



56-33-22-15
(4.2)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

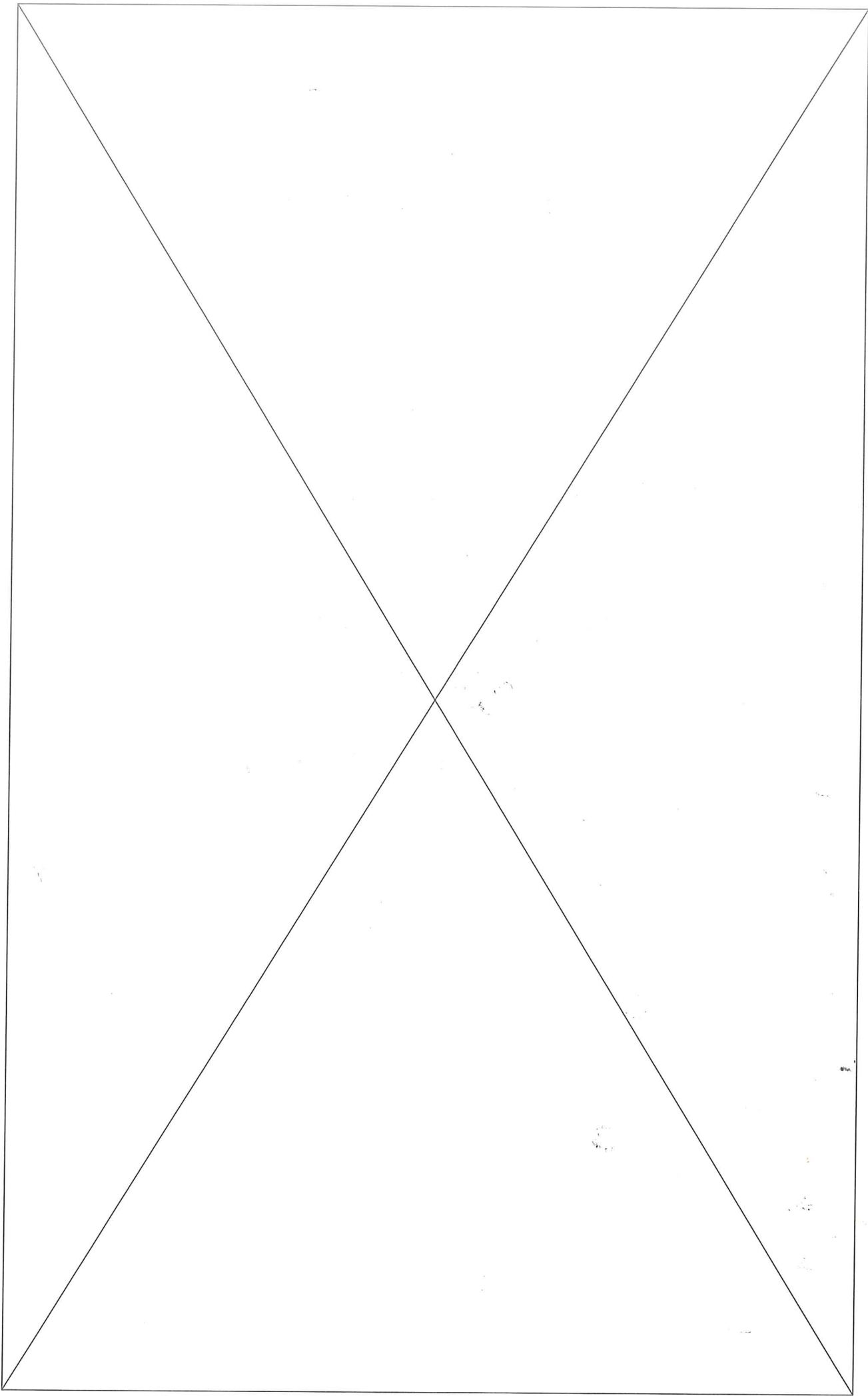
по Физике
профиль олимпиады

Ахметшина Иксана Илшатовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

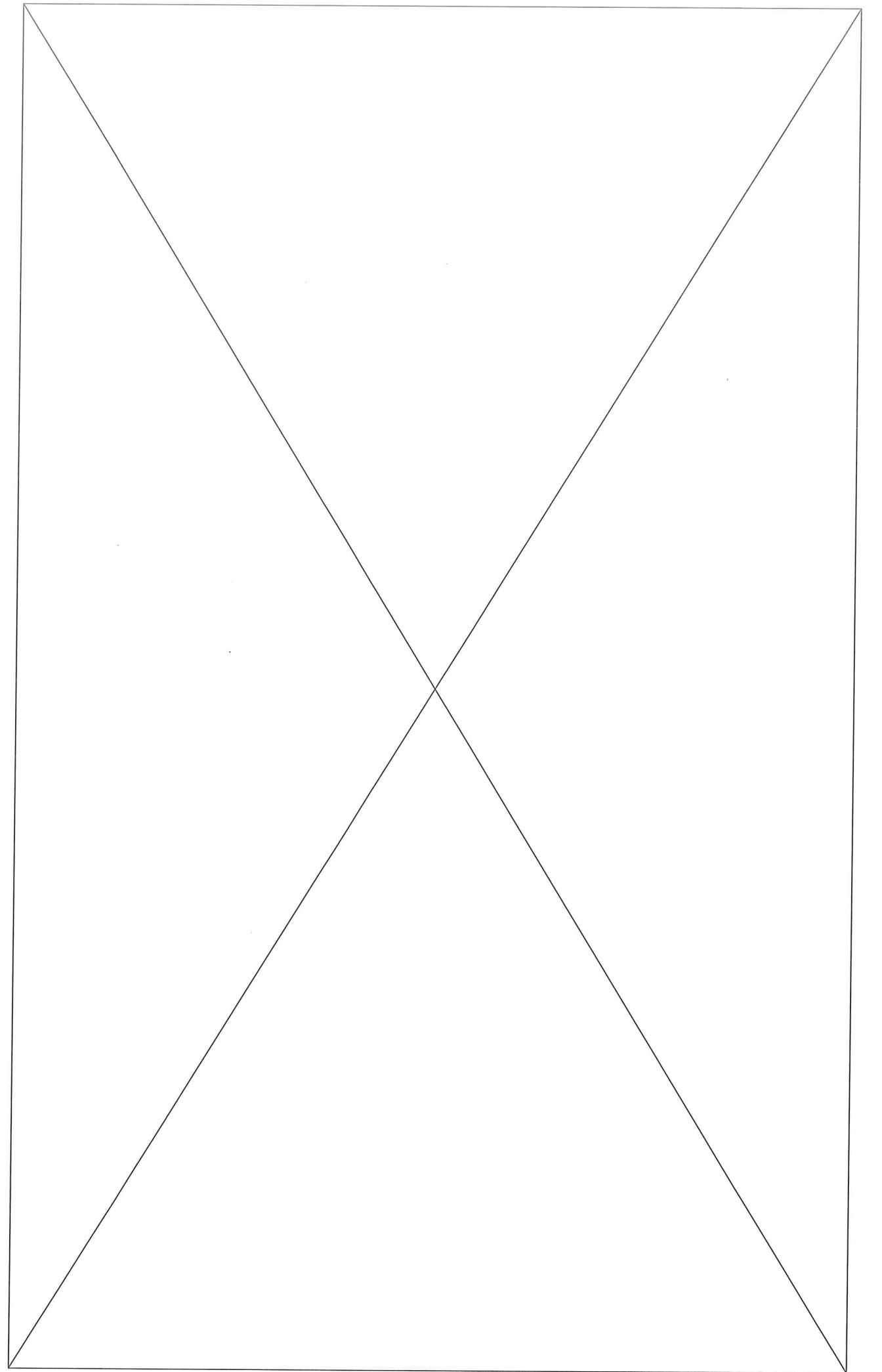
Дата

«13» ФЕВРАЛЯ 2026 года

Подпись участника



