



02-74-65-65
(48.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения ОЦ "Команда"
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Гурьник Анна Александровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Закончила, сдача работы 13 ³²

Дата

«5» марта 2023 года

Подпись участника

02-74-65-65
(48.1)

Исходные

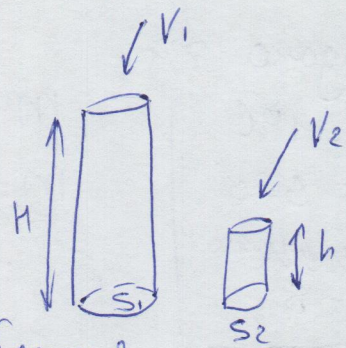
Задача 1.1

$H = 148,5 \text{ м}$

$M = 240 \text{ т}$

$\rho_2 = \rho_1 / 3$

$h = 0,5 \text{ м}$



Так как вторая башина
точнее концы первой

$\frac{m^2}{l} \rightarrow \frac{H}{h} = 297 \quad \frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{H}{h}\right)^2$

$V_1 = H \cdot S_1 \quad V_2 = h \cdot S_2$

$\rho_1 = \frac{M}{V_1} = \frac{M}{H \cdot S_1}$

$\rho_2 = \frac{m}{h \cdot S_2}$

$\rho_2 = \rho_1 / 3$

$\frac{m}{h \cdot S_2} = \frac{M}{3 \cdot H \cdot S_1}$

$m = \frac{h \cdot S_2 \cdot M}{3 \cdot H \cdot S_1} = \frac{M \cdot 1}{3 \cdot 297 \cdot 297^2}$

$= \frac{240000}{3 \cdot 297^3} \text{ кг}$

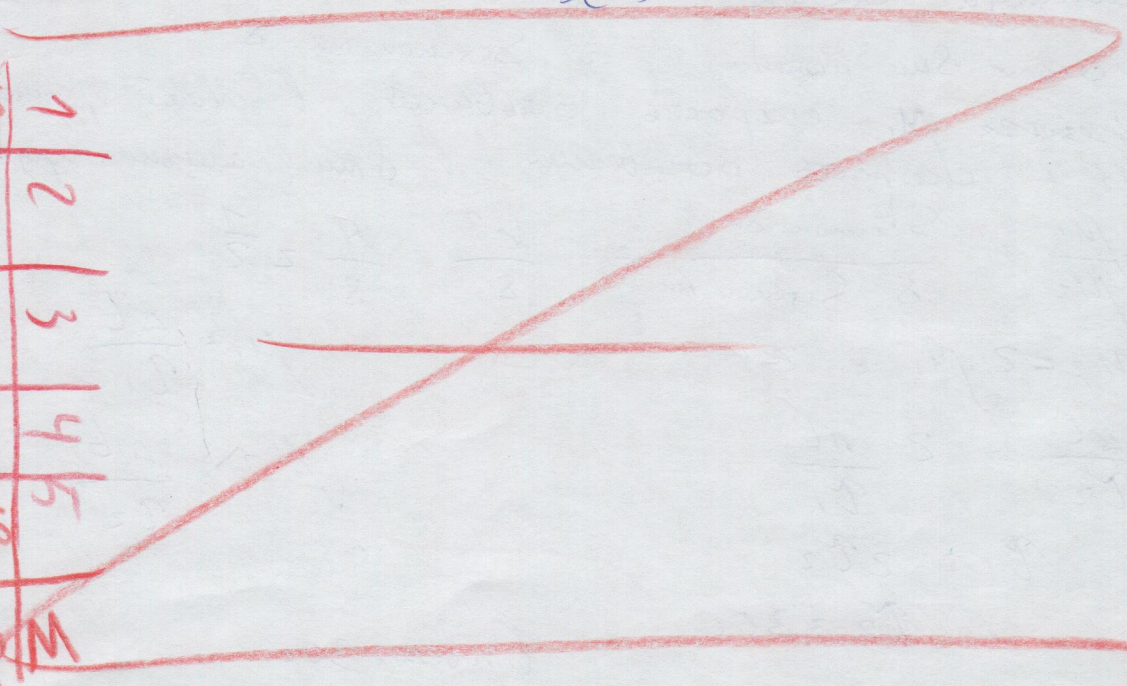
нет р-та в общем виде

Ответ:

