



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

дежур

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

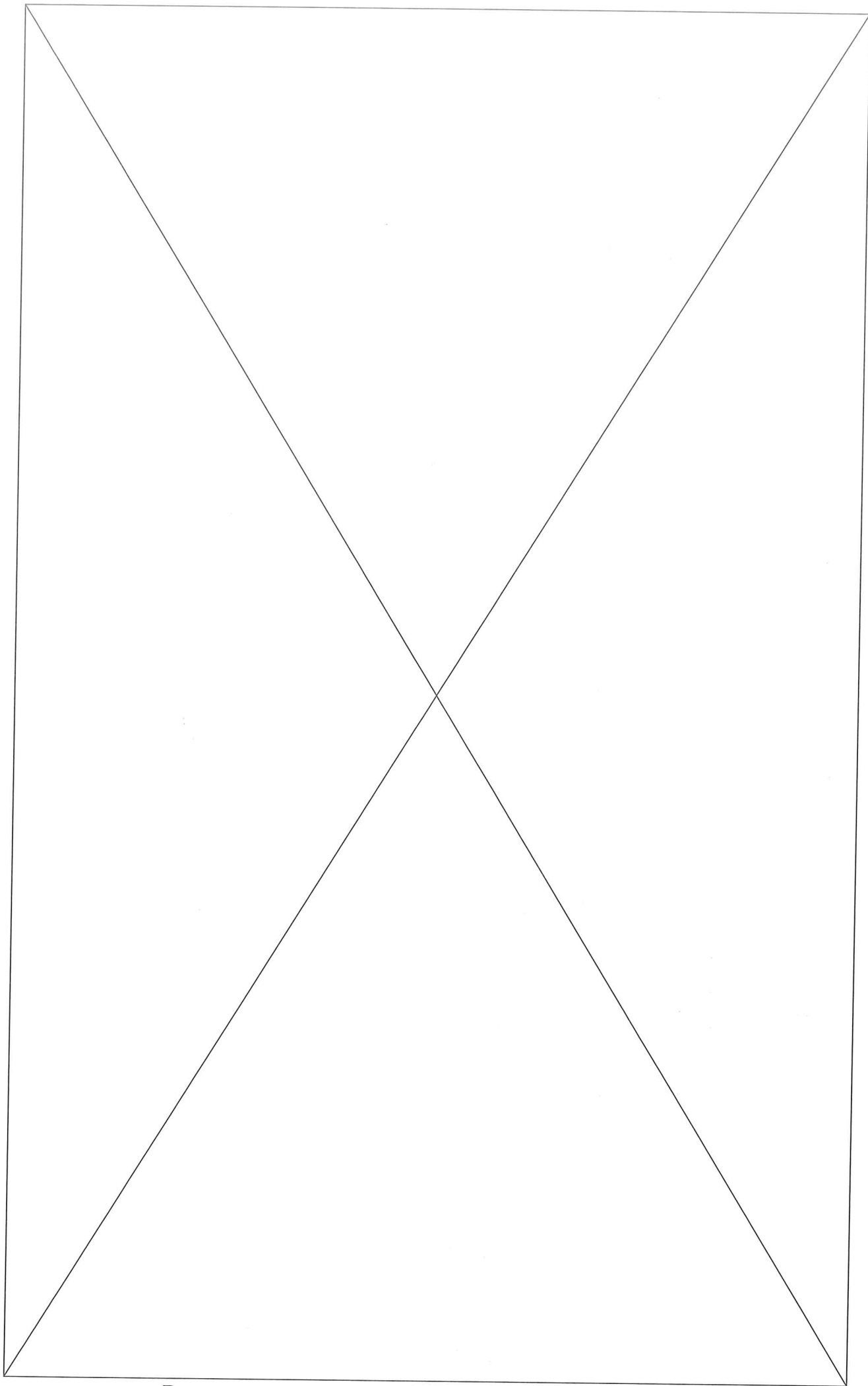
Филоновой Елизаветы Михайловны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист Мухом
16 17 - выход М
18 20 - возвращение М

