

Lösungsblatt 4

Ausgleichsprozesse, Ersatzprozesse & Enthalpie

Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik

WS 2019/20

Übungsleitung: Monja Sokolov, Mila Krämer

Aufgabe 1

Eine 6 kg schwere, 950 °C heiße Eisenkugel wird in einen See mit Wassertemperatur 13 °C geworfen.

- Was für ein Prozess wird hier ablaufen? Wie heißt der Zustand, den das System am Ende des Prozesses erreicht haben wird?
- Wie groß ist die Entropieänderung in der Eisenkugel, im See und insgesamt?
- Ist der Abkühlungsprozess spontan? Begründen Sie ihre Antwort.

Nehmen Sie an, dass der See so groß ist, dass er durch die Kugel nur vernachlässigbar erwärmt wird. Außerdem sei die spez. Wärmekapazität c_V von Eisen bei $460.24 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ und temperaturunabhängig.

Tipp: Berechnen Sie zunächst die Wärmekapazität C_V der Kugel.

Aufgabe 2

3 mol eines einatomigen idealen Gases werden gleichzeitig von 25 °C auf 125 °C erhitzt und von 1 bar auf 5 bar komprimiert. Betrachtet wird die Entropieänderung ΔS des Gases.

- Warum ist es hier zur Berechnung von ΔS möglich, die zwei Prozesse getrennt zu betrachten? Für welche Größen aus $\{\Delta U, \Delta W, \Delta Q, \Delta H\}$ wäre das nicht möglich und warum?
- Berechnen Sie ΔS für das Gas.

Bitte wenden...

Aufgabe 3

Auf dem nullten Übungsblatt haben wir bereits den Satz von Schwarz kennengelernt. Für die gemischten zweiten Ableitungen einer Zustandsfunktion $A(X_i, X_j)$ gilt:

$$\frac{\partial^2 A}{\partial X_i \partial X_j} = \frac{\partial^2 A}{\partial X_j \partial X_i}$$

Für $A=U,H,F,G$ (thermodynamisches Potenzial), erhält man mit dieser Gleichung die Maxwell-Relationen.

- Was sind natürliche Variablen? Von welchen natürlichen Variablen hängen die thermodynamischen Potenziale U,H,F,G ab?
- Stellen Sie für die Enthalpie H und freie Enthalpie G die vollständigen Differentiale auf und identifizieren Sie, welche Zustandsfunktionen den ersten Ableitungen entsprechen.
- Finden Sie die Maxwell-Relationen durch Bilden der zweiten Ableitungen.

Aufgabe 4

Bei der vollständigen Verbrennung von Glucose mit Sauerstoff entstehen CO_2 und Wasser.

- Stellen Sie eine Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Glucose auf.
- Nutzen Sie die Tabelle unter der Aufgabe, um für diese Reaktion $\Delta_r H_m^\ominus$, $\Delta_r S_m^\ominus$ und $\Delta_r G_m^\ominus$ zu berechnen.
- Verläuft die Reaktion spontan?
- Warum ist es trotzdem ohne akute Brandgefahr durch Selbstenzündung möglich, ein Stück Traubenzucker bei Standardbedingungen aufzubewahren?

Stoff	$\Delta_f H^\ominus$	S_m^\ominus
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (s)	$-1271.5 \text{ kJ mol}^{-1}$	$209.20 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
O_2 (g)	0 kJ mol^{-1}	$205.15 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
CO_2 (g)	$-393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$	$213.79 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
H_2O (l)	$-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$	$69.95 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$