Выполнять задания на титульном листе запрещается!



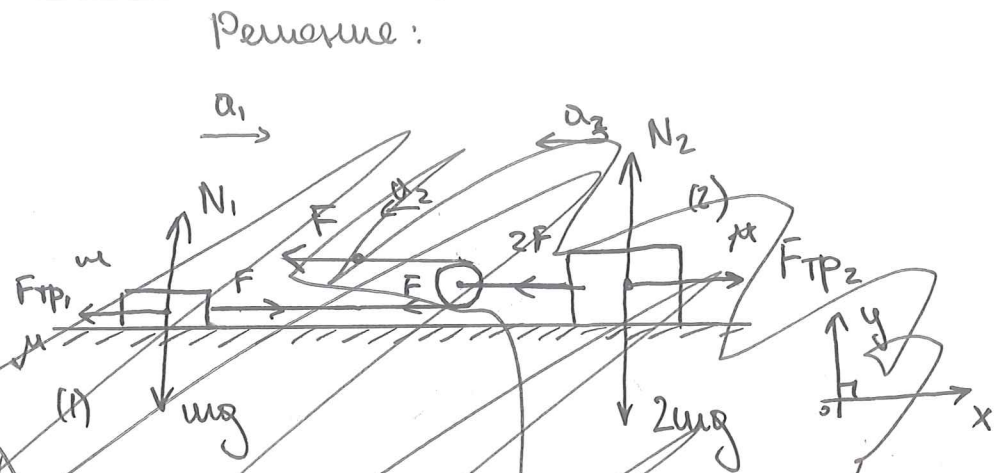
Выполнять задания на титульном листе запрещается!

56-33-22-15
(4.2)

(N1)

Дано:
 $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$
 $M = 2m = 1 \text{ кг}$
 $T = 1 \text{ с}$
 $\Delta x = 1 \text{ м}$
 $\mu = 0,3$

F - ?