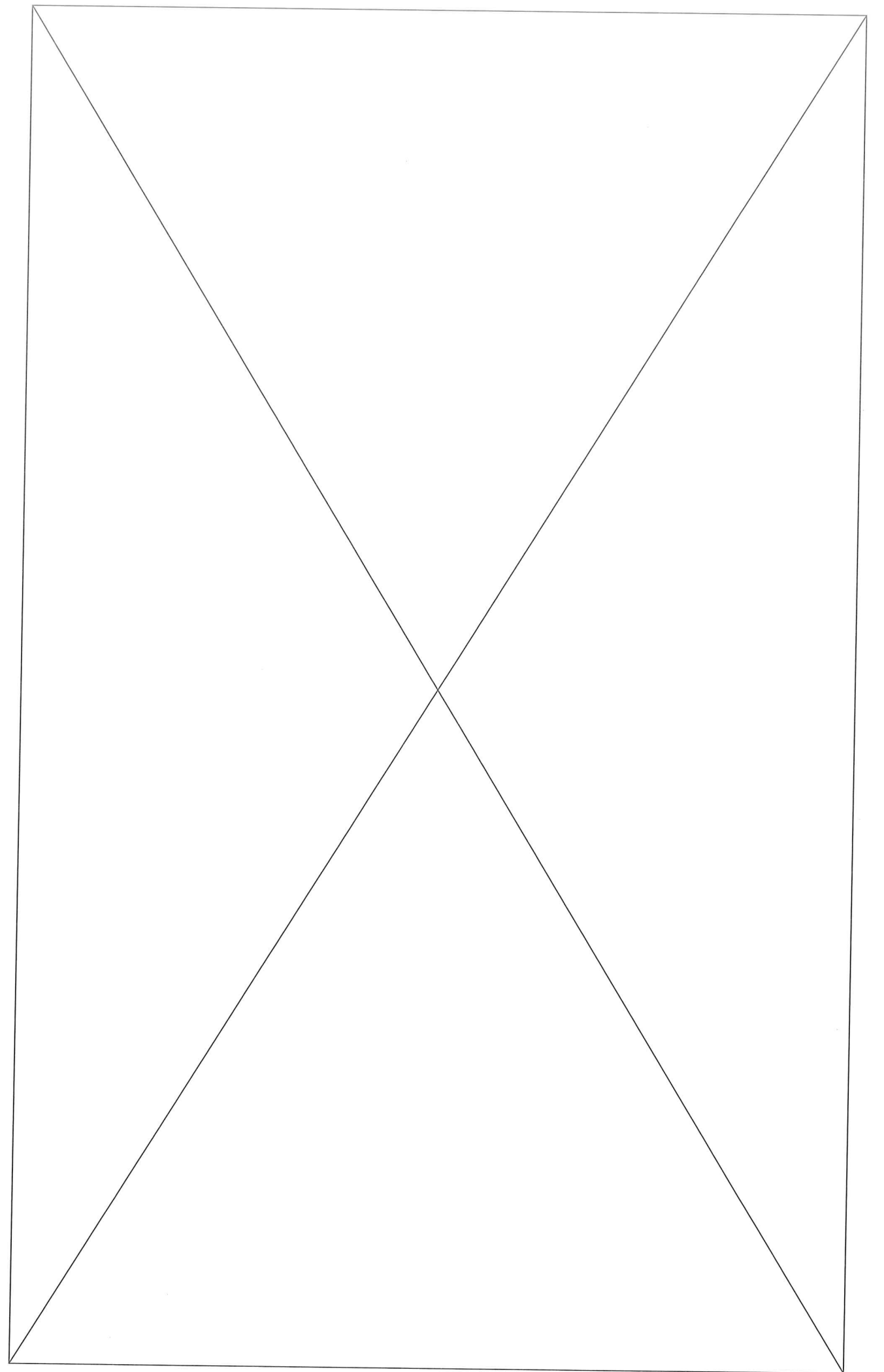
Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Филонова

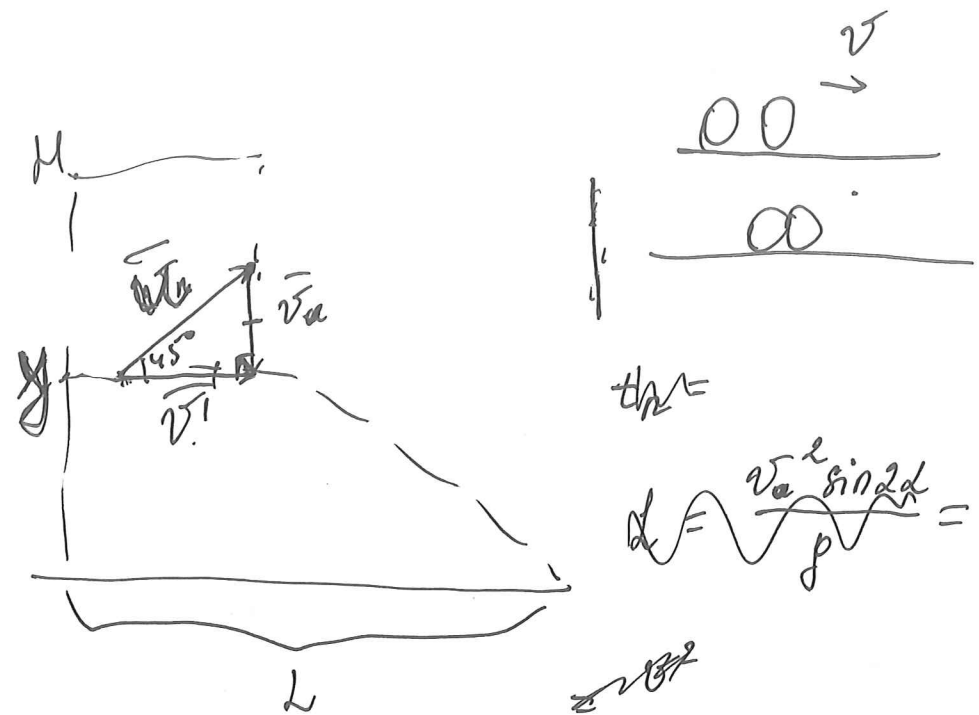
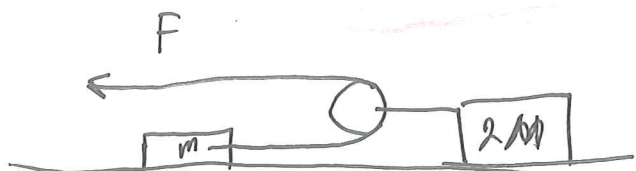


