нити на брусок массой m : $T_1 = F$, силы на блок равны, \Rightarrow на горизонт. оси выполняется:

$$F + T_1 = T_2; \Rightarrow T_2 = 2F$$

\vec{N}_1 и \vec{N}_2 - силы реакции опоры для бруска массой m и M соотв., \Rightarrow

$N_1 = mg$ Тогда силы трения брусков массы m и M - \vec{F}_1 и \vec{F}_2 соответственно

$$F_1 = \mu mg$$

$$F_2 = \mu Mg$$

Запишем II з. Ньютона для каждого из тел:

↓ пр-ше
↓ на след. стр.

86
20
18
13
15
20
 36-41-96-09
 Чистовик
 44
 36-41-96-09
 (44)

продолжение задачи 1. Чистовик

$Ma_1 = 2F - \mu Mg$ где a_1 - ускорение
 $ma_2 = F - \mu mg$ бруска массы m ,
 a_2 - ускорение бруска массы m .

Бруски начинают двигаться из состояния покоя навстречу друг другу, тогда:

$\Delta X = \frac{a_1 \tau^2}{2} + \frac{a_2 \tau^2}{2}$

$2\Delta X = \tau^2(a_1 + a_2)$

$2\Delta X = \tau^2 \left(\frac{2F - \mu Mg}{M} + \frac{F - \mu mg}{m} \right)$, т.к. $M = 2m$, то

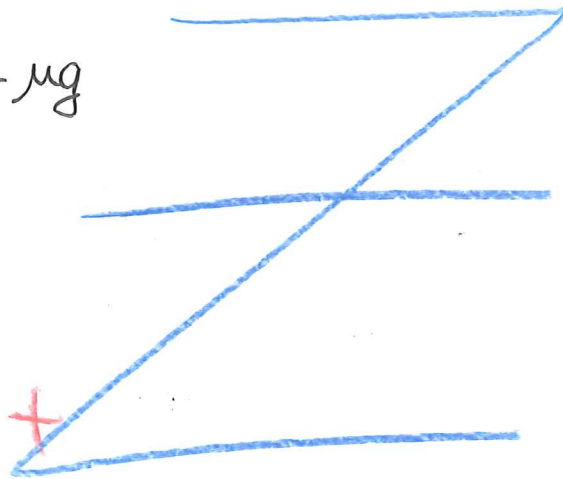
$\frac{2\Delta X}{\tau^2} = \frac{F}{m} - \mu g + \frac{F}{m} - \mu g$

$\frac{2\Delta X}{\tau^2} + 2\mu g = \frac{2F}{m}$

$F = \left(\frac{\Delta X}{\tau^2} + \mu g \right) m$

$F = \left(\frac{1}{12} + 0,3 \cdot 10 \right) \cdot 0,5 = 1,8 \text{ Н}$

Ответ: ~~1,8 Н~~ 2 Н



т.к. $\cos \alpha \approx 1$, $\cos \beta \approx 1$, тогда Чистовик

$\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha$ $h = d \text{tg } \beta = d \sin \beta$
 $\text{tg } \beta \approx \sin \beta$ $h = \frac{d \cdot \sin \alpha}{\sin \beta}$

т.к. этот расст. небольшое (от ГОО до S), будем считать, что луч, идущий через оптический центр практически перпендикулярен к пластине на нее падает.

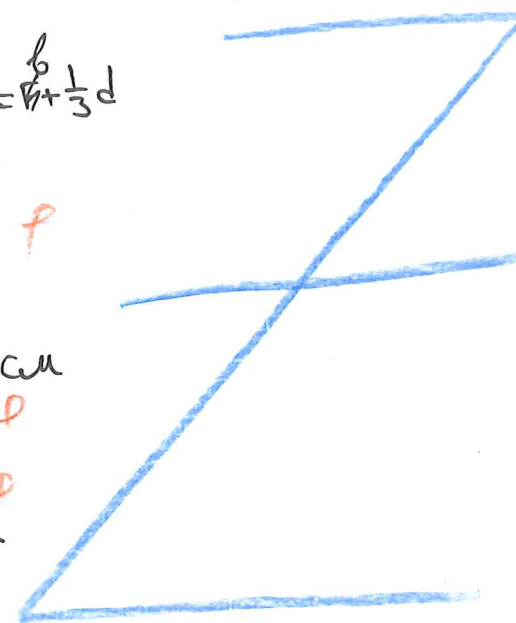
т.к. расстояние от ГОО до S - l. $l \approx F \sin \alpha = l = F \text{tg } \alpha \approx F \sin \alpha$, тогда т.к. расстояние мы определили, что луч. перес. ГОО, практически лежит на ней, то во 2м случае экран расположен так, что изображение на ГОО, тогда расст. b_1 :

