



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 10 КЛАСС

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

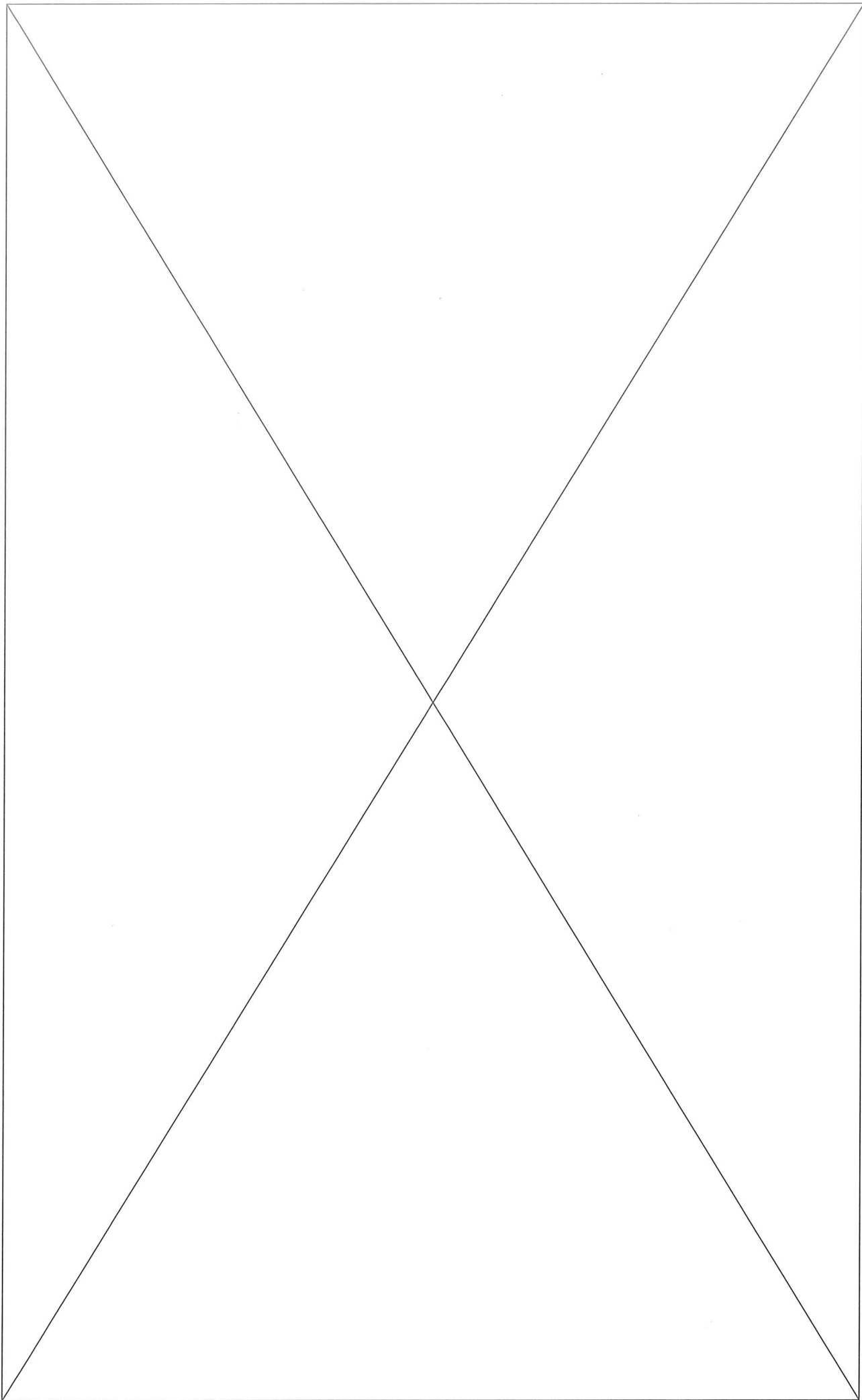
Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