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Чертовик.



$$d = \frac{v_a^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$\frac{gt'^2}{2} = y \quad v^2 = L \rightarrow v = \frac{L}{t'} \quad v = gt'$$

$$\frac{gt'^2}{2} = H - y$$

$$t' = \frac{L}{\tau g}$$

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{L^2}{\tau^2 g^2} = \frac{L^2}{2\tau^2 g} = H - y$$

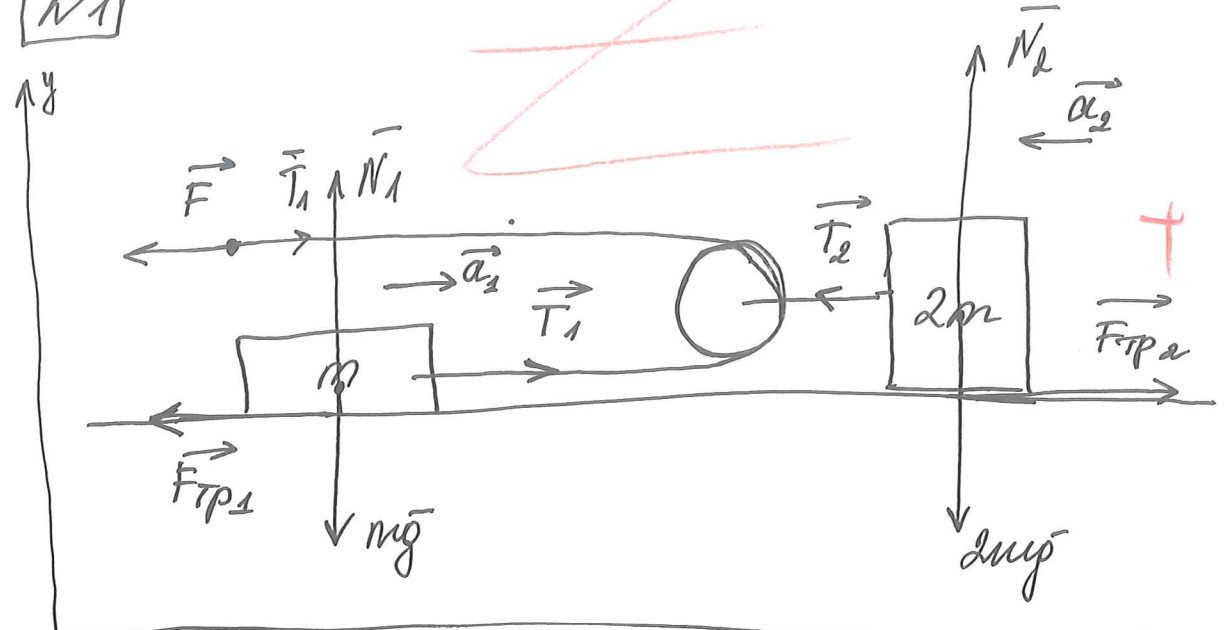
$$\frac{L^2}{2\tau^2 g} = H - \frac{gt'^2}{2}$$

14-52-50-83
(49)

дешифр

Чистовик.

N1



Пусть бруски имеют ускорения a_1 и a_2 . Обозначим их и смеем, действующие на тела на рисунке. Выберем осн. (см. черт.)

Упорной записи Ньютона в проекциях

на OX: $T_1 - F_{тр1} = ma_1$ (1)

$F_{тр2} - T_2 = -2ma_2$ (2)

на OY: $N_1 = mg$

$N_2 = 2mg$

Нити не растягиваются и нить невесомая \Rightarrow сумма сил на нее $0 \Rightarrow \Rightarrow F = T_1$.

но определим $F_{тр1} = \mu N_1$, $F_{тр2} = \mu N_2$
 $\Rightarrow F_{тр1} = \mu mg$, $F_{тр2} = 2\mu mg$.

Блок невесомый \Rightarrow сумма сил, действ. на него $0 \Rightarrow T_2 = 2T_1 = 2F$.

подставим в (1) и (2): прообразим \rightarrow

Получить полные задания по адресу: www.uchebnyy.com

1	20	20	20	90
2	12	20	20	90
3	20	20	20	90
4	18	20	20	90
5	20	20	20	90

Чистовик. №1 Прорешение.

$$\begin{cases} F - \mu mg = ma_1 & (3) \\ 2\mu mg - 2F = -2ma_2 & (4) \end{cases} \Leftrightarrow \mu mg - F = -ma_2$$

Пусть между брусьями скольжения x .

