



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

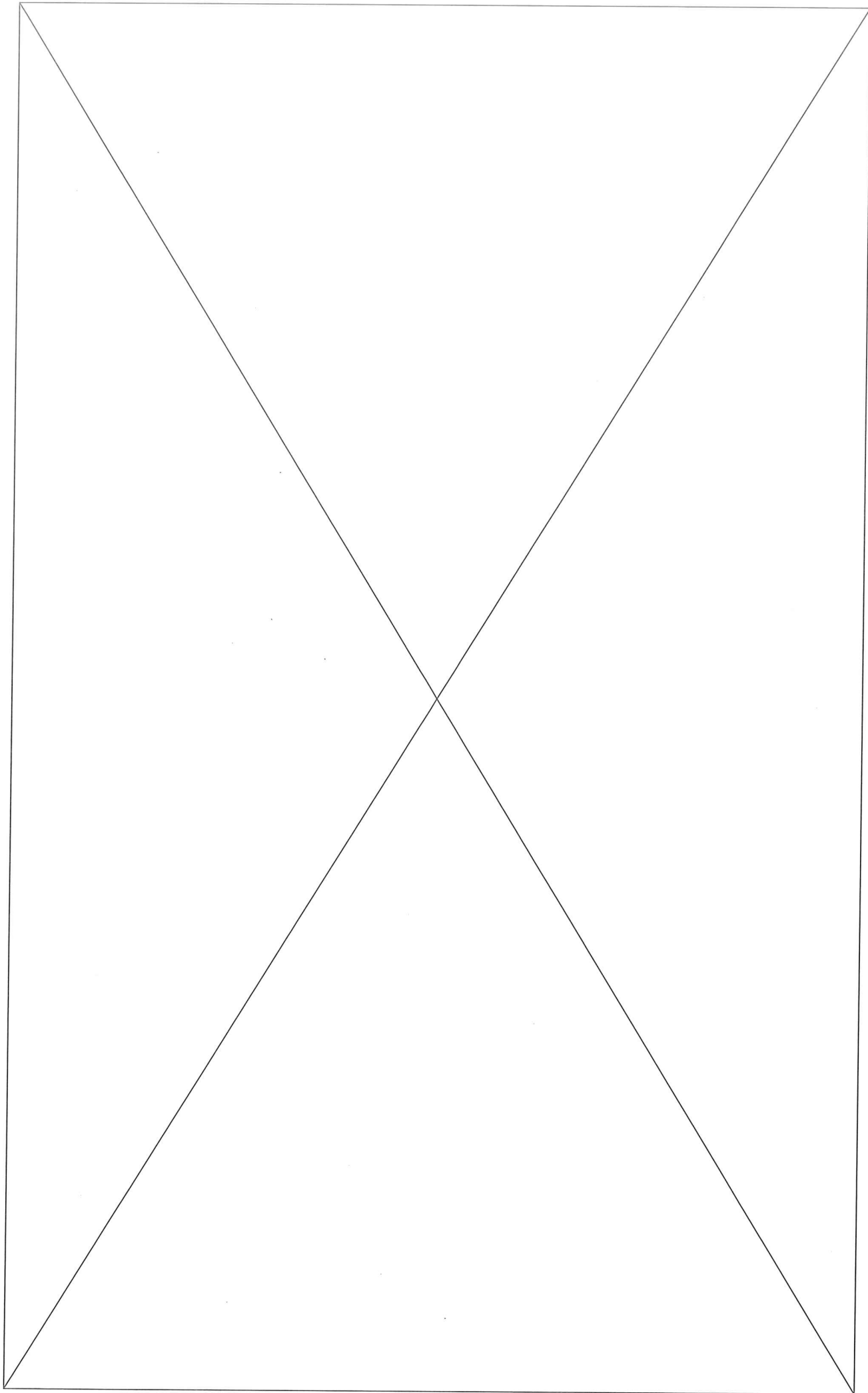
Василисина Александра Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

