



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

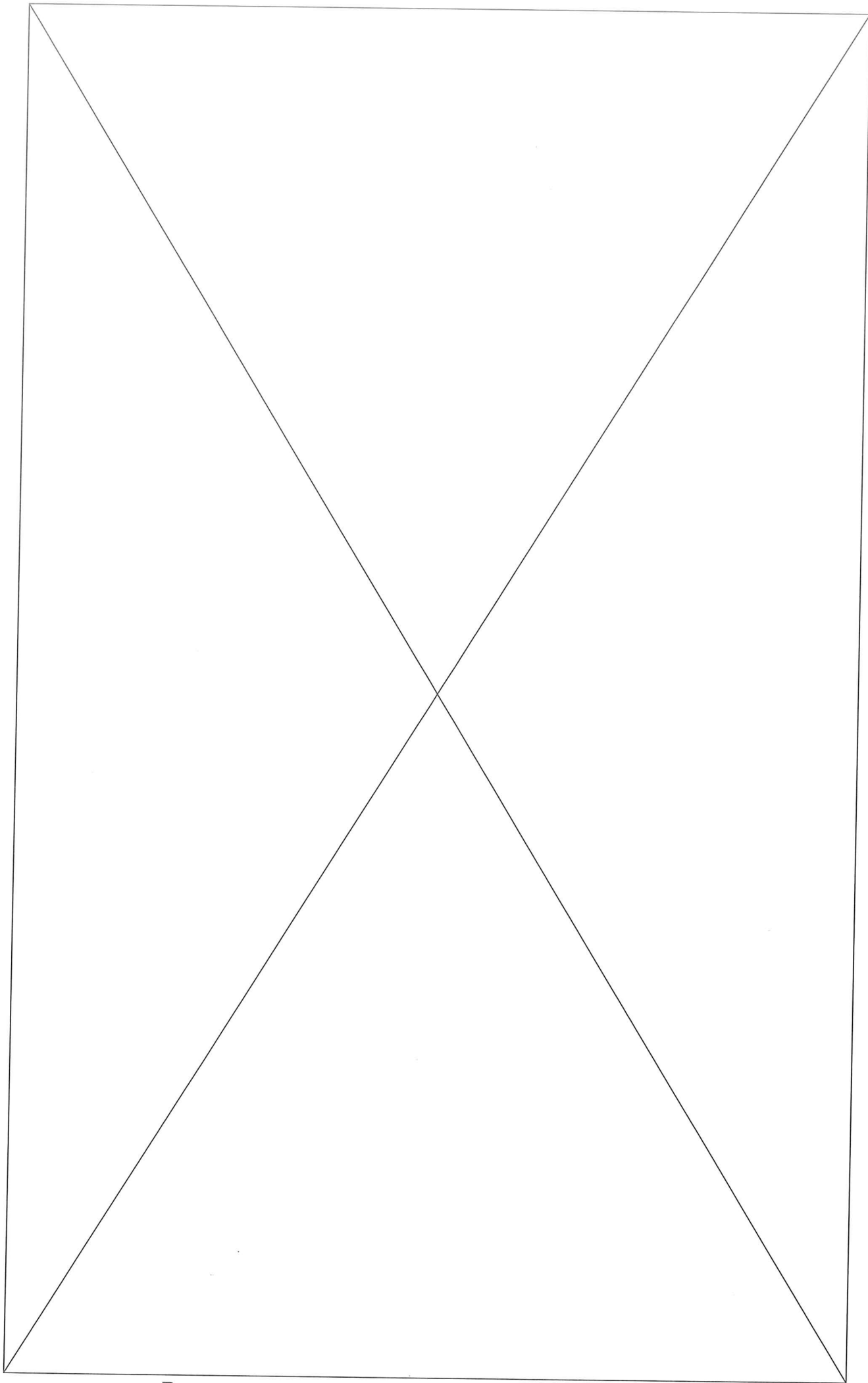
по физике
профиль олимпиады

Корякова Максима Дмитриевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

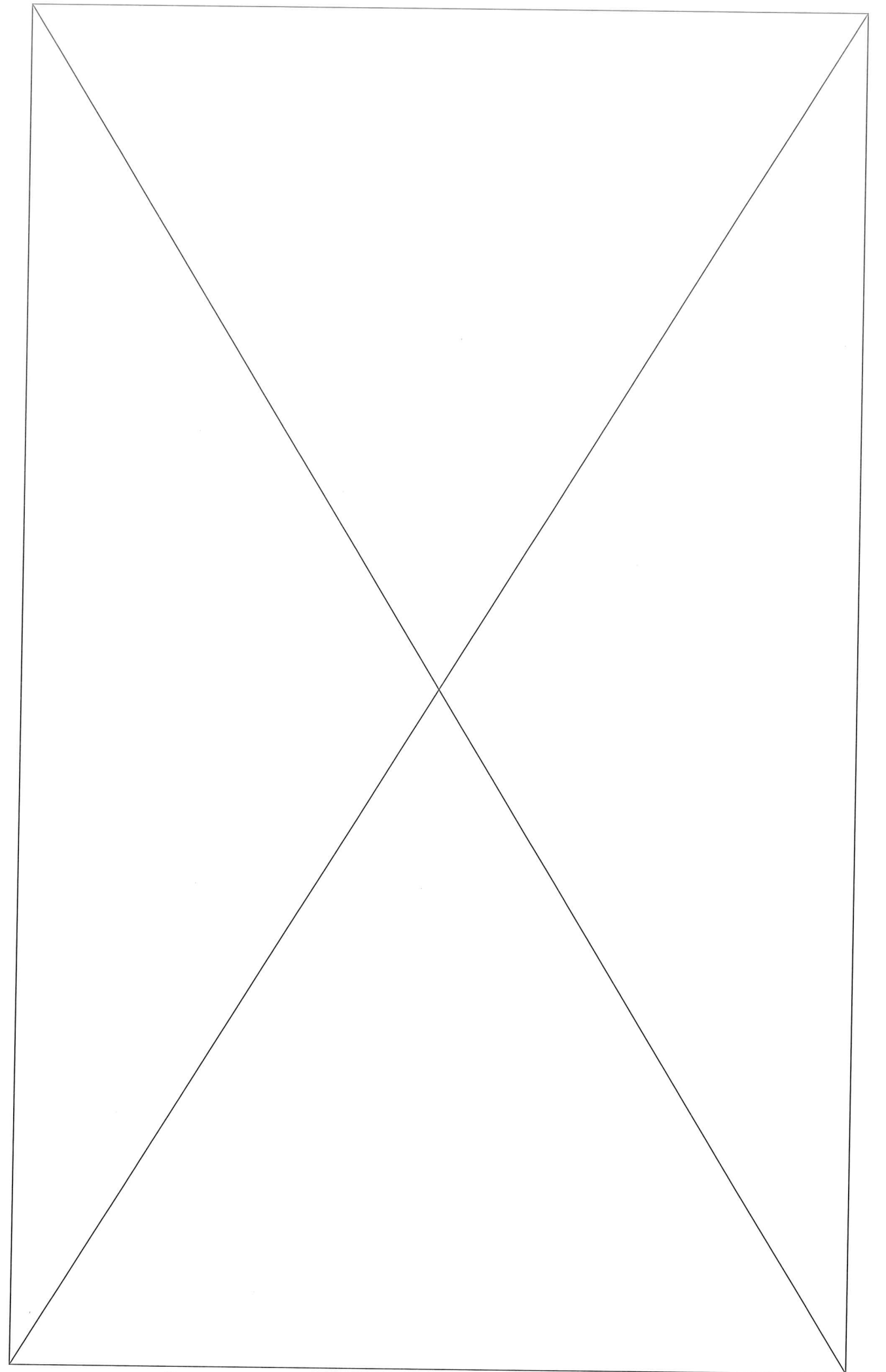
16:45 - выход *М*
16:50 - возвращение *М*

Дата
«13» февраля 2026 года

Подпись участника
М



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

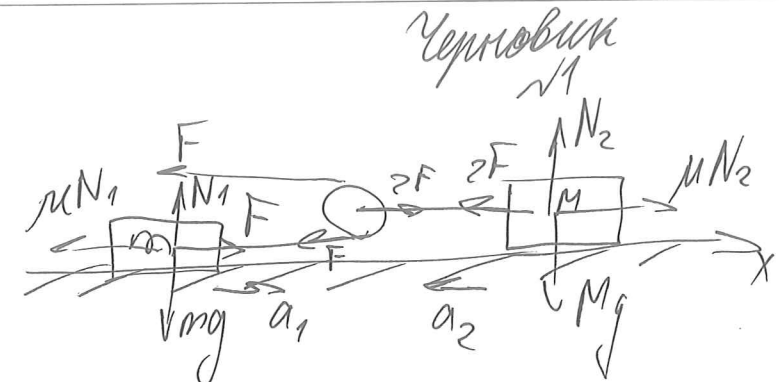


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



88-71-67-22
(4.5)

1 2 3 4 5
 20 | 20 | 15 | 20 | 20 | 95
 Потанг По...
 Ла...
 Е...



