

Energetische Vorgänge beim Daniell-Element

Die Reaktionen beim Daniell-Element $Zn/Zn^{2+}_{(aq)}/Cu^{2+}_{(aq)}/Cu$ lassen sich in eine Reihe von Einzelvorgängen zerlegen, deren Energiebeträge in Bezug zum Formelumsatz in der unteren Tabelle dargestellt sind. Der Formelumsatz ergibt sich aus der Reaktion: $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Vorgänge der Reihe nach beschrieben:

Oxidation des Zinks		Reduktion der Cu^{2+} -Ionen	
1. Sublimation der Zn-Atome aus dem Metallgitterverband			4. Dehydratation der Cu^{2+} -Ionen
2. Ionisation der Zn-Atome (Oxidation)			5. De-Ionisation der Cu^{2+} -Ionen (Reduktion)
3. Hydratation der Zn^{2+} -Ionen			6. Resublimation der Cu-Atome zu einem Metallgitterverband
Summe der Oxidation des Zn			Summe der Reduktion des Kupfers

Die beteiligten Energien der Elemente:

Energie	Zn/ Zn^{2+}	Cu/ Cu^{2+}
ΔH°_{sub} [kJ/mol]	+131	340
ΔH°_{ion} [kJ/mol]	+2652	+2716
ΔH°_{hyd} [kJ/mol]	-2057	-2116

Arbeitsaufträge:

1. Trage die entsprechenden Werte in die obere Tabelle ein. Bedenke dabei das Vorzeichen: welche Energien sind aufzuwenden (+) und welche werden frei (-)?
2. Berechne die Summe der Energien für den Oxidations- und den Reduktionsvorgang:
Summe der Energien: $\Delta H^{\circ} = \underline{\hspace{2cm}}$ kJ/mol
3. Berechne die Gesamtenergie für den Formelumsatz.
4. Berechne über die angegebenen Formelbeziehungen die Spannung zwischen den beiden Halbzellen.

Formelbeziehungen:

Die freie Standard-Enthalpie einer Redox-Reaktion entspricht der elektrischen Arbeit einer galvanischen Zelle: $\Delta G^{\circ} = -W_{el}$.

Die elektrische Arbeit ist das Produkt aus Spannung, Stromstärke und Zeit:

$$W_{el} = U \cdot I \cdot t = U \cdot Q$$

Wird in einer galvanischen Zelle unter Standardbedingungen die Ladung $Q = z \cdot F$ (bei einem Formelumsatz) transportiert, erhält man

$$\Delta G^{\circ} = -\Delta E^{\circ} \cdot z \cdot F \text{ mit } F = 96487 \text{ C/mol [C=Coulomb]}$$

Die freie Enthalpie ΔG° einer Redoxreaktion kann also experimentell bestimmt werden, indem man die Zellspannung der entsprechenden galvanischen Zelle unter Standardbedingungen misst.

Ergebnis der Berechnung: $\Delta E = \underline{\hspace{2cm}}$ [___]

Beziehungen zwischen den Energiearten: $1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}$
 $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$