(1) IIЗ.Н:

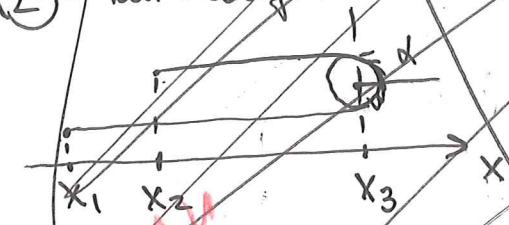
(1) $\Sigma F_x: F - F_{тр1} = ma_1 \rightarrow F - \mu mg = ma_1$

$\Sigma F_y: N_1 = mg$

(2) $\Sigma F_x: -2F + F_{тр2} = 2ma_3 \rightarrow 2\mu mg - 2F = -2ma_3$

$\Sigma F_y: N_2 = 2mg$

(2) кин. связь:



L-длина нити:

$L = d + (x_3 - x_2) \cdot 2 + x_2 - x_1, d = \text{const}$

$L = d + 2x_3 - 2x_2 + x_2 - x_1 = d + 2x_3 - x_2 - x_1$

Продифференцируем по времени:

$0 = 2\Delta x_3 - \Delta x_2 - \Delta x_1$

$\frac{2\Delta x_3}{\Delta t} - \frac{\Delta x_2}{\Delta t} - \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = 0 \quad (\Delta t \rightarrow 0)$

$2a_3 = a_2 + a_1$

где a_3 - уск. бл. массой M, a_1 - уск. бл. массой $m,$

a_2 - уск. нити.

(3) $\Delta x = \frac{a_2 T^2}{2} \rightarrow a_2 = \frac{2\Delta x}{T^2} = \frac{2 \cdot 1}{1^2} = 2 \text{ м/с}^2$

(4)

$a_2 = 2a_3 - a_1$
 $F - \mu mg = ma_1$ (*)
 $2\mu mg - 2F = -2ma_3$

$\mu mg - F = -ma_3 \rightarrow F = \mu mg + ma_3$ подставляем в (*):

$\mu mg + ma_3 - \mu mg = ma_1 \rightarrow a_1 = a_3$, Тогда $a_2 = 2a_1 - a_1 = a_1$

N 95 (решение не в)

1	2	3	4	5
20	17	18	20	20

$$F = \mu_1 m_1 a_1 + m_2 a_2 = 0,3 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 0,5 \text{ м} \cdot 2 \text{ м/с}^2 = (1,5 + 1) \text{ Н} = 2,5 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 2,5 \text{ Н}$

Решение:

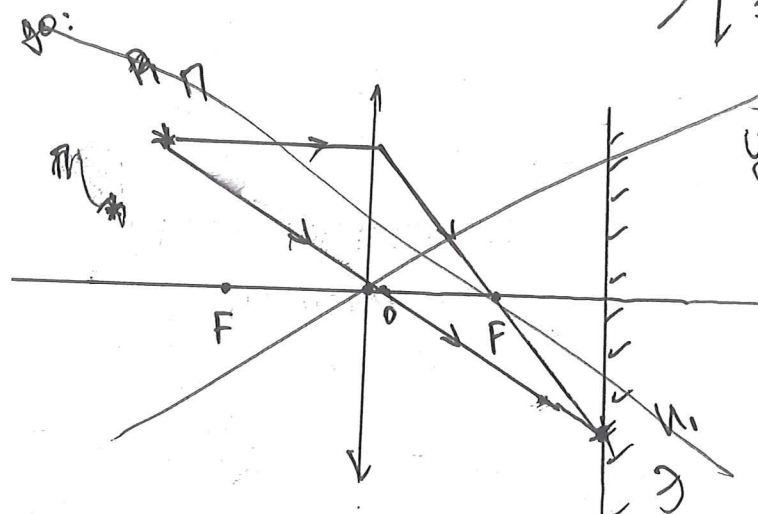
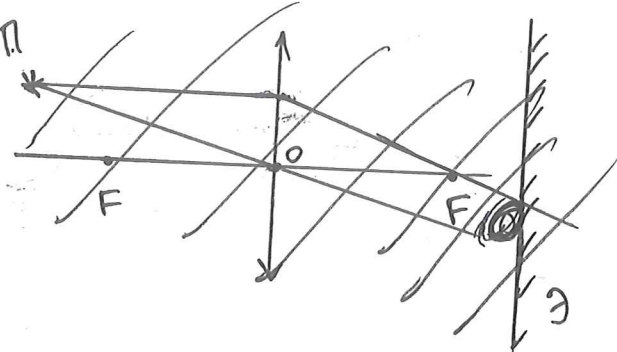
~~N2~~