$\approx \frac{80 \cdot 1000 \cdot 1000}{3^3 \cdot (100)^5} = \frac{80}{9} \approx 9 \text{ г}$

13
20
19
20
18
18
18

13	1
20	2
19	3
20	4
18	5
18	6
18	7



Числовик

Задача 2.1

$\Delta t = 10c$

$\tau_1 = 60c$

~~масса~~

$n = 8$

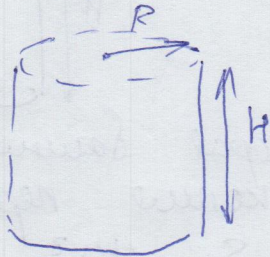
$\tau_2 =$

M - масса чая

V - объем чая

$m = const$

$V = const$



$\frac{R}{n} = \frac{H}{h} = k$

коэф. подобия

$V_{\text{бкр}} = \pi R^2 H$

↑ объем большой кружки

$V_{\text{мкр}} = \pi r^2 h$

↑ объем маленькой кружки

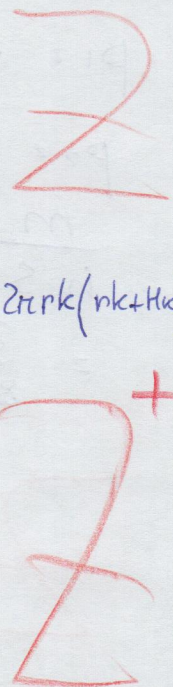
$\frac{V_{\text{бкр}}}{V_{\text{мкр}}} = n = 8$

$\pi R^2 \cdot H = \pi r^2 \cdot h \cdot 8$

$\frac{R^2 \cdot H}{r^2 \cdot h} = 8 \implies k^3 = 8$

$k = 2$

$H = kh$
 $R = rk$



$S_{\text{стенки большой кр}} = 2\pi R^2 + H \cdot 2\pi R = 2\pi R (R + H) = 2\pi rk (rk + Hk)$

$S_{\text{стенки маленькой кр}} = 2\pi r^2 + h \cdot 2\pi r = 2\pi r (r + h)$

$\frac{S_{\text{стенки бк}}}{S_{\text{стенки мк}}} = \frac{2\pi rk^2 (r+h)}{2\pi r (r+h)} = k^2$

Скорость остывания пропорциональна площади стенок.

$S_{\text{стенки 8ми маленьких кр}} = S_{\text{стенки мк}} \cdot 8$

μ_1 - скорость остывания в большой кружке

μ_2 - скорость остывания в 8ми маленьких кружках

$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{S_{\text{стенки бк}}}{8 \cdot S_{\text{стенки мк}}} = \frac{k^2}{8} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$

$\mu_2 = 2\mu_1 = \dots$

$\frac{\Delta t}{\tau_2} = 2 \cdot \frac{\Delta t}{\tau_1}$

$\tau_1 = 2\tau_2$

$\tau_2 = 30c$

$\mu_1 = \frac{\Delta t}{\tau_1}$

$\mu_2 = \frac{\Delta t}{\tau_2}$

Ответ: 30c

02-74-65-65

(48.1)