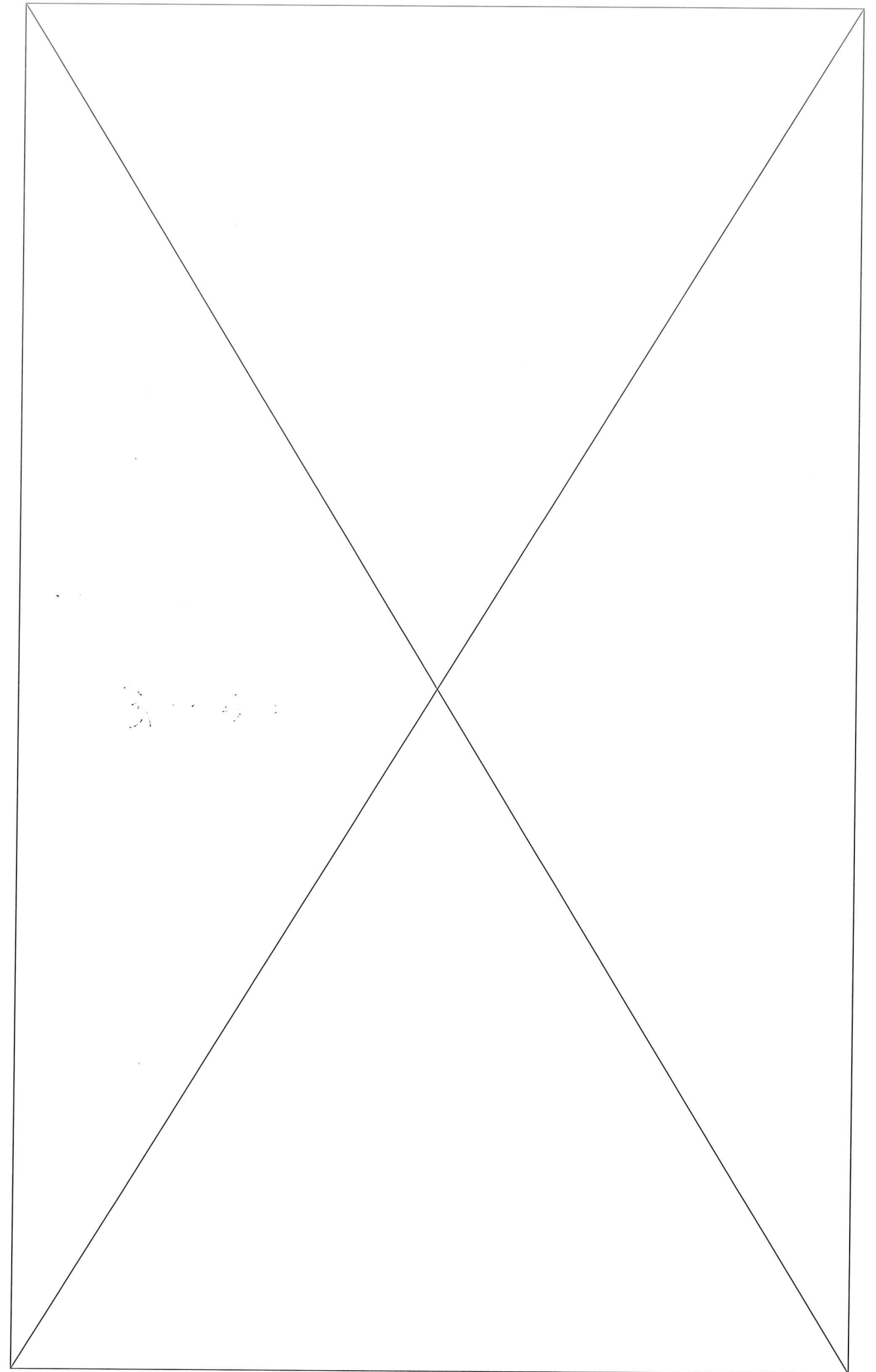
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Вас

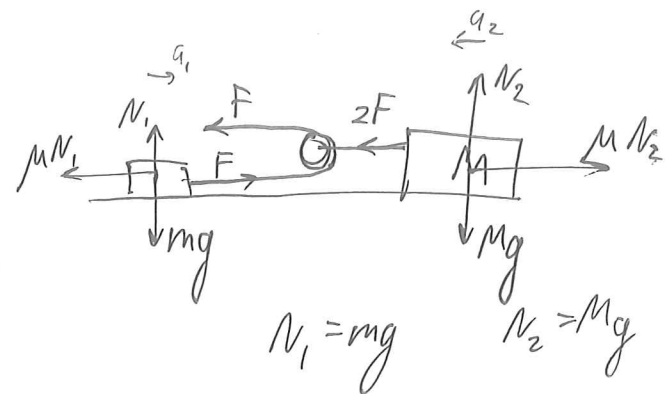


Выполнять задания на титульном листе запрещается!

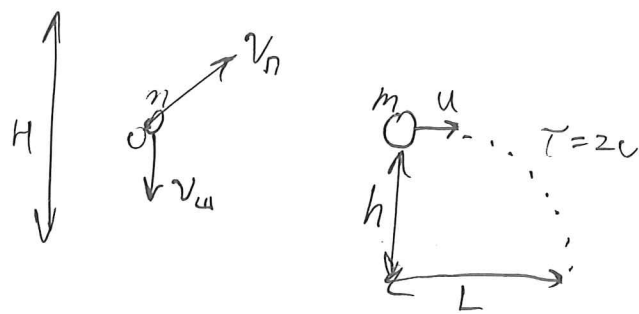


Выполнять задания на титульном листе запрещается!

