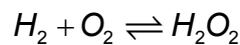
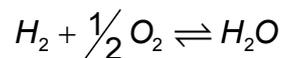
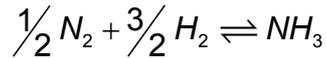


**8. Übungsblatt zur Vorlesung Physikalische Chemie I**  
**- Thermodynamik, Kinetik -**

Sommersemester 2006

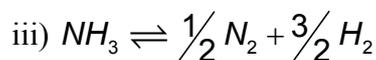
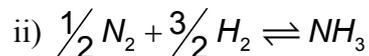
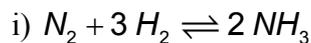
Prof. Dr. K.-H. Gericke, Dipl. Chem. Jan Frähmcke, Dipl. Chem. Sebastian Kauczok

1) Ermitteln Sie für die folgenden Reaktionen bei 298 K die Standardreaktionsentropie  $\Delta_r S^\ominus$ , -enthalpie  $\Delta_r H^\ominus$  und die freie Reaktionsenthalpie  $\Delta_r G^\ominus$ . Läuft die Hin- oder die Rückreaktion spontan ab? (Tabellierte Werte z.B. aus dem Atkins benutzen)



2) Die Herstellung von Ammoniak nach dem Haber-Bosch-Verfahren spielt seit der Erfindung im Jahre 1910 eine sehr wichtige Rolle zur Herstellung von anorganischen Düngern.

a) Die freie Reaktionsenthalpie der Reaktion i) beträgt bei 298 K und 1 bar  $\Delta_r G^\ominus = -33$  kJ/mol. Berechnen sie  $\Delta_r G^\ominus$  für die Reaktionen ii) und iii) bei 200 K und 800 K. (ideales Gasverhalten vorausgesetzt)



b) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K für Reaktion i) bei 200, 298 und 800 K. Warum wird die Reaktion großtechnisch bei 800 K durchgeführt?

c) Die Reaktion wird nicht bei 1 bar durchgeführt. Welcher Druck wäre für eine größere Menge an  $NH_3$  sinnvoller, 0,5 bar oder 450 bar? Wie groß ist K dann bei 500°C?

d) Nach der Reaktion wird das Ammoniakgas verflüssigt und abgetrennt. Das restliche Gasmisch wird mit frischem  $H_2$  und Luft (ohne  $O_2$ ) angereichert und im Kreis geführt. Dabei reichern sich Edelgase wie Argon an. Was für Auswirkungen hat dies auf die Gleichgewichtskonstante und die Ausbeute? (wenige Stichworte)

3) Die Reaktion von Adenosintriphosphat ATP zu Adenosindiphosphat ADP und anorganischem Phosphat  $P_i$  hat unter Standardbedingungen ( $c_{ATP} = c_{ADP} = c_{P_i} = 1$  M) und pH 7 ein  $\Delta_r G^\ominus$  von -30 kJ/mol.

a) Wie groß ist  $\Delta_r G$  unter der Bedingung  $c_{ATP} = c_{ADP} = 10^{-3}$  M,  $c_{P_i} = 10^{-2}$  M?

b) Die Phosphorylierung von Glucose



ist mit  $\Delta_r G^\ominus$  von +14 kJ/mol thermodynamisch ungünstig. ATP fungiert hier bei Anwesenheit eines Enzyms als molekularer Energiespeicher.

Wie lautet die Gesamtreaktion der Phosphorylierung von Glucose mit ATP und wie groß ist Gleichgewichtskonstante ohne und mit ATP-Unterstützung?

( $c_{\text{Glucose}} = 1$  M,  $c_{\text{Glucose-6-Phosphat}} = 0,1$  M,  $c_{P_i} = 10^{-3}$  M,  $c_{ATP} = 2 c_{ADP}$ ,  $T = 300$  K)