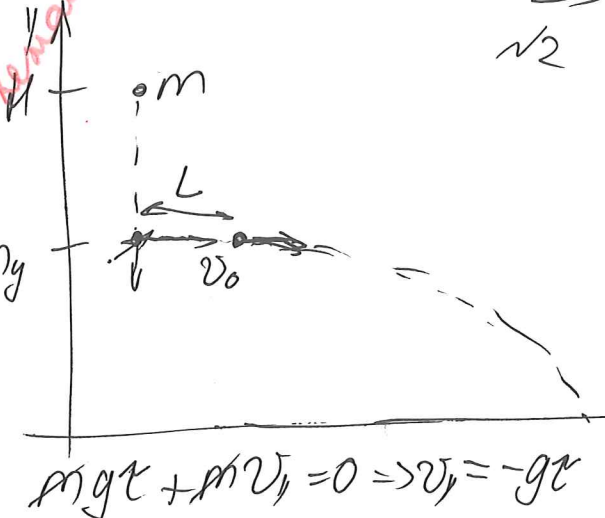
Чертовик
 $N_2 = Mg = 2mg$ +
 $N_1 = mg$
 $F_{mp1} = \mu mg$; $F_{mp2} = \mu \cdot 2mg = 2\mu mg$ +

$ma_1 = F - \mu mg$
 $Ma_2 = -2F + \mu \cdot 2mg = -2(F - \mu mg)$ +

$a_{1x} = \frac{F - \mu mg}{m}$; $a_{2x} = -\frac{2(F - \mu mg)}{2m} = -\frac{F - \mu mg}{m}$ +
 $\Delta x = \frac{(a_{1x} - a_{2x}) \cdot t^2}{2}$

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

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

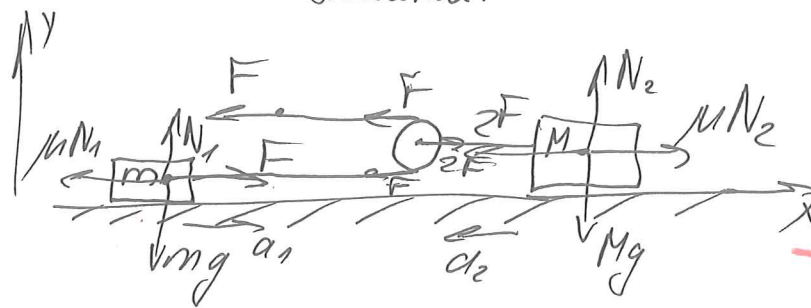


$h_y = \frac{g t^2}{2}$
 $m_n v_n \sin 45^\circ + m v_y = 0$
 $m_n v_n \cos 45^\circ = (m + m_n) v_0$
 $\Rightarrow v_0 = \sqrt{2g \cdot \frac{g t^2}{2}} = g t$
 $m g t + m v_1 = 0 \Rightarrow v_1 = -g t$

Чистовик

№

Решение:



Дано: $m=0,5 \text{ кг}$
 $M=2m=1 \text{ кг}, \tau=1 \text{ с}$
 $\Delta x=1 \text{ м}; \mu=0,3$
 $g=10 \text{ м/с}^2$

F=?

- 1) Расставим все силы на рисунке.
- 2) Запишем II закон Ньютона:

телу m:

0y:

$$mg = N_1$$

0x: $F - \mu N_1 = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{F - \mu mg}{m}$

телу M:

0y: $Mg = N_2 \Rightarrow N_2 = 2mg$

0x: $-2F + \mu N_2 = Ma_{2x} \Rightarrow a_{2x} = -\frac{2(F - \mu mg)}{2m}$

- 3) Выразим расстояния, которые тело m пройдет относительно тела M за время τ и приравняем его к Δx :

$$\Delta x = \frac{(a_{1x} - a_{2x}) \tau^2}{2} \Rightarrow \frac{2\Delta x}{\tau^2} = \frac{F - \mu mg}{m} + \frac{F - \mu mg}{m}$$

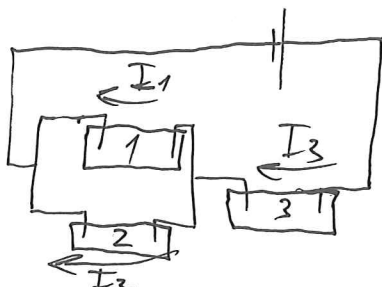
$$\frac{2\Delta x}{\tau^2} = \frac{2(F - \mu mg)}{m}$$

$$\frac{m\Delta x}{\tau^2} = F - \mu mg \Rightarrow F = m \left(\frac{\Delta x}{\tau^2} + \mu g \right) = \frac{1}{2} \cdot (1+3) = 2 \text{ Н}$$

Ответ: F=2Н.

