

Zentraler Bildungsplanbezug (ibK)

3.2.1.3 Bindungs- und Wechselwirkungsmodelle

(1) die Ionenbindung erklären und typische Eigenschaften der Salze und Salzlösungen begründen (Ionengitter, Sprödigkeit, hohe Schmelztemperatur, elektrische Leitfähigkeit)

Hinweise zum Inhalt

■ Berechnung der Coulombschen Wechselwirkungsenergie

In [1], Kapitel 8, wird der Ansatz verfolgt, die elektrostatische Wechselwirkung zwischen Teilchen als „Chemische Kräfte“ zu behandeln. Durch Integration über den Kraftterm ergibt sich die besser handhabbare Wechselwirkungsenergie.

Für die Wechselwirkung eines Kations mit einem Anion erhält man so die **Coulombsche Wechselwirkungsenergie**

$$E_{\text{ww}} = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{abe^2}{d}$$

ϵ_0 Elektrische Feldkonstante
 a Ladungszahl des Kations
 b Ladungszahl des Anions
 e Elementarladung
 d Ionenabstand

■ Die Elektrische Feldkonstante hat den Wert $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{J} \cdot \text{m})$ und die Elementarladung beträgt $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

■ Der Abstand zwischen zwei Ionen wird als Summe der beiden Ionenradien aufgefasst und in der Einheit Pikometer (1 pm) angegeben, also $d = d_0 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

Der Betrag der Wechselwirkungsenergie lässt sich nun auch schreiben als

$$|E_{\text{ww}}| = \frac{1,602^2 \cdot 10^{-38} \text{ C}^2}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{J} \cdot \text{m}) \cdot 10^{-12} \text{ m}} \cdot \frac{ab}{d_0} = \frac{1,602^2 \cdot 10^{-14}}{4\pi \cdot 8,854} \text{ J} \cdot \frac{ab}{d_0}$$

Mit der Umrechnung $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ folgt wie im Material auf Seite 6 angegeben

$$|E_{\text{ww}}| = \frac{1,602^2 \cdot 10^{-14}}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \cdot \frac{ab}{d_0} = 1440 \text{ eV} \cdot \frac{ab}{d_0}$$

■ Erklärung der Schmelztemperaturen von Salzen

Der Zusammenhang zwischen der Schmelztemperatur eines Salzes und den Eigenschaften seiner Ionen (Größe, Ladung, Anzahlverhältnis) wird im Material hergestellt in Anlehnung an

<http://www.u-helmich.de/che/0809/04-Ionen/Ionen-06.html>

■ Berechnung der Gitterenergie

Die Berechnung der Gitterenergie von Natriumchlorid wird in [1], S. 123, durchgeführt gemäß der Gleichung

$$\text{Gitterenergie} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{abe^2}{d} \cdot N_L \cdot A \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Dabei ist N_L die Loschmidt-Zahl, $A = 1,74756$ der Madelungsfaktor für das Natriumchlorid-Kristallgitter und der Term $\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Abstoßungseffekten im Kristallgitter mit dem Born-Exponenten n . Wird wie in [1] für den Fall NaCl der Wert $n = 8$ angenommen, so ergibt sich wie im Material

$$\left(1 - \frac{1}{n}\right) = \left(1 - \frac{1}{8}\right) = 0,875 \approx 0,88.$$

Literatur-Quelle

- [1] J. Huheey, E. Keitler, R. Keiter: „Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität“, Walter de Gruyter, Berlin.