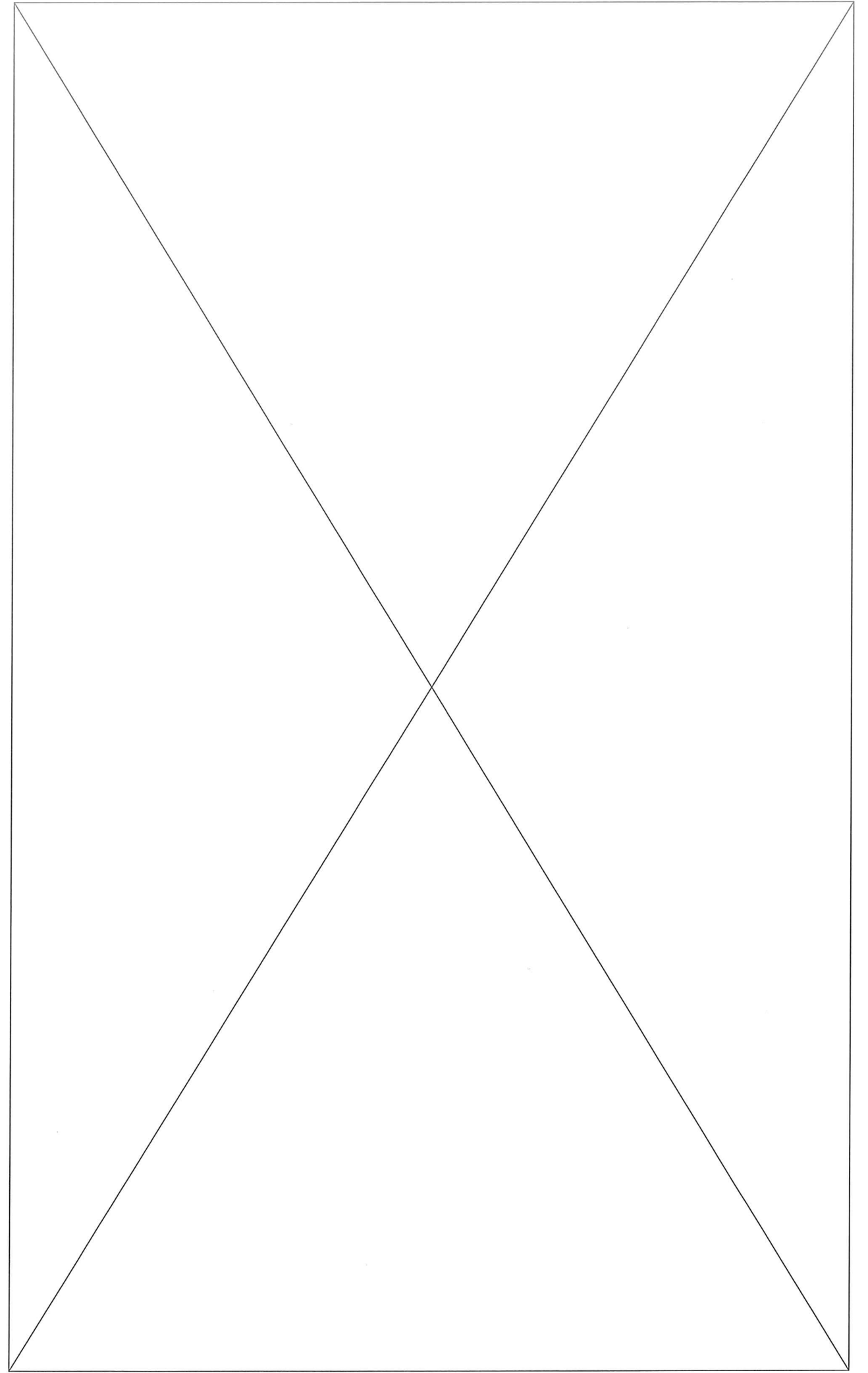
ГАРИПОВА ДАНИЯРА МАРАТОВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«13» 02 2026 года

Подпись участника



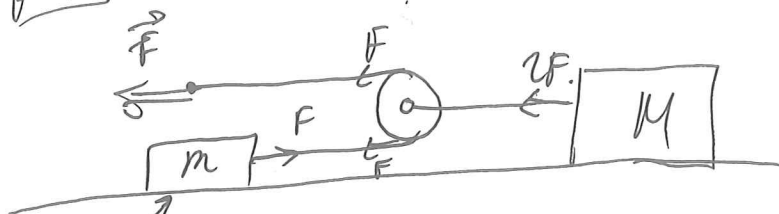
Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

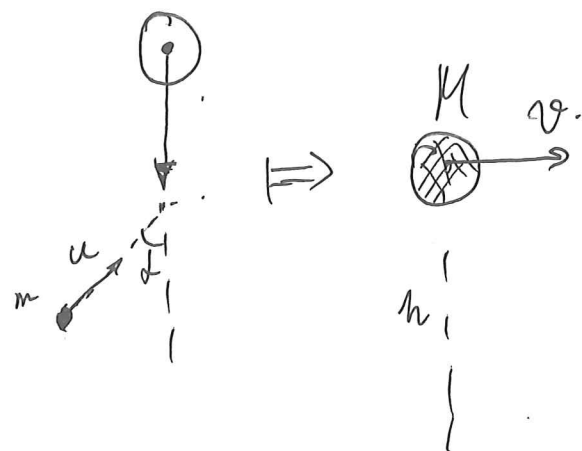
ЧЕРНОВИК

№1



$$\begin{cases} F - \mu mg = ma_1 \\ 2F - \mu Mg = Ma_2 \\ \frac{(a_1 + a_2) \tau^2}{2} = \Delta x \end{cases}$$

№2 $m \ll M$.



$$h = \frac{g \tau^2}{2}$$

$$L_0 = v \tau$$

$$\begin{aligned} m u \cos \alpha &= M \sqrt{2gH} \\ m u \sin \alpha &= M v \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{v}{\sqrt{2gH}} \\ \sqrt{2gH} &= \frac{L_0}{\tau \times \operatorname{tg} \alpha} \end{aligned}$$