$b_1 = d + \sin \alpha d$
 $\sin d (b_1 - d) + h = \sin d b_1$
 $b_1 - d + \frac{d}{n} = b_1$
 $b_1 = \frac{b}{n} - \frac{d}{n} + d = \frac{b}{n} + d \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{b}{n} + \frac{1}{3}d$

$X = b_1 - b = \frac{1}{3}d$

$X = \frac{3 \text{ см}}{3} = 1 \text{ см}$

Ответ: 1 см

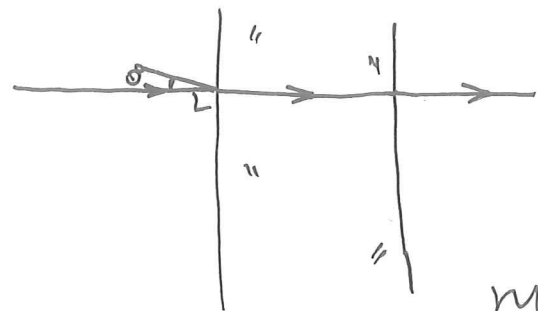


продолжение №5.

Чистовик

П.к. $\sin \theta = 0$, то

луч, проведенный перпендикулярно плоскопараллельной пластине не преломляется



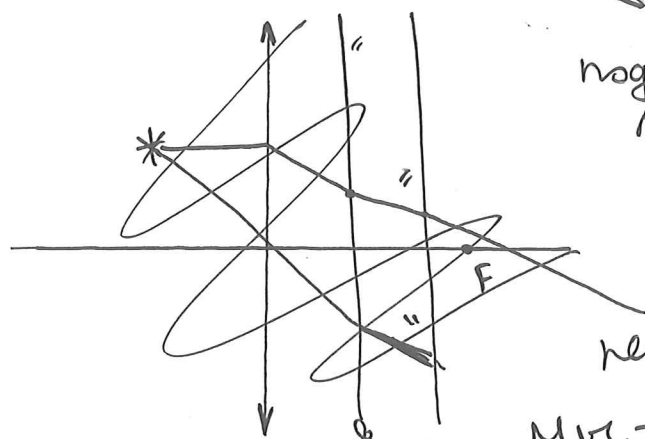
пластине не преломляется

П.к. пластинка плоскопараллельная, то углы β преломления ~~от~~ стекла внутри пластинки около каждой из стенок одинаковы, $\beta \Rightarrow$ и углы,

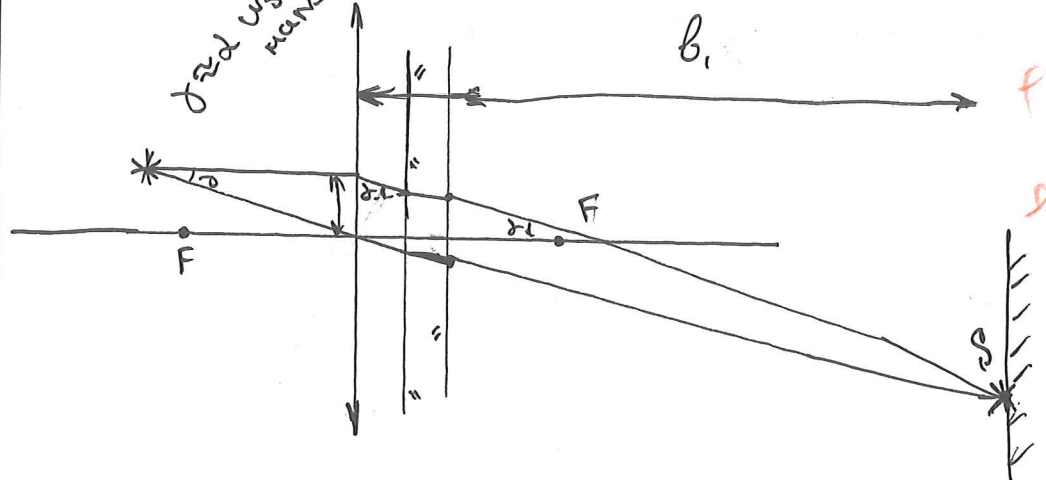
под которым заходит и выходит луч к этой ~~стенке~~ эту пластинку одинаковы (тоже)