Может $\Delta x =$ вычисляем:

$$\Delta x = \frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2}, \text{ т.к. брусья движутся}$$

из сост. покоя
маленькое время,
можно считать
равномерно.

$$2\Delta x = (a_1 + a_2) t^2$$

\Downarrow

$$a_1 + a_2 = \frac{2\Delta x}{t^2} \quad (5)$$

Возьмем из (3) и (4) ае:

$$F - \mu mg - \mu mg + F = ma_1 + ma_2$$

$$2F - 2\mu mg = m(a_1 + a_2) \quad | \text{ подставим (5) }.$$

$$2F - 2\mu mg = \frac{2\Delta x m}{t^2} \quad | :2$$

$$F - \mu mg = \frac{\Delta x m}{t^2}$$

$$F = \mu mg + \frac{\Delta x m}{t^2}$$

$$F = m \left(\mu g + \frac{\Delta x}{t^2} \right) \quad m: 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}.$$

$$F = 0,5 \text{ кг} \cdot \left(0,3 \cdot 10 + \frac{1}{1} \right) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ Н}.$$

Ответ: ~~2 Н~~ 2 Н

20

Черновик.

$\frac{660}{110 \cdot 105 \cdot 10^4} =$
 $= \frac{6}{105} \cdot 10^{-4} =$
 $=$
 $\frac{6,000}{5,25} \cdot 105$
 $\frac{750}{7,35}$
 $\frac{150}{1,105}$
 $\frac{45}{}$
 $0,0571 \cdot 10^{-4} \text{ м} =$
 $= 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$

Черновик

$$\varphi_0 = \frac{p_{\text{нп}}}{p} \rightarrow p_{\text{н}} = \varphi_0 p$$

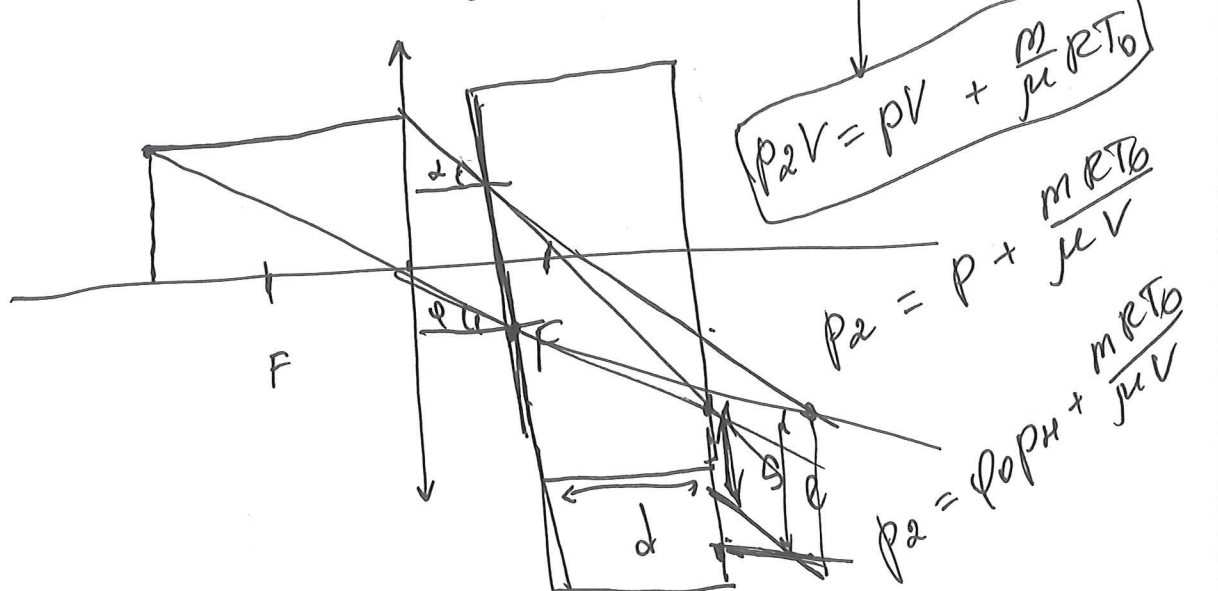
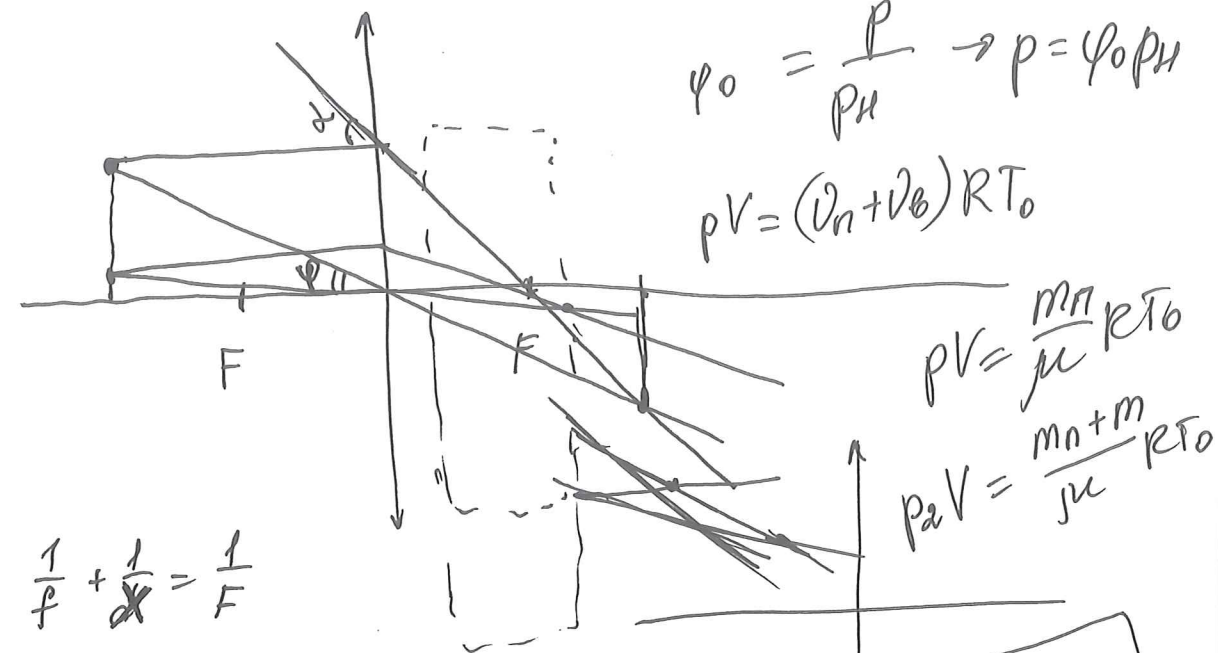
$$\varphi_0 = \frac{p}{p_{\text{н}}} \rightarrow p = \varphi_0 p_{\text{н}}$$