№3

$$\Delta \dot{\varphi} = \frac{L_0 \times \frac{u^2}{r} \times \tau}{2\mu}$$

$$p_{\varphi 2} = \frac{p_{\varphi 1} R T_0}{\mu}$$

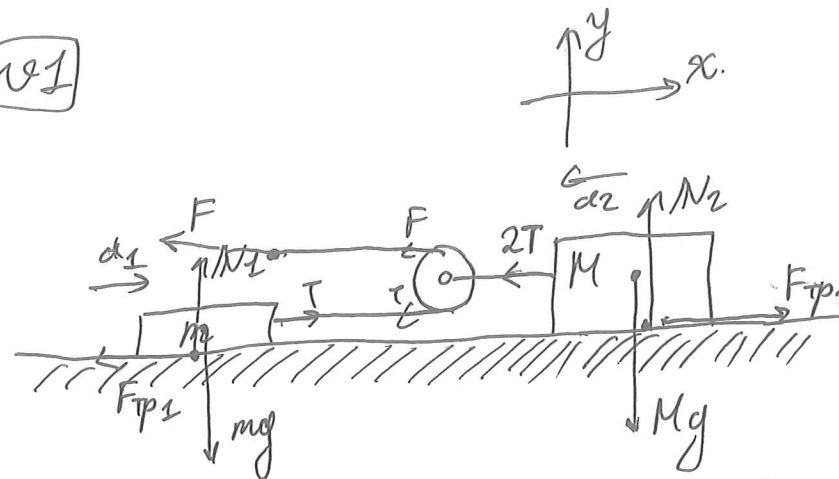
$$Q = \eta \times \frac{u^2}{r}$$

$$\varphi_0 = \frac{p_{\varphi 2}}{p_{\varphi 1 \text{ max}}}$$

$$\begin{cases} (p_{\varphi 0} + p_{\varphi 1}) V_0 = \dot{\varphi} R T_0 \\ (p_{\varphi 0} + p_{\varphi 2}) V_0 = (v + \Delta v) R T_0 \\ (p_{\varphi 2} - p_{\varphi 1}) V_0 = \Delta v R T_0 \end{cases}$$

ЧИСТОВИК

№1



Расставляем силы, действ. на два бруска, а также на блок. Блок невесомый $\Rightarrow F = T$.

II ЗН для бруска массой m :

$$\begin{cases} \text{Ox: } m a_1 = F - F_{\text{тр}1} \\ \text{Oy: } N_1 = mg \\ F_{\text{тр}1} = \mu N_1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_1 = \frac{F - \mu mg}{m}$$

II ЗН для бруска массой M :

$$\begin{cases} \text{Ox: } M a_2 = 2F - F_{\text{тр}2} \\ \text{Oy: } Mg = N_2 \\ F_{\text{тр}2} = \mu N_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{2F - \mu Mg}{M}$$

П.к. сначала бруски были в покое, то после приложения давления силы F брусок массой m сместится на $\frac{a_1 \tau^2}{2}$ влево (из рис.); брусок M - на $\frac{a_2 \tau^2}{2}$ вправо за время τ . Тогда $\frac{a_1 \tau^2}{2} + \frac{a_2 \tau^2}{2} = \Delta x \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{F - \mu mg}{m} + \frac{2F - \mu Mg}{M} = \frac{2\Delta x}{\tau^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{F}{m} + \frac{2F}{M} = \frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g \Rightarrow F = \frac{\frac{2\Delta x}{\tau^2} + 2\mu g}{\frac{1}{m} + \frac{2}{M}} =$$

$$= \frac{2 + 6}{\frac{1}{12} + \frac{2}{1}} \text{ Н} = \frac{8}{2+2} \text{ Н} = 2 \text{ Н.}$$

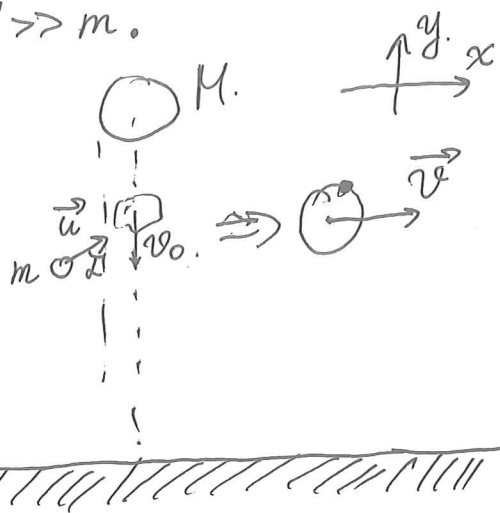
Ответ: ~~2 Н~~ 2 Н

64-07-11-49
(4.1)

100 (см)
 20 (см)
 20 (см)
 20 (см)
 20 (см)
 20 (см)

№2 ЧИСТОВИК

1) M - масса шара; m - масса пули. По условию $M \gg m$.

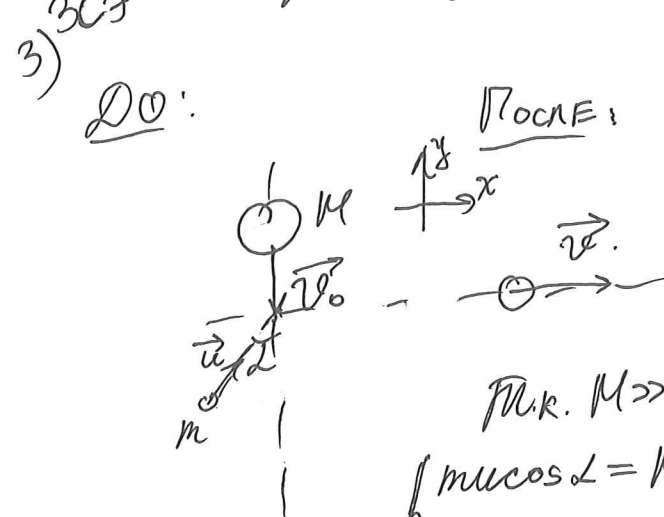


Пусть пуля летела со скоростью u , а после соударения шар имел скорость v . Т.к. она горизонтальна, то $v_x = v$. Из相似ности:

$$L = v_x \tau \Rightarrow v = \frac{L}{\tau} \quad \text{ⓐ}$$

Во время соударения он был на высоте $h = \frac{g\tau^2}{2}$.
за мгновение до

2) Пусть во время соударения шар имел скорость v_0 .
для шара: $MgH = Mg h + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2g(H-h)}$



