

## Ćw. M10

### Wyznaczanie zmian termodynamicznych funkcji stanu. Wyznaczanie zmiany entalpii soli w procesie rozpuszczania.

#### Zagadnienia:

- Podstawy biotermodynamiki.
- Układ termodynamiczny. Opis stanu układu termodynamicznego.
- Zasady termodynamiki.
- Energia wewnętrzna, entalpia i entropia jako termodynamiczne funkcje stanu.
- Bilans cieplny. Pojęcie ciepła i temperatury.
- Proces topnienia. Ciepło topnienia.
- Proces rozpuszczania. Ciepło rozpuszczania.

#### Instrukcja:

1. Odważ 5 porcji tiosiarczanu po 5 g każda.
2. Wyznacz masę wewnętrznego naczynia kalorymetru  $m_k$ . Pamiętaj aby naczynie było osuszone.
3. Napełnij wewnętrzne naczynie kalorymetru do połowy wodą o temperaturze  $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  i wyznacz masę  $m_{kw}$ .
4. Oblicz masę wody w kalorymetrze  $m_w$ .
5. Umieść naczynie z wodą w osłonie termicznej kalorymetru i zmierz temperaturę początkową  $T_{p1}$ .
6. Wsyp do wody w kalorymetrze jedną z odważonych porcji tiosiarczanu sodu  $m_1$ .
7. Mieszaj roztwór w przykrytym kalorymetrze aż do całkowitego rozpuszczenia ciała i zmierz temperaturę końcową  $T_{k1}$ . Nie zagłądaj do kalorymetru.
8. Dosyp następną porcję tiosiarczanu sodu  $m_2$ , powtórz czynności z pkt. 7 i zmierz temperaturę końcową  $T_{k2}$ .
9. Postępuj w ten sam sposób z kolejnymi porcjami tiosiarczanu aż do uzyskania 5 punktów pomiarowych.
10. Oblicz stężenia procentowe roztworów  $k_i$ :

$$k_i = \frac{m_i}{m_w + m_i} \times 100\%$$

gdzie:

$m_i$  – masa wsypanego tiosiarczanu sodu

11. Oblicz cząsteczkowe zmiany entalpii układu  $\Delta H_i$ :

$$\Delta H_i = [(m_w + m_i)c_{ri} + m_k c_k](T_{pi} - T_{ki})$$

gdzie:

$c_{ri}$  – ciepło właściwe roztworu (określić z wykresu dla danego stężenia roztworu)

$c_k$  – ciepło właściwe kalorymetru 891,2 J/kgK

**UWAGA!!!**  $T_{k1} = T_{p2}$ ,  $T_{k2} = T_{p3}$  ...

12. Oblicz całkowitą zmianę entalpii układu  $\Delta H$ :

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \Delta H_i \quad n = 5$$

13. Przedstaw na wykresie zależność temperatury  $T$  roztworu od jego stężenia  $k$ ;

$$T = f(k).$$

14. Wyniki pomiarów zestaw w tabelach.

15. Oszacuj niepewności wyników:

- Oszacuj  $u(\Delta H_i)$  dla 3 wybranych pomiarów. Przyjmij, że masy oraz  $c_{ri}$  są wyznaczone bardzo dokładnie. Zaniedbaj ich niepewności.
- Wybierz  $u(\Delta H_i)$  maksymalne i przyjmij, że tyle wynosi niepewność dla każdego z wyznaczonych  $\Delta H_i$ .
- Oszacuj całkowitą niepewność  $u(\Delta H)$ :

$$u(\Delta H) = \sqrt{n} \cdot u(\Delta H_i)$$

| lp                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|---|---|---|---|---|
| $m_w + m_i$ (kg)  |   |   |   |   |   |
| $c_{ri}$ (kJ/kgK) |   |   |   |   |   |
| $T_{pi}$ (K)      |   |   |   |   |   |
| $T_{ki}$ (K)      |   |   |   |   |   |
| $k_i$ (%)         |   |   |   |   |   |

| $m_k$ | $m_{kw}$ | $m_w$ | $\Delta H_1$ | $\Delta H_2$ | $\Delta H_3$ | $\Delta H_4$ | $\Delta H_5$ | $\Delta H_6$ | $\Delta H_7$ | $\Delta H$ |
|-------|----------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| kg    | kg       | kg    | kJ           | kJ           | kJ           | kJ           | kJ           | kJ           | kJ           | kJ         |
|       |          |       |              |              |              |              |              |              |              |            |

Opracowano na podstawie:

J. Socka, M. Alchimowicz, J. Białłowicz; Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki (przewodnik do ćwiczeń).

