

# 29 ANOMALIA ROZSZERZALNOŚCI CIEPLNEJ WODY

## 1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

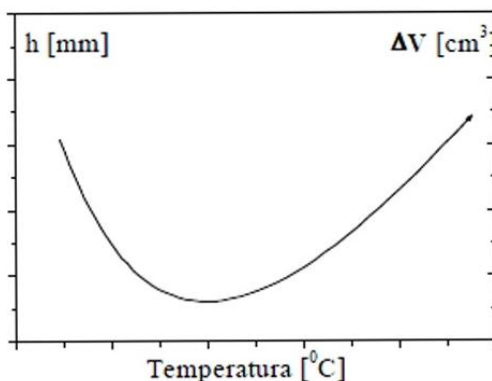
- Rodzaje wiązań atomowych w cząsteczce, oddziaływania międzycząsteczkowe, energia wiązania;
- budowa cieczy, struktura cząsteczki wody i lodu;
- wpływ czynników zewnętrznych na właściwości fizyczne cieczy;
- anomalna rozszerzalność wody.

## 2. POMIARY

1. Pokruszyć dużą ilość lodu i umieścić w misce.
2. Ustawić na mieszadle magnetycznym naczynie plastikowe (zielona miska) wraz z umieszczoną w nim kolbą pomiarową.
3. Zapoznać się z podziałką na kapilarze i zaobserwować wysokość słupa cieczy.
4. Obłóżyć kolbę rozdrobnionym lodem, przesypując lód solą.
5. Włączyć mieszadło magnetyczne i ustawić pokrętko regulacji obrotów mieszadła na pozycję 5.
6. Gdy temperatura wody w kolbie obniży się do ok. 11 °C, rozpocząć pomiar zmian wysokości słupa wody w kapilarze, co 0,2 °C, aż do temperatury +0,3 °C.  
**Uwaga! Gdy woda osiągnie temperaturę +0,3 °C, natychmiast wyjąć kolbę z mieszaniny chłodzącej, ponieważ woda zamarzając może rozsadzić kolbę.**
7. Kolbę ustawić na mieszadle magnetycznym (bez naczynia z lodem) i kontynuować pomiary wysokości słupa wody w kapilarze przy ogrzewaniu się kolby powietrzem atmosferycznym, aż do temperatury ok. +11 °C.

## 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  $\Delta V$ , jak to pokazano na Rysunku 1.



Do obliczeń  $\Delta V$  należy przyjąć:

- średnicę wewnętrzną kapilary  $d = 1,7$  mm;
- zmianę wysokości  $\Delta h$  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 (300 cm<sup>3</sup>) i 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. Szцениowski, Fizyka Doświadczalna, tom II, PWN Warszawa 1976

S. Przewalski, Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki PWN Warszawa 1987