Расс, на которое в результате это смещается

луч - h , $h = d \tan \beta$
 $x = b - b_1$



$d \sin 45^\circ = 3d$
на расстоянии угла

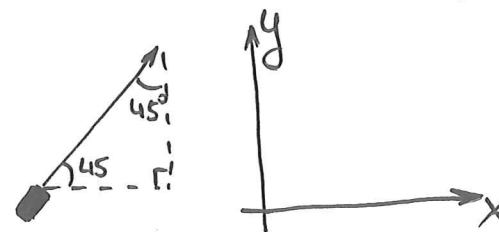


36-41-96-09 (4.4)

Задача 2.

Чистовик

П.к. проекция пули на ~~в~~ скорости пули на вертикальную ось ненулевая, а шарик катан лететь горизонтально, то, т.к. шарик во время полета может набрать только ~~к~~ скорость так, чтобы она была направлена вертикально вниз, можно сделать вывод, что пуля влетает в шарик следующим образом, т.е. под углом 45° к вертикали так, чтобы проекция на ось Oy была положительна.



Шарик был отпущен без начальной скорости, \Rightarrow в некоторый момент времени и ~~у него~~ до встречи с пулей, у него не было горизонтальной составляющей скорости. Пусть скорость пули v_1 , а шарика — v_2 (непосредственно перед столкновением). Пусть масса пули m , а шарика — M .

Запишем законы сохранения импульса и энергии в проекции на оси Oy и Ox :

продолжение №2.

Чистовик

Реш:

$$\begin{cases} M v_{ш} \frac{\sqrt{2}}{2} = (M+m) v_1 & (1) \\ -M v_{ш} + m v_{п} \frac{\sqrt{2}}{2} = 0 & (2) \\ M \frac{v_{ш}^2}{2} + m \frac{v_{п}^2}{2} = \frac{(M+m) v_1^2}{2} & (3) \end{cases}$$

+
-

v_1 - горизонтальная проекция скорости системы сразу после попадания пули, сразу после попадания у ск-ти шарика, содерж пулю, верт. проекции ск-ти нет.

$$v_{ш} = \frac{m}{M} v_{п} \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (из (2))$$

+
-

~~$$M \frac{m^2}{M^2} v_{п}^2 \cdot \frac{1}{2} + m v_{п}^2$$~~

П.к. v_1 горизонтальна и ~~теже~~ у тела брашенного под углом к горизонту горизонт. сост. ск-ти всего полета сохраняется на протяжении всего времени полета, т.к. отсутствует ускорение, то