№4

Решение:



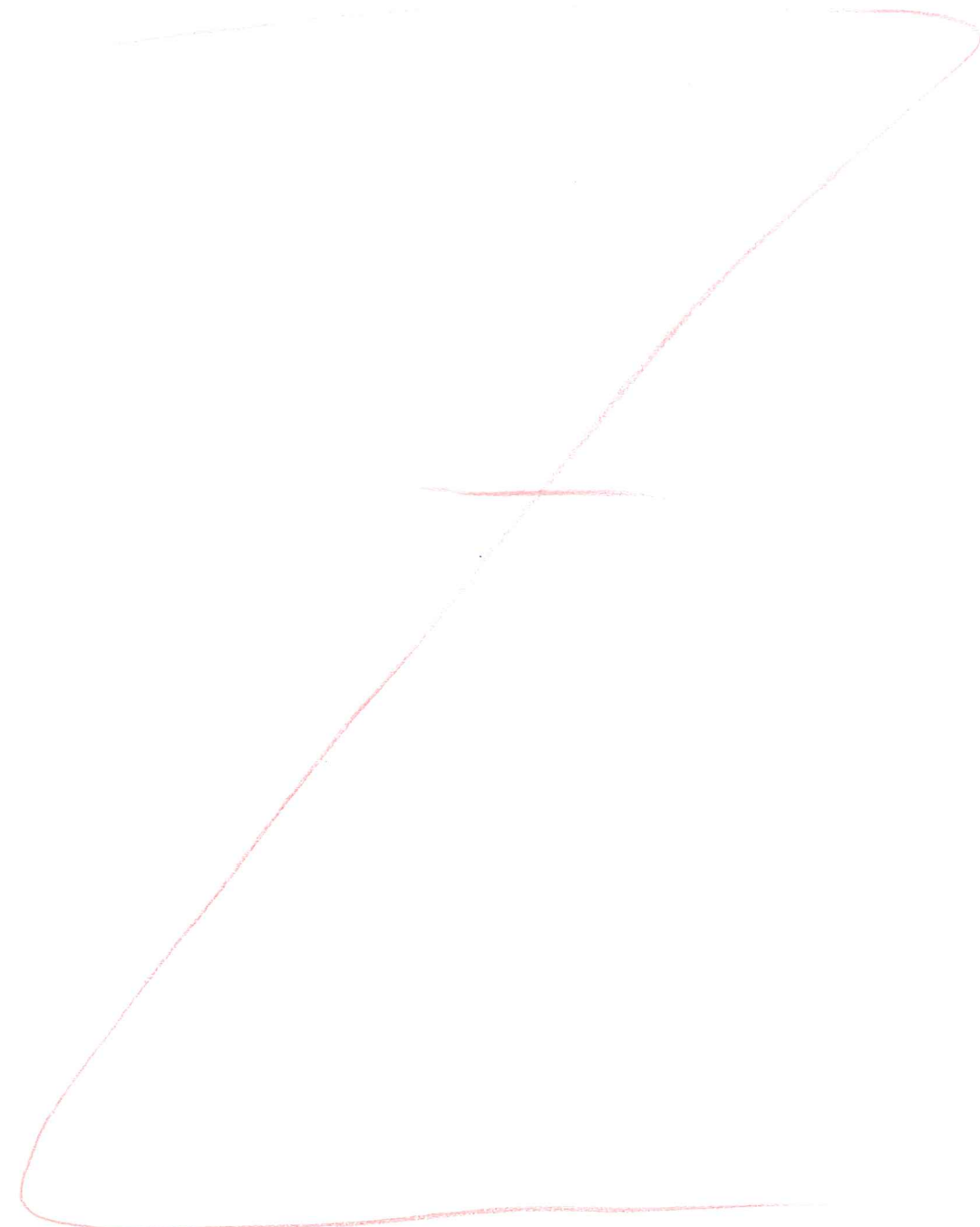
Дано: ~~...~~
 $m_1 = 660 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$
 $m_2 = 444 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$
 $S = 110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
 $k_1 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ Вт/м}$
 $k_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Вт/м}$
 $R = 1,05 \cdot 10^4 \text{ Ом}$
 $C = ?$

Чистовик

$$H = h_y + \frac{2v^2}{2g} = \frac{g\tau^2}{2} + \frac{v^2}{2g} = \frac{g^2\tau^2 + \frac{L^2}{\tau^2}}{2g}$$

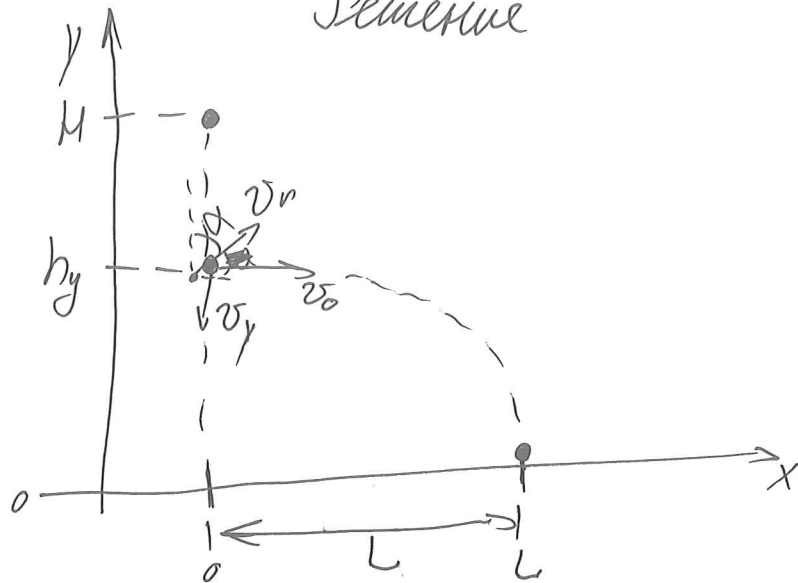
$$= \frac{100 \cdot 4 + \left(\frac{20}{2}\right)^2}{2 \cdot 10} = \frac{500}{20} = 25 \text{ м}$$

Ответ: H=25 м.