$$pV = (v_{\text{н}} + v_0) RT_0$$

$$pV = \frac{m_{\text{п}}}{\mu} RT_0$$

$$p_2 V = \frac{m_{\text{н}} + m}{\mu} RT_0$$

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



$$p_2 V = pV + \frac{m}{\mu} RT_0$$

$$p_2 = p + \frac{m RT_0}{\mu V}$$

$$p_2 = \varphi_0 p_{\text{н}} + \frac{m RT_0}{\mu V}$$

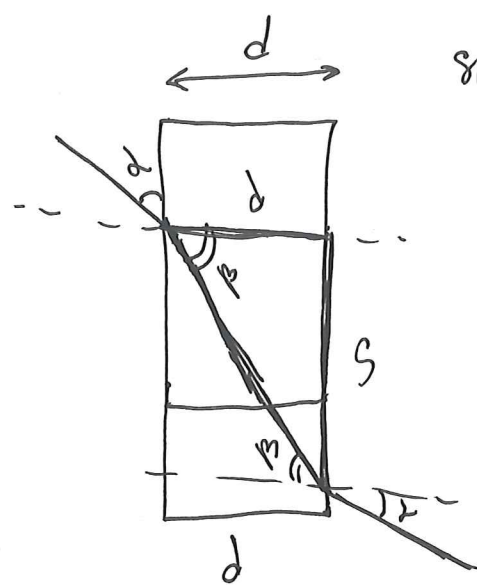
$$\sin \alpha = 1.5 \sin \beta$$

$$\alpha = 1.5 \beta$$

$$\tan \beta = \frac{s}{d} = \beta$$

$$s = d \beta = d \cdot \frac{\alpha}{1.5} = \frac{2}{3} d \alpha$$

$$l = d \gamma = d \cdot \frac{2}{3} \varphi$$

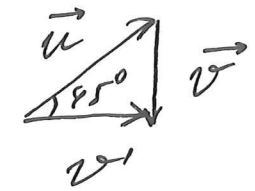


14-52-50-83
(4,9)

Чистовик. №2



Введем систему координат. Пусть в момент попарных пули шарик летит со скоростью \vec{v} , а пуля со скоростью \vec{v}_1 . Известно, что после абсолютно неупругого соударения (т.е. пуля остается в шарике, но её масса приобретаем массу) шарик движется горизонтально, значит, можно рассмотреть преобразование скоростей:



по оси. Угол скорости пули с вертикалью $45^\circ \Rightarrow$ с горизонталью тоже, $\vec{v} \perp \vec{v}_1 \Rightarrow$ это равнобедренный прямоугольный треугольник;

$\Rightarrow v = v_1$. Дальше будем обозначать v как v . Ну и так далее:

$v = gt_1$, где t_1 - время движения до удара. После удара скорость можно разбить по составляющим: $v_x = v$, $v_y \neq gt$. Продолжение \rightarrow