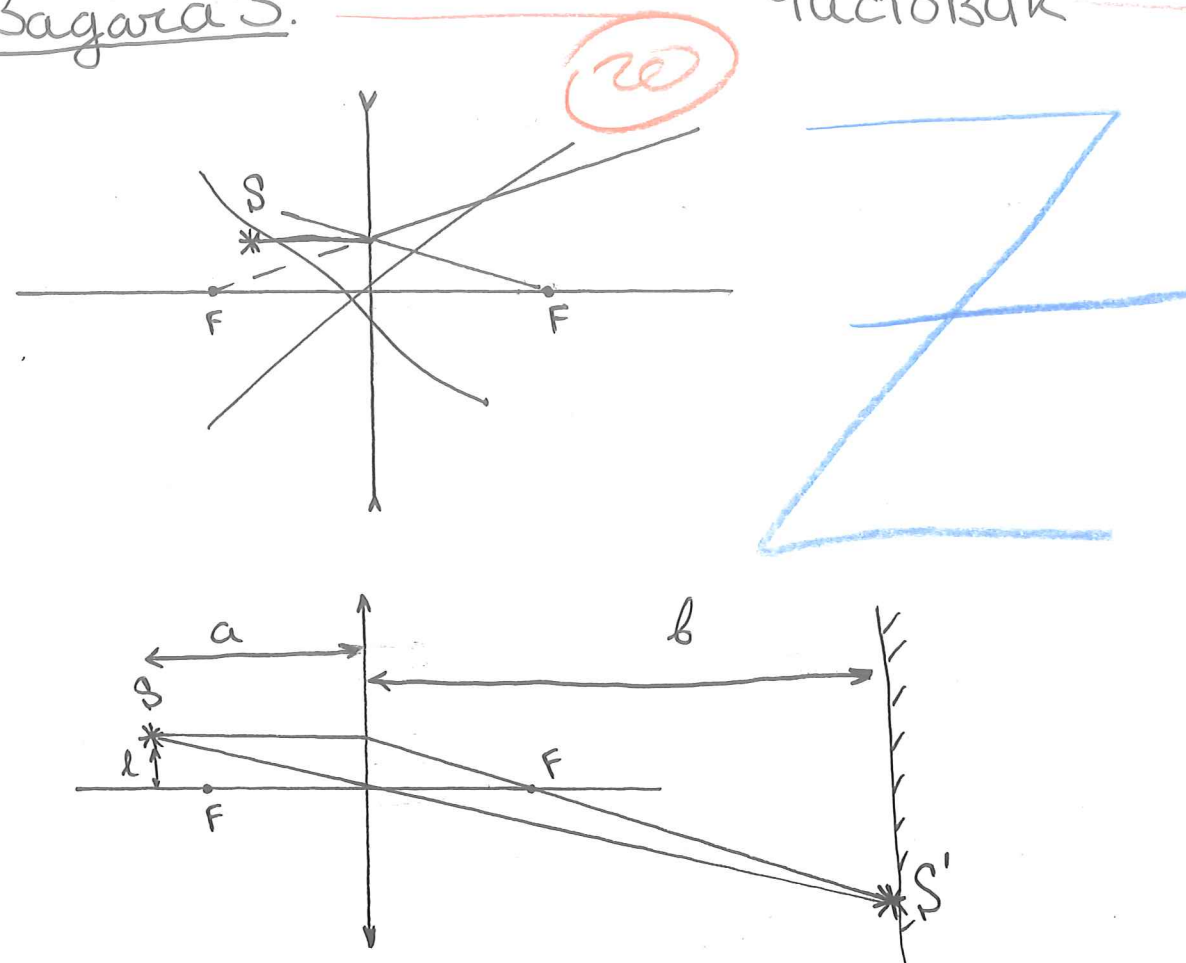
$$v_1 = \frac{L}{\tau} \quad v_1 = \frac{20}{2} = 10 \frac{M}{C}$$

+
-

В свою очередь высота, с которой отпустили шарик, L может быть определе-

Задача 5.

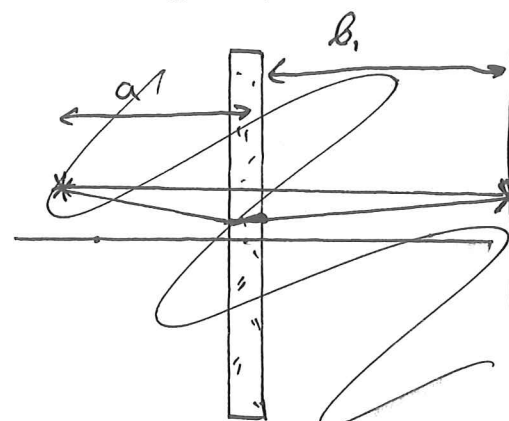
Чистовик



Изображение источника за линзой можно получить только в том случае, если изначально линза собирающая + т.к. $b \rightarrow 0$, то $a \rightarrow \infty$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad (см. рисунок) \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$$

$$b = \frac{Fa}{a-F}$$



Рассмотрим ход луча в плоскопараллельной пластине:

пр-ние №3

Чистовик

$$\varphi_2 = 41,5 + \frac{8,3 \cdot 300 \cdot 0,018 \cdot 2300 \cdot 1000}{2000 \cdot 0,018 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 230000}$$

$$\varphi_2 = 0,415 + \frac{8,3 \cdot 3}{2000 \cdot 3 \cdot 0,006 \cdot 5}$$

$$\varphi_2 = 0,415 + \frac{83}{600}$$

$$\varphi_2 = 41,5 + \frac{83}{6}$$

$$\varphi_2 \approx 41,5 + 13,8 = 55,3\%$$

83 | 6

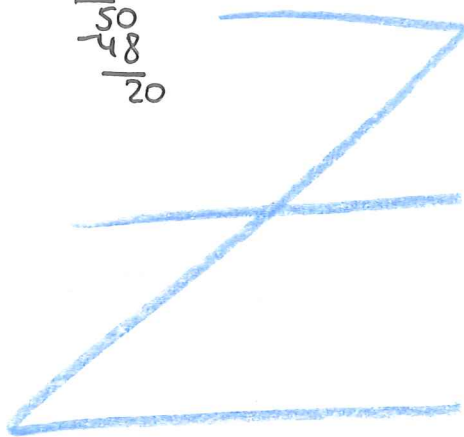
138

238

50

48

20



Ответ: 55,3%

И Определим искомую абсолютную

влажность γ :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{m}{\rho_{нас}}} \Rightarrow \rho = \rho_{нас}$$

$$\gamma = \varphi_2 \cdot \rho_{нас}$$

$$\rho_{нас} = \frac{\rho_{нас} \cdot \mu}{RT}$$

$$\gamma = \varphi_2 \cdot \rho_{нас} = 0,553 \cdot \frac{\rho_{нас} \cdot \mu}{RT}$$

$$\gamma = 0,553 \cdot \frac{2000 \cdot 0,018}{8,3 \cdot 300} \cdot 1000 \frac{\Gamma}{M^3}$$

$$\gamma \approx 0,553 \cdot 1,44 \approx 0,77 \frac{\Gamma}{M^3}$$

$$7,67 \approx 8 \frac{\Gamma}{M^3}$$

Ответ: $8 \frac{\Gamma}{M^3}$

Ответ:

0,77
7,67

ответ корректный, но нет формулы, ответа 16 раз в единицах

36-41-96-09
(4.4)

следующим образом:

продолжение №2

Чистовик

$$H = \frac{v_w^2 - v_n^2}{2g}, \text{ где } v_n = 0 - \text{начальная ск-ть шарика}$$

$$H = \frac{v_w^2}{2g} \quad H - \text{высота от м. отсчета до м. встречи с нулем}$$

$$L = H + \frac{v_1^2}{2g}, \text{ т.к. } m \ll M \text{ и}$$

$$(M+m)v_1 = Mv_w \quad \text{в момент попадания верт. состав. пропадает}$$

$$v_1(1) \text{ и } (2): (M+m)v_1 = Mv_w$$

$$M(v_w - v_1) = mv_1; \quad m = M \frac{v_w - v_1}{v_1}$$

$$v_1(2): m v_{п} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = M v_w; \quad v_{п} = \frac{M v_w \sqrt{2}}{m} \quad +$$

$$M v_w^2 + m v_{п}^2 = (M+m) v_1^2 \quad \text{т.к. } m \ll M, \text{ то}$$

$$M v_w^2 + \frac{M^2 v_w^2 \cdot 2}{m} = (M+m) v_1^2 \quad M v_w^2 \approx M v_1^2, \text{ тогда}$$