Задача 3.1

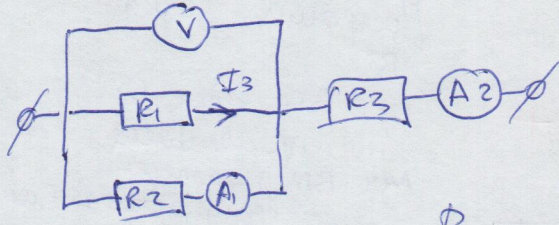
Дано: $R_1 = R_3$

$$I_1 = 0,2 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,2 \text{ A}$$

$$U_{AB} = 12 \text{ В.}$$

$$P_3 ?$$

Решение: I_3 - ток на резисторе R_1

$$U = R_2 \cdot I_1 = R_1 \cdot I_3$$

$$I_2 = I_1 + I_3 \quad \#$$

$$R_2 = \frac{U}{I_1} = \frac{12}{0,2} = 60 \Omega$$

$$I_3 = I_2 - I_1 = 1 \text{ A} \quad +$$

$$R_1 = R_3 = \frac{U}{I_3} = 12 \Omega \quad +$$

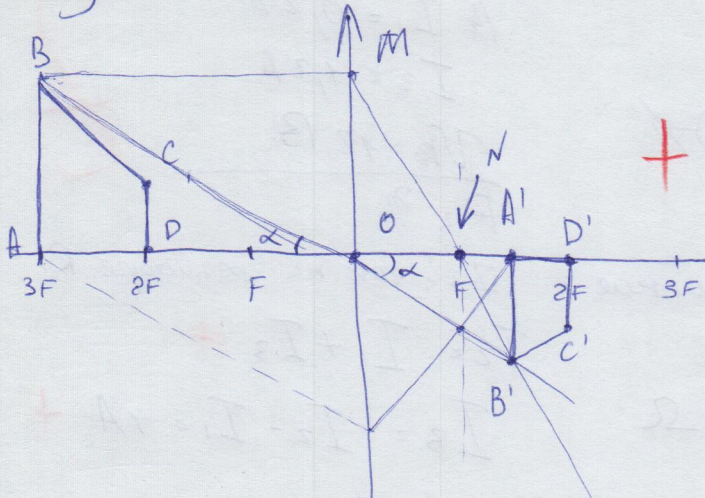
$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = (1,2)^2 \cdot 12 = 1,44 \cdot 12 = 17,28 \text{ Вт.}$$

Общий вид?

$$\text{Ответ: } 17,28 \text{ Вт} \quad +$$

Задача 4.1

Штабелек



Построим точку B' :
 луч BB_1 через O не преломляется.
 луч BM параллелен главной оптической ос.
 $\Rightarrow MB_1$ пройдет через фокус.

$AB = 0,2F$
 $CD = 0,1F$
 $AD = F$ $F = 20 \text{ см}$

∵ CD находится в двойном фокусе линзы

$CD = C'D'$
 $DO = D'O$

∵ $AB \perp$ главной оптич ос
 $\Rightarrow A'B' \perp$ главной оптич ос.

~~$\angle BOA = \angle BOA'$
 $\frac{BM}{OA'} = \frac{3F}{F}$
 $\angle MB_1B$ - общий
 $\Rightarrow \frac{BB_1}{OB_1} = 3$~~

$\Rightarrow \triangle ONB_1 \sim \triangle BMB_1$
 ∵ все элементы этих \triangle подобны

$\angle A'OB_1 = \angle AOB$
 $\angle BAO = \angle B_1A_1O = 90^\circ \Rightarrow \triangle ABO \sim \triangle A'B'O$

$\angle MBV_1 = \angle A'OB_1$ как соотв при // прямых

$\angle MB_1B$ - общий $\Rightarrow \triangle BMB_1 \sim \triangle ONB_1$

$\Rightarrow \frac{BB_1}{OB_1} = \frac{BM}{ON} = \frac{3F}{F} = 3$

$\frac{BO + OB_1}{OB_1} = 3$

$\frac{BO}{OB_1} + 1 = 3$

$\frac{BO}{OB_1} = 2$

$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AO}{A'O} = \frac{BO}{OB_1} = 2$

$A'O = \frac{AO}{2} = \frac{3F}{2} = 1,5F$

$A'B' = \frac{1}{2} AB = 0,1F$

02-74-65-65
(48.1)

Задача 4.1 (продолжение)

$$D'A'z D'O - A'Oz 2F - 1,5F = 0,5F$$

$$S_{AD'C'B'} = \left(\frac{D'C' + A'B'}{2} \right) \cdot A'D' = \frac{0,1F + 0,1F}{2} \cdot 0,5F$$

