

"Molekulare Kinetik"

SS 2023

3. Übungsblatt (zur Vorlesung 3: 06.05.2023)

1. Gegeben sei eine Reaktionsfolge $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ mit

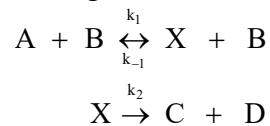
$$[A] = [A]_0 e^{-k_1 t}; \quad [B] = \frac{k_1}{k_2 - k_1} [A]_0 (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}); \quad [C] = [A]_0 - [A] - [B] .$$

- Geben Sie Ausdrücke für den Konzentrationsverlauf von A, B und C als Funktion der Zeit für die Grenzfälle $k_1 \gg k_2$ bzw. $k_2 \gg k_1$ an.
- Erstellen Sie zu jedem der beiden unter (a) betrachteten Grenzfälle ein schematisches Schaubild, in das Sie jeweils [A], [B] und [C] als Funktion der Zeit eintragen.
- Geben Sie für die beiden Grenzfälle ($k_1 \gg k_2$ bzw. $k_2 \gg k_1$) die Ausdrücke für die Zeit, bei der das Maximum von [B] erreicht wird.

(4 Pkte.)

2. Tritt ein reaktives Zwischenprodukt X in einer Reaktionsfolge auf, können die Reaktionsraten des Gesamtprozesses häufig in der sog. "Gleichgewichtsnäherung" (engl. "steady-state approximation") $dX/dt \approx 0$ behandelt werden.

Betrachten Sie dazu die Reaktionsfolge



- Geben Sie Ausdrücke für die Raten $d[A]/dt$ und $d[X]/dt$ an. Nehmen Sie dazu an, es handele sich bei den einzelnen Schritten um Elementarreaktionen.
- Zeigen Sie nun unter Zuhilfenahme des Stationaritätsprinzips, dass die Ratengleichung für [A] in der Form

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_{\text{eff}} [A][B]$$

geschrieben werden kann.

- Geben Sie k_{eff} explizit als Funktion von k_1 , k_{-1} , k_2 und [B] an.

(4 Pkte.)

bitte wenden

P H Y S I K A L I S C H C H E M I S C H E S I N S T I T U T

3. Enzym-katalysierte Reaktionen in der Biologie laufen häufig nach dem "Michaelis-Menten-Mechanismus" ab, bei dem das so genannte Substrat S durch Zwischenreaktion mit dem Enzym in ein Produkt umgesetzt wird. Für die Bildungsgeschwindigkeit des Produkts gilt dabei

$$\frac{d[P]}{dt} = \frac{k [E]_0 [S]}{K_M + [S]}$$

mit k, der Geschwindigkeitskonstanten für die Bildung des Produkts aus dem Zwischenprodukt ES, und K_M , der so genannten "Michaelis-Konstanten".

Die Umwandlung von Stärke in Zucker, hauptsächlich Maltose, durch das Enzym Amylase kann experimentell beobachtet werden, indem man zu einer wässrigen Lösung mit variierender Stärkekonzentration eine konstante Menge Amylase zugibt und dann die jeweilige Bildungsrate der Maltose bestimmt. In nachfolgender Tabelle sind die Ausgangskonzentration der Stärke sowie die jeweilige anfängliche Bildungsrate der Maltose gegeben. Zeigen Sie, dass die Stärke-Aufspaltung dem Michaelis-Menten-Mechanismus gehorcht und bestimmen Sie den Ausdruck $k \cdot [E]_0$ sowie die Konstante K_M .

Stärke [%]	0.030	0.040	0.050	0.086	0.129	0.216	0.431	0.647	1.078
R(Maltose) [mg/min]	0.140	0.165	0.180	0.260	0.305	0.345	0.400	0.435	0.445

Gesamtvolumen der Lösung: 5 ml (entspricht 5 g Gewicht).

Hinweis: Man kann hier das Gewicht anstatt der Konzentration in % benutzen, wobei die Konzentration in % leicht ins Gewicht umgerechnet werden kann.

(4 Pkte.)