$$v_w = v_1$$

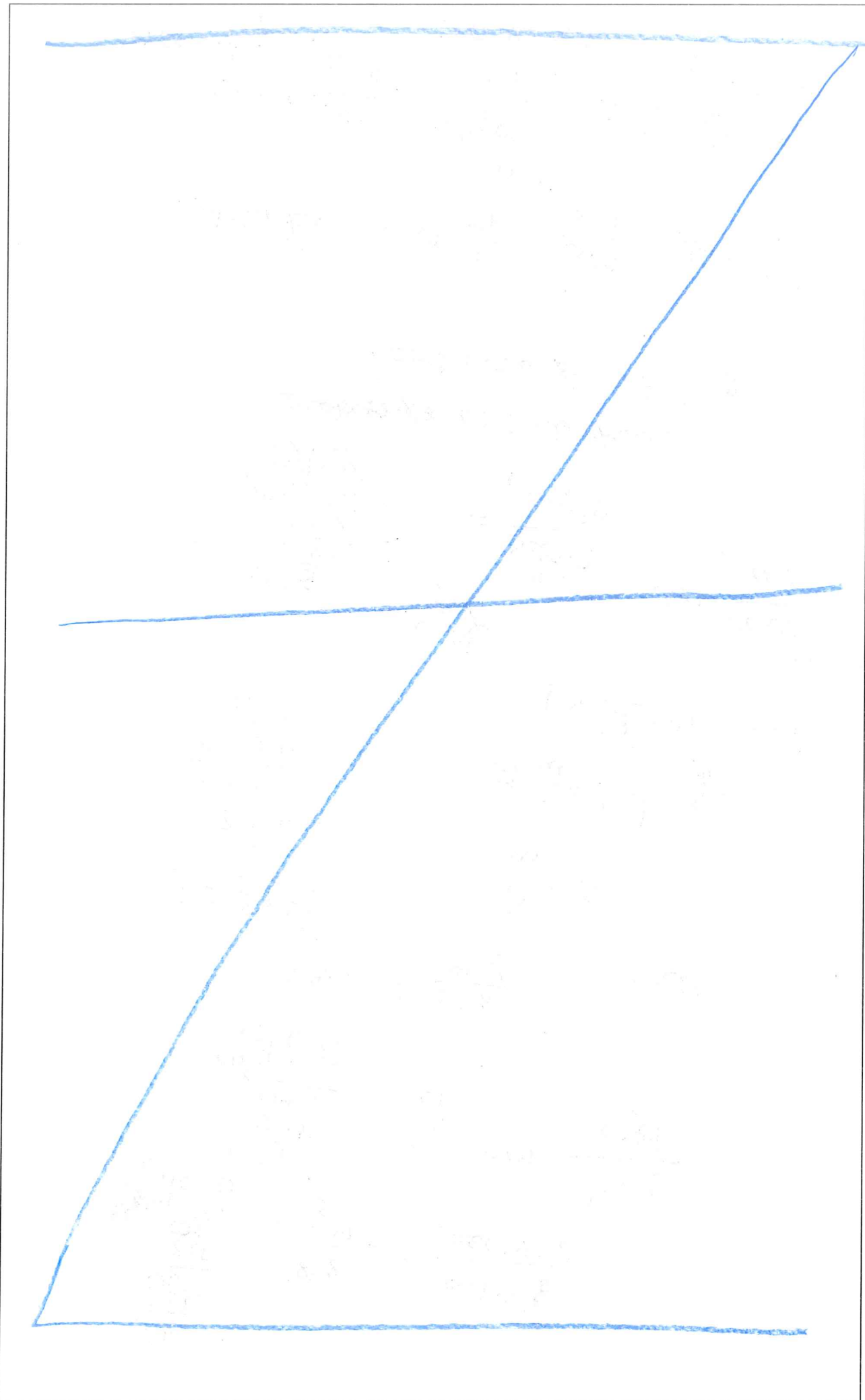
$$M v_w^2 + \frac{M^2 v_w^2 \cdot 2 \cdot v_1}{M(v_w - v_1)} = M v_1^2 + M(v_w - v_1) v_1$$

$$-v_w^2 + \frac{2 v_w^2 v_1}{v_w - v_1} = v_1^2 + (v_w - v_1) v_1$$

$$-v_w^3 - v_w^2 v_1 + 2 v_w^2 v_1 = v_1^2 v_w - v_1^3 + v_1(v_w - v_1)^2$$

$$v_w^3 + v_w^2 v_1 = v_1^2 v_w - v_1^3 + v_w^2 - 2 v_w v_1 + v_1^2$$

$$v_w^3 - v_w^3 + v_w^2 v_1 = v_1^2 v_w - v_1^3 + v_w^2 - 2 v_1^2 v_w + v_1^3$$



ЧЕРНОВИК

$k \rightarrow$

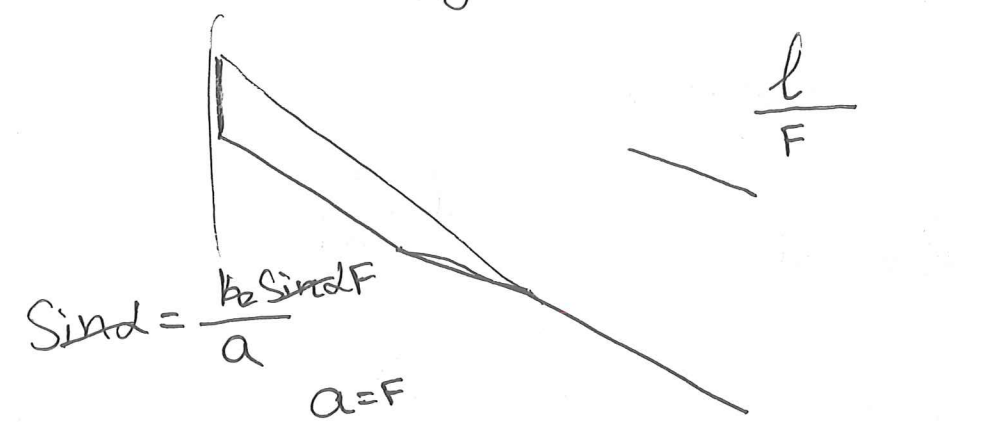
$h = B \quad \text{tg } \beta = \frac{h}{d}$