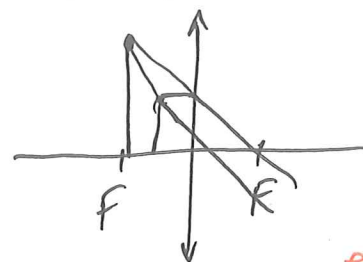
Чистовик p_2 - давление во второй ситуации. n_3 - n_3 (по формуле)
 $p_2 V = \frac{m_1 + m}{\mu} R T_0 = pV + \frac{m}{\mu} R T_0$; $p_2 = p_{\text{Формас}} + \frac{m R T_0}{\mu V}$
 $p_2 = \frac{p_2}{p_{\text{Формас}}} = \varphi_0 + \frac{m R T_0}{\mu V p_{\text{Формас}}}$
 $p_2 = \frac{1}{\mu} p_2 R T_0 \rightarrow p_2 = \frac{\mu p_2}{R T_0} = \frac{\mu}{R T_0} (p_{\text{Формас}} + \frac{m R T_0}{\mu V}) =$
 $= \frac{\mu p_{\text{Формас}}}{R T_0} + \frac{m}{V}$; $p_2 = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 9,415 \cdot 2 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 300} + \frac{0,1}{50} = 6 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{500} =$
 $= 0,008 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 8 \frac{\Gamma}{\text{м}^3}$

Ответ: $8 \frac{\Gamma}{\text{м}^3}$

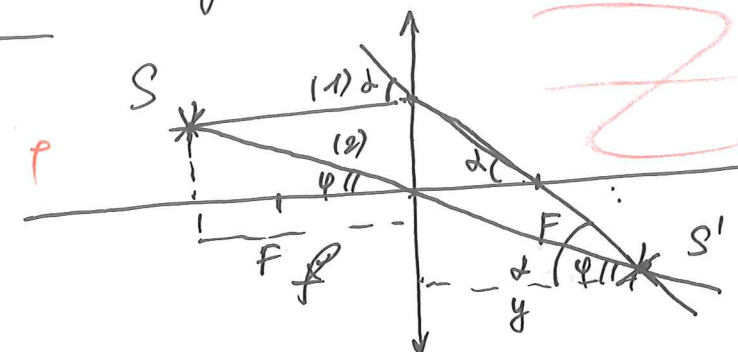
№4 μ - положительная величина. По первому правилу Кирхгофа:
 $I_3 = I_1 + I_2$ (1)
 $m_1 = k_1 q_1 \rightarrow q_1 = \frac{m_1}{k_1}$ (3)
 $m_3 = k_3 q_3 \rightarrow q_3 = \frac{m_3}{k_3}$ (4)
 $m_2 = k_2 q_2 \rightarrow q_2 = \frac{m_2}{k_2}$ (4)
 $I_1 = \frac{q_1}{T}$
 $I_2 = \frac{q_2}{T}$
 $I_3 = \frac{q_3}{T}$
 $q_3 = q_1 + q_2$
 $q_1 = \frac{660 \cdot 10^{-6} \text{ кг}}{3,3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/кл}} = \frac{660 \cdot 10}{3,3} = 200 \text{ кл.}$
 $q_3 = \frac{744 \cdot 10^{-6}}{9,3 \cdot 10^{-8}} = \frac{744 \cdot 100}{9,3} = \frac{744}{9,3} \cdot 10^1 = 800 \text{ кл.}$
 Тогда $q_2 = q_3 - q_1 = 800 - 200 = 600 \text{ кл.}$
 Увеличение \rightarrow

14-52-50-83
(4,9)

Чистовик n_5 четкое изображение получается лучше за линзой \Rightarrow изображение действительное \Rightarrow линза не может быть рассеивающей, \Rightarrow она собирающая. Если предмет между фокусом и опт. центром, то изобр. будет мнимое. \Rightarrow изображение предмет находится от фокуса.



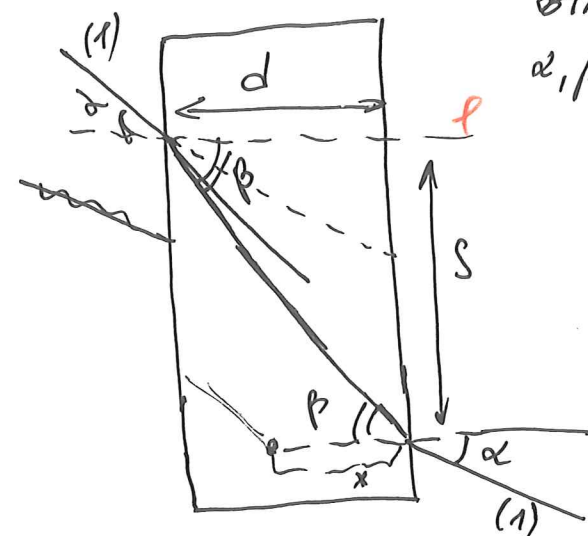
по формуле тонкой линзы:
 $\frac{1}{f} + \frac{1}{g} = \frac{1}{F}$



Когда нет пластины:

С пластиной:

закон преломления:
 $n \sin \alpha = n' \sin \beta$, т.к. $n = n' = 1$
 α, β - малые $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$
 $\sin \beta \approx \beta$
 $\Rightarrow \alpha = n \beta$ $\text{tg} \alpha \approx \beta$



$d = 1,5 \beta$ (*)

$s = \text{tg} \alpha \cdot d \approx \beta d \approx \frac{d}{1,5}$
 аналогично для второго луча.