ЧЕРНОВИК



$N_1 = mg$ $N_2 = Mg$
 $F - \mu mg = ma_1$ $F - F_{тр1} = ma_1$
 $2F - \mu Mg = Ma_2$ $2F - F_{тр2} = 2ma_2 = 0$
 $F = \frac{F_{тр2}}{2}$
 $\Delta x = \frac{(a_1 + a_2) \tau^2}{2}$
 $\frac{2\Delta x}{\tau^2} = \frac{F}{m} - \mu g + \frac{2F}{m} - \mu g$
 $2\frac{F}{m} = \frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g$
 $F = m \left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + \mu g \right) = 0,5 \left(\frac{1}{1} + 0,3 \cdot 10 \right) = 2 \text{ Н}$



$L^2 R = \frac{u^2}{R^2} R = \frac{u^2}{R}$

$u = \frac{L}{\tau} = 10 \text{ м/с}$

$h = \frac{g\tau^2}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м}$

$p_{ш} = p_{нж} = p_{пу}$

$m u = p_{пу} = p_{ш} = m v_{ш} = m \sqrt{2g(H-h)}$

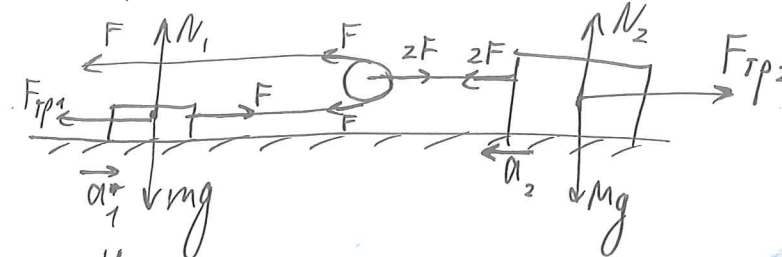
$H-h = \frac{v_{ш}^2}{2g}$ или $v_{ш} = \sqrt{2g(H-h)}$

$100 = 20(H-20)$ $u^2 = 2g(H-h)$
 $5+20=H$ $H = \frac{L^2}{2g\tau^2} + h = \frac{L^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{2} =$
 $= \frac{400}{2 \cdot 10 \cdot 4} + \frac{10 \cdot 4}{2} = 25 \text{ м}$

ЗАДАЧА 1

ЧИСТОВИК 1/5

Сделаем рисунок сил:



II 3-и Ньютона:

$N_1 = mg$ $N_2 = Mg = 2mg$
 $F - F_{тр1} = ma_1$ $2F - F_{тр2} = Ma_2 = 2ma_2$
 $F_{тр1} = \mu N_1 = \mu mg$ $F_{тр2} = \mu N_2 = \mu Mg = 2\mu mg$ (*)
 $a_1 = \frac{F}{m} - \frac{F_{тр1}}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$
 $a_2 = \frac{2F}{2m} - \frac{F_{тр2}}{2m} = \frac{F}{m} - \mu g$

$\Delta x = \frac{(a_1 + a_2) \tau^2}{2}$ $a_1 + a_2$ — ускорение одного бруска относ. Другого

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

$F = m \left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + \mu g \right) = 0,5 \text{ кг} \cdot \left(\frac{1 \text{ м}}{1 \text{ с}^2} + 0,3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) = 2 \text{ Н}$

Ответ: $F = 2 \text{ Н}$

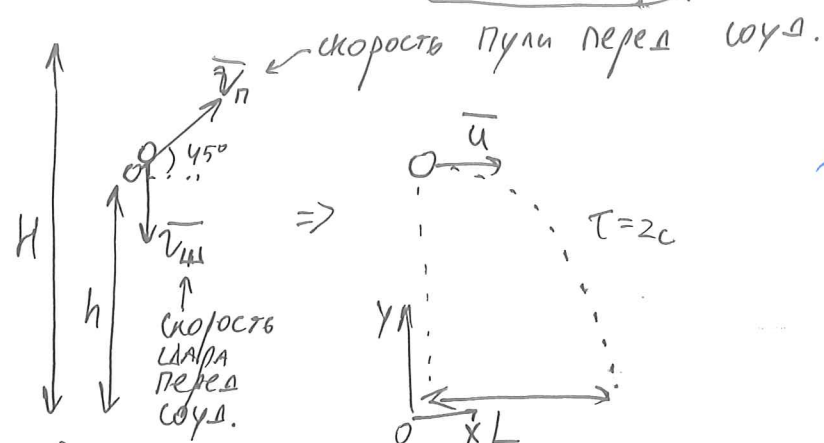
(*) Отметим, что ситуация, при которой один брусок покоится, а другой — нет, невозможна.