Чистовик
√2

Решение



Дано: $\alpha = 45^\circ$;
 $r = 2l$; $L = 20 \text{ м}$;
 $g = 10 \text{ м/с}^2$; $m \gg m_0$
H - ?

1) Получим v_0 и h_y из кинематических соотношений после столкновения шара и пули:

$$L = v_0 \cdot t \Rightarrow v_0 = \frac{L}{t}$$

$$h_y = \frac{gt^2}{2}$$

2) ЗСИ в момент соударения:

$$Oy: m_n v_n \cos \alpha - m v_y = 0$$

$$Ox: m_n v_n \sin \alpha = (m + m_n) v_0$$

m_n можно пренебречь, т.к. $m \gg m_n$

$$\Rightarrow m_n v_n \sin \alpha = m v_0 = m_n v_n \cos \alpha$$

$$\text{т.к. } \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

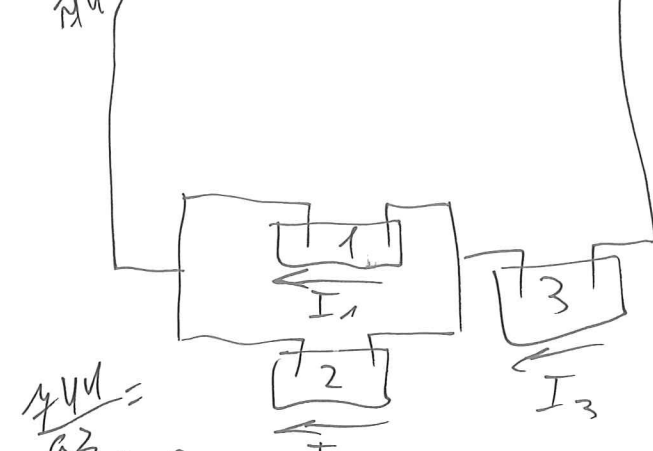
$$\Rightarrow v_y = v_0 \Rightarrow v_y = v_0 = \frac{L}{t}$$

3) ЗСЭ для шара из начального состояния в состоянии за мгновение до соударения:

$$mgy = mgh_y + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow H = h_y + \frac{v_y^2}{2g}$$

88-71-67-22
(4.5)

$l = 10^{-6} \text{ м}$ Черновик
 $\frac{400}{93} = 4.3$
 $\frac{110 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{4.5 \cdot 100} = \frac{400}{45}$
 $\frac{60}{105} \cdot 100 = \frac{20}{35}$
 $\frac{400}{45} = 8.8$
 $\frac{400}{105} = 3.8$
 $3.32 = 6.6$



$$\frac{m_1}{k_1} = q_1 \quad 3.3 \cdot 2 \cdot 100 = 660$$

$$\frac{m_1}{k_1} = I_1 \quad 4.44 = 93 \cdot 8 = 93 \cdot 80$$

$$I_2 = \frac{m_2}{k_2} \quad 89 = 33 \cdot 3$$

$$I_3 = \frac{m_3}{k_3} \quad 102 = 34 \cdot 3$$

$$105 = 35 \cdot 3$$

$$\frac{400}{93} = 8$$

$$I_3 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I_3 - I_1$$

$$\frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} = \frac{m_3 k_1 - m_1 k_3}{k_1 k_3}$$

$$\Rightarrow m_2 = k_2 \cdot \frac{m_3 k_1 - m_1 k_3}{k_1 k_3}$$

$m_2 = \rho \cdot S \cdot l$, где l - масса шара

$$\Rightarrow l = \frac{k_2}{k_1 k_3} \cdot \frac{m_3 k_1 - m_1 k_3}{\rho S}$$

~~$1.1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$~~
 ~~$3.3 \cdot 10^{-6} \text{ м}$~~
 ~~$3.3 \cdot 10^{-6} \text{ м}$~~
 $\frac{1.1 \cdot 10^{-6} \cdot (444 \cdot 10^6 \cdot 23 \cdot 10^4 - 660 \cdot 10^6 \cdot 93 \cdot 10^4)}{3.3 \cdot 10^4 \cdot 93 \cdot 10^4 \cdot 105 \cdot 10^4 \cdot 40 \cdot 10^4} =$
 $= \frac{8 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-5}}{1.05} \text{ м} = \frac{60}{105} \text{ мкм} = 57.1 \text{ мкм} \approx 60 \text{ мкм}$