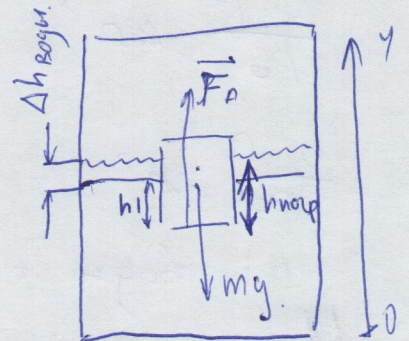
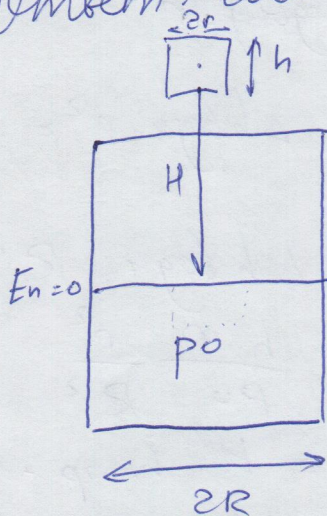
$$= 0,1F \cdot 0,5F = 2 \cdot 10 = 20 \text{ см}^2 +$$

Объем: $20 \text{ см}^3 +$

Задача 5.1

- $r = 0,05 \text{ м}$
- $h = 0,02 \text{ м}$
- $R = 0,5 \text{ м}$
- $H = 0,2 \text{ м}$
- $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$
- $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

Q?



Когда движение прекратится;
 $V_{погр}$ - объем погруженной части пробки

З.И для пробки:

$$m_{y_0} = F_A + m_y$$

$$O_y : F_A = m_y$$

$$S_{\text{пл}} V_{погр} \rho_0 = m_y$$

$$V_{погр} = \frac{m}{S_{\text{пл}} \rho_0} = \frac{\pi r^2 \cdot h \cdot \rho}{\rho_0}$$

$$h_{погр} = \frac{V_{погр}}{\pi r^2} = \frac{h \cdot \rho}{\rho_0}$$

$$\Delta h_{\text{воды}} = \frac{V_{погр}}{\pi R^2} = \frac{\pi r^2 \cdot h \cdot \rho}{\pi R^2 \rho_0}$$

$$S_{\text{центр}} = H + h_{погр} + \frac{h}{2} - \frac{h}{2} = H + h_{погр}$$

$$S_{\text{центр}} = \frac{h_{погр}}{2} + \frac{\Delta h_{\text{воды}}}{2}$$

F_D - начальная скорость движения.

h_1 - высота пробки, находящаяся под водой от-по начального уровня воды

$$h_1 = h_{погр} - \Delta h_{\text{воды}}$$

$H_{\text{цмв}}$ расстояние от центра масс пробки

$H_{\text{цмв}}$ расстояние от центра масс вытесненной воды.

Примем за нулевой уровень потенциальной энергии начальный уровень воды. исходные

$$h_1 \cdot \rho r^2 = \Delta h_{\text{воды}} \cdot (\rho R^2 - \rho r^2)$$

$$(h_{\text{погр}} - \Delta h_{\text{воды}}) \cdot r^2 = \Delta h_{\text{воды}} \cdot (R^2 - r^2)$$

~~$$\left(\frac{h \cdot R}{\rho} + \Delta h_{\text{воды}} \right) \cdot r^2$$~~

$$\frac{h \cdot R}{\rho} \cdot r^2 - \Delta h_{\text{воды}} \cdot r^2 = \Delta h_{\text{воды}} \cdot (R^2 - r^2)$$

$$\frac{h \cdot R}{\rho} \cdot r^2 = \Delta h_{\text{воды}} \cdot R^2$$

$$\Delta h_{\text{воды}} = \frac{h \cdot R}{\rho} \cdot \frac{r^2}{R^2}$$

$$H_{\text{цмн}} = H + h_1 = H + h_{\text{погр}} - \Delta h_{\text{воды}}$$

$$H_{\text{цмв}} = \frac{h_1}{2} + \frac{\Delta h_{\text{воды}}}{2} = \frac{h_{\text{погр}}}{2} = \frac{h \cdot R}{\rho \cdot 2}$$

$$E_0 = E_{\text{пп0}} + E_{\text{в0}} \leftarrow \begin{array}{l} \text{максимальная потенциальная энергия} \\ \text{пробки} \end{array} +$$

