

Pomiar temperatury, termometry, termostatowanie.

Zakres wymaganych wiadomości:

1. Termodynamiczna i międzynarodowa skala temperatur
2. Budowa i zasada działania termometrów cieczowych i elektrycznych.
3. Zasady pomiaru temperatury z zastosowaniem termometrów cieczowych.
4. Budowa i zasada działania termostatów z regulacją dwustawną. Termometr kontaktowy.

1. H. Strzelecki, W. Grzybkowski, *Chemia Fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne.*, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2004, str. 29-46.

2. H. Strzelecki, W. Grzybkowski, *Chemia Fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne.*, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2004, str. 47-55.

Ćwiczenie laboratoryjne podzielone jest na dwa bloki eksperymentalne:

- wyznaczenie charakterystyki termostatu,
- pomiar temperatury: kalibracja termometru oporowego, wyznaczenie poprawki na wystający słupek cieczy

WYKONANIE POMIARÓW.

1. Wyznaczenie charakterystyki termostatu z regulacją dwustawną.
 - a. Umieścić w termostacie kolbę miarową o pojemności 100ml, napełnioną 75 ml wody destylowanej.
 - b. Zamontować dwa termometry kwarcowe: jeden umieścić w kolbie, a drugi w termostacie.
 - c. Za pomocą termometru kontaktowego nastawić temperaturę 40 st. °C.
 - d. Zakręcić zawór zimnej wody.
 - e. Gdy woda w termostacie osiągnie temperaturę 35 st. °C rozpocząć notowanie odczytów temperatury - temperaturę odczytywać z obu termometrów, co 30 sekund (osoba 1 spisuje, osoba 2 nanosi na wykres).
 - f. oś X – czas – 30 sekund = 2mm (dłuższy bok kartki).
 - g. oś Y – temperatura – 0,1 st. °C = 2mm (początek w 33°C).
 - h. Od momentu pierwszego wyłączenia grzałki (pilnuje tego osoba 3) temperaturę należy notować z obu termometrów, co 15 sekund.
 - i. Po około 10-15 minutach (gdy odczyty z obu termometrów będą takie same) nastawić temperaturę termostatu na ok. 35 st. °C i jednocześnie włączyć chłodzenie (umiarkowany strumień wody) – temperaturę odczytywać jak w pkt. „e”.
 - j. UWAGA! Należy manipulować strumieniem wody chłodzącej tak, aby szybkość spadku temperatury wynosiła ok. 0,4 – 0,6 st. °C/min.
 - k. Po włączeniu się grzałki temperaturę należy odczytywać z obu termometrów jak w pkt. „h”, aż do końca ćwiczenia.
 - l. Dokonać analizy uzyskanego wykresu. Wnioski dotyczące praktycznych aspektów stosowania termostatów z regulacją dwustawną.

2. Pomiar temperatury:

Kalibracja czujnika temperatury Pt-500.

- a. W zlewce o pojemności 200 ml sporządzić mieszaninę wody destylowanej i lodu (również woda destylowana)
- b. Mieszając układ za pomocą czujnika temperatury odczekać do ustalenia się wskazań miernika (Metex). Początkowo mieszanina ma wyższą temperaturę i w miarę rozpuszczania się dodanego lodu jej temperatura zaczyna spadać (opór rośnie).
- c. Umieścić czujnik temperatury w tyglu z cyną. Włączyć grzanie (przełącznik nr „1”). Kontynuować grzanie do osiągnięcia wskazania 1 k Ω . Wyłączyć grzanie. Układ zacznie się chłodzić, aż do momentu rozpoczęcia procesu krystalizacji cyny. Wówczas występuje tzw. przystanek temperaturowy – temperatura układu jest stała przez dłuższy czas, co odpowiada równowadze ciało stałe-ciecz w układzie jednoskładnikowym. Należy odczytać wartość oporu z miernika.
- d. Wykorzystując podstawowe zależności matematyczne należy znaleźć wartość współczynnika temperaturowego czujnika (współczynnik nachylenia prostej w układzie $t = f(R)$, gdzie R – opór czujnika temperatury). Do obliczeń przyjąć, że opór zmierzony w mieszaninie wody z lodem odpowiada temperaturze 0 °C, natomiast opór odczytany podczas przystanku temperaturowego odpowiada temperaturze krzepnięcia cyny tj. 231.9 °C.
- e. Przy użyciu czujnika Pt-500 zmierzyć wartość oporu odpowiadającą temperaturze panującej w laboratorium. Wykorzystując znalezione wcześniej wartości współczynników równania $t = f(R)$ znaleźć wartość temperatury. Wartość tą należy porównać ze wskazaniami termometru cieczowego (rtęciowego).

Wyznaczanie poprawki na wystający słupek cieczy.

- a. W chłodnicy zwrotnej zamontować termometr bagietkowy. Chłodnicę napełnić wodą destylowaną do poziomu odpowiadającemu wartości 50 °C na skali termometru.
- b. Za pomocą termometru kontaktowego nastawić wartość 50 °C i uruchomić termostat.
- c. W 10 min odstępach czasu dokonywać odczytu temperatury. Pomiar należy kontynuować do czasu, gdy dwa kolejne odczyty dadzą tę samą wartość.
- d. Zamontować termometr bagietkowy, w taki sposób, aby jedynie zbiornik z cieczą był znużony w termostatowanej wodzie.
- e. Przeprowadzić pomiar jak w punkcie „c”.
- f. Korzystając z poniższej zależności znaleźć wartość poprawki na wystający słupek cieczy. Wynik porównać z danymi eksperymentalnymi.

$$\Delta t = k \cdot l \cdot (t_w - t_s)$$

gdzie:

l – długość wystającego słupka rtęci wyrażona w stopniach skali termometru,

t_w – temperatura wskazywana przez termometr,

t_s – średnia temperatura wystającego słupka rtęci,

k – względny współczynnik rozszerzalności słupka cieczy (dla rtęci w szkłe $k = 0,00016$).

UWAGA: Na zajęcia należy przynieść kalkulator i papier milimetrowy.