

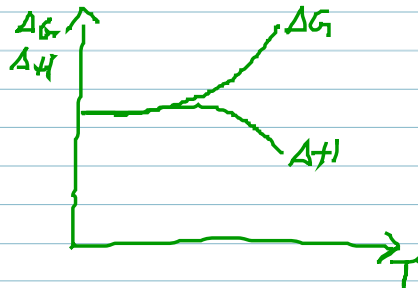
10.3 HS der TD

10.1 Formulierungen

Nernst: Reaktion in kondensierten S. emen



$$\Delta G_r = \Delta H - T\Delta S$$



$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta G_r = \lim_{T \rightarrow 0} \Delta H$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta G_r}{\partial T} \right)_p = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T} \right) = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta S = 0$$

Wärmetheorem

Planck: „Verschärfung“

Wenn Differenzen der Entropien verschwinden,
sind Entropien selbst null!

reine, id. kristall. Stoffe im thermodyn. Gsg.

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = S_0 \leftarrow \text{Nullpunktsentropie}$$

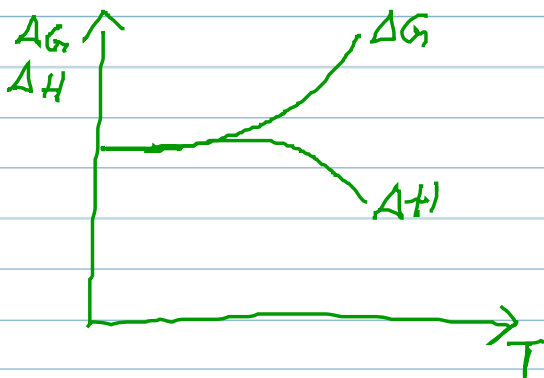
10.3HS der TD

10.1 Formulierungen

Nernst: Reaktion in kondensierten S. emen



$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$



$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta G = \lim_{T \rightarrow 0} \Delta H$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P = \lim_{T \rightarrow 0} \left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T} \right) = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \Delta S = 0$$

Wärmethorem

Planck: „Verschärfung“

Wenn Differenzen der Entropien verschwinden,
sind Entropien selbst null!

reine, id. kristall. Stoffe im thermodyn. Gsg.

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = S_0 \leftarrow \text{Nullpunktsentropie}$$

Bem:

1) id. kristall. \rightarrow keine Fremdatome, keine Defekte
 \rightarrow vgl. 9.1 Nullpunktsentropie Ni, CO
Boltzmann: $S = k \ln W$

2) Nicht-Gg-Zustände (z.B. Gläser)

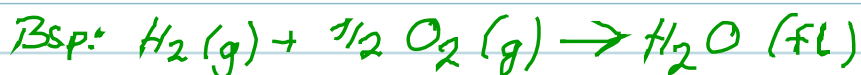
3) Mischungen weisen temp. unabh. Mischungsentropie auf
 $\Delta_M S = -nR (X_A \ln X_A + X_B \ln X_B)$

Entropie nach dem 3HS

Entropiedaten basieren auf $S_0 = 0$

$$\Delta_R S^\ominus = \sum_i \nu_i \tilde{S}_i^\ominus$$

Standardreaktionsentropie



$$\begin{aligned} \rightarrow \Delta_R S^\ominus &= \sum_i \nu_i \tilde{S}_i^\ominus = (69,9 - 130,7 - \frac{1}{2} \cdot 205,0) \frac{J}{mol \cdot K} \\ &= -163,4 \frac{J}{mol \cdot K} \end{aligned}$$

10.2 Abkühlungstechniken

- Joule-Thompson-Effekt $\rightarrow 4,2 K (He)$

Verdampfungskühlung $\rightarrow 1K (^4He)$
 $0,3K (^3He)$

Adiabatische Entmagnetisierung

Ausrichten von ungepaarten e^- -Spins

von paramagnetischen Substanzen z.B. Cad.-Salze

} 0,0014K

ST-Diagramm



1. Schritt: isotherme Magnetisierung

- ↳ Einschalten Magnetfeld
- ↳ Übergang ungeordnet \rightarrow geordnet
- ↳ Entropieabnahme (isotherm)

2. Schritt: adiabatische Entmagnetisierung

- ↳ Ausschalten Magnetfeld
- ↳ Übergang geordnet \rightarrow ungeordnet
- ↳ Temperaturabnahme (adiab.)

↳ Konsequenz:

Der absolute Nullpunkt kann nicht erreicht werden mit einer endlichen Anzahl von Schritten

↳ adiab. Entmagnetisierung



hier könnte der Nullpunkt erreicht werden