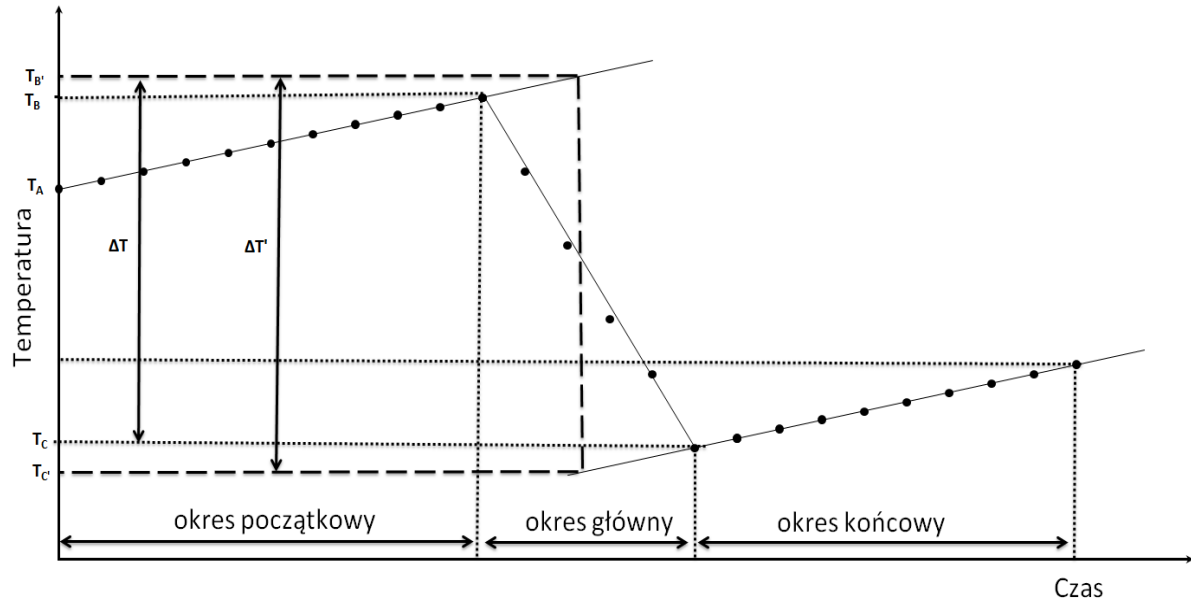


Metoda pomiaru

Wyznaczenie molowego ciepła rozpuszczania chlorku amonu

W celu wyznaczenia molowego ciepła rozpuszczania chlorku amonu w wodzie wykonuje się pomiary zmian temperatury układu w trzech etapach (rys. 1):



Rys. 1. Wykres zmian temperatury w kalorymetrze podczas procesu rozpuszczania.

Obliczanie molowego ciepła rozpuszczania

Molowe ciepło rozpuszczania chlorku amonu w wodzie można wyrazić wzorem:

$$Q_r = \frac{Q}{n_s} = \frac{Q \cdot M}{m},$$

gdzie Q oznacza ilość ciepła wymienioną w procesie rozpuszczania, a n_s liczbę moli soli. Liczba moli równa się ilorazowi masy soli m (naważka użyta w doświadczeniu) i jej masy molowej M .

Wymienione ciepło Q jest proporcjonalne do efektywnego przyrostu temperatury $\Delta T'$, gdzie współczynnikiem proporcjonalności jest stała K , zwana pojemnością cieplną kalorymetru.

$$Q = -K \cdot \Delta T'.$$

Po przekształceniu otrzymujemy:

$$Q_r = -\frac{K \cdot \Delta T \cdot M}{m}$$

Wykonanie ćwiczenia

Przygotowanie kalorymetru do pomiarów

Przed przystąpieniem do pomiarów należy napełnić kalorymetr 90 ml wody destylowanej. Następnie uruchamia się mieszadło magnetyczne, regulując szybkość tak, aby mieszanie było efektywne, lecz mieszadło nie wpadło w wibracje. Mieszadła nie wyłącza się aż do zakończenia wszystkich pomiarów.

Pomiar kalorymetryczny polega na odczytach temperatury co 30 sekund, niezależnie od wszelkich innych wykonywanych na układzie czynności.

Podczas wykonywania ćwiczenia nie można dotykać styków elektrycznych - ryzyko oparzenia!

Pomiar ciepła rozpuszczania chlorku amonu w wodzie

W czystym i suchym naczynku odważa się na wadze analitycznej około 1 g chlorku amonu. Masę soli wyznacza się z dokładnością do 0,1 mg i wpisuje do tabeli 1.