N5

$n = 1,5$
 $d = 3 \text{ см}$

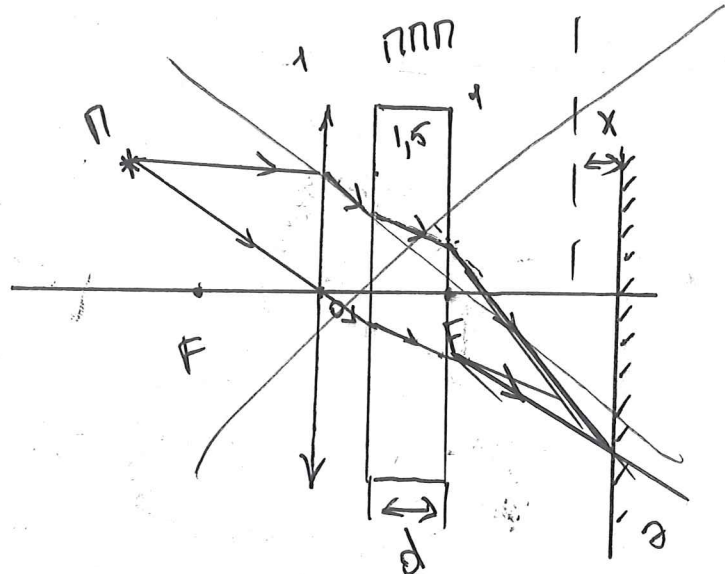
$x = ?$

① Линза собирающая Т.К. Изображение находится на м/у линзой и экраном ото
вращив.

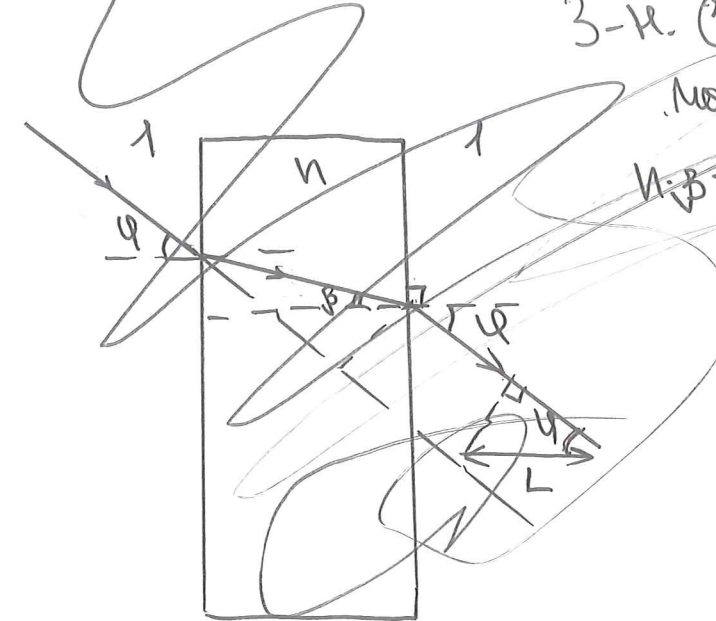


Угол малые, тогда ист.
→ угол формируемая
параллельными
лучами

после:



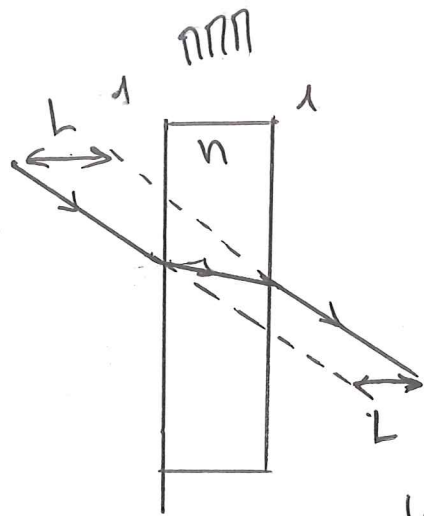
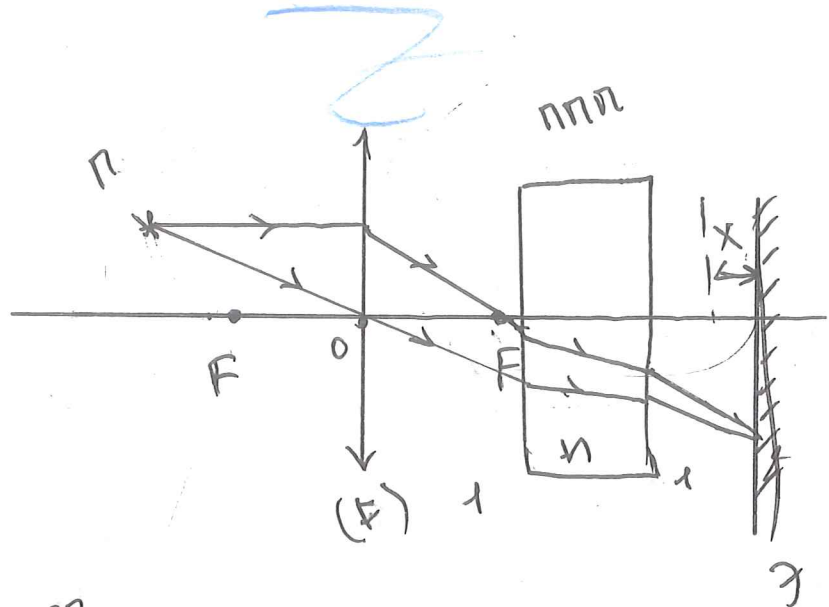
Док-во формулы:



