

Institut für Physikalische Chemie Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

10. Übungsblatt zur Vorlesung Physikalische Chemie I SS 2013 Prof. Dr. Bartsch

10.1 L

Die freie Standardreaktionsenthalpie der Isomerisierung von cis-2-Penten zu trans-2-Penten bei 400 K beträgt $-3,67 \text{ kJ mol}^{-1}$. Bei dieser Temperatur liegen die Isomere als Gase vor und können als ideale Gase behandelt werden.

- a) Ist ein äquimolares Stoffgemisch bei dieser Temperatur im chemischen Gleichgewicht?
Begründen Sie Ihre Antwort mit einer Rechnung.
- b) Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante?

10.2 L

Distickstofftetroxid, N_2O_4 , kann gemäß $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$ dissoziieren. Die beteiligten Gase verhalten sich in guter Näherung ideal und haben bei 298 K folgende molaren Standardentropien $S_m^\ominus$ und molaren Standardbildungsenthalpien $\Delta_f H_m^\ominus$:

Substanz	$S_m^\ominus [\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}]$	$\Delta_f H_m^\ominus [\text{kJ mol}^{-1}]$
$\text{NO}_2(\text{g})$	240.06	33.18
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	304.29	9.16

Berechnen Sie die molare Reaktionsenthalpie $\Delta_R H_m^\ominus$, die molare Reaktionsentropie $\Delta_R S_m^\ominus$, die molare freie Reaktionsenthalpie $\Delta_R G_m^\ominus$ und die Gleichgewichtskonstante K für die Dissoziation bei 298 K.

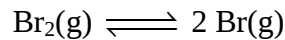
10.3 L

In einem geschlossenen Gefäß befinden sich 0.300 mol $\text{H}_2(\text{g})$, 0.400 mol $\text{I}_2(\text{g})$ und 0.200 mol $\text{HI}(\text{g})$ bei 870 K und 1.00 bar. Wie groß sind die Stoffmengen der Komponenten, wenn sich das Gleichgewicht $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ eingestellt hat (Gleichgewichtskonstante $K = 870$)? Hinweis: Füllen Sie zunächst die folgende Wertetabelle aus (ersetzen Sie dabei unbekannte Werte durch x) und benutzen Sie die Daten in der letzten Zeile, um das Massenwirkungsgesetz aufzustellen.

Stoffmenge	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{I}_2(\text{g})$	$\text{HI}(\text{g})$	gesamt

10.4 L

Die Standardgleichgewichtskonstante der Reaktion:



hat bei 2400 K den Wert $K^\ominus = 38.4$ und bei 2600 K den Wert $K^\ominus = 84.7$. Die Gase verhalten sich ideal. Bestimmen Sie $\Delta_r H^\ominus$, K , $\Delta_r G^\ominus$ und $\Delta_r S^\ominus$ für die Reaktion bei 2500 K. $\Delta_r H^\ominus$ sei im betrachteten Temperaturintervall konstant.

10.5 L

Wasser dissoziiert nach der Gleichung $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$. Wir haben die folgende Tabelle ($\text{pH} = -\lg\{H^+\}$).

pH	T/°C
7.47	0
7.27	10
7.00	25
6.77	40
6.55	60

a) Überprüfen Sie die folgenden Aussagen und begründen Sie Ihre Antwort:

- 1) $\Delta_r G^\ominus$ für Dissoziation von Wasser im Gleichgewicht lässt sich aus diesen Daten nicht berechnen.
- 2) $\Delta_r G$ für die Dissoziation von Wasser ist Null.
- 3) Wasser ist sauer oberhalb von 25°C
- 4) Die Dissoziation von Wasser ist exotherm.
- 5) Da $\Delta_r G^\ominus$ aus den Freien Standardbildungsenthalpien berechnet werden kann, ist $\Delta_r G^\ominus$ temperaturunabhängig.

b) Falls möglich, sollen die folgenden Werte berechnet werden:

- 1) Die Gleichgewichtskonstante K der Wasserdissoziation bei 0°C und 60°C.
Hinweis: Für reine flüssige oder reine feste Phasen wird im MWG $a = 1$ oder $x = 1$ gesetzt (siehe Prof. Gräbers Skript Kap. 9.5)
- 2) $\Delta_r G^\ominus$ bei 0°C und 60°C.

10.6 M

Betrachten wir die Zersetzung von Methan $\text{CH}_4(\text{g})$ in die Elemente $\text{H}_2(\text{g})$ und $\text{C}(\text{Graphit}, \text{s})$.

- a) Gegeben seien $\Delta_f H^\ominus(\text{CH}_4, \text{g}) = -74.85 \text{ kJ mol}^{-1}$ und $\Delta_f S^\ominus(\text{CH}_4, \text{g}) = -80.67 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ jeweils bei 298 K. Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K bei dieser Temperatur.
- b) Wie groß ist K bei 50°C? $\Delta_f H^\ominus$ soll nicht von der Temperatur abhängig sein.
- c) Berechnen Sie den Dissoziationsgrad α von Methan bei 25°C und 0.010 bar.