

- 2 ✓ **Aufg. 1** Protonen mit dem magnetischen Moment $\mu_n = 5 \cdot 10^{-27} \text{ J} \cdot \text{Tesla}^{-1}$ nehmen im Magnetfeld B die folgenden Energiewerte ein:
(10 P)

$$E_1 = 2,8 \cdot \mu_n \cdot B \text{ bzw. } E_2 = -2,8 \cdot \mu_n \cdot B.$$

Wie groß ist das Besetzungsverhältnis n_1/n_2 in einem Magnetfeld von $B = 5 \text{ Tesla}$ bei einer Temperatur von 400 K ? Man skizziere in einem n-T-Diagramm den Verlauf von $n_1(T)$ und $n_2(T)$.

- Aufg. 2** Zwischen Raumtemperatur und dem Siedepunkt $T_b = 353,2 \text{ K}$ kann der Dampfdruck von Benzol recht gut durch die folgende empirische Beziehung beschrieben werden:
(10 P)

$$\ln(P/\text{torr}) = 16,725 - \frac{3229,8 \text{ K}}{T} - \frac{118345 \text{ K}^2}{T^2}$$

Bei T_b ist die molare Verdampfungsenthalpie $30,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ und das molare Volumen von flüssigem Benzol ist $96,0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Mit diesen Angaben berechne man das molare Dampfvolumen von Benzol im Gleichgewicht bei T_b . Wie vergleicht dieser Wert mit dem Wert nach dem idealen Gasgesetz?

- 2 **Aufg. 3** Für die folgende elektrochemische Reaktion berechne man die Gleichgewichtskonstante K bei 300 K :
(8 P)



Die Standardpotentiale der zugehörigen Halbzellen-Reaktionen entnehme man einem PC-Lehrbuch.

- Aufg. 4** Man betrachte eine binäre Lösung, die im Gleichgewicht mit ihrem Dampf steht; die Dampfphase soll nur das Lösungsmittel (1) enthalten, nicht den gelösten Stoff (2). Man zeige, dass in diesem Fall allgemein gilt: $a_1 = p_1/p_1^0$,
(14 P)

d. h. die Aktivität a_1 in Lösung kann aus einer Dampfdruckmessung von (1) bestimmt werden, wobei $p_1^0 = \text{Dampfdruck des reinen Lösungsmittels bei } T$ bezeichnet. Man leite diese Beziehung aus der Gleichgewichtsbeziehung $\mu_1(l) = \mu_1(v)$ her, wobei $T = \text{const}$ und $V_1(v) = V_1(\text{ideal})$ angenommen wird, $\mu_1 = \text{chem. Potential von (i)}$.

- Aufg. 5** Man betrachte die Zersetzung von $\text{H}_2\text{O}(l)$ in $\text{H}_2(g)$ und $\text{O}_2(g)$ bei 1 bar und 300 K . Die zugehörige Änderung der freien Enthalpie ist: $\Delta G_m = 237,1 \text{ kJ mol}^{-1}$. Man berechne die Zersetzungsspannung. (Erinnerung: ΔG gibt die max. Nutzarbeit über die pV-Arbeit hinaus an).
(8 P)

- ✓ **Aufg 6** Die cis-trans-Isomerisierung von cis-Stilben bei 594 K ist eine umkehrbare Reaktion erster Ordnung. Die Zeitabhängigkeit der Isomerisierung ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.
(14 P)

Zeit (s)	0	630	1206	1806	∞
%-Gehalt trans-Stilben	0	42,8	62,5	74,9	93,2

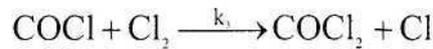
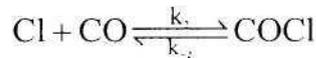
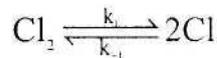
- a) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K für die gegebene Temperatur.
b) Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstanten k_1 und k_{-1} für die Hin- und Rückreaktion mit Hilfe einer geeigneten graphischen Auftragung

Bitte wenden

52

- ✓ **Aufg. 7** Eine Faustregel besagt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit einer typischen chemischen Reaktion sich verdoppelt bei einer Erwärmung um 10 Grad.
(5 P) Wie hoch muss die Aktivierungsenergie sein, wenn man von 25 auf 35 °C erwärmt, damit diese Aussage zutrifft?

- **Aufg. 8** Der folgende Mechanismus für die Bildung von Phosgen, COCl_2 , wurde vorgeschlagen:
(13 P)



- a) Verwenden Sie Quasistationarität für die Radikale Cl und COCl um das differentielle Geschwindigkeitsgesetz für die Bildung von COCl_2 zu finden. Die Ratengleichung soll abhängig sein von k_1, k_{-1}, \dots, k_3 und den Konzentrationen der anderen Komponenten außer Cl und COCl.
b) Nehmen Sie an, dass die letzte Reaktion sehr viel langsamer ist als die anderen. Wie vereinfacht sich dann die Ratengleichung? Was ist dann die Gesamtordnung für die Bildung von COCl_2 ?

- Aufg. 9** Der präexponentielle Faktor der Reaktion von Sauerstoffatomen mit Benzol (C_6H_6) wurde experimentell bestimmt und beträgt $1,14 \cdot 10^{10} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Berechnen Sie daraus den Stossquerschnitt ($= \pi r_{\text{AB}}^2$) für eine solche Reaktion bei 240 K. Berechnen Sie weiter den theoretischen Stossquerschnitt zwischen Sauerstoffatomen und Benzol. Nehmen Sie hier als Radius von Sauerstoff 78 pm und für Benzol 265 pm an. Wie groß ist das Verhältnis von gemessenem zu theoretischem Stossquerschnitt?

- ✓ → **Aufg. 10** Die ersten 2 Schritte im Zerfall von ^{234}Th sind:
(7 P)



Die Halbwertszeiten sind jeweils unterhalb der Reaktionspfeile angegeben. Wenn man mit reinem ^{234}Th startet, wie groß sind die Anteile von ^{234}Th , ^{234}Pa und ^{234}U nach 10 Tagen?

- ✓ **Aufg. 11** Die 2-dimensionale Maxwell-Boltzmann Geschwindigkeitsverteilung lautet:

(4 P) $f(v) = \frac{M}{RT} v e^{-\frac{Mv^2}{2RT}}$ Berechnen Sie die wahrscheinlichste Geschwindigkeit

Naturkonstanten: $k_B = 1,380658 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ $N_A = 6,0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ $R = 8,31451 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$m_{\text{Elektron}} = 9,1093897 \times 10^{-31} \text{ kg}$ $0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$

Standardpotentiale: $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 0.52 V
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 0.34 V