3-й. Сметуя для
малого угла;
 $n \cdot \beta = 1 \cdot \varphi$



После:



ППП находится в воздухе:

$$L = d \left(1 - \frac{1}{n}\right) = d \cdot \left(\frac{3}{3} - \frac{2}{3}\right) = 3 \text{ см} \cdot \frac{1}{3} = 1 \text{ см}$$

Чтобы изображение стало четким, надо переместить экран влево на 1 см вправо. $\rightarrow x = 1 \text{ см}$

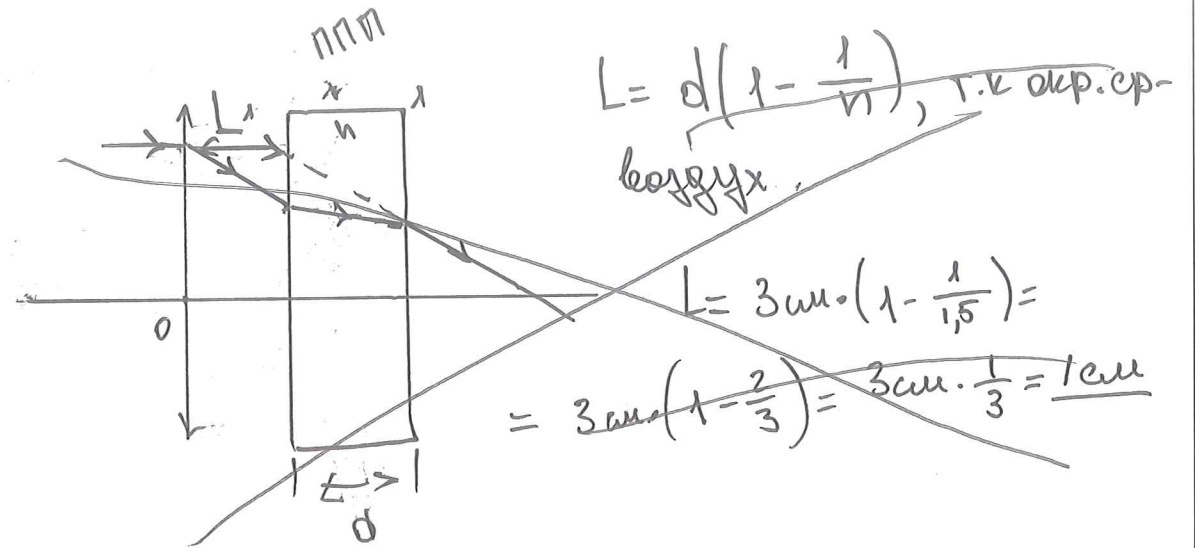
Экран влево на 1 см вправо. $\rightarrow x = 1 \text{ см}$

Ответ: $x = 1 \text{ см}$

Т.к. после выхода луча света с ППП он идет \parallel -н т.е. т.е. что вошел в ППП.

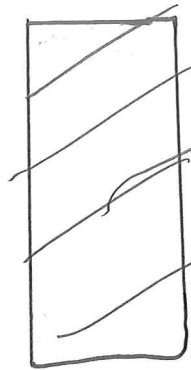
Ответ: $x = 1 \text{ см}$; вправо.

56-33-22-15 (4.2)



$L = d \left(1 - \frac{1}{n}\right)$, т.к. окр. ср. воздух.

$$L = 3 \text{ см} \cdot \left(1 - \frac{1}{1,5}\right) = 3 \text{ см} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\right) = 3 \text{ см} \cdot \frac{1}{3} = 1 \text{ см}$$



(N3) (8)

$m_1 = 660 \text{ мг}$

$m_3 = 744 \text{ мг}$

$S = 110 \text{ см}^2$

$k_1 = 3,3 \cdot 10^7 \text{ м/км}$

$k_2 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ м/км}$

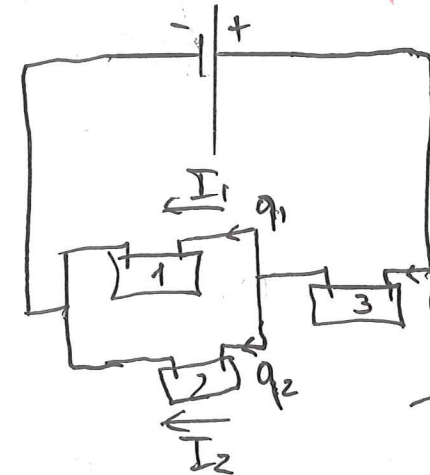
$k_3 = 9,3 \cdot 10^8 \text{ м/км}$

$\rho = 1,05 \cdot 10^4 \text{ м/м}^3$

$h = ?$

Решение:

1



$\Sigma I_0 = I_1 + I_2 + I_3$
 $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 \rightarrow$

$\Delta q_0 = \Delta q_1 + \Delta q_2$

$\Delta q_0 = \Delta q_3 \rightarrow$

$\Delta q_3 = \Delta q_1 + \Delta q_2$

- Заряды, протекающие через банки.

$$m_1 = k_1 \cdot \Delta q_1 \rightarrow \Delta q_1 = \frac{m_1}{k_1} = \frac{660 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{3,3 \cdot 10^7 \text{ м/км}}$$

$$m_2 = k_2 \cdot \Delta q_2$$

$$m_3 = k_3 \cdot \Delta q_3$$

$$= \frac{6600}{33} \text{ км} = 200 \text{ км}$$

$$\Delta q_3 = \frac{m_3}{k_3} = \frac{744 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}{9,3 \cdot 10^{-8} \text{ кг/кн}} = \frac{744000}{93} \text{ кн} = \underline{8000 \text{ кн}}$$

$$\begin{array}{r} 744000 \text{ кн} \\ - 744 \cdot 1000 \\ \hline 0000 \end{array} \quad \begin{array}{l} 93 \\ \hline 8000 \text{ кн} \end{array}$$

$$\Delta q_3 = \Delta q_1 + \Delta q_2 \rightarrow \Delta q_2 = \Delta q_3 - \Delta q_1 = 8000 \text{ кн} - 2000 \text{ кн} = 6000 \text{ кн}$$

$$m_2 = k_2 \cdot \Delta q_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/кн} \cdot 6000 \text{ кн} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 1,1 \text{ г} = \underline{1100 \text{ мг}}$$

$$V(\text{серебро}) = \frac{m_2}{\rho} = \frac{1,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3} =$$

$$= \frac{1,1 \text{ кг}}{1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3} = \frac{1,1 \text{ м}}{1,05 \cdot 10^4 \text{ м}^3}$$

$$\begin{array}{r} 1,1 \\ \cdot 105 \\ \hline 110 \\ \hline 110 \\ \hline 000 \end{array}$$

$$V(\text{серебро}) = S \cdot h \rightarrow h = \frac{V(\text{серебро})}{S} =$$

$$= \frac{1,1 \text{ м}}{1,1 \text{ м}^2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,05 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3} = \frac{1,1}{1,05 \cdot 10^5} \text{ м} =$$

$$= \frac{1,1}{1,05} \text{ мкм} \approx 1047,6 \text{ мкм}$$

$$\begin{array}{r} 1,1 \\ \cdot 105 \\ \hline 110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11000 \\ - 5250 \\ \hline 5750 \\ - 3350 \\ \hline 2400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11000 \\ - 10500 \\ \hline 500 \end{array}$$

Ответ: $h = 1047,6 \text{ мкм}$

$$\Delta X = \frac{a_{\text{отн}} \cdot T^2}{2} = \frac{2a_1 \cdot T^2}{2} \rightarrow a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta X = \frac{a_{\text{отн}} \cdot T^2}{2} = \frac{2a_1 \cdot T^2}{2} = a_1 \cdot T^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow a_1 = \frac{\Delta X}{T^2} = 1 \text{ м/с}^2$$

Подставим в (*):

$$F - \mu m g = m a_1 \rightarrow F = \mu m g + m a_1 = 0,3 \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 0,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 2 \text{ Н}$

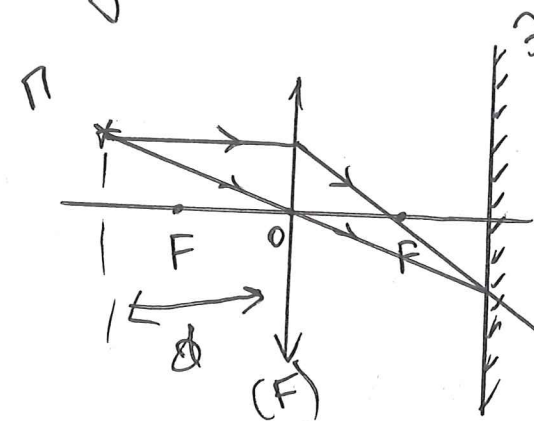
№5

$d = 3 \text{ см}$
 $h = 1,5$
 $x = ?$

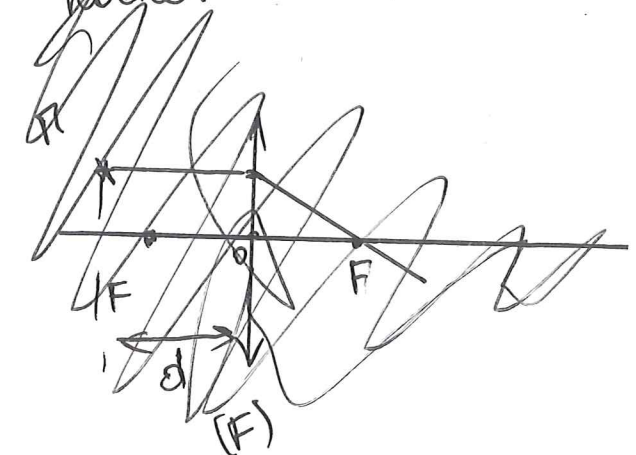
Решение:

① Линза собирающая т.к. изображение находится между линзой и экраном и оно действительное.