ЗСИ для шара и пули:
 $O_y: mu \cos \alpha = Mv_0$
 $O_x: mu \sin \alpha = (M+m)v$

Т.к. $M \gg m \Rightarrow M+m \approx M \Rightarrow$

$$\begin{cases} mu \cos \alpha = Mv_0 \\ mu \sin \alpha = Mv \end{cases} \Rightarrow \left[\frac{1}{\tan \alpha} = \frac{v_0}{v} \right] \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{L}{\tau \tan \alpha} = \sqrt{2g(H-h)} \Leftrightarrow \frac{L^2}{\tau^2 \tan^2 \alpha} = 2g(H - \frac{g\tau^2}{2})$$

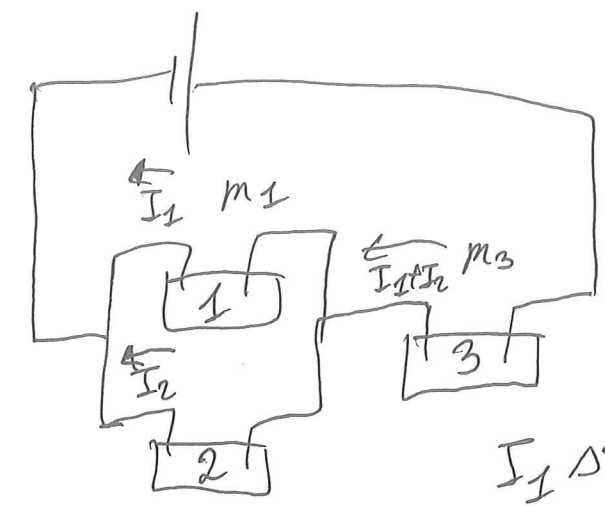
$$\Leftrightarrow H = \frac{L^2}{2g\tau^2 \tan^2 \alpha} + \frac{g\tau^2}{2} = \frac{20^2}{2 \times 10 \times 4} + \frac{10 \times 4}{2} \text{ м} = 20 \text{ м} + 5 \text{ м} = 25 \text{ м.} \quad \text{ⓐ}$$

Ответ: 25 м.

ЧЕРНОВИК

№4

$$\frac{\frac{H}{m^2} \times m_2}{H \times m} = \frac{m_2}{m^3}$$



$$\frac{0,8 \times 1000}{400} = \frac{8}{4} = 2$$

$$1 \text{ мк} = 1 \text{ см}^3$$

$$1 \text{ дм}^3 = 1 \text{ л}$$

$$I_1 \Delta t = k_1 m_1 = 1000 \text{ мк.}$$

$$\begin{array}{r} 444 \overline{) 93} \\ 444 \overline{) 8} \end{array} \quad (I_1 + I_2) \Delta t = k_3 m_3$$

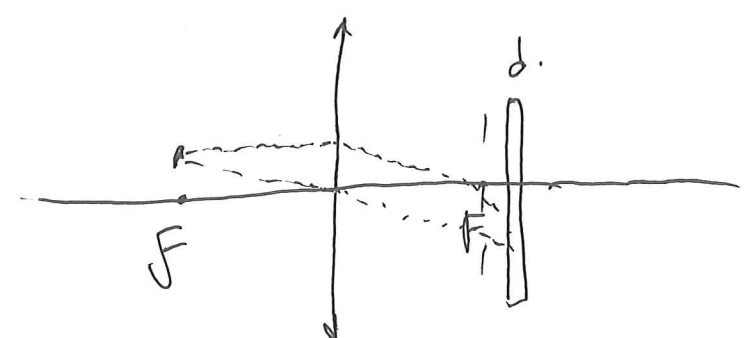
$$I_2 \Delta t = k_2 m_2$$

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

$$\Delta h = \frac{m_2}{\rho S} = \frac{k_3 m_3 - k_1 m_1}{k_2 \rho S} = \dots$$

$$2 \times 0,3 \times 10 = 2 \times 3 = 6$$

№5



$$\begin{array}{r} 6000 \overline{) 105} \\ 525 \overline{) 54} \\ \underline{450} \\ 735 \\ \underline{15} \end{array}$$