Точка пересечения луча и оси \Rightarrow второй луч от нее примерно совпадает с осью. где число $e = \frac{1}{1,5} d$ где φ - угол падения $\varphi \rightarrow 0$.

лучи почти примерно пересекутся луча (1) с осью. Если пластина расположена так, что ближе точка к оси, тем ближе её изобр. и второй фокус. Если изобр. было вне обл. заштрихованной линзы, то пластина пересечет луч осью и с осью он уже не пересечется.

№5. Продвижение. Чистовик

Когда если пластина покрывается на поверхности, то отражение будет на бесконечности. Светное отражение не будет. Значит,

чтобы отражение было четким за мучкой, мушко, чтобы отражение в момент, когда пластина не было, было в области, заштрихованной пластиной.

из геометрии:

$\beta d \approx \alpha = \frac{s}{d-x}$ (если не было бы преломления, то было бы отражение) (оно на расстоянии $d-x$ от края пластины).
 $\beta \beta \approx \beta = \frac{s}{d}$

из (x) $\Rightarrow \frac{s}{d-x} = 1,5 \left(\frac{s}{d}\right)$

$s \cdot d = 1,5 s d - 1,5 s x$

$x = \frac{0,5 s d}{1,5 s} = \frac{d}{3}$

$x = \frac{3}{3} = 1 \text{ см.}$

Ответ: 1 см.

Чистовик №3 m_n - иональная масса пара

По закону Джоуля-Ленца $Q_0 = \frac{U^2}{R} \tau$
 и все поступит $Q = \eta Q_0 = \eta \tau \cdot \frac{U^2}{R}$

$Q = 0,8 \cdot 2300 \cdot \frac{100^2}{80} = \frac{80}{80} \cdot 100 \cdot 2300 = 230000 \text{ Дж}$

$Q = \lambda m \Rightarrow m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{230000}{2,3 \cdot 10^6} = \frac{2,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^6} = \frac{1}{10} \text{ кг} =$

$= 100 \text{ г.}$ - вода перейдет в пар.

$v' = \frac{m}{\mu} = \frac{100}{18} \text{ моль.}$

$\varphi_0 = \frac{p_{\text{нас}}}{p} = \frac{m_n}{m_n + m_b} \rightarrow \varphi_0 m_n + m_b \cdot \varphi_0 = m_n$

$m_b = \frac{m_n (1 - \varphi_0)}{\varphi_0}$ ← вода в комнате.

$m_b = \text{const.}$ Глобая относит. влажность:

$\varphi_2 = \frac{m_n + m}{m_n + m + m_b} = \frac{m_n + m}{m_n + m + \frac{m_n (1 - \varphi_0)}{\varphi_0}}$ (1)

абсолютная влажность: $\rho = \frac{m_n + m}{V} = \frac{m_n (1 - \varphi_0)}{\varphi_0 V} + \frac{m}{V}$

Пар и вода оба занимают весь объем комнаты (идеально по V).

Ур-е Менделеева - Клапейрона для пара:

$p_{\text{нас}} V = \nu_n R T_0$

$p_{\text{нас}} V = \frac{m_n'}{\mu} R T_0 \rightarrow m_n' = \frac{p_{\text{нас}} V \mu}{R T_0}$

$m_n' = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2}}{8,3 \cdot 300} = \frac{60}{83} \text{ кг}$ - будет пара, когда он станет насыщенным.

абсолютная влажность: $\sigma = \rho_n' = \frac{m + m_n}{V}$

Пусть p - зависит пар. утол.:
 ур-е Менделеева - Клапейрона:

$\varphi_0 = \frac{p_{\text{нас}}}{p} \rightarrow p = \varphi_0 p_{\text{нас}}$

$pV = \frac{m}{\mu} R T_0$

Чистовик

ИЧ Продвижение

тогда $m_2 = k_2 q_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 600 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$

$V = dS$, где d - толщина.

$V = \frac{m_2}{\rho} \Rightarrow dS = \frac{m_2}{\rho} \rightarrow d = \frac{m_2}{\rho S P} (*)$

Если вобщем выше представить массу:

$d = \frac{k_2 (\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1})}{S \rho}$

подставим числа в (*):

$d = \frac{6,6 \cdot 10^{-4}}{110 \cdot 10^{-4} \cdot 1,05 \cdot 10^4} = \frac{6}{105} \cdot 10^{-4} \approx$

$\approx 5,71 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx 5,7 \text{ мкм}$

Ответ: 5,7 мкм

$$\begin{array}{r} 6,00 \\ - 5,25 \\ \hline 750 \\ - 735 \\ \hline 150 \\ - 105 \\ \hline 45 \dots \end{array} \quad \begin{array}{r} 105 \\ \hline 0,0571\dots \end{array}$$

14-52-50-83
(4.5)

Чистовик

тогда $m_2 = k_2 q_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 600 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$

$V = dS$, где d - толщина
 $P = \frac{m_2}{V} \rightarrow V = \frac{m_2}{\rho P} \Rightarrow dS = \frac{m_2}{\rho P} \rightarrow d = \frac{m_2}{\rho S P} (*)$

$d = \frac{k_2 (\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1})}{S \rho}$, если расчитать массу.

