

Reaktionskinetik

Aufgabe 6: [4]

(a) Die Bildungsgeschwindigkeit von D in der Reaktion $A + 2B \rightarrow 3C + D$ beträgt 1.0 mol/(Ls) . Wie groß sind die Reaktionsgeschwindigkeit und die Bildungs- und Verbrauchsgeschwindigkeiten der anderen Reaktionspartner?

Lösung:

$$\text{Reaktionsgeschwindigkeit: } v_R = \frac{1}{\nu_i} \left[\frac{di}{dt} \right] = 1 \text{ mol / (Ls)}$$

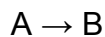
$$\text{Bildungsgeschwindigkeit C: } \frac{dC}{dt} = \nu_R \nu_C = 3 \text{ mol / (Ls)} \quad [1]$$

$$\text{Verbrauchsgeschwindigkeit A: } \frac{dA}{dt} = \nu_R \nu_A = -1 \text{ mol / (Ls)} \quad [1]$$

$$\text{Verbrauchsgeschwindigkeit B: } \frac{dB}{dt} = \nu_R \nu_B = -2 \text{ mol / (Ls)} \quad [1]$$

(b): [5]

Bei der Untersuchung der Reaktion



erhält man folgende Messwerte:

t [s]	0	1	2	3
c _A [mol/l]	10,0	3,68	1,35	0,50

Bestimmen Sie daraus die Reaktionsordnung und die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion.

Lösung:

0. Ordnung entfällt, da c nicht proportional zu t ist (dafür müsste $c(0) - c(1) = c(1) - c(2)$ sein).

Für die 1. Ordnung berechnen Sie $\ln(c)$ und argumentieren sie wie bei der 0. Ordnung. Geschwindigkeitskonstante $k = 1,0$.

Für die 2. Ordnung berechnen Sie $1/c$ und verfahren Sie analog.

Aufgabe 11: [7]

Betrachten Sie die Brechung des Lichts an einer ebenen Grenzfläche zwischen Luft und Diamant. Der Brechungsindex von Diamant ist $n_{\text{Diamant}} = 2,42$. Der Brechungsindex von Luft ist $n_{\text{Luft}} = 1$. Lichtgeschwindigkeit in Luft $c_{\text{Luft}} = 3 \cdot 10^8$ m/s.

a) [1] Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts im Diamant.

$$n = c_0 / c \Rightarrow c_{\text{Diamant}} = c_0 / n = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 2,42 = 1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad [1]$$

b) [1] Ein Lichtstrahl trifft ausgehend von Luft unter einem Winkel von 35° (gemessen gegen die Oberflächennormale) auf die Grenzfläche. Bestimmen Sie den Winkel des in den Diamant gebrochenen Strahls.

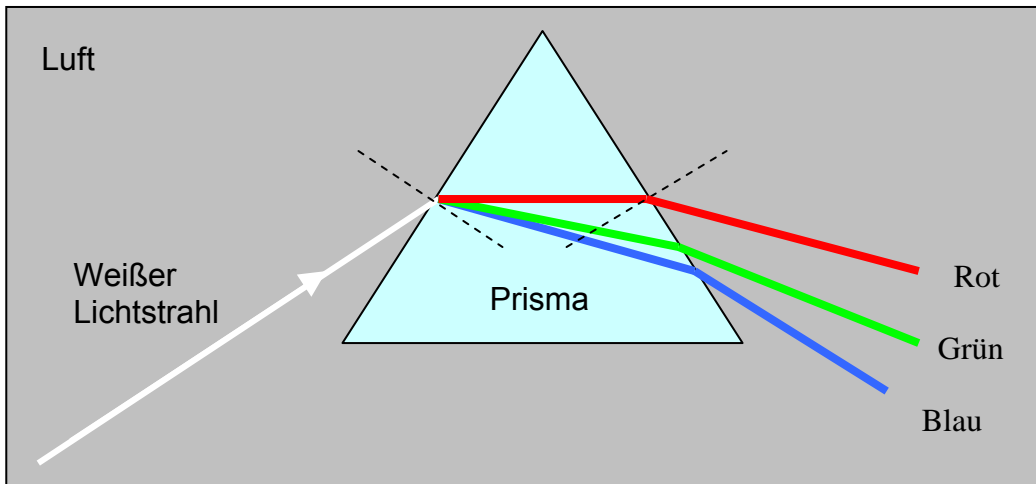
$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \arcsin(n_1 / n_2 \cdot \sin \alpha_1) = \arcsin(1 / 2,42 \cdot \sin 35^\circ) = 13,7^\circ \quad [1]$$

c) [2] In welchem Fall würde totale interne Reflexion auftreten? Was gilt dann für den Einfallswinkel?