Ведь тогда либо $F = F_{тр1}$, либо $F = \frac{F_{тр2}}{2}$
 $F_{тр2} = 2\mu mg$ $F_{тр1} = \mu mg$
 $\Rightarrow 2F_{тр1} - 2\mu mg = 2ma_2 \Rightarrow \frac{F_{тр2}}{2} - \mu mg = ma_1$
 $\Rightarrow F_{тр1} > \mu mg$ $\Rightarrow F_{тр2} > 2\mu mg$
 Противоречие Противоречие

(*) Блок невесомый \Rightarrow сумма сил, действ. на него, равна $\vec{0}$
 \Rightarrow сила натяжения правой нити вдвое больше силы натяжения левой нити

ЗАДАЧА 2

ЧИСТОВИК 2/5



Введём систему координат xOy. Oy вертикально, Ox горизонтально

\vec{u} - скорость шарика вместе с пулей после удара
 $L = u\tau \Rightarrow u = \frac{L}{\tau}$, т.к. скорость в проекции на Ox неизменна

h - высота, на которой произошло соударение
 $h = \frac{g\tau^2}{2}$ (т.к. $u_y = 0$) m - масса шара, m_p - масса пули

ЗСИ во время удара: Ox: $0 + p_{px} = (m + m_p)u \approx mu$

Oy: $m v_{ш} - p_{py} = 0$ (\vec{p}_p - импульс пули)
 Т.к. \vec{v}_p направлена под 45° к вертикали, то $p_{py} = p_{px}$

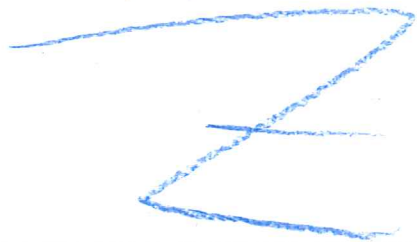
$\Rightarrow m v_{ш} = p_{py} = p_{px} = mu \Rightarrow v_{ш} = u$

$H - h = \frac{v_{ш}^2}{2g} = \frac{u^2}{2g} = \frac{L^2}{2g\tau^2}$

$H = \frac{L^2}{2g\tau^2} + h = \frac{L^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{2} = \frac{400 \text{ м}^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{ с}^2} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 4 \text{ с}^2}{2} = 25 \text{ м}$

Ответ: H = 25 м

(X) вертикальная проекция \vec{v}_p направлена вверх, иначе \vec{u} не была бы направлена горизонтально в силу ЗСИ



Черновик

$V = 50 \text{ м}^3$

$T_0 = 300 \text{ К}$

$\varphi = 41,5\%$

$t = 100^\circ \text{С}$

$r = 800 \text{ м}$

$U = 100 \text{ В}$

$\eta = 80\% = 0,8$

$P_{\text{полезн}} = \eta \frac{U^2}{r}$

$\eta \frac{U^2}{r} \tau = \Delta m \lambda$

$\Delta m = \frac{\eta U^2 \tau}{r \lambda} = \frac{0,8 \cdot 10000 \cdot 2300}{80 \cdot 2,3 \cdot 10^6} = 0,1 \text{ кг}$

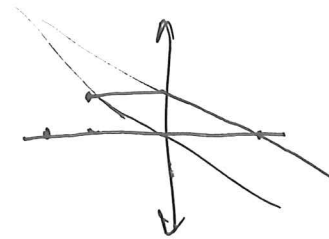
$\varphi_0 = \frac{P_{\text{ради}}}{P_{\text{нас}}} \Rightarrow P_{\text{ради}} = P_{\text{нас}} \cdot \varphi_0 = 2000 \cdot 0,415 = 830 \text{ Вт}$

$P_{\text{ради}} V = \frac{m_0}{\mu} R T_0$

$P_2 V = \frac{m_0 + m}{\mu} R T_0$

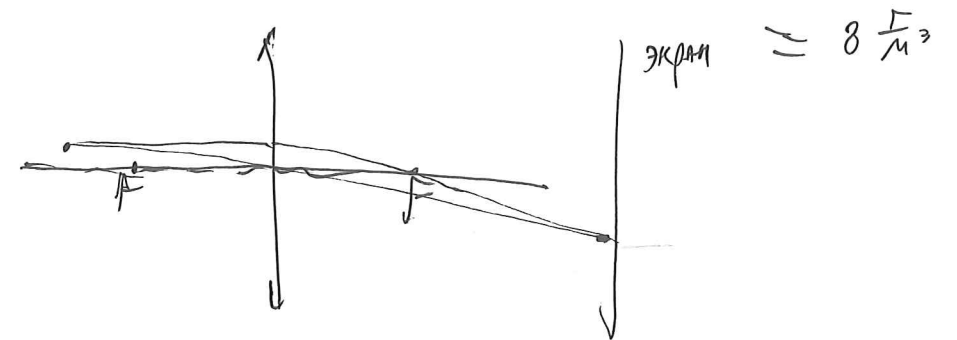
$P_{\text{нас}} \rho_1 = \frac{m_0}{V} = \frac{\mu P_1}{R T_0}$