Po zmontowaniu układu pomiarowego wykonuje się nie mniej niż 10 odczytów temperatury co 30 s. Jest to wyznaczenie „biegu termometru”. Potem przez lejek nasypowy należy wprowadzić chlorek amonu do kalorymetru. Dość szybka zmiana temperatury trwa około 1 - 2 min, a potem „bieg termometru” ustala się ponownie i różnice temperatury w okresach 30-to sekundowych powinny być stałe. W okresach początkowym i końcowym wykonuje się od dziesięciu do piętnastu pomiarów, w zależności od ustawienia aparatury pomiarowej, a w okresie głównym około 6 odczytów. Dane te umieszcza się w tabeli 1. Podział na okresy przeprowadza się później, po narysowaniu wykresu.

UWAGA: W trakcie ćwiczenia nie należy wyłączać mieszania ani wykonywać innych czynności przy kalorymetrze. Ten sam układ jest potrzebny do wyznaczenia pojemności cieplnej kalorymetru.

Oznaczanie pojemności cieplnej kalorymetru metodą Joule'a

Oznaczanie pojemności cieplnej kalorymetru, czyli jego kalibrowanie, jest czynnością bardzo ważną i wykonuje się ją trzykrotnie. W tym celu należy uruchomić element grzejny. Szczegółowych informacji na temat czasu grzania i stosowanego napięcia udzieli asystent prowadzący ćwiczenie.

Tabela 1.

Masa chlorku amonu g		
Liczba okresów półminutowych	Odczytana temperatura [°C]	Podział na okresy
1.		<i>okres początkowy</i>
2.		
...		
...		<i>okres główny</i>
...		
...		
...		<i>okres końcowy</i>

Odczyty temperatury należy wykonywać podobnie jak w poprzedniej części ćwiczenia. Najpierw ustala się „bieg termometru”, przy czym okres końcowy dla procesu rozpuszczania soli może być początkowym dla pierwszego ogrzewania za pomocą grzałki. Grzałkę należy włączyć na około 90 s podczas stosowania napięcia 5 V lub około 15 s przy napięciu 12 V, równocześnie wykonując odczyty temperatury co 30 s. Po wyłączeniu grzałki i zakończeniu notowania temperatur w okresie głównym zapisuje się „bieg termometru” w okresie końcowym. Pomiar kalibracyjny powtarza się trzykrotnie, pamiętając, że okres końcowy pierwszego pomiaru jest jednocześnie okresem początkowym drugiego pomiaru itd. a okres główny trwa około 3 - 4 min. Otrzymane dane wpisuje się do tabeli 2.

Tabela 2.

Oporność grzałki Ω		
Pomiar	Czas przepływu prądu [s]	Napięcie prądu [V]
I		
II		
III		
Liczba okresów półminutowych	Odczytana temperatura [°C]	Podział na okresy
I.		<i>okres początkowy 1. pomiaru</i>
2.		
...		<i>okres główny 1. pomiaru</i>
...		
...		<i>okres końcowy 1. pomiaru</i>
...		<i>i początkowy 2. pomiaru</i>
...		
...		<i>okres główny 2. pomiaru</i>

Za każdym razem podczas przepływu prądu przez grzałkę należy odczytać wskazania woltomierza oraz czas pracy grzałki i wpisać je do tabeli 2. Po zakończeniu pomiarów (zanotowaniu temperatur w ostatnim okresie końcowym) wyłącza się urządzenie grzejne oraz mieszadło.

UWAGA: Po zakończeniu pomiarów nie należy demontować kalorymetru ani wylewać z niego wody.

Opracowanie wyników

Obliczanie pojemności cieplnej kalorymetru K

Otrzymane dane dotyczące zmiany temperatury podczas etapu wyznaczania stałej K należy przedstawić na wykresie na papierze milimetrowym $T = f(t)$, co ułatwi przeprowadzenie podziału na okresy. Do wykresów i w obliczeniach wykorzystujemy temperaturę termody-

namiczną [wyrażoną w kelwinach]. Pojemność cieplną kalorymetru oblicza się według wzoru:

$$K = \frac{Q}{\Delta T'}$$

gdzie: $Q = \frac{U^2 \cdot t}{R}$ wydzielona ilość ciepła Joule'a, R opór elementu grzejnego [Ω], U napięcie elektryczne [V], t czas przepływu prądu [s].

Wnioski

Należy porównać eksperymentalnie wyznaczoną wartość molowego ciepła rozpuszczenia chlorku amonu w wodzie z wartością literaturową (podać wiarygodne źródło) oraz stwierdzić, czy te wartości są ze sobą zgodne w granicach niepewności. W przypadku niezgodności należy wskazać możliwe źródła błędów.