~~$$E_{\text{в0}} = m \cdot g \left(H + \frac{h}{2} \right)$$~~

$$\leftarrow \begin{array}{l} \text{максимальная потенциальная} \\ \text{энергия воды} \end{array}$$

$$E' = Q + E_{\text{пп}'} + E_{\text{в}'}$$

~~$$E_{\text{пп}'} = m \cdot g (H_{\text{цмн}} - H)$$~~

~~$$E_{\text{пп}'} = m \cdot g (H_{\text{цмн}} - H)$$~~

$$E_{\text{пп0}} - E_{\text{пп}'} = m \cdot g H_{\text{цмн}}$$

$$E_{\text{в0}} - E_{\text{в}'} = - m \cdot v \cdot g \cdot H_{\text{цмв}}$$

по ЗСЭ $E_0 = E'$

$$E_{\text{пп0}} + E_{\text{в0}} = Q + E_{\text{пп}'} + E_{\text{в}'}$$

$$(E_{\text{пп0}} - E_{\text{пп}'}) + (E_{\text{в0}} - E_{\text{в}'}) = Q$$

$$m \cdot g H_{\text{цмн}} - m \cdot v \cdot g H_{\text{цмв}} = Q$$

$$m_n = (\pi r^2 \cdot h) \cdot \rho$$

$$m_b = (\pi r^2 \cdot h_1) \cdot \rho_0$$

$$m_b \cdot g \cdot \mu_{z_{m_b}} = (\pi r^2 \cdot h_1) \cdot \rho_0 \cdot \frac{h \cdot \rho}{\rho_0 \cdot 2} \cdot g = g \frac{\pi r^2 \cdot h \cdot \rho}{2} \cdot \left(\frac{h_{\text{центр}} + h_{\text{высота}}}{2} \right)$$

$$= \left(\frac{h \cdot \rho}{\rho_0} - \frac{h \cdot \rho \cdot r^2}{\rho_0 R^2} \right) \cdot g \frac{\pi r^2 \cdot h \cdot \rho}{2} = \left(\frac{h \rho}{\rho_0} \right)^2 \cdot \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \cdot \frac{g \cdot \pi r^2}{2}$$

$$m_n \cdot g \cdot \mu_{z_{m_n}} = \pi r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot \left(H + \frac{h \cdot \rho}{\rho_0} - \frac{h \cdot \rho \cdot r^2}{\rho_0 R^2} \right) \cdot g$$

$$= \pi r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot \left(H + \left(\frac{h \cdot \rho}{\rho_0} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \right) \right) \cdot g$$

$$m_b \cdot g \cdot \mu_{z_{m_b}} = \frac{8^2}{1000} \cdot (1 - 0,1^2) \cdot 5 \cdot (0,05)^2 \cdot \pi$$

$$= \left(\frac{8}{125} - \frac{8^2}{125 \cdot 10^2} \right) \cdot 5 \cdot 25 \cdot \frac{1}{10000} \cdot \pi$$

$$= 8 \left(1 - \frac{1}{100} \right) \cdot \pi \cdot 10^{-4}$$

$$m_n \cdot g \cdot \mu_{z_{m_n}} = \pi \cdot (0,05)^2 \cdot 8 \left(0,2 + \frac{8}{1000} \left(1 - 0,1^2 \right) \right)$$