$\rho_2 = \frac{m_0 + m}{V} = \frac{\mu P_1}{R T_0} + \frac{\Delta m}{V} = \frac{0,2}{100}$



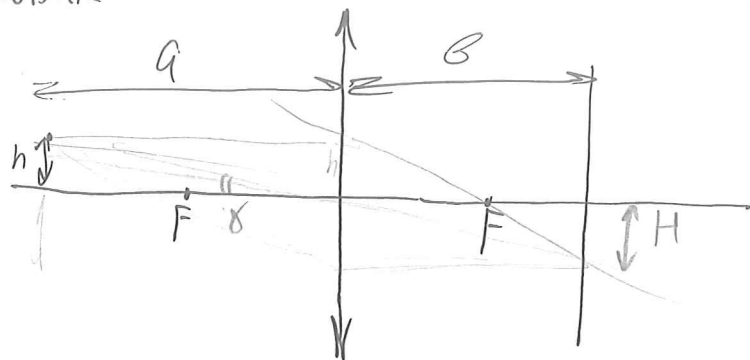
$= \frac{0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 830 \text{ Вт}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}} + \frac{0,1}{100} =$

$= 0,006 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,008 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} =$



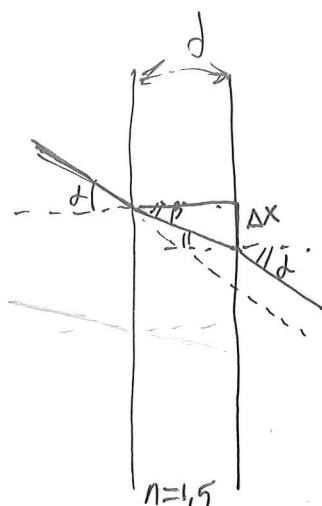
Чертовик

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \frac{h}{a} \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{H}{b} \end{aligned}$$

$$\frac{h}{F} = \frac{H}{b-F}$$



$$1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

$$\operatorname{tg} \alpha = n \operatorname{tg} \beta$$

$$\frac{h}{F} = n \frac{\Delta x}{d}$$

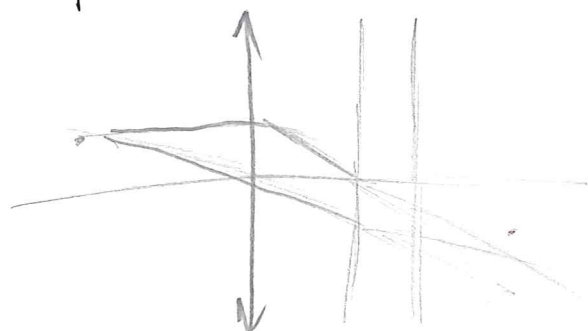
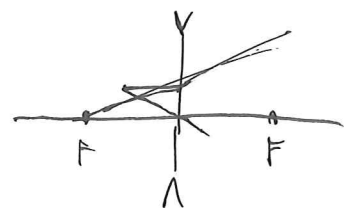
$$\frac{180 - \alpha}{180 - \alpha} \approx \operatorname{tg} \beta \approx \sin \beta = \frac{\Delta x}{l} = \frac{\Delta x}{d} \quad l = d$$

$$\frac{l}{\sin(180 - \alpha)} = \frac{x}{\sin(\alpha - \beta)}$$

$$\frac{l}{\alpha} = \frac{x}{\alpha - \beta} = \frac{x}{n\beta - \beta} = \frac{x}{\beta(n-1)}$$

$$\frac{d}{n\beta} = \frac{x}{\beta(n-1)}$$

$$x = d \frac{n-1}{n} = 3 \text{ cm} \cdot \frac{0,5}{1,5} = 1 \text{ cm}$$



35-79-05-86 (4.2)

Чертовик 3/5

ЗАДАЧА 3

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= 0,415 \\ \eta &= 0,8 \end{aligned}$$

