

Prof. Holger Stark (Sprechstunde: Fr 11:30-12:30 in EW 709)
Maximilian Schmitt (Sprechstunde: Mo 14:00-15:00 in EW 708)

13. Übungsblatt – Biologische Physik

Abgabe/Vorrechnen: Mi. 29.01.2014 in der Übung

M Aufgabe 39: Hämoglobin als Sauerstoffspeicher

- (a) Angenommen Hämoglobin (repräsentiert durch das chemische Symbol Hb) binde Sauerstoff über die chemische Reaktion $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$. Die Reaktionskonstante im zugehörigen Massenwirkungsgesetz sei K_1 . Berechnen Sie für dieses Modell den Oxidationsgrad $y := [\text{HbO}_2]/([\text{Hb}] + [\text{HbO}_2])$ in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration $x := [\text{O}_2]$. Skizzieren Sie den Verlauf $y(x)$.
- (b) In der Realität weist der Verlauf von $y(x)$ eine S-Form auf und besitzt damit einen Wendepunkt. Wir erweitern daher das bisherige Modell und gehen nun davon aus, dass das Hb-Molekül mehrere Sauerstoff-Moleküle gleichzeitig bindet: $\text{Hb} + n\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Hb}(\text{O}_2)_n$. Die zugehörige Reaktionskonstante sei K_n . Bestimmen und skizzieren Sie wieder den Oxidationsgrad $y(x)$ für verschiedene n . Unter welchen Bedingungen weist die Kurve einen Wendepunkt auf?

S Aufgabe 40 (5 Punkte): Perfekte Ratsche

Wir betrachten eine perfekte Ratsche (Energiebarriere $\epsilon \gg kT$), bestehend aus N Bolzen bei $x = 0, L, 2L, \dots$ und mit periodischen Randbedingungen, unter einer äußeren Last f .

- (a) Zeigen Sie, dass die Verteilung

$$P(x) = A \left(e^{-f(x-L)/kT} - 1 \right)$$

die stationäre Smoluchowski-Gleichung

$$\frac{d}{dx} \left[\left(\frac{d}{dx} + \frac{1}{kT} \frac{dU(x)}{dx} \right) P(x) \right] = 0$$

im Intervall $x \in (0, L)$ löst und die Randbedingung $P(L) = 0$ erfüllt. Bestimmen Sie den Faktor A aus der Normierungsbedingung $N \int_0^L dx P(x) = 1$.

- (b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeitsstromdichte

$$j(x) = -D \left(\frac{d}{dx} + \beta \frac{dU(x)}{dx} \right) P(x).$$

Untersuchen Sie für die mittlere Ratschengeschwindigkeit $\langle v \rangle = NL \langle j \rangle$