

**10. Übungsblatt zur PC II, Statistik und Kinetik (WS 2006/07)**  
**Prof. Brutschy**

Ausgabe: 09.01.2007

Abgabe: 16.01.2007

**Aufgabe 1 (Folgereaktion)**

**(3 Punkte)**

Gehen Sie von einer allgemeinen Folgereaktion  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$  aus. Die Ordnungen der einzelnen Reaktionen seien jeweils erster Ordnung und  $[B]_0 = [C]_0 = 0$ .

- a) Nehmen Sie an, dass Sie an einer größt möglichen Ausbeute der Substanz B interessiert sind. Leiten Sie einen Ausdruck für die Zeit her, in der die Konzentration von B ihr Maximum erreicht, in Abhängigkeit von  $k_1$  und  $k_2$ .
- b) In welchem Fall müssen Sie länger warten bis B sein Maximum erreicht hat: wenn (i) A schneller reagiert als B ( $k_1 > k_2$ ) oder (ii) B schneller reagiert als A ( $k_1 < k_2$ )? Gehen Sie dabei von einem festen Wert für  $k_2$  aus.

**Aufgabe 2 (Arrhenius-Gleichung)**

**(3 Punkte)**

Nehmen Sie an, dass eine Substanz X in zwei parallel verlaufenden Reaktionen erster Ordnung zu den Komponenten A und B reagiert. Die Aktivierungsenergien für die Reaktionen seien  $E_a^{(A)} = 126 \text{ kJ/mol}$  und  $E_a^{(B)} = 83.7 \text{ kJ/mol}$  und die präexponentiellen Faktoren  $A^{(A)} = 10^{15} \text{ s}^{-1}$  bzw.  $A^{(B)} = 10^{13} \text{ s}^{-1}$ .

- a) Bei welcher Temperatur werden beide Produkte mit gleicher Reaktionsrate gebildet?
- b) Bei welcher Temperatur reagiert X zehn mal schneller zu B als zu A?
- c) Geben Sie einen Ausdruck für den Einfluss der Temperatur auf die relativen Geschwindigkeitskonstanten von Reaktionen mit verschiedenen Aktivierungsenergien an (schreiben Sie  $T$  als Funktion von  $k_1$  und  $k_2$ ).

**Aufgabe 3 (Enzymkatalyse)****(4 Punkte)**

Enzymatische Reaktionen, bei denen ein Enzym die Umwandlung eines Substrats S in ein Produkt P katalysiert, können durch den *Michaelis-Menton-Mechanismus* beschrieben werden:



Hierbei ist E das Enzym und ES der Enzym-Substrat-gebundene Zwischenzustand.

- Geben Sie die Gleichung für die Änderung der Substratkonzentration  $d[S]/dt$ , der Konzentration des Enzym-Substrat-Komplexes  $d[ES]/dt$ , sowie der Produktkonzentration  $d[P]/dt$  an.
- Zeigen Sie, dass unter der Annahme der Quasistationarität von  $[ES]$  gilt:

$$[ES] = \frac{k_{-2}[P] + k_1[S]}{k_2 + k_{-1} + k_1[S] + k_{-2}[P]} [E]_0.$$

Nehmen Sie dazu an, dass das Enzym als Katalysator der Reaktion so gut wie nicht verbraucht wird (dass also  $[E]_0 = [ES] + [E]$ ).

- Leiten Sie mit Hilfe der in a) und b) gefundenen Gleichungen das *Michaelis-Menton Gesetz* für die Reaktionsgeschwindigkeit her:

$$v = -\frac{d}{dt}[S] = \frac{k_2[S]_0}{K_M + [S]_0} [E]_0.$$

Hierbei sind  $[E]_0$  und  $[S]_0$  die Anfangskonzentrationen von E bzw. S und

$K_M = \frac{k_2 + k_{-1}}{k_1}$  die *Michaelis-Menton-Konstante*. Nehmen Sie dazu an, dass nur ein

kleiner Teil des Substrats S zum Produkt P reagiert, so dass  $[S] \approx [S]_0$  und  $[P] \approx 0$ .

- Bei der enzymatischen Umlagerung eines Substrats bei Raumtemperatur findet man eine *Michaelis-Menton-Konstante* von 0.025 M. Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Substrat-Konzentration von 0.1 M beträgt  $1.5 \cdot 10^{-3}$  M/s. Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit der Enzymolyse?