полезн. мощность $P_{\text{полезн}} = \eta \frac{U^2}{r}$

$$\frac{U^2}{r} \cdot \tau = \Delta m \lambda, \quad \Delta m - \text{масса испарившейся воды за время } \tau$$

$$\Delta m = \frac{\eta U^2 \tau}{r \lambda}$$

$$\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}} \Rightarrow p_1 = \varphi_0 p_{\text{нас}} \quad \text{— давл. вод. пара изначально}$$

$$p_1 V = \frac{m_0}{M} R T_0, \quad m_0 - \text{масса вод. пара сначала}$$

$$p_1 = \frac{m_0}{V} = \frac{M p_1}{R T_0} \quad \text{— абсолют. влажность сначала}$$

$$p_2 = \frac{m_0 + \Delta m}{V} = \frac{M p_1}{R T_0} + \frac{\Delta m}{V} = \frac{M}{R T_0} \varphi_0 p_{\text{нас}} + \frac{\eta U^2 \tau}{V r \lambda}$$

$$= \frac{0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{23 \frac{\Delta x}{\text{моль} \cdot \text{к}} \cdot 300 \text{ К}} \cdot 0,415 \cdot 2000 \text{ Па} + \frac{0,8 \cdot 100^2 \text{ В}^2 \cdot 2300 \text{ с}}{50 \text{ м}^3 \cdot 80 \text{ Ом} \cdot 23 \cdot 10^6 \frac{\Delta x}{\text{кг}}}$$

$$= 0,006 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,008 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $p_2 = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$

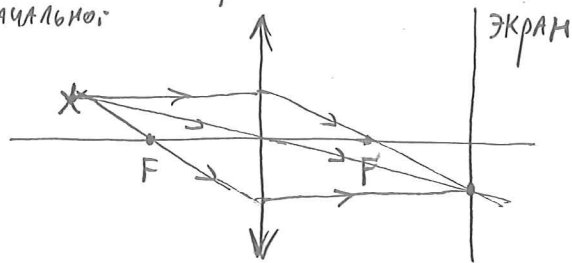
3-й Менделеева-Клапейрона

(X) Пренебрегаем увеличением объема комнаты за счёт испарения воды. $\Delta V \ll V$

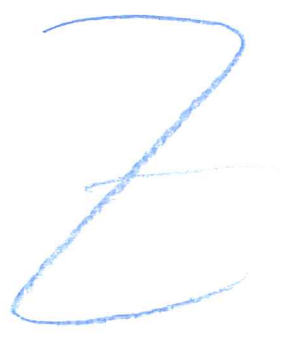
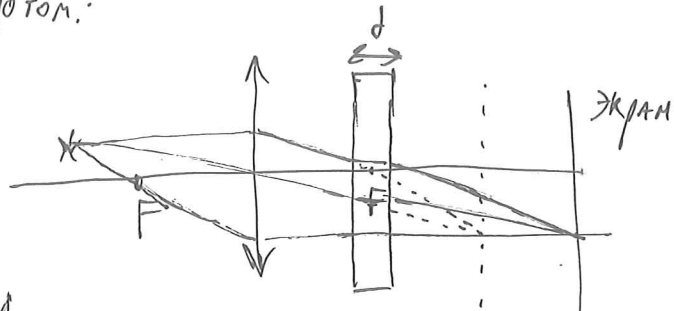
Чистовик 4/5

ЗАДАЧА 5

Поскольку изображение наблюдается за линзой - линза собирающая.
Изначально:

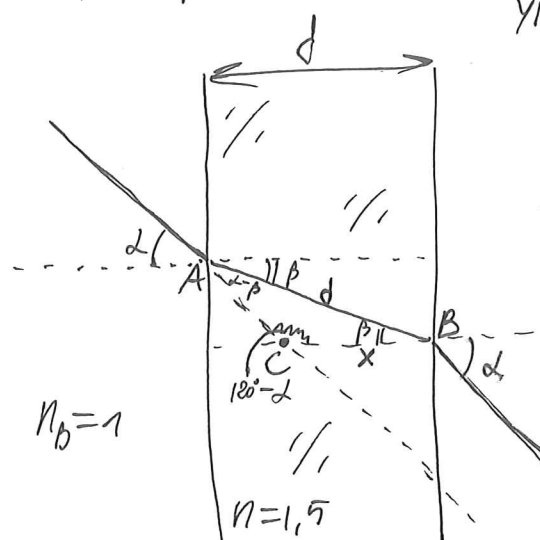


Потом:



Луч, идущий параллельно главной оптич. оси после преломления в линзе, не преломляется в пластине.
Для остальных лучей происходит параллельный перенос вправо на величину x по горизонтали

углы малые $\Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$
 $\beta \approx \sin \beta \approx \tan \beta$
 $AB \approx d$



$\angle CAB = \alpha - \beta$
 $\angle ACB = 180^\circ - (\alpha - \beta) - \beta = 180^\circ - \alpha$
 $CB = x$