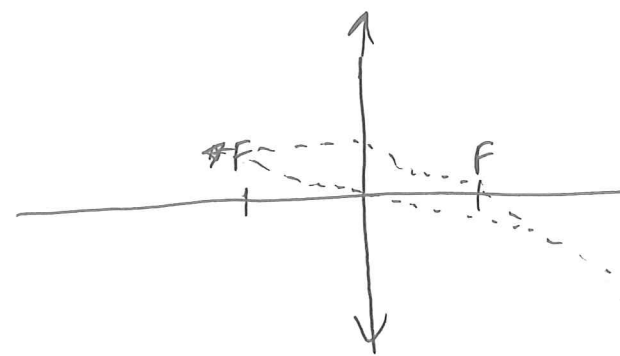
ЧЕРНОВИК

$$L = \frac{\varphi}{n};$$

$$\Delta h_1 = \frac{\varphi}{n} d;$$

$$\Delta h_2 = \frac{\varphi'}{n} d;$$

$n =$



$$\sin \varphi = n \sin \alpha$$

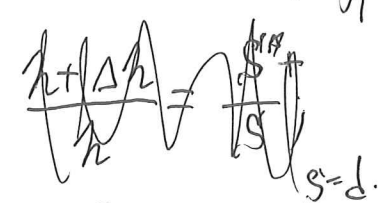
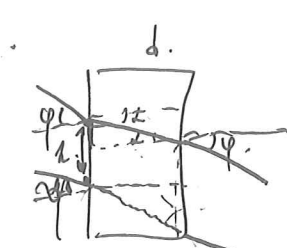
$$\frac{\sin \varphi}{n} = \sin \alpha$$

$$\tan \alpha \cdot d = \Delta h_1$$

$$\sin \varphi' = n \sin \beta$$

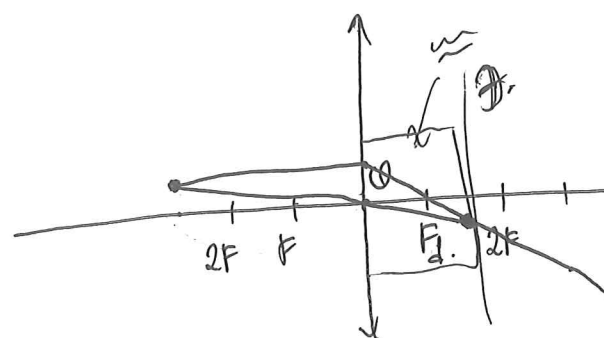
$$\frac{\sin \varphi'}{n} = \sin \beta$$

$$\Delta h_2 = \tan \beta \cdot d$$



$$\frac{\lambda + \Delta h}{n} = \frac{\lambda'}{n} \Rightarrow \frac{\lambda}{n} \parallel \frac{\lambda'}{n}$$

$$\Rightarrow \left(1 + \frac{\Delta h}{\lambda}\right) d =$$



$$d \cdot \left(1 - \frac{\varphi d}{n \cdot \lambda}\right) =$$

$$\frac{\lambda}{d} = \varphi; \Rightarrow 3 \left(1 - \frac{2}{3}\right) = 1 \text{ см}^2$$



64-07-11-49 (4.1)

УЗ А Ч И С Т О В И К

0) П.к. $t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow$ вода при ~~нагреве~~ ^{включении электронагревателя} нагревается и кипит $\Rightarrow Q_{\text{нагр. водой}} = \lambda m$, где m - масса испарившейся воды в ходе работы электронагревателя.

1) Мощность лампы $N = \frac{U^2}{R} \Rightarrow Q_{\text{выраб.}} = N \tau = \frac{U^2}{R} \tau$. ~~Из условия~~

Из условия $Q_{\text{нагр. водой}} = \eta Q_{\text{выраб.}} = \eta \cdot \frac{U^2}{R} \cdot \tau = \lambda m \Rightarrow m = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda R}$

2) Пусть изначальное давление пара было ν м.к. После работы лампы его станет на $\Delta \nu = \frac{m}{\mu}$ м.к. больше. ~~Водяной пар~~ Для водяного пара можно записать ур-е Менделеева-Клапейрона:

1) $p_{\text{п1}} \nu_0 = \nu R T_0$ (2) где $p_{\text{п1}}$ - давление водяного пара до работы электронагревателя;

2) $p_{\text{п2}} \nu_0 = (\nu + \Delta \nu) R T_0$ (1) $p_{\text{п2}}$ - давление водяного пара после работы электронагревателя. Из определения отн. влажности $\varphi_0 = \frac{p_{\text{п1}}}{p_{\text{нас}}} \Rightarrow p_{\text{п1}} = \varphi_0 p_{\text{нас}}$.

3) Из (1) вычитая (2): $\nu_0 (p_{\text{п2}} - \varphi_0 p_{\text{нас}}) = \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda \mu R} R T_0$

$$\Rightarrow p_{\text{п2}} = p_{\text{нас}} \cdot \varphi_0 + \frac{\eta U^2 \tau}{\lambda \mu \nu_0} \cdot \frac{R T_0}{\nu_0}$$

СМ. ПРОДОЛЖЕНИЕ

№3 А продолжение

ЧИСТОВИК

Ур-ние Менделеева-Клапейрона для водяного пара после работы эл. плиты:

$$p_{\text{пар}} V_0 = \frac{M_{\text{исх}} + m}{\mu} R T_0 \Rightarrow p_{\text{пар}} = \frac{p}{\mu} R T_0 \Rightarrow$$