подставим в (*) числа: $S: 110 \text{ см}^2 = 110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$d = \frac{6,6 \cdot 10^{-4} \cdot 110 \cdot 10^{-4}}{66 \cdot 110 \cdot 10^{-4} \cdot 1,05 \cdot 10^4} = \frac{6,6 \cdot 110}{66 \cdot 110 \cdot 105} = \frac{6,6}{66 \cdot 105} = \frac{7}{22^2} \cdot 10^{-4} \approx 0,014504 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

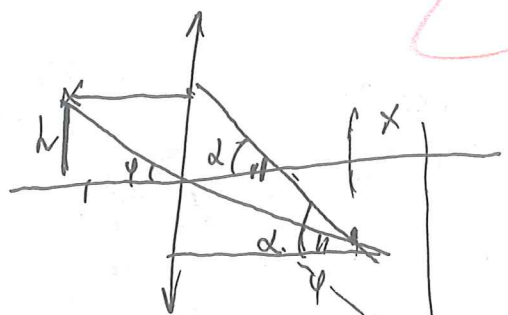
$\approx 14504 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 14504 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx$

$\approx 145041 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 145041 \text{ нм} \cdot \text{нм}$

подставим числа в (*): $d = \frac{6,6 \cdot 10^{-4}}{110 \cdot 10^{-4} \cdot 1,05 \cdot 10^4} \approx \frac{6}{105} \cdot 10^{-4} \approx 0,0571 \cdot 10^{-4} \text{ м} \approx 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx 5,7 \text{ мкм}$

Ответ: 5,7 мкм

Черновик



$$d = \frac{h}{\alpha}$$

$$x = \frac{h}{1.5\alpha}$$

$$d - x = 1.5 \frac{h}{\alpha} - 1.5 \frac{h}{\alpha}$$

$$x = \frac{0.5 \cdot 8 \cdot 1}{1.5 \cdot 2} = \frac{1.2}{2 \cdot 3} = 1 \text{ cm}$$

$$\frac{3,6 \cdot 5 \cdot 10^2}{8,3 \cdot 3 \cdot 10^2} = \frac{1,2 \cdot 5}{8,3} = \frac{60}{8,3}$$

$$\sigma = \rho_m = \frac{m_n + m}{V} = \frac{\frac{60}{83} + 100}{50} = \frac{6}{83 \cdot 5} + 20 = \frac{6}{415} + 20$$

$$\frac{415 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{83 \cdot 8 \cdot 10} + \frac{1}{500} = \frac{415 \cdot 6}{83 \cdot 5} + \frac{1}{500} = \frac{15}{83} + \frac{1}{500} = 6 + \frac{1}{500} = \frac{2}{1000}$$

Черновик

$$\varphi_0 = \frac{\rho_{m1}}{\rho} = \frac{m_n + m_b}{m_b + m_n} \quad \rho_v = \frac{\rho_b R T_0}{\mu} \frac{M}{M_3}$$

$$p_v = DRT \quad \varphi_{\text{полн}} \varphi_{\text{вс}} = p = \frac{1}{\mu} \rho R T_0$$

$$\rho_2 = \frac{m_n + m}{m_n (1 + \frac{1-\varphi_0}{\rho_0}) + m} = \frac{m_n + m}{m_n \frac{1}{\rho_0} + m}$$

$$\frac{100 \cdot 1,8 \cdot 10}{8,3 \cdot 3 \cdot 100} = \frac{6}{83} \cdot 10 = \frac{60}{83} \text{ кг}$$

$$\frac{1}{10} \vee \frac{60}{83} \quad m_n = \frac{m_b \varphi_0}{1 - \varphi_0} = \frac{\rho_{\text{полн}} V \varphi_0}{R T_0 (1 - \varphi_0)}$$

$$\frac{83}{830} \leftarrow \frac{600}{830}$$

~~0,415 \cdot 2 \cdot 50 = 41,5 \text{ м}^3 \text{ пара}~~
цифрами

$$\frac{600}{83} \cdot 83 = 581$$

$$\frac{83}{415} \cdot 83 = 881$$

$$\varphi_0 = \frac{\rho_{m1}}{\rho} = \frac{m_n}{m_n + m_b}$$

$$p_{\text{полн}} = \rho_0 \cdot \frac{m_b}{\rho_b} R T_0 \rightarrow m_b = \frac{\rho_{\text{полн}} V}{R T_0} = \frac{145 \cdot 10^2}{83 \cdot 3 \cdot 10^2} = \frac{145}{83 \cdot 3}$$