

## 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/ $Cu^{2+}$
$\Delta H^{\circ}_{sub}$ [kJ/mol]	+131	340
$\Delta H^{\circ}_{ion}$ [kJ/mol]	+2652	+2716
$\Delta H^{\circ}_{hyd}$ [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:  $\Delta H^{\circ} =$  \_\_\_\_\_ 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  $\Delta G^{\circ}$  einer Redoxreaktion kann also experimentell bestimmt werden, indem man die Zellspannung der entsprechenden galvanischen Zelle unter Standardbedingungen misst.

Ergebnis der Berechnung:  $\Delta E =$  \_\_\_\_\_ [ \_\_\_\_\_ ]

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