($M_{\text{исх}}$ - исходная масса водяного пара)

$$\Rightarrow \rho = \frac{p_{\text{пар}} \mu}{R T_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\mu}{R T_0} \left(p_{\text{нас}} \varphi_0 + \frac{\eta u^2 r}{\lambda \Gamma \mu} \cdot \frac{R T_0}{V_0} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \varphi_0 \cdot \frac{p_{\text{нас}} \mu}{R T_0} + \frac{\eta u^2 r}{\lambda \Gamma V_0} \quad (+)$$

$$= 41,5\% \cdot \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 0,18 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{К}} + 80\% \cdot \frac{100^2 \cdot 2300 \text{ мДж}}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50 \text{ м}^3}$$

$$= 41,5\% \cdot \frac{2 \cdot 18 \text{ кДж}}{8,3 \cdot 300 \text{ м}^3} + 80\% \cdot \frac{23 \cdot 10^6 \text{ кДж}}{2,3 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 50 \text{ м}^3} =$$

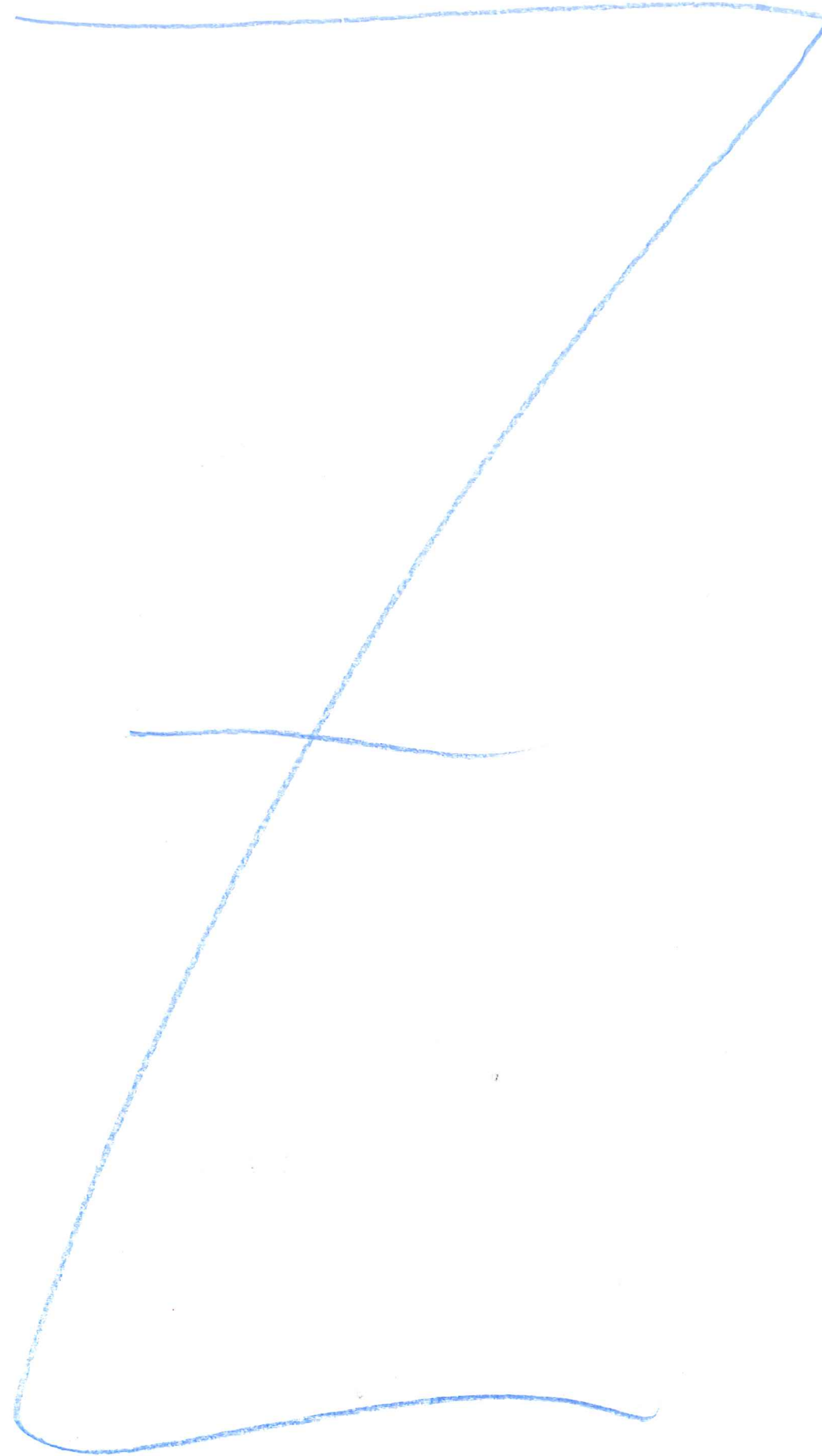
$$= 41,5\% \cdot \frac{36 \text{ кДж}}{83 \cdot 30 \text{ м}^3} + 80\% \cdot \frac{\text{кДж}}{400 \text{ м}^3} =$$

