

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było wyznaczenie gęstości wybranych cieczy przy użyciu wagi Mohra oraz piknometru dla denaturatu i zasolonej wody. W obu pomiarach jako gęstość wzorcową przyjęto gęstość wody destylowanej $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$.

2 Opracowanie wyników dla wagi Mohra

2.1 pomierzone dane

badana ciecz	p	q	r
woda destylowana	1; 8	9	9
denaturat	1; 7	3	-
słona woda	2; 9	7	-

p - numer konika, na którym zawieszono masę m (jeśli użyto kilku mas, to numery podane po średniku)

q - numer konika, na którym zawieszono masę $\frac{m}{10}$

r - numer konika, na którym zawieszono masę $\frac{m}{100}$

2.2 obliczenie gęstości

korzystamy ze wzoru¹

$$\rho = \rho_w \frac{p + \frac{q}{10} + \frac{r}{100}}{p_w + \frac{q_w}{10} + \frac{r_w}{100}}$$

$\rho_w = 1000 \frac{kg}{m^3}$ (ciecz wzorcowa - woda destylowana)

p, q, r - pomierzone odległości koników od punktu podparcia dźwigni dla badanej cieczy

p_w, q_w, r_w - pomierzone odległości koników od punktu podparcia dźwigni dla cieczy wzorcowej (woda destylowana)

badana ciecz	pomierzona gęstość $\rho [\frac{kg}{m^3}]$
denaturat	831,83
słona woda	1173,17

2.3 rachunek niepewności

do wyliczenia niepewności korzystamy ze wzoru²

$$\left| \frac{\Delta \rho}{\rho} \right| = \left| \frac{\frac{\Delta r_w}{100}}{p_w + \frac{q_w}{10} + \frac{r_w}{100}} \right| + \left| \frac{\frac{\Delta q}{10}}{p + \frac{q}{10} + \frac{r}{100}} \right|$$

gdzie $\Delta r_w = \Delta q = 1/2$ (używamy Δq - w pomiarach nie używaliśmy masy $\frac{m}{100}$)

¹<https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cwiczenieM1.pdf> (M1.4)

²https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cw_26.pdf (26.9)

badana ciecz	niepewność $ \frac{\Delta\rho}{\rho} $ [%]
denaturat	0,7
słona woda	0,5

3 Opracowanie wyników dla Piknometru

3.1 pomierzone dane

pomiar	pomierzona masa [g]
sam piknometr	26,972
piknometr z wodą destylowaną	78,325
piknometr z denaturatem	69,541
piknometr z wodą morską	86,460

3.2 obliczenie gęstości

korzystamy ze wzoru ³

$$\rho = \rho_w \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

m_1 - masa samego piknometru

m_2 - masa piknometru z cieczą wzorcową (woda destylowana)

m_3 - masa piknometru z badaną cieczą

ρ_w - gęstość wzorcowa (wody destylowanej, tak jak poprzednio)

badana ciecz	pomierzona gęstość $\rho[\frac{kg}{m^3}]$
denaturat	828,95
słona woda	1158,41

3.3 rachunek niepewności

do wyliczenia niepewności korzystamy z oszcowania ⁴

$$|\frac{\Delta\rho}{\rho}| \approx 3|\frac{\Delta m}{m_2 - m_1}|$$

gdzie $\Delta m = 0,001$ czyli $|\frac{\Delta\rho}{\rho}| \approx 0,006\%$

³<https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cwiczenieM1.pdf> (M1.7)

⁴https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cw_26.pdf (26.11)

4 Wnioski

rodzaj cieczy	waga Mohra $\rho[\frac{kg}{m^3}]$	piknometr $\rho[\frac{kg}{m^3}]$	tablice $\rho[\frac{kg}{m^3}]$
denaturat	$831,83 \pm 5,82$	$828,95 \pm 0,05$	800
słona woda	$1173,17 \pm 5,87$	$1158,41 \pm 0,07$	1030

Mimo, że występuje odstępstwo od wskazań z tablic⁵, wyniki pomiarów piknometrem i wagą Mohra są do siebie zbliżone. Sugerowałoby to, że stężenie soli w zasolonej wodzie różni się od tego w wodzie morskiej a denaturat mógł być trochę rozcieńczony wodą po wielokrotnym użytku (stąd w obu sytuacjach wzrost gęstości w stosunku do tej z tablic). Różnice między wartościami spowodowane są niedokładnością techniki wykonywania pomiarów

np. niewystarczające wysuszenie środka piknometr i nagrzanie piknometr suszarką co spowodowało podgrzanie cieczy w rezultacie zmniejszając wyznaczoną gęstość. W przypadku wagi Mohra na dokładność mogła wpłynąć także trudność w określeniu położenia równowagi, oscylacje ramienia dźwigni oraz przyjęte założenie, że nurek jest nieważki.

⁵<http://fizyka.edu.pl/gestosc-substancji/>