

P1-M5. Pomiar gęstości ciał stałych i cieczy metodą piknometryczną*

Zagadnienia

Gęstość masy. Pomiar masy wagą analityczną. Metoda piknometryczna wyznaczania gęstości masy.

1 Układ pomiarowy

Na stanowisku pomiarowym znajduje się waga analityczna z kompletem odważników, piknometr wraz z korkiem, butelki z roztworami NaCl oraz śrut ołowiany i plastikowy. Zadaniem eksperymentatora jest wyznaczenie gęstości dwóch roztworów soli i jednego ze śrutów metodą piknometryczną i odniesienie wyników do danych tabelarycznych.

2 Pomiary

1. Zważyć osuszony piknometr wraz z korkiem.
2. Napęlnić piknometr wodą destylowaną. Nadmiar wody usunąć za pomocą papieru. Zważyć.
3. Napęlnić piknometr badaną cieczą. Nadmiar cieczy usunąć za pomocą papieru. Zważyć.
4. Napęlnić piknometr badanym śrutem do 2/3 pojemności. Zważyć.
5. Dopęlnić wodą piknometr ze śrutem. Zważyć.

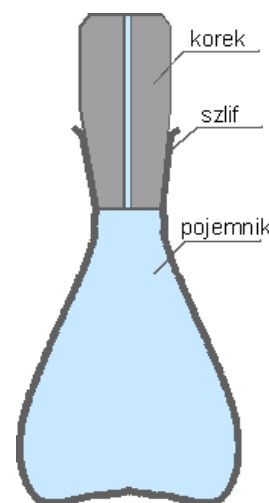


Fig. 1: Piknometr

3 Opracowanie wyników pomiarów

1. Korzystając z tabeli gęstości określić gęstość wody odpowiadającą danej temperaturze.
2. Obliczyć gęstości badanych cieczy

$$\rho_3 = \rho_w \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}, \quad \rho_4 = \rho_w \frac{m_4 - m_1}{m_2 - m_1}.$$

3. Obliczyć gęstość śrutu

$$\rho_s = \rho_w \frac{m_5 - m_1}{m_2 + m_5 - m_1 - m_6}.$$

4. Określić niepewność pomiaru masy $u_b(m_x)$.

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

| | | | | |
|--|--------------------|--|------------------------|--------------------|
| temperatura otoczenia, °C | | gęstość wody w temperaturze otoczenia ρ_w , kg/m ³ | | |
| | masa odważników, g | wskazanie śruby, mg | położenie na skali, mg | masa sumaryczna, g |
| m_1 - masa pustego piknometru | | | | |
| m_2 - masa piknometru z wodą destylowaną | | | | |
| m_3 - masa piknometru z cieczą A | | | | |
| m_4 - masa piknometru z cieczą B | | | | |
| m_5 - masa piknometru ze śrutem | | | | |
| m_6 - masa piknometru z wodą i śrutem | | | | |

- Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczyć niepewności pomiarowe wyznaczonych gęstości.
- Zapisać wyniki i ich niepewności w stosownym formacie.
- Obliczyć niepewności rozszerzone dla wszystkich wyników i zapisać w odpowiednim formacie.
- Porównać otrzymane gęstości z danymi tablicowymi¹.

¹ Źródło: Poradnik fizykochemiczny, WNT Warszawa 1974

| Temperatura, °C | Gęstość wody, kg/m ³ |
|--------------------|------------------------------------|
| 0 | 999.84 |
| 1 | 999.90 |
| 2 | 999.94 |
| 3 | 999.96 |
| 4 | 999.97 |
| 5 | 999.96 |
| 6 | 999.94 |
| 7 | 999.90 |
| 8 | 999.85 |
| 9 | 999.78 |
| 10 | 999.70 |
| 11 | 999.60 |
| 12 | 999.49 |
| 13 | 999.37 |
| 14 | 999.24 |
| 15 | 999.10 |
| 16 | 998.94 |
| 17 | 998.77 |
| 18 | 998.59 |
| 19 | 998.40 |
| 20 | 998.20 |
| 25 | 997.04 |
| 30 | 995.64 |
| 40 | 992.21 |
| 50 | 988.04 |
| 60 | 983.21 |
| 70 | 977.78 |
| 80 | 971.80 |
| 90 | 965.31 |
| 100 | 958.35 |

Tabela przedstawia zależność gęstości wodnego roztworu chlorku sodu od stężenia i temperatury. Współczynnik $A_{20^{\circ}\text{C}}$ jest poprawką temperaturową o następującym znaczeniu: jeśli gęstość roztworu jest określona w temperaturze 20°C, to należy do niej dodać wartość $A \times (20^{\circ}\text{C} - T)$, żeby otrzymać gęstość w temperaturze T .

| Stężenie NaCl ($T = 20^{\circ}\text{C}$) | | | Gęstość (kg/m ³) $t = 20^{\circ}\text{C}$ | $A_{20^{\circ}\text{C}}$ |
|--|-------------------|--------|---|--------------------------|
| % | kg/m ³ | mol/L | | |
| 1 | 10,053 | 0,1720 | 1005,3 | 0,22 |
| 2 | 20,250 | 0,3464 | 1012,2 | 0,24 |
| 4 | 41,072 | 0,7026 | 1026,8 | 0,28 |
| 6 | 62,478 | 1,0688 | 1041,3 | 0,31 |
| 8 | 84,472 | 1,4451 | 1055,9 | 0,34 |
| 10 | 107,070 | 1,8317 | 1070,7 | 0,37 |
| 12 | 130,284 | 2,2288 | 1085,7 | 0,39 |
| 14 | 154,128 | 2,6367 | 1100,9 | 0,42 |
| 16 | 178,592 | 3,0553 | 1116,2 | 0,44 |
| 18 | 203,742 | 3,4855 | 1131,9 | 0,47 |
| 20 | 229,560 | 3,9272 | 1147,8 | 0,49 |
| 22 | 256,080 | 4,3808 | 1164,0 | 0,51 |
| 24 | 283,296 | 4,8465 | 1180,4 | 0,53 |
| 26 | 311,272 | 5,3251 | 1197,2 | 0,55 |

Fig. 2: Tabele gęstości wody i roztworów NaCl