Total interne Reflexion für den Übergang von Diamant nach Luft und Einfallswinkel größer als kritischer Winkel [1]

$$\alpha_{\text{krit}} = \arcsin(n_1 / n_2) = \arcsin(1 / 2,42) = 24,4^\circ \quad [1]$$

d) [3] Skizzieren Sie in der unteren Abbildung den weiteren Strahlengang im Prisma und nach Austritt für rote, grüne und blaue Anteile des weißen Lichtstrahls.



Bewertung:

Strahlengang für eine Komponente mit Brechung an beiden Grenzflächen [2]

Sortierung der Farbkomponenten Rot, Grün, Blau nach Stärke der Brechung [1]

Aufgabe 10: [4]

a) [1] Eine Probe transmittiert 0.05 % der eingestrahlten Intensität. Wie groß ist demnach die optische Dichte der Probe?

$$OD = \log(I/I_0) = \log(5 \cdot 10^{-4}) = -3.3 \quad [1]$$

b) [1] Eine Lösung eines Farbstoffs mit der Konzentration $C = 2 \mu\text{M}$, Schichtdicke $d = 0,5 \text{ cm}$ habe eine optische Dichte von $OD = 2$. Berechnen Sie den Extinktionskoeffizienten ε des Farbstoffs.

$$OD = c \cdot \varepsilon \cdot d \Rightarrow \varepsilon = OD / (c \cdot d) = 2 / (2 \cdot 10^{-6} \text{ Mol/l} \cdot 0,5 \text{ cm}) = 2 \cdot 10^6 \text{ Mol/(l} \cdot \text{cm)} \quad [1]$$

c) [2] Wie können Sie Fluoreszenzlicht von elastisch gestreutem Licht einer Probensubstanz experimentell unterscheiden? Würden Sie hierfür weißes oder einfarbiges Licht verwenden?

Fluoreszenzlicht erscheint rotverschoben. [1]

Einfarbiges Licht verwenden. Dieses ermöglicht die eindeutige Unterscheidung der Rotverschiebung. [1]

Aufgabe 9: [7]

a) [4] Die Bildungsgeschwindigkeit von C in der Reaktion $A + 3B \rightarrow 3C + 2D$ beträgt $3.0 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s})$. Wie groß sind die Reaktionsgeschwindigkeit und die Bildungs- und Verbrauchsgeschwindigkeiten der anderen Reaktionspartner?

$$\text{Reaktionsgeschwindigkeit: } v_R = \frac{1}{\nu_i} \left[\frac{di}{dt} \right] = \frac{1}{3} 3 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s}) = 1 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s}) \quad [1]$$

$$\text{Bildungsgeschwindigkeit D: } \frac{dD}{dt} = \nu_R \nu_D = 2 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s}) \quad [1]$$

$$\text{Verbrauchsgeschwindigkeit A: } \frac{dA}{dt} = \nu_R \nu_A = -1 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s}) \quad [1]$$

$$\text{Verbrauchsgeschwindigkeit B: } \frac{dB}{dt} = \nu_R \nu_B = -3 \text{ mol}/(\text{l}\cdot\text{s}) \quad [1]$$

b) [3] Die Halbwertszeit eines radioaktiven Stoffs beträgt $193,4$ Stunden. In welcher Zeit zerfallen 10% des Stoffs? (Es handelt sich um eine Reaktion erster Ordnung.)

$$1. \text{ Ordnung: } n(t) = n_0 \exp(-kt) \quad [1]$$

$$\text{Halbwertszeit: } n(t_{1/2}) = n_0 / 2 \Rightarrow 1/2 = \exp(-kt_{1/2}) \Rightarrow \ln 2 = kt_{1/2} \Rightarrow k = \ln 2 / t_{1/2}$$

$$\text{Zerfallsrate: } k = 0,693 / 193,4 \text{ h} = 0,00358 / \text{h} \quad [1]$$

$$\text{Bei } t' \text{ sind } 10\% \text{ zerfallen: } n_0 - n(t') = 0,1 * n_0 \Rightarrow n_0 - n_0 \exp(-kt') = 0,1 * n_0$$

$$\exp(-kt') = 0,9 \Rightarrow -kt' = \ln 0,9 \Rightarrow t' = -\ln 0,9 / k$$

$$t' = 0,105 / 0,00358 \text{ h} = 29,4 \text{ h} \quad [1]$$