Чистовик
№4 (продолжение)

1) ~~Эта~~ Электроскопические эквиваленты металлов позволяют определить количество заряда, прошедшего через ванну за время нахождения определенной массы металла, т.е. определить электрический ток участка цепи, в которой установлена ванна по формуле:

$$I = \frac{m}{k \cdot t} \Rightarrow I_1 = \frac{m_1}{k_1 t}; I_2 = \frac{m_2}{k_2 t}; I_3 = \frac{m_3}{k_3 t}$$

2) По 1-му и 2-му Кирхгофа:

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$\frac{m_3}{k_3 t} = \frac{m_1}{k_1 t} + \frac{m_2}{k_2 t} \Rightarrow \frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3 k_1 - m_1 k_3}{k_1 k_3}$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{k_2}{k_1 k_3} \cdot (m_3 k_1 - m_1 k_3)$$

3) $m_2 = \rho V = \rho S l \Rightarrow l = \frac{m_2}{\rho S}$

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

4) Подставим числа и найдем l :

$$l = \frac{1,4 \cdot 10^{-8} \frac{В}{Кл} \cdot (1,4 \cdot 10^{-6} Кл \cdot 3,3 \cdot 10^8 \frac{В}{Кл} - 660 \cdot 10^{-6} Кл \cdot 9,3 \cdot 10^8 \frac{В}{Кл})}{3,3 \cdot 10^4 \frac{В}{Кл} \cdot 9,3 \cdot 10^8 \frac{В}{Кл} \cdot 1,05 \cdot 10^{-4} \frac{м^2}{м^2} \cdot 10 \cdot 10^{-4} \frac{м^2}{м^2}} =$$

* 660 = 200 · 3,3;
444 = 9,3 · 80

$$= \frac{(8 - 2) \cdot 10^{-5}}{1,05} м = \frac{60}{1,05} \cdot 10^{-6} м = \frac{60 \cdot 100}{10^5} \cdot \frac{1}{35} мм =$$

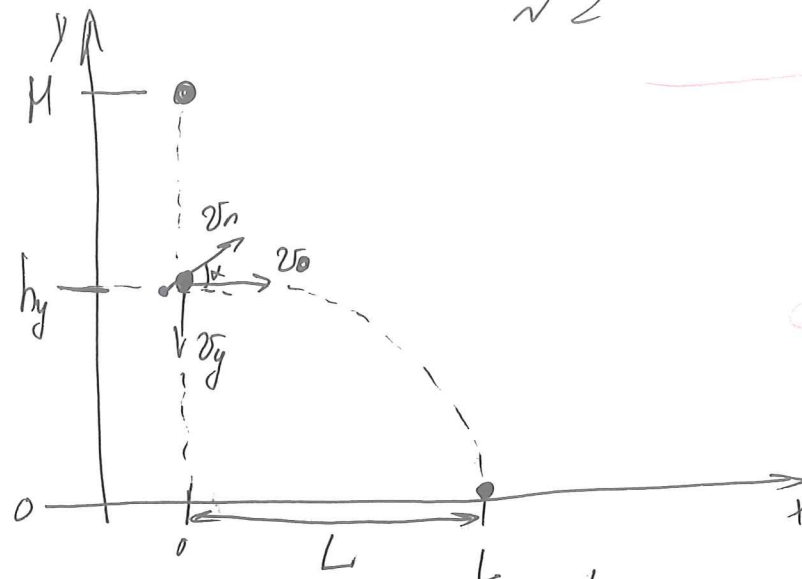
$$= \frac{4 \cdot 15 \cdot 100}{5 \cdot 4} мм = \frac{400}{4} мм \approx 54,1 мм \approx 60 мм$$

400 | 4
- 35 | 54,14...
- 50 |
- 40 |
- 10 |
- 30 |
- 20 |

Ответ: $l = 60 мм$. ✓

Черновик

№2



1) $L = v_0 \cdot t \Rightarrow v_0 = \frac{L}{t}$

~~2) $h_y = \frac{g t^2}{2}$~~

2) ЗСМ в момент удара:

or: $m_n v_n \sin \alpha - m v_y = 0 \Rightarrow m v_y = m_n v_n \sin \alpha$

or: $m_n v_n \cos \alpha = (m + m_n) v_0$
↑ приближённо m_n , т.к. $m \gg m_n$

$\Rightarrow m_n v_n \cos \alpha = m v_0 = m_n v_n \sin \alpha$, т.к. $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$

$\Rightarrow m v_y = m v_0 \Rightarrow v_y = v_0 = \frac{L}{t}$ ← выраж для $m_n v_n$

3) ЗСЭ для шара ~~в момент~~ из стат. пол. до удара:

$mgh = mgh_y + \frac{m v_y^2}{2}$

$\Rightarrow H = h_y + \frac{v_y^2}{2g} = \frac{g t^2}{2} + \frac{L^2}{2g t^2} = \frac{g^2 t^4 + L^2}{2g t^2} = \frac{g^2 t^4 + L^2}{2g}$

$= \frac{100 \cdot 4 + (20)^2}{2 \cdot 10} = \frac{500}{20} = 25 м$

Чистовик
√3

Решение:

1) Определим, какая масса воды в газобразном состоянии находилась в комнате в начале.

