

Studiengänge: EG, MB, WEG, WMB, VH

**Beleg III (Anwendung der Thermodynamik auf chemische Reaktionen / Chemisches Gleichgewicht)**

1. Für die Ammoniak-Synthese beträgt die Gleichgewichtskonstante  $K$  unter Standardbedingungen  $K_1 = 5,888 \cdot 10^5 \text{ bar}^{-2}$ . Wie groß ist  $K_2$  bei  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Geben Sie das berechnete  $K_2$  in Potenzschreibweise (wie  $K_1$ ) an! Auf welcher Seite liegt bei  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  das Gleichgewicht? Begründen Sie die Gleichgewichtslage mit einer Ihnen bekannten Gesetzmäßigkeit!  
Für die Temperaturabhängigkeit von  $K$  gilt:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = - \frac{\Delta_R H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Delta_R H (\text{Ammoniak-Synthese}) = - 92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. Unter welchen allgemeinen Reaktionsbedingungen ist der Diamant aus Graphit darstellbar? Begründung angeben! Unter welchen konkreten Bedingungen wird die Diamantsynthese großtechnisch durchgeführt? (Druckangabe in MPa und bar)
3. Ermitteln Sie die Enthalpie  $\Delta_R H$  für die folgende Reaktion:
- $$2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ C} \rightarrow 4 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$$
- $\Delta_B H (\text{Fe}_2\text{O}_3) = - 817,5 \text{ kJ/mol}$ ;       $\Delta_B H (\text{CO}_2) = - 393,5 \text{ kJ/mol}$
4. Welche Funktion hat der Katalysator in der Abgasanlage von Kraftfahrzeugen? Was bewirkt der Katalysator? Welche chemischen Reaktionen laufen ab? Es sind drei Reaktionsgleichungen zu formulieren, wobei für Kohlenwasserstoffe die allgemeine Formel  $\text{C}_x \text{H}_y$  benutzt werden sollte.
5. Um welchen Faktor verändert sich die Reaktionsgeschwindigkeit, wenn verderbliche Nahrungsmittel im Kühlschrank bei  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , statt im Sommer bei  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  im Freien aufbewahrt werden? Begründung angeben!
6. Sind in einem dynamischen Reaktionsgleichgewicht auch die Konzentrationen der Edukte und Produkte gleich? Wenn nicht, welche Größen sind dann gleich?
7. Wie verschiebt sich die Lage des Gleichgewichts mit steigender Temperatur, wenn ein Stoff unterhalb des Siedepunktes verdampft (Verdunstung)? Begründung angeben!
8. Berechnen Sie die Standardbildungsenthalpie  $\Delta_B H$  für Methan nach dem Satz von Hess und vergleichen Sie diese mit einem Literaturwert (Tabellenwerk)! Würde in der Umgebung des Reaktionsraumes eine Abkühlung oder Erwärmung festgestellt?

$$\Delta_V H (\text{Methan}) = - 890,9 \text{ kJ/mol} \quad (\Delta_V H = \text{molare Verbrennungsenthalpie})$$

$$\Delta_B H (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = - 285,8 \text{ kJ/mol}$$

9. Berechnen Sie die molare Schmelzwärme von Eisen und die molare Verdampfungswärme von Aluminium aus den angegebenen spezifischen Größen! Geben Sie eine allgemeine Formel für diese Umrechnung an!

Verwenden Sie folgende spezifischen Schmelzwärmen:

$$\Delta_f H_{\text{spez.}} (\text{Fe}) = 0,272 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$$

$$\Delta_V H_{\text{spez.}} (\text{Al}) = 11,7 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$$

10. Aufgrund der Erdölverknappung versucht man den klassischen Fahrzeugtreibstoff Benzin durch Methanol zu ersetzen. Benzin (hier nur als Isooctan angenommen) liefert bei vollständiger Verbrennung zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  (g) eine Verbrennungswärme von  $-42 \cdot 10^3$  kJ/kg.

a) Berechnen Sie die Verbrennungswärme für 1 kg Methanol!

	Methanol	Wasser	Kohlendioxid
$\Delta_B H$ in kJ/mol	- 238,7	- 241,8	- 393,5

b) Vergleichen Sie die Verbrennungswärmen von Benzin und Methanol miteinander. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie bezüglich der Tankgröße, wenn das Fahrzeug - gleiche Motorleistung vorausgesetzt - mit alternativem Kraftstoff angetrieben wird? (die Dichten von beiden Treibstoffarten werden als gleich groß angenommen)

11. Ein Eisennagel reagiert mit Salzsäure zu Eisen(II)-chlorid.

a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung!

b) In welcher Weise verändert sich die Geschwindigkeit dieser Reaktion qualitativ, wenn

b1) höher konzentrierte Säure verwendet wird,

b2) das doppelte Volumen gleichkonzentrierter Säure eingesetzt wird,

b3) die Temperatur des Systems um  $40^\circ\text{C}$  erniedrigt wird,

b4) anstelle des Eisennagels Eisenpulver verwendet wird,

b5) anstelle des Eisennagels ein Kupfernagel unter Sauerstoffausschluss verwendet wird?