т. синусов в $\triangle ACB$:

$$\frac{x}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{d}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{d}{\sin \alpha}$$

$$\frac{x}{\alpha - \beta} = \frac{d}{\alpha}$$

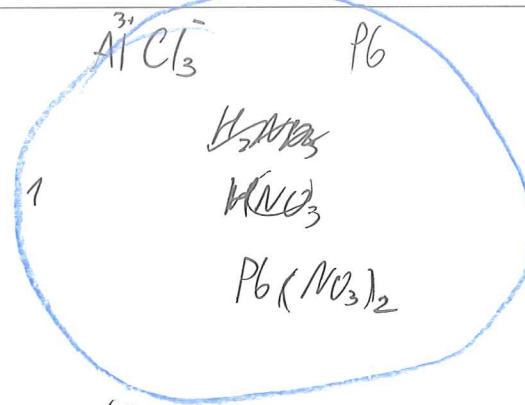
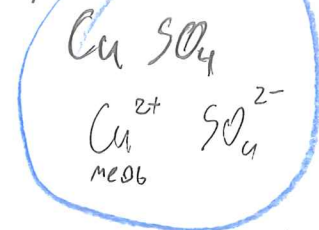
$$\frac{x}{n\beta - \beta} = \frac{d}{n\beta}$$

$$x = d \frac{n-1}{n} = 3 \text{ см} \cdot \frac{1,5-1}{1,5} = 1 \text{ см}$$

3-я схема:
 $n \sin \alpha = n \sin \beta$
 $\Rightarrow \alpha = n\beta$

Ответ: $x = 1 \text{ см}$

Черновик



$$\begin{array}{r} 60 \\ 1,05 \\ \hline 6000 \\ 925 \\ \hline 735 \\ 150 \\ \hline 105 \\ 45 \\ \hline 420 \\ 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6000 \\ 525 \\ \hline 750 \\ 735 \\ \hline 150 \\ 105 \\ \hline 450 \\ 420 \\ \hline 30 \end{array}$$

медь $m_1 = 660 \text{ мг}$
Алюминий $m_3 = 744 \text{ мг}$

$$q_1 = \frac{m_1}{K_1}$$

$$q_3 = \frac{m_3}{K_3}$$

Перенесен заряд $2q_1$
Перенесен заряд $2q_3$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$q_3 = q_2 + q_1$$

