

Institut für Physikalische Chemie Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

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

12.1 (15 Punkte)

2.50 mol eines idealen, zweiatomigen Gases (alle Freiheitsgrade sind angeregt) nehmen bei einem Druck von $P = 2.00$ bar ein Volumen von $V = 30.0$ L ein. Der Druck wird nun isochor auf 1.00 bar reduziert. Bestimmen Sie q (in J), w (in J), ΔU (in J), ΔH (in J) und ΔS (in J K^{-1}).

12.2 (7 Punkte)

Skizzieren Sie den Verlauf der Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung für Moleküle eines idealen Gases, die sich im 3-dimensionalen Raum bewegen, bei

- einer hohen, einer mittleren und einer niedrigen Temperatur.
- einer hohen, einer mittleren und einer niedrigen Molmasse des Gases.

Zeichnen Sie bei einer der sechs Kurven die Lage der wahrscheinlichsten, der mittleren und der mittleren quadratischen Geschwindigkeit ein.

12.3 (14 Punkte)

Ein Benzinmotor verbraucht 1.00 L Oktan ($\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$), welches eine Dichte von 0.74 g cm^{-3} hat.

- Welches Volumen an Luft wird dabei bei Standarddruck und -temperatur in den Motor gesaugt? Gehen Sie davon aus, dass 20% aller Luftmoleküle Sauerstoff sind.
- Berechnen Sie die molare Reaktionsenthalpie, die bei der Verbrennung im Inneren des Motors bei 350 K frei wird? Verwenden Sie die Werte folgender Tabelle. Welche vereinfachende Annahme machen Sie bei der Berechnung?

	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$
$\Delta_{\text{B}}H^{\ominus} [\text{kJ mol}^{-1}]$	-285.8	-393.5	-249.9
$C_{\text{P,m}} [\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}]$	75.29	37.11	253.3

12.4 (7 Punkte)

Die Reaktion $3 \text{ A} \rightleftharpoons \text{ B} + 2 \text{ C}$ ist erster Ordnung in A und besitzt eine Geschwindigkeitskonstante $k = 2.50 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

- Berechnen Sie die Reaktionsgeschwindigkeit zu Beginn der Reaktion, wenn die Konzentration von A 0.375 mol L^{-1} ist.
- Wie lange dauert es, bis die Konzentration von A auf 0.200 mol L^{-1} gefallen ist? Wie groß ist die Verbrauchsgeschwindigkeit von A zu diesem Zeitpunkt?

12.5 (12 Punkte)

Die Freie Standardbildungsenthalpie von $\text{NH}_3(\text{g})$ bei 298 K beträgt $-16.5 \text{ kJ mol}^{-1}$; die entsprechende Standardbildungsenthalpie ist $-46.1 \text{ kJ mol}^{-1}$.

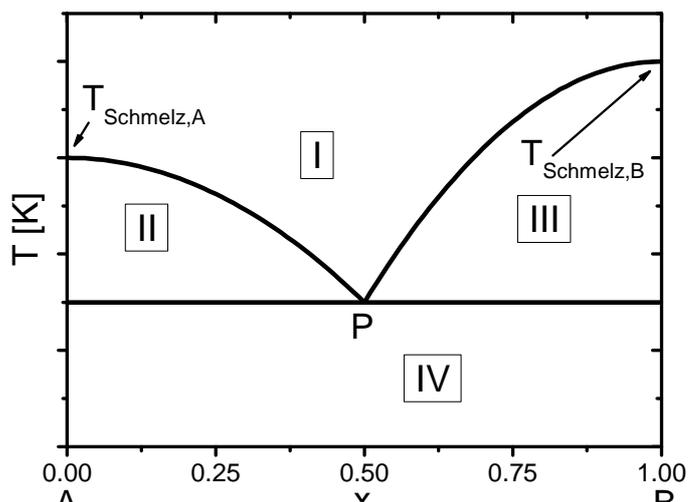
Es läuft die folgende Reaktion ab: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3(\text{g})$.

- Die Freie Reaktionsenthalpie dieser Reaktion beträgt $-28.9 \text{ kJ mol}^{-1}$, wenn die Partialdrücke von N_2 und H_2 im Gemisch bei 3.0 bar beziehungsweise 1.0 bar liegen. Wie groß muss der Partialdruck von NH_3 sein (alle Gase verhalten sich ideal)?
- Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante für die gegebene Reaktion.
- Wie ändern sich im Gleichgewicht

(I) die Zusammensetzung und
 (II) die Gleichgewichtskonstante,
 wenn der Gesamtdruck verdoppelt wird (Antwort qualitativ, ohne Rechnung, aber mit Begründung)?

12.6 (20 Punkte)

- Geben Sie das vollständige Differential der freien Enthalpie einer zweikomponentigen Mischung an und erläutern Sie anhand dieses Ausdrucks die Bedeutung des chemischen Potentials.
- Berechnen Sie die Änderung des chemischen Potentials von Wasser, wenn bei $T = 298 \text{ K}$ zu 0.6 mol Wasser 0.1 mol Kochsalz hinzugefügt werden. Wie kann man diese Änderung thermodynamisch deuten (erklären)?
- Skizzieren Sie schematisch die Temperaturabhängigkeit des chemischen Potentials von Wasser in den verschiedenen Aggregatzuständen bei konstantem Druck. Zeichnen Sie die Änderung des Verlaufs der Kurve bei Salzzusatz ein.
- Geben Sie eine Definition der Begriffe Phase und Phasendiagramm.
- Das folgende Diagramm zeigt das Schmelzdiagramm einer Mischung aus zwei Komponenten A und B.



Geben Sie an, in welcher Form die binäre Mischung in den mit I bis IV bezeichneten Regionen vorliegt. Wie heißt der ausgezeichnete Punkt P und in welcher Form liegt die Mischung hier vor? Geben Sie jeweils die Zahl der koexistierenden Phasen an.

12.7 (11 Punkte)

- Skizzieren Sie (in einem Diagramm) für eine ideale Gasmischung zweier Komponenten A und B die Abhängigkeit von ΔG_{Mix} , ΔH_{Mix} und ΔS_{Mix} vom Molenbruch der Komponente A. Wie sehen die Abbildungen für eine ideale flüssige Zweikomponenten-Mischung aus (qualitative Beschreibung der Änderung im Vergleich zur gasförmigen Mischung ausreichend)?
- Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit sich
 - eine Gasmischung beziehungsweise
 - eine flüssige Mischung
 ideal verhält?
- Skizzieren Sie (schematisch) ΔH_{Mix} für eine flüssige binäre Mischung mit bevorzugter (d.h. attraktiver) A – B Wechselwirkung.

$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.206 \cdot 10^{-2} \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1};$
 $F = 96485 \text{ C mol}^{-1};$
 $k_B = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1};$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1};$
 $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s};$
 $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1};$
 $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr} = 101.325 \text{ kPa};$
 $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}.$