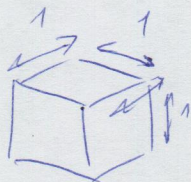
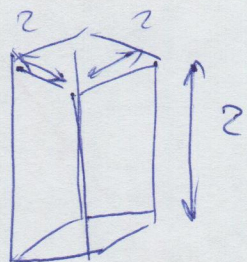
$$= \frac{\pi \cdot 25 \cdot 8}{10^4} \left(0,2 + \frac{8}{1000} \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right)$$

$$= \frac{\pi}{10^4} \left(40 + \frac{8}{5} \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right)$$

$$Q = \pi \cdot 10^{-4} \left(40 + \frac{8}{5} \left(1 - \frac{1}{100} \right) - 8 \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right)$$

$$= \pi \cdot 10^{-4} \left(40 - \frac{32}{5} \left(1 - \frac{1}{100} \right) \right) \text{ Дм. } 18.$$

Черновик

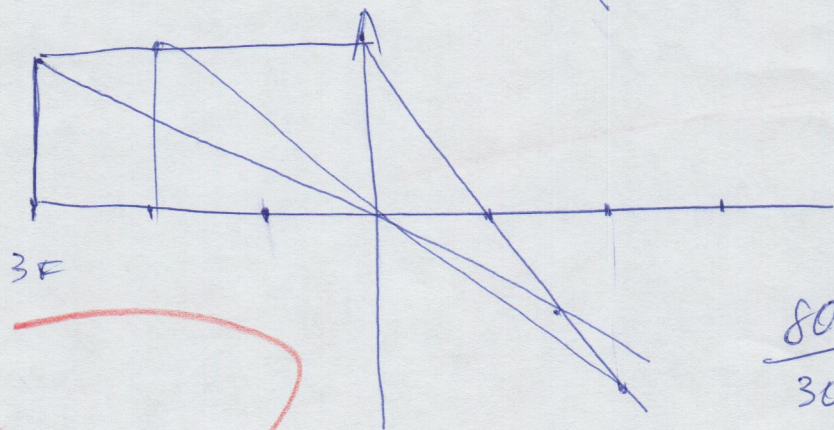
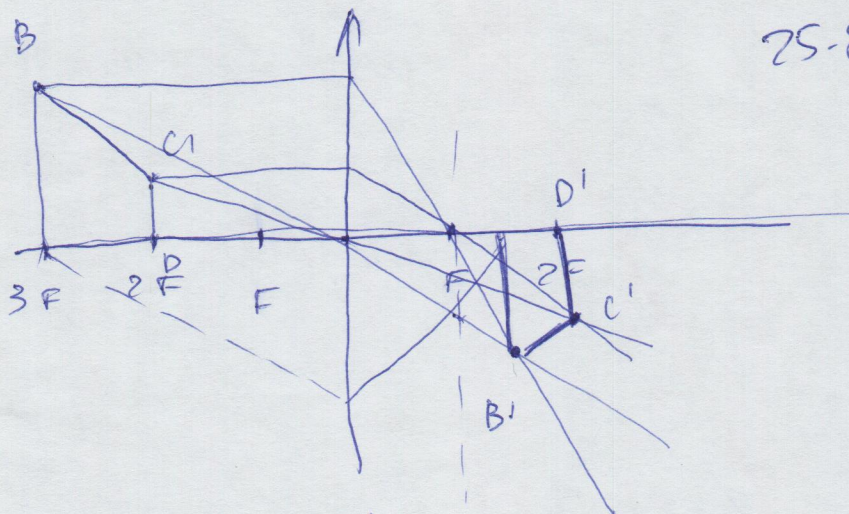


$$\frac{H}{h} = 2$$

$$\frac{S}{S'} = 4$$

$$\begin{array}{r} 1,44 \\ \cdot 1,12 \\ \hline 288 \\ 144 \\ \hline 17,28 \end{array}$$

$$25 \cdot 8 = 200^{\circ}$$



$$\begin{array}{r} 12 \\ -12 \\ \hline 24 \\ 12 \\ \hline 144 \\ -12 \\ \hline 288 \\ 144 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\frac{80000}{300^3} = \frac{8}{9 \cdot 10^2}$$

$$\frac{8}{5} - 8 = \frac{64}{40} = \frac{8 \cdot 40}{40}$$

$$= \frac{8}{5} - \frac{40}{5} = -\frac{32}{5}$$