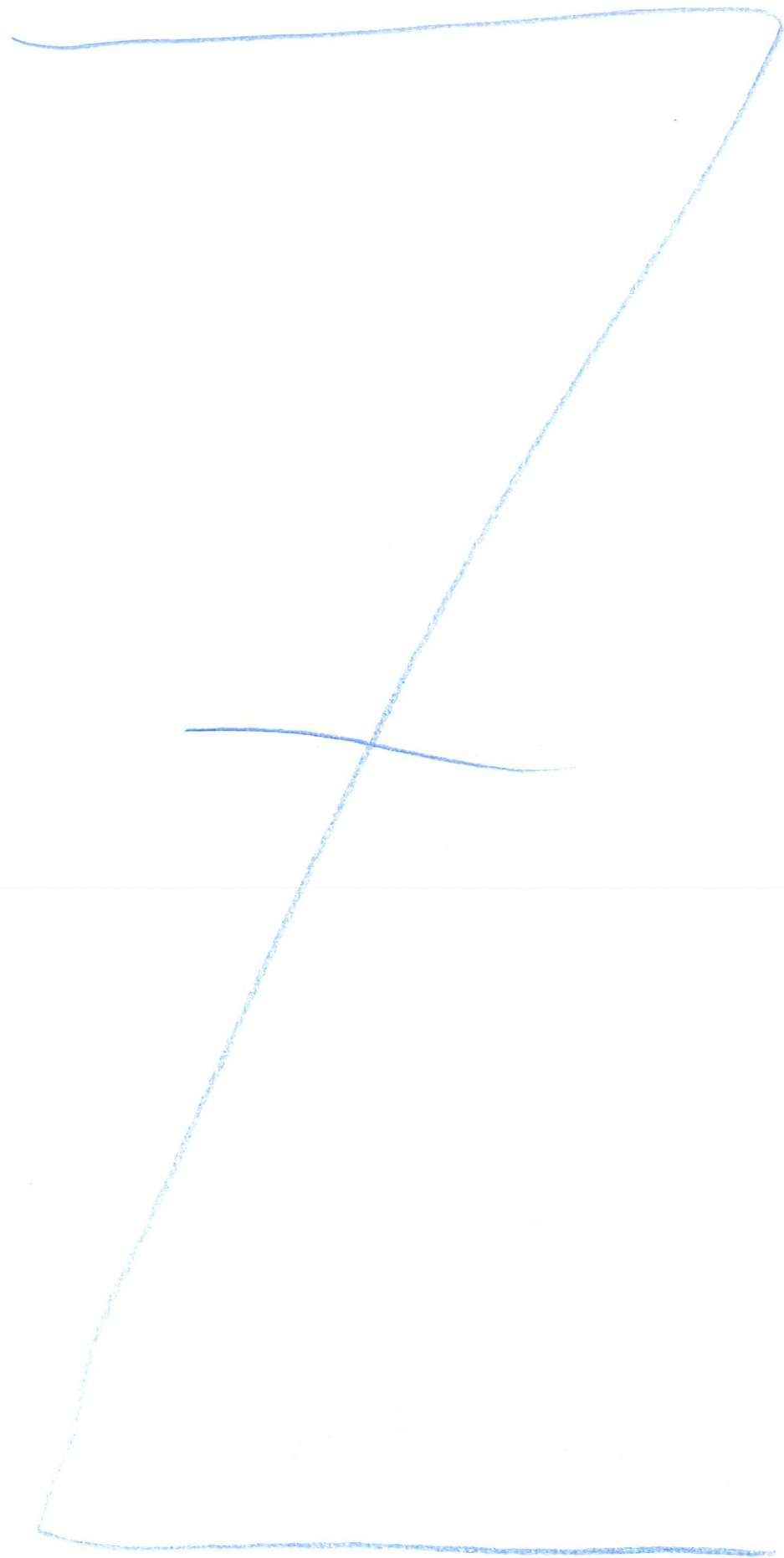
$$= 41,5\% \cdot \frac{36 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{83 \cdot 30 \text{ м}^3} + 80\% \cdot \frac{10^3 \text{ Дж}}{400 \text{ м}^3} =$$

$$= 41,5\% \cdot \frac{36}{83 \cdot 3 \text{ м}^3} + 0,8 \cdot \frac{10^3 \text{ Дж}}{400 \text{ м}^3} =$$

$$= \frac{36 \text{ Дж}}{6 \text{ м}^3} + 2 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = 8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}.$$

Ответ: $8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$. (+)

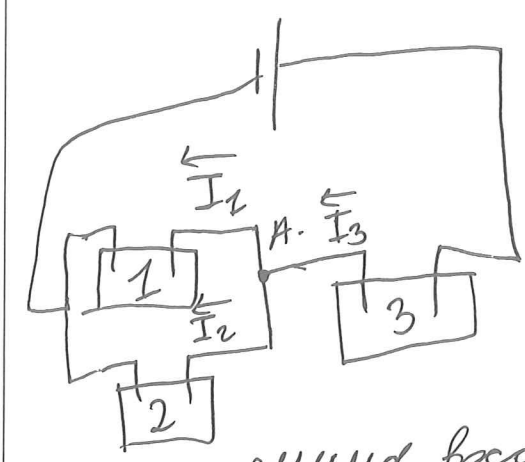




64-07-11-49
(4.1)

103 Б 4

Чистовик



- 1) Пусть в ходе работ
ванн сила тока через
① ванну была равна I_1 ;
② ванну - I_2 ; ③ ванну - I_3 .

~~Выборим~~ Две узла

сумма входящих токов равна сумме
выходящих $\Rightarrow I_1 + I_2 = I_3$.