Дано: $V = 50 \text{ м}^3$;
 $T_0 = 300 \text{ К}$; $\varphi_0 = 41,5\%$;
 $t = 100^\circ\text{C}$; $r = 80 \text{ Дж/кг}$;
 $U = 100 \text{ В}$; $\eta = 80\%$;
 $\tau = 2300 \text{ с}$; $P_{\text{н.п.}} = 2 \cdot 10^3 \text{ Вт}$;
 $\lambda = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$; $\mu = 18 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$;
 $R = 8,3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$

1.1) Найдем P_n :

$$\varphi_0 = \frac{P_n}{P_{\text{н.п.}}} \cdot 100\%$$

$$\Rightarrow P_n = P_{\text{н.п.}} \cdot \frac{\varphi_0}{100\%}$$

1.2) Запишем ур-ние Менделеева-Клапейрона:

$$P_n \cdot V = \frac{m_0}{\mu} \cdot R T_0 \Rightarrow m_0 = \frac{\mu \cdot P_{\text{н.п.}} \cdot \frac{\varphi_0}{100\%} \cdot V}{R T_0}$$

$$m_0 = \frac{18 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 41,5 \cdot 10^{-2} \cdot 50}{8,3 \cdot 300} = 30 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 300 \text{ г}$$

2) Определим, какая масса воды превратилась в пар за время τ из-за нагревателя:

$$A_m = N_{\text{пол}} \cdot \tau = N_{\text{н.п.}} \cdot \frac{\eta}{100\%} \cdot \tau = \frac{U^2 \cdot \eta \cdot \tau}{r \cdot 100\%}$$

$$N_{\text{н.п.}} = \frac{U^2}{r}$$

$$A_m = m_g \cdot \lambda \Rightarrow m_g = \frac{U^2 \cdot \eta \cdot \tau}{r \lambda \cdot 100\%}$$

$$m_g = \frac{10^4 \cdot 0,8 \cdot 2300}{80 \cdot 2,3 \cdot 10^6} = 0,1 \text{ кг} = 100 \text{ г}$$

3) Теперь легко получить общую массу воды в воздухе и абсолютную влажность:

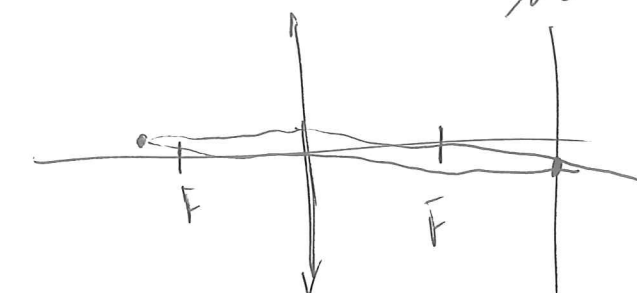
$$m_0 = m_0 + m_g; \rho_{\text{абс}} = \frac{m_0}{V} = \frac{m_0 + m_g}{V} = \frac{400 \text{ г}}{50 \text{ м}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $\rho_{\text{абс}} = 8 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$.

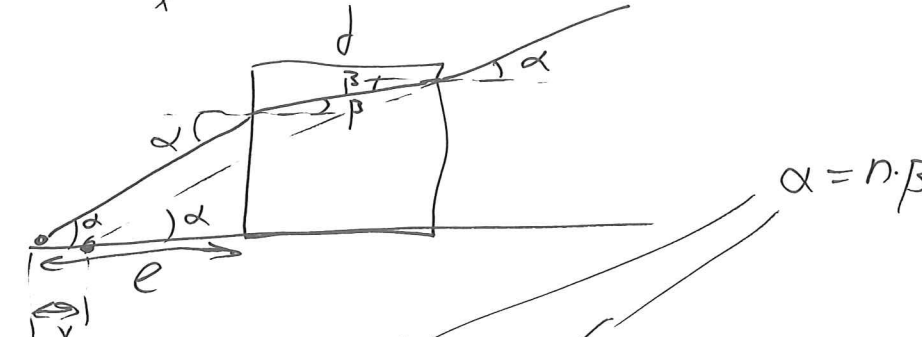
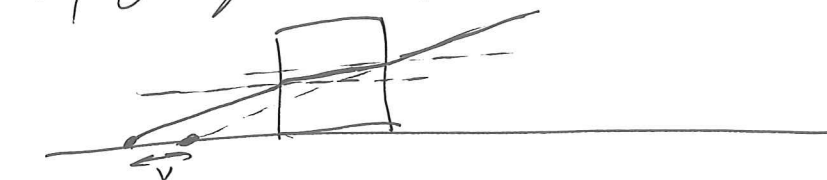
нет ответа в оригинальном виде в буквах

