

## 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 wzoru<sup>1</sup>

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

$\rho_w = 1000 \frac{kg}{m^3}$  (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	831,831
słona woda	1173,173

### 2.3 rachunek niepewności

do wyliczenia niepewności korzystamy ze wzoru<sup>2</sup>

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

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

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

<sup>2</sup>[https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cw\\_26.pdf](https://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 <sup>3</sup>

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

$m_1$  - masa samego piknometru

$m_2$  - masa piknometru z cieczą wzorcową (woda destylowana)

$m_3$  - masa piknometru z badaną cieczą

$\rho_w$  - gęstość wzorcowa (wody destylowanej, tak jak poprzednio)

badana ciecz	pomierzona gęstość $\rho[\frac{kg}{m^3}]$
denaturat	828,9486
słona woda	1158,41334

#### 3.3 rachunek niepewności

do wyliczenia niepewności korzystamy z oszacowania <sup>4</sup>

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

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

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

<sup>4</sup>[https://pg.edu.pl/files/ftims/2021-03/cw\\_26.pdf](https://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, 831	828 9486	800
słona woda	1173,173	1158,41334	1030

Mimo, że występuje odstępstwo od wskazań z tablic<sup>5</sup>, 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 piknometru i nagrzanie piknometru 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.

---

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