до:



после:

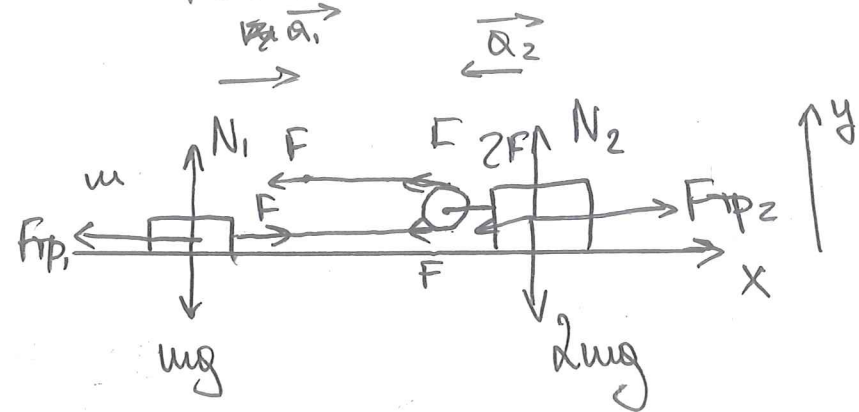


N1

$m = 0,5 \text{ кг}$
 $M = 2m = 1 \text{ кг}$
 $\Delta x = 1 \text{ м}$
 $\mu = 0,3$

$F = ?$

Решение:



1) ПЗ.Н:

Для тела массой m:

$$\begin{cases} O_x: F - F_{тр1} = ma_1 \\ O_y: N_1 = mg \\ F_{тр1} = \mu mg \end{cases} \rightarrow F - \mu mg = ma_1 \quad (*)$$

Для тела массой M:

$$\begin{cases} O_x: F_{тр2} - 2F = -2Ma_2 \\ O_y: N_2 = 2mg \\ F_{тр2} = \mu \cdot 2mg \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2\mu mg - 2F = -2Ma_2 \\ F - \mu mg = Ma_2 \end{cases} \text{, знают}$$

$a_1 = a_2$ (из *)

Перейдем в С.О. тела массой m:

$\vec{a}_2 = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{пер}; \vec{a}_{пер} = \vec{a}_1$

$O_x: -a_2 = -a_{отн} + a_1 \rightarrow a_{отн} = 2a_1 + a_2, a_1 = a_2 \rightarrow$

$a_{отн} = 2a_1$

З

З

56-33-22-15
(4.2)

N2

$L = 2,5 \text{ м}$
 $T = 2 \text{ с}$
 $L = 20 \text{ м}$
 абсолютно не упругий
 $H = ?$

Решение:

1) Рассмотрим движение после попадания

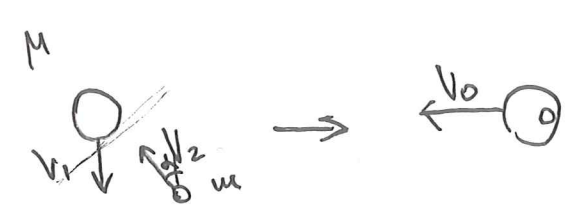
пули:



$O_x: Lx = v_0 \times T \rightarrow L = v_0 T \rightarrow$
 $\rightarrow v_0 = \frac{L}{T} = \frac{20 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 10 \text{ м/с}$

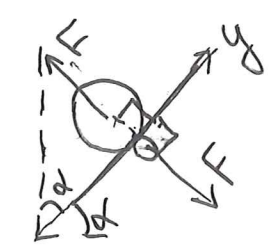


2) Рассмотрим момент удара:



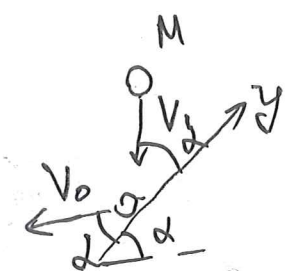
Едет const.

Рассмотрим систему "шар".