$h = d \text{tg } \beta$

$\sin \alpha = 1,5 \sin \beta$

$\sin \alpha \rightarrow 0$
 $\frac{h}{d}$

$\cos \alpha \rightarrow 1$
 $\cos \alpha \rightarrow 0$
 $\alpha \approx$



$\sin \alpha = \frac{h \sin \alpha F}{a}$
 $a = F$

h
 $\sin \alpha$
 $\frac{a-F}{Fa}$

$\sin \alpha F - h = \sin \alpha x$
 $\sin \alpha (F - x) = h$

$\sin \alpha F$

$\frac{h}{F} = \sin \alpha$

Черновик

$$\frac{Fa}{a-F} = b$$

F, a,

$$\frac{Fa}{a-F} - b_1 = x$$

$$\frac{a}{b} = \frac{x \rightarrow 0}{y}$$

$$2F \leq b < F$$

$$\cos d = \frac{a}{b}$$

$$b_1 = b + d$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1 + d}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F}$$

$$a - F = \frac{Fa}{b}$$

$$\frac{11 \cdot 10^{-6}}{11 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 1,05 \cdot 10^{-4}} = 10^{-4}$$

$$b_1 = \frac{Fa}{F - a - F}$$

$$b_1 + d = b$$

$$\frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} = 8000$$

$$x + b_1 = b$$

$$x = \frac{1}{3}d$$

$$b_1 - \frac{b}{2} = \frac{1}{3}d \cdot x = \frac{2}{3}d$$

$$\frac{10^{-2}}{1,05}$$

$$\frac{660 \cdot 10^{-65}}{33 \cdot 10^{-7}} = 2000$$

$$\frac{11 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^{-4}}$$

$$\frac{10^{-2}}{1,05} \cdot 6000$$

Черновик

$$\frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4}} = \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,1 \cdot 10^{-2} \cdot 1,05} = \frac{10^{-8,5}}{1,05} \cdot 6000$$

$$\frac{6}{1,05} \cdot 10^5 \quad \frac{600}{105} = \frac{40}{7} \cdot 10^{-4} = 0,5714 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{8,3 \cdot 300 \cdot 2300 \cdot 10000}{2000 \cdot 9018 \cdot 59 \cdot 80 \cdot 2300000}$$

$$\frac{2 \cdot 18^6}{83 \cdot 23} \cdot 1000$$

$$\frac{8,3 \cdot 3^1}{2 \cdot 18^5} =$$

$$\begin{array}{r} 83 \overline{) 60} \\ -60 \\ \hline 230 \\ -180 \\ \hline 500 \end{array}$$

$$\rho V = p = \frac{p}{\mu} RT$$

$$\rho V = \frac{m}{\mu} RT$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$\begin{array}{r} \times 144 \\ 0,533 \\ \hline 432 \\ + 432 \\ \hline 720 \\ \hline 0,76752 \end{array}$$

$$2000 \quad \frac{2 \cdot 18^6}{83 \cdot 300} \cdot 10000$$

$$\frac{6}{18 \cdot 2} \cdot 100 \quad \frac{12}{83}$$

$$\begin{array}{r} 120 \overline{) 83} \\ -83 \\ \hline 370 \\ -332 \\ \hline 380 \end{array}$$

$$\frac{2 \cdot 18 \cdot 10000}{8,3 \cdot 300} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 100}{83 \cdot 3}$$

$$\begin{array}{r} 1200 \overline{) 83} \\ -83 \\ \hline 370 \\ -332 \\ \hline 380 \\ -332 \\ \hline 48 \end{array}$$