

POMIAR ZMIANY ENTROPII

Wyznaczenie zmiany entropii układu zamkniętego podczas topnienia lodu.

1. Zważyć wewnętrzną część kalorymetru z przykrywką i mieszadłem - m_k . Wynik pomiaru zapisać w tabeli (Tab.2).
2. Wlać do kalorymetru około 250 - 300ml wody temperaturze 30°- 40°C i zważyć ją powtórnie – m_{kw} . Obliczyć masę wody $m_w = m_{kw} - m_k$.
3. Umieścić wewnętrzną część kalorymetru w osłonie. Wstawić termometr i po chwili odczytać temperaturę początkową kalorymetru z wodą t_p . Temperaturę tę zapisać w tabeli w skali Kelvina pamiętając, że $T_p[K] = t_p[°C] + 273°$. **Pomiary temperatury przeprowadzać z dokładnością $\Delta t = 0,1°C$**
4. Wrzucić do woreczka bawełnianego pięć lub sześć kostek lodu. Utluc je na śnieg lodowy i zmierzyc jego temperaturę T_l .
5. Wrzucić utłuczony lód do wody w kalorymetrze i przykryć przykrywką. Mieszając mieszadłem doprowadzić lód do całkowitego stopienia, jednocześnie obserwując wskazania termometru. Najniższą temperaturę wskazywaną przez termometr zapisać jako temperaturę końcową układu T_k .
6. Zważyć powtórnie wewnętrzną część kalorymetru z przykrywką i mieszadłem oraz wodą (nalaną i powstałą z lodu) m_{kwl} . Obliczyć masę lodu $m_l = m_{kwl} - m_{kw}$. Wynik wpisać do tabeli (Tab.2).

Tabela 2.

m_k	m_{kw}	m_w	T_p	T_l	T_k	m_{kwl}	m_l	ΔS
[kg]	[kg]	[kg]	[K]	[K]	[K]	[kg]	[kg]	[J/ K]

7. Obliczyć całkowitą zmianę entropii układu. Składa się ona z czterech cząstkowych zmian:
 1. ΔS_1 - to zmiana entropii związana z ogrzaniem lodu od temperatury T_l do temperatury topnienia $T_0 = 273 K$. W trakcie tego lód pobiera od wody i kalorymetru ciepło

$$Q_1 = m_l c_l (T_0 - T_l),$$

gdzie: c_l – to ciepło właściwe lodu.

Zmianę entropii podczas ogrzewania lodu obliczamy następująco:

$$\Delta S_1 = \int_{T_l}^{T_0} \frac{dQ_1}{T} = \int_{T_l}^{T_0} \frac{m_l c_l dT}{T} = m_l c_l \int_{T_l}^{T_0} \frac{dT}{T} = m_l c_l [\ln T]_{T_l}^{T_0} = m_l c_l (\ln T_0 - \ln T_l) = m_l c_l \ln \frac{T_0}{T_l}$$

2. ΔS_2 - to zmiana entropii związana ze stopieniem lodu. Lód topi się wskutek pobrania ciepła $Q_2 = m_l \lambda$, gdzie λ to ciepło topnienia lodu. Zmiana entropii lodu podczas tego przejścia wynosi:

$$\Delta S_2 = \frac{Q_2}{T_0} = \frac{m_l \lambda}{T_0}$$

3. ΔS_3 - to zmiana entropii związana z ogrzaniem wody powstałej ze stopionego lodu. Woda - ulega ogrzaniu od temperatury T_0 do temperatury T_k pobierając z układu ciepło

$$Q_3 = m_l c_w (T_k - T_0),$$

gdzie: c_w – to ciepło właściwe wody.

Zmiana entropii w trakcie tego procesu wynosi:

$$\Delta S_3 = \int_{T_0}^{T_k} \frac{dQ_3}{T} = \int_{T_0}^{T_k} m_l c_w \frac{dT}{T} = m_l c_w \int_{T_0}^{T_k} \frac{dT}{T} = m_l c_w [\ln T]_{T_0}^{T_k} = m_l c_w (\ln T_k - \ln T_0) = m_l c_w \ln \frac{T_k}{T_0}.$$

4. ΔS_4 - to zmiana entropii kalorymetru i wody do niego nalanej. Omawiane procesy zachodzą kosztem ciepła oddawanego przez wodę i kalorymetr

$$Q_4 = (m_w c_w + m_k c_k)(T_p - T_k),$$

gdzie: c_k – to ciepło właściwe kalorymetru.

Zmiana entropii z tym związana wynosi

$$\Delta S_4 = \int_{T_p}^{T_k} \frac{dQ_4}{T} = \int_{T_p}^{T_k} (m_w c_w + m_k c_k) \frac{dT}{T} = (m_w c_w + m_k c_k) \ln \frac{T_k}{T_p}.$$

Calkowita zmiana entropii układu jest sumą cząstkowych zmian

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4$$

i wynosi:

$$\Delta S = m_l c_l \ln \frac{T_0}{T_l} + \frac{m_l \lambda}{T_0} + m_l c_w \ln \frac{T_k}{T_0} + (m_w c_w + m_k c_k) \ln \frac{T_k}{T_p}$$

Przy obliczeniach korzystamy z następujących wartości:

ciepło właściwe lodu $c_l = 2095 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

ciepło topnienia lodu $\lambda = 334000 \text{ J/kg} = 3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$

ciepło właściwe wody $c_w = 4190 \text{ J/kg}\cdot\text{K} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

ciepło właściwe kalorymetru $c_k = 893 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

temperatura topnienia lodu $T_0 = 273 \text{ K}$.

5. Na podstawie obliczonej wartości zmiany entropii układu sformułować wniosek określający charakter badanego procesu.

ZAGADNIENIA

Podstawowe pojęcia termodynamiki: układ, parametry stanu, równowaga, energia wewnętrzna. Rodzaje układów. Przemiana termodynamiczna. Pierwsza zasada termodynamiki. Entalpia i jej zmiana. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Druga zasada termodynamik w ujęciu jakościowym. Entropia. Druga zasada termodynamiki w ujęciu ilościowym.