Übungsaufgaben zur Vorlesung Physikalische Chemie I – Kinetik

1 Tutorium – Reaktionsgeschwindigkeiten

- a) Eine Reaktion $A + 2 B \longrightarrow 3 C + 4 D$ laufe mit der Reaktionsgeschwindigkeit $r_v = 1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ab. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten der Bildung und des Verbrauchs der Produkte/Edukte.
- b) Als Bildungsgeschwindigkeit von gasförmigem NO(g) in der Reaktion
- $$2 \text{NOBr (g)} \longrightarrow 2 \text{NO (g)} + \text{Br}_2 \text{(g)}$$
- wurde $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol / (dm}^3 \text{ s)}$ gemessen. Wie groß ist die Reaktionsgeschwindigkeit? Wie groß ist die Geschwindigkeit des Verbrauchs an NOBr ?

2 Tutorium – Isomerisierung von Stilben

Die cis-trans-Isomerisierung von cis-Stilben bei 600 K ist eine reversible Reaktion erster Ordnung. Die Zeitabhängigkeit der Isomerisierung ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Zeit / s	0	500	1000	1800	∞
[trans-Stilben] / %	0	42	60	78	93

- a) Wie groß ist 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.

3 Übung – Gleichgewichtsreaktion

Die Gleichgewichtsreaktion $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$ verlaufe in beide Richtungen 1. Ordnung und habe die Geschwindigkeitskonstanten $k_1 = 0,1 \text{ s}^{-1}$ und $k_{-1} = 2k_1$ sowie die Anfangskonzentrationen $[A]_0 = 1 \text{ mol/l}$ und $[B]_0 = 0$.

- Skizzieren Sie die Zeitabhängigkeit der Konzentrationen $c_i(t)$ beider Spezies.
- Berechnen Sie die Konzentration von A und B für $t = 0,1 \text{ s}$; $0,5 \text{ s}$; 1 s ; 2 s ; 10 s sowie ∞ nach Beginn der Reaktion.

4 Übung – Reaktion n-ter Ordnung

Eine Reaktion gehorche der Ratengleichung

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^n$$

- Zeigen Sie, dass für diese Reaktion die Halbwertszeit gegeben ist durch:

$$kt_{1/2} = \frac{1}{n-1} \left(\left(\frac{2}{[A]_0} \right)^{n-1} - \left(\frac{1}{[A]_0} \right)^{n-1} \right), n \neq 1$$

- Zeigen Sie des Weiteren, dass das Verhältnis $t_{1/2}/t_{3/4}$ als Funktion allein von n geschrieben werden kann und es sich deshalb zu einer schnellen Abschätzung der Ordnung einer Reaktion eignet ($t_{3/4}$ sei die Zeit, nach der die Konzentration von A auf $3/4$ der Anfangskonzentration abgesunken ist).

5 Übung – Bimolekulare Reaktion

Ein Kolben wurde bei 300K mit dem idealen Gas A befüllt, das sich durch einen bimolekularen Mechanismus irreversibel zum ebenfalls ideal gasförmigen Dimer B umsetzt. $A + A \xrightarrow{k} B$

Der Druck im Kolben wurde mit Hilfe eines Manometers zu folgenden Zeiten bestimmt:

t / s	0	100	200	300	400
p_{exp} / mbar	400	322	288	268	256

- Bestimmen Sie die Zeitabhängigkeit des Gesamtdrucks p im Reaktionsvolumen und die Geschwindigkeitskonstante k der Reaktion. Wählen sie hierzu eine geeignete Auftragung, die einen linearen Fit möglich macht.
- Welchen Enddruck p_E strebt das System an?