$$q_2 = q_3 - q_1 = \frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1}$$

$m_k = 10^{-6}$
 $n = 10^{-9}$

$$\rho V = q_2 K_2$$

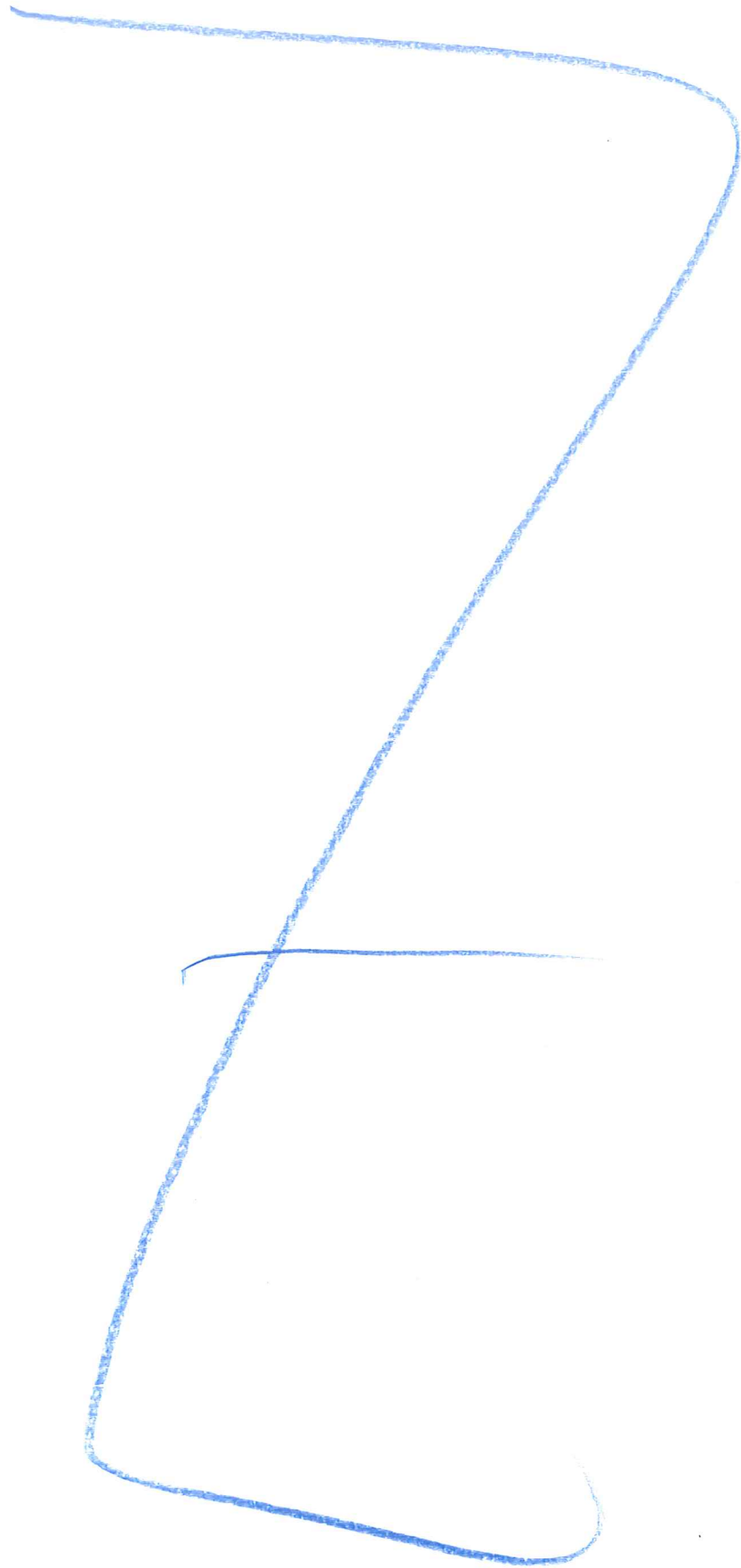
$$V = d \cdot S$$

$\text{см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$
 10^2

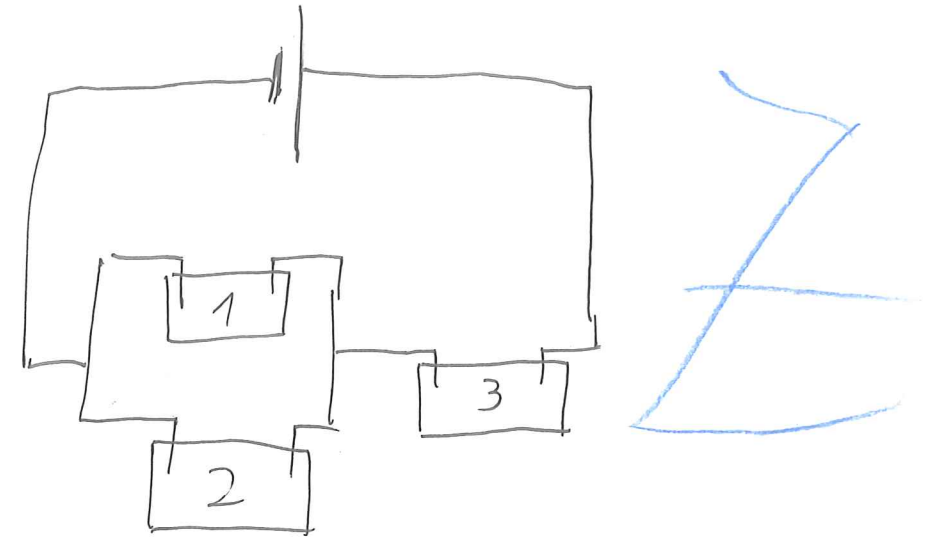
$$\rho d S = \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right) K_2$$

$$d = \frac{K_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{K_3} - \frac{m_1}{K_1} \right)$$

$$d = \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кг}}{\text{Кл}}}{1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^3} \cdot 110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \left(\frac{744 \cdot 10^{-6} \text{ Кг}}{9,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Кг}}{\text{Кл}}} - \frac{660 \cdot 10^{-6} \text{ Кг}}{3,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Кг}}{\text{Кл}}} \right) = \frac{1,1 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 110} \cdot 6 \cdot 10^3 \text{ м} = \frac{60}{1,05} \cdot 10^{-6} \text{ м}$$



Чистовик $\frac{5}{5}$ } 3-я ЗАДАЧА (которая на самом деле 4-ая) |



$$q_1 = \frac{m_1}{k_1} - \text{заряд, перенесённый медью}$$

$$q_3 = \frac{m_3}{k_3} - \text{заряд, перенесённый алюминием}$$

$$q_2 - \text{заряд, перенесённый серебром} \quad q_2 = \frac{m_2}{k_2}$$

В каждой ванне заряд переносится за счёт положит. ионов металла и отриц. ионов: заряд, переносимый положит. ионами, равен заряду, переносимому отриц. ионами ?

$$\text{Закон сохранения заряда: } 2q_3 = 2q_2 + 2q_1$$

$$q_3 = q_2 + q_1 +$$

$$q_2 = q_3 - q_1$$

$$+ m_2 = q_2 k_2 = (q_3 - q_1) k_2 = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) k_2 = \rho V = \rho S d$$

$$\Rightarrow d = \frac{k_2}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) = \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}}{1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \cdot 40 \cdot 10^{-4} \text{М}^2} \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6} \text{КГ}}{9,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}} - \frac{6 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}} \right) = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}}{1,05 \cdot 100} \text{М} = \frac{60}{1,05} \text{мкм} \approx 60 \text{мкм}$$

Ответ: $d \approx 60 \text{мкм}$