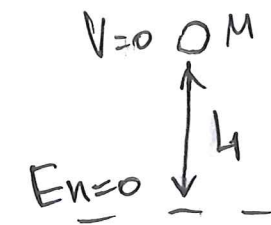
$F_{рвнм} = 0 \rightarrow \text{рвнм} = \text{const}$

ЗСМ: $O_y: \dots$ т.к. $m \text{ пули} \ll M$



$Mv_{1y} = Mv_{0y} \rightarrow v_{1y} = v_{0y}$
 $v_{1 \text{ const}} = v_{0 \text{ const}} \rightarrow v_1 = v_0 = 10 \text{ м/с}$

Дополнительно пули:



$A_{мех. сил} = E_{кин} - E_{пот} \neq$

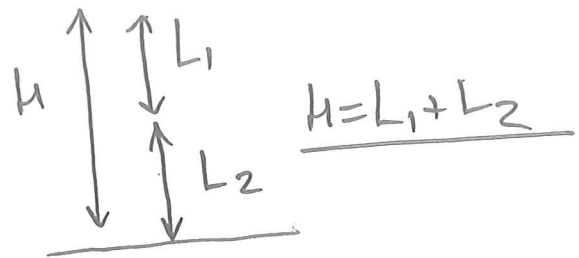
\rightarrow ; $A_{мех. сил} = 0 \rightarrow$

$E_{мех} = \text{const}$

ЗСЭ:

$MgL_1 = \frac{Mv_0^2}{2} \rightarrow$
 $\rightarrow L_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ м}$

$L_1 = 5 \text{ м}$



после нахождения пути:

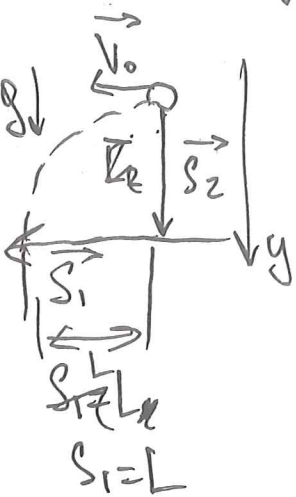
$$0_y: S_2 = L_2 = v_{0y}T + \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} =$$

$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (2 \text{ с})^2}{2} = 20 \text{ м}$$

$H = L_1 + L_2 = 5 \text{ м} + 20 \text{ м} = 25 \text{ м}$

Ответ: 25 м

*не 6 сот
виз
нет радиуса
сд*



(N 3) а)

- $V = 50 \text{ м}^3$
- $T_0 = 300 \text{ К}$
- $\varphi_0 = 41,5\%$
- $t = 100^\circ \text{C}$
- $r = 800 \text{ м}$
- $U = 100 \text{ В}$
- $\eta = 80\%$
- $P_{\text{нас}} = 2 \text{ кВт}$
- $\lambda = 2,3 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-1}$
- $\mu = 0,018 \text{ м/моль}$
- $R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$

Решение:

① 3-к. Джоуля нагрев:

$Q = I^2 R T = \frac{U^2}{R} T = \frac{U^2}{r} 4 \cdot T = \frac{(100 \text{ В})^2}{800 \text{ м}}$

$I = \frac{U}{R}$
 $\cdot 2300 \text{ с} = \frac{125}{80} \cdot 2300 \text{ Дж} = 287500 \text{ Дж}$

$\eta = \frac{Q_{\text{попуч}}}{Q} \cdot 100\% \rightarrow$

$\rightarrow Q_{\text{попуч}} = \frac{Q \cdot \eta}{100\%} = 0,8 \cdot 287500 \text{ Дж}$

230000 Дж

$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас}}} \cdot 100\% = 41,5\% \rightarrow P_1 = P_{\text{нас}} \cdot 0,415 =$
 $= 2000 \text{ Вт} \cdot 0,415 = 830 \text{ Вт}$

Будем считать пар идеальным газом:

$p_1 V = \nu_1 R T_0$, ν_1 - кол-во в-ва пара в комнате.

$\nu_1 = \frac{p_1 V}{R T_0} = \frac{m_1}{\mu} \rightarrow m_1 = \frac{\mu p_1 V}{R T_0}$

$= 0,018 \text{ м/моль} \cdot 830 \text{ Вт}$ m_1 - масса пара в комнате.

Рассмотрим парообразование:

$Q_{\text{попуч}} = \lambda \cdot m_B$, где m_B - масса воды, которая парообразовалась

$m_B = \frac{Q_{\text{попуч}}}{\lambda} = \frac{230000 \text{ Дж}}{2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = \frac{230000}{2300000} \text{ кг} = 0,1 \text{ кг}$

Тогда масса пара в комнате: $m_2 = m_1 + m_B$

Абсолютная влажность:

$\rho = \frac{m_2}{V} = \frac{m_1 + m_B}{V}$

① $\rightarrow m_1 = \frac{\mu p_1 V}{R T_0} = \frac{0,018 \text{ м/моль} \cdot 830 \text{ Вт} \cdot 50 \text{ м}^3}{8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 300 \text{ К}} = 0,3 \text{ кг}$

$\rho = \frac{0,1 \text{ кг} + 0,3 \text{ кг}}{50 \text{ м}^3} = \frac{400 \text{ г}}{50 \text{ м}^3} = 8 \text{ г/м}^3$

нет единой формулы от ответа

Ответ: $\rho = 8 \text{ г/м}^3$