

Úloha 18: Stanovení parametrů fázových přeměn

Pomůcky

Kalorimetr s míchačkou, teplotní čidlo, měřicí modul Cobra, kádinka na vodu, sítko a utěrka na osušení ledu, kalibrační pítka, měřicí modul s termočlánkem, digitální váha (společná pro všechny úlohy; umístěna v zadní části laboratoře)

Úkol

Stanovte měrné skupenské teplo tání ledu l . Proměřte křivku tavení a tuhnutí cínu a stanovte jeho teplotu tání/tuhnutí.

Dílčí úkoly

1. Změřte teplotu v laboratoři t_{lab} a z teoretických hodnot odhadněte množství ledu pro dosažení symetrie grafu.
2. Stanovte hmotnost vody m_V .
3. Sledujte závislost teploty na čase před přidáním ledu, po přidání ledu a po roztátí ledu.
4. Grafickou extrapolací nalezněte koncovou teplotu t .
5. Tabulkovou hodnotu měrného skupenského tepla tání porovnejte s výsledkem měření.
6. Proměřte závislost teploty na čase cínu pro proces tání i tuhnutí. Závislost graficky znázorněte a popište.
7. Z naměřených dat určete teplotu tání a tuhnutí a srovnajte s tabulkovou hodnotou.

Poznámky k měření

- Na kalibrační pítce nastavte teplotu 255 °C pomocí šipek. Po roztavení cínu nastavte teplotu na 20 °C , pítka se poté ochladí na pokojovou teplotu. Po celou dobu zapisujte teplotu měřenou termočlánkem po 10 sekundách (pomocí funkce LOGGING na teploměru).
- Digitální váhu najdete na stole v zadní části laboratoře.
- Tepelná kapacita kalorimetru je $K_K = (55 \pm 5)\text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$.
- Pro odhad hmotnosti ledu uvažuje hmotnost vody $m_V = 300\text{ g}$, teplotu $t_1 = 35\text{ °C}$ a tabulkové hodnoty měrné tepelné kapacity c_V a měrného skupenského tepla tání/tuhnutí vody l . Cílovou teplotu t vypočtete na základě teploty laboratoře t_{lab} . Použijte vztah z kalorimetrické rovnice:

$$m_L = \frac{(m_V c_V + K_K) \cdot (t_1 - t)}{l + c_V t}$$

- Prázdný kalorimetr před vážením vysušte.
- Pro měření si připravte přibližně 300 ml vody o teplotě 35 °C.
- Hmotnost vody m_V stanovte jako rozdíl hmotnosti vody s kalorimetrem a hmotnosti prázdného kalorimetru (vždy s míchačkou).
- Pro samotné měření stanovte měrnou tepelnou kapacitu vody c_V jako průměr tabulkových hodnot, které odpovídají rozsahu teplot vody/ledu.
- Interval před přidáním ledu volte přibližně 5 minut, po roztátí ledu přibližně 8 minut.
- Hmotnost ledu m_L stanovte po skončení měření jako rozdíl hmotnosti vody s kalorimetrem po měření a před měřením (vždy s míchačkou).

Matematický model pro výpočet nepřímo měřené veličiny

Měrné skupenské teplot tání ledu l :

$$l = \frac{(m_V c_V + K_K) \cdot (t_1 - t)}{m_L} - c_V t \quad (1)$$

m_V ... hmotnost vody

m_L ... hmotnost ledu

c_V ... měrná tepelná kapacita vody

K_K ... kapacita kalorimetru s míchačkou

t_1 ... teplota při přidání ledu

t ... teplota při roztátí ledu

Poznámky a návod k výpočtu nejistot

- Nejistota celé metody je 10%.

Podněty k diskusi

- Měrné skupenské teplo tání vody l je tabulková hodnota. Stanovte odchylku od tabulkové hodnoty.
- Teplota tání a tuhnutí cínu jsou tabulkové hodnoty. Porovnejte s hodnotou odečtenou z naměřených dat.
- Diskutujte vliv tepelných ztrát na přesnost měření.