2) за время τ на ~~первой~~ ванне прошел заряд
 q_1 ; ② ванне - q_2 ; ③ ванне - q_3 . Т.к. $q_i = I_i \tau$
то из п. 1 $\Rightarrow I_1 \tau + I_2 \tau = I_3 \tau \Leftrightarrow q_1 + q_2 = q_3$

3) с другой стороны $q_1 = \frac{m_1}{k_1}$; $q_2 = \frac{m_2}{k_2}$; $q_3 = \frac{m_3}{k_3}$
где m_2 - масса выдв. сфера во ② ванне \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{m_1}{k_1} + \frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} \Leftrightarrow m_2 = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) k_2$$

$$4) m = \rho S \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{m_2}{\rho S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{1}{\rho S} \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) k_2 =$$

$$= \frac{1}{1,05 \times 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 110 \times 10^{-4} \text{ м}^2} \times \left(\frac{744 \text{ мг}}{9,3 \times 10^{-8} \frac{\text{кг}}{\text{кн}}} - \frac{660 \text{ м}}{3,3 \times 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{кн}}} \right) \times$$

$$\times 1,1 \times 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{кн}} =$$

~~1,1 \times 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{кн}}~~ **(*)** СМ. ПРОДОЛЖЕНИЕ
 \rightarrow

ЧИСТОВИК

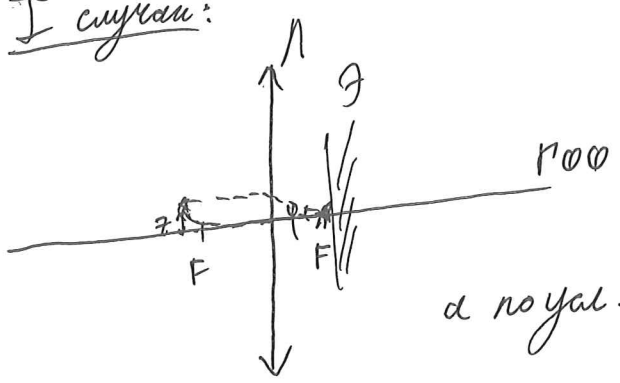
193 | 5 | продолжение

$$\begin{aligned} (\lambda) &= \frac{1,1 \times 10^{-6} \text{ м}}{1,05 \times 110 \text{ Кн}} \times \left(\frac{744 \times 10^{-6} \text{ м}}{0,3 \times 10^{-8} \frac{\text{м}}{\text{Кн}}} - \frac{660 \times 10^{-6} \text{ м}}{3,3 \times 10^{-7} \frac{\text{м}}{\text{Кн}}} \right) \\ &= \frac{1,1 \times 10^{-6} \text{ м}}{1,05 \times 110} \times \left(\frac{744}{93} \times 10^3 - \frac{660}{33} \times 10^2 \right) = \\ &= \frac{1,1 \times 10^{-6} \text{ м}}{1,05 \times 110} \times (8 \times 10^3 - 2 \times 10^3) = \frac{1,1 \times 10^{-6}}{1,05 \times 110} \times 6 \times 10^3 \text{ м} = \\ &= \frac{1,1 \times 6 \times 10^{-3}}{1,05 \times 110} \text{ м} = \frac{6 \times 10^{-3}}{1,05 \times 10^2} \text{ м} = \frac{60}{1,05} \text{ микрон} = \\ &= \frac{6000}{105} \text{ микрон} \approx 60 \text{ микрон}. \end{aligned}$$

Ответ: 60 микрон.

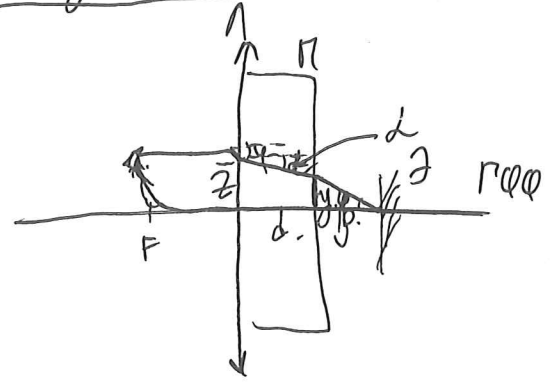
195

I случай:



Введем расстояние z и угол как на рисунке. Поделим, что $\frac{z}{F} = \tan \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$,
 а по ул. $F = d \Rightarrow z = \varphi d$

II случай (с пластиной):



Угол α - угол преломления
 Закон Снелла: $\sin \varphi = n \sin \alpha$
 Тогда $y = \tan \alpha \cdot d \approx \sin \alpha \cdot d \approx \frac{\sin \varphi}{n} \cdot d \approx \frac{\varphi}{n} \cdot d$

СМ. ПРОДОЛЖЕНИЕ

ЧИСТОВИК

195 | продолжение

Тогда ~~$y = \tan \alpha \cdot d \approx \sin \alpha \cdot d \approx \frac{\sin \varphi}{n} \cdot d \approx \frac{\varphi}{n} \cdot d$~~
 если обозначить ρ и φ как на рисунке,
 то $y = z - \tan \alpha \cdot d \approx z - \sin \alpha \cdot d = z - \frac{\sin \varphi \cdot d}{n} \approx$
 $\approx z - \frac{\varphi d}{n} = z - \frac{z}{n}$
 $\tan \varphi = \frac{z}{\rho} = \frac{z - \frac{z}{n}}{\rho} \Rightarrow \rho = d \left(1 - \frac{1}{n} \right) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \boxed{\rho = d \cdot \frac{n-1}{n}} = 3 \text{ см} \cdot \frac{0,5}{1,5} = 1 \text{ см}.$
 Ответ: 1 см. (10)