88-71-67-22
(4.5)

Чертовик
√5



Промотор. мат. всегда упр. изобр. на др. мат. вел., выпоз. ее через n:



$$(l-x+d) \cdot \alpha = l \cdot \alpha + d \cdot \beta$$

$$(d-x) \cdot n \cdot \beta = d \cdot \beta$$

$$d \cdot \beta - x \cdot n \cdot \beta = d \cdot \beta \Rightarrow x \cdot n \cdot \beta = d \cdot \beta \cdot (n-1)$$

$$\Rightarrow x = \frac{n-1}{n} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ см} = 1 \text{ см}$$

Чистовик
№5

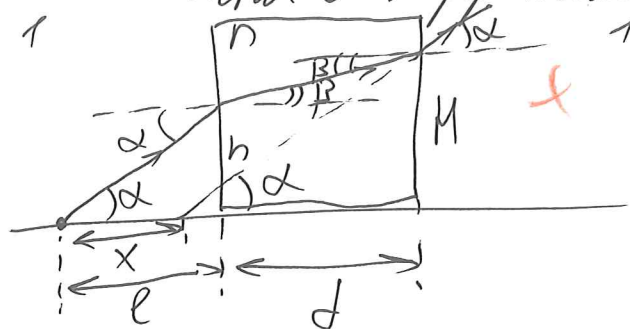
1) плоская параллельная пластинка всегда перемещает изображение на фиксированное расстояние x , зависящее от её толщины и коэффициента преломления, значит для получения изображения надо будет сдвинуть экран на величину x .

Дано: $d=3\text{см}$; $n=\frac{3}{2}$;
работать в параллельном пучке лучей

$x=?$

20

2) Получим величину x для плоской параллельной пластинки в параллельном пучке лучей.



углы малы, значит $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$
 $\sin \beta \approx \tan \beta \approx \beta$

2.1) Запишем 3-й закон для параллельных лучей при входе в пластинку:

$$1. \alpha = n \cdot \beta \Rightarrow \alpha = n\beta$$

2.2) Из геометрии задачи видим:

$$\alpha = \frac{H}{d+l-x} \Rightarrow H = \alpha(d+l-x)$$

$$\alpha = \frac{h}{l}; \beta = \frac{H-h}{d} \Rightarrow h = \alpha l; H-h = d \cdot \beta$$

$$\Rightarrow H = \alpha l + d \cdot \beta$$

$$\Rightarrow \alpha l + \alpha(d-x) = \alpha l + \beta d$$

$$n\beta(d-x) = \beta d \Rightarrow x = \frac{n-1}{n} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 3\text{см} = 1\text{см}$$

Ответ: $x = 1\text{см}$.

Черновик

- 1) считаем, сколько массы воды было в воде.
- 2) считаем, сколько массы воды добавилось.
- 3) делаем сумм. массу на объем сосуда.

$$\rho_0 = \frac{P_{\text{но}}}{P_{\text{н.р.}}} \Rightarrow P_{\text{но}} = \rho_0 \cdot P_{\text{н.р.}}$$

$$P_{\text{но}} \cdot V = \frac{m_5}{\mu} \cdot RT_0 \Rightarrow m_5 = \frac{\mu \rho_0 P_{\text{н.р.}} V}{RT_0} =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 41,5 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50}{8,3 \cdot 300}$$

$$= \frac{6 \cdot 41,5 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 5}{8,3 \cdot 3 \cdot 10^2}$$

$$8,3 \cdot 5 = 40 + 1,5 = 41,5$$

$$= \frac{6 \cdot 41,5 \cdot 10^{-2}}{8,3} = 30 \cdot 10^{-2} \text{кг} = 300\text{г}$$

$$2) N_{\text{пол}} = \frac{U^2}{r}$$

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{эл}} \cdot \eta$$

$$\frac{U^2}{r} \cdot \eta \cdot \tau = m_g \cdot \lambda \Rightarrow m_g = \frac{U^2 \eta \tau}{r \lambda} = \frac{10^4 \cdot 0,8 \cdot 2300}{80 \cdot 2,5 \cdot 10^2} = 0,1\text{кг} = 100\text{г}$$

$$3) m_n = m_5 + m_g = 400\text{г}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{вод}} = \frac{m_n}{V} = \frac{400\text{г}}{50\text{см}^3} = 8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\frac{0,4}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,3 \cdot 300$$

$$50$$

$$2 \cdot 10^3$$

$$= \frac{0,2}{100 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^3} \cdot 100\% = \frac{2}{3} \cdot 83$$

100%