

29^b ANOMALIA ROZSZERZALNOŚCI CIEPLNEJ WODY

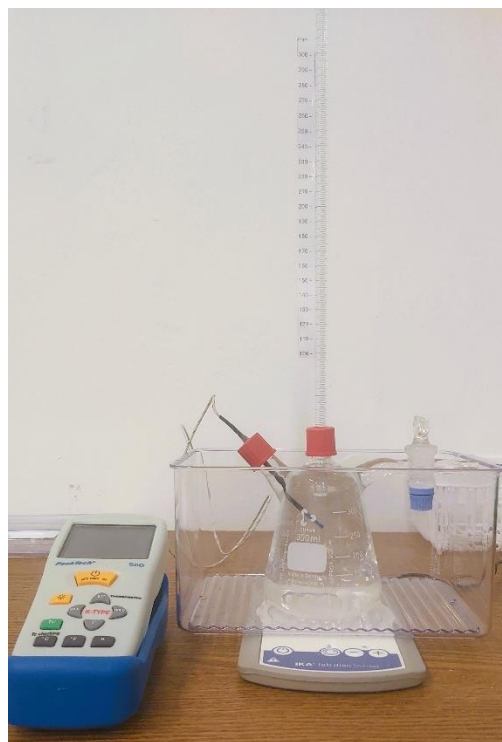
1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Rodzaje wiązań atomowych w cząsteczce, oddziaływania międzycząsteczkowe, energia wiązania;
- budowa cieczy, struktura cząsteczki wody i lodu;
- wpływ czynników zewnętrznych na właściwości fizyczne cieczy;
- anomalna rozszerzalność wody.

2. POMIARY

Przed pomiarem sprawdzić, czy kolba jest w pełni wypełniona wodą. Jeżeli nie należy poprosić pracownika technicznego o uzupełnienie naczynia.

Ustawić kapilarę tak, aby poziom słupa cieczy był powyżej 30 cm (delikatnie przesunąć do wnętrza kolby).



Rys. 1. Zdjęcie układu pomiarowego do wykonania ćwiczenia.

1. Pokruszyć dużą ilość lodu i umieścić w misce.
2. Ustawić na mieszkadle magnetycznym naczynie plastikowe wraz z umieszczoną w nim kolbą pomiarową.
3. Zapoznać się z podziałką na kapilarze i zaobserwować wysokość słupa cieczy.
4. Włączyć mieszkadło magnetyczne i ustawić tak, aby mieszkadło znajdujące się wewnątrz kolby obracało się.
5. Obłożyć kolbę rozdrobnionym lodem, przesypując lód solą.
6. Gdy temperatura wody w kolbie obniży się do ok. 11 °C, rozpocząć pomiar wysokości słupa wody w kapilarze, co 0,4 °C, aż do temperatury 5 °C.

Przykładowa tabela pomiarowa:

Temperatura wody [°C]	Pomiar w trakcie chłodzenia [mm]	Pomiar w trakcie ogrzewania [mm]
11,0		
10,6		
10,2		
...		

7. Gdy temperatura wody w kolbie obniży się do 5 °C zapisywać wysokości słupa w kapilarze o 0,2 °C, aż do temperatury ok. +0,4 °C.

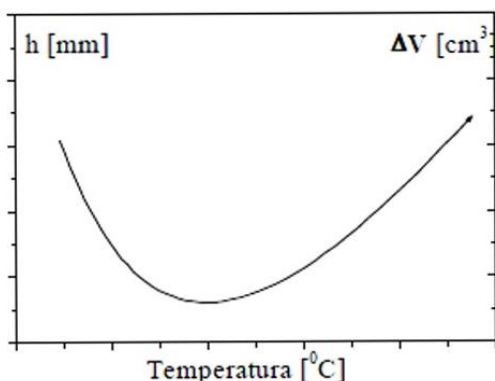
Uwaga! Gdy woda osiągnie temperaturę +0,4 °C, natychmiast wyjąć kolbę z mieszaniny chłodzącej, ponieważ woda zamarzając może rozsadzić kolbę.

8. Wyjąć kolbę z naczynia i ustawić z powrotem na mieszadle magnetycznym (bez naczynia z lodem).

9. Wykonać pomiary wysokości słupa wody w kapilarze przy ogrzewaniu się kolby powietrzem atmosferycznym, aż do temperatury ok. +11 °C (dla tych samych wartości temperatur jak podczas chłodzenia).

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Sporządzić wykres zależności wysokości h słupa wody w kapilarze od temperatury t , podczas ochładzania i ogrzewania wody. Na tym samym wykresie umieścić odpowiadające im zmiany objętości wody ΔV , jak to pokazano na Rysunku 1.



Do obliczeń ΔV należy przyjąć:

- średnicę wewnętrzną kapilary $d = 1,4$ mm;
- zmianę wysokości Δh między wysokością początkową a wysokością słupa w danej temperaturze.

Rys. 1. Wykres zależności $h(t)$ i $\Delta V(t)$.

2. Wyznaczyć temperaturę odpowiadającą maksymalnej gęstości wody $\rho_{\max}$.

3. Obliczyć względną zmianę gęstości wody między wyznaczoną temperaturą odpowiadającą $\rho_{\max}$ a temperaturą 10 °C. W tym celu obliczyć objętość wody, która wypełnia kolbę (250 cm³) oraz kapilarę do danej wysokości.

4. Niepewności standardowe pomiaru temperatury i wysokości słupa wody oszacowane metodą typu B (patrz: Instrukcja ONP, rozdz. 4.2.) zaznaczyć na wykresie. Wymienić ewentualne inne przyczyny tego, że punkty pomiarowe nie układają się idealnie na krzywej.

4. LITERATURA

- P. G. Hewitt, Fizyka wokół nas, PWN Warszawa 2001
- S. Szczeniowski, Fizyka Doświadczalna, tom II, PWN Warszawa 1976
- S. Przystalski, Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki PWN Warszawa 1987
- H. D. Young, R. A. Freedman, University Physics, Pearson, International Edition.
- OpenStax: <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-2>
- D. Halliday, R. Resnick, Fizyka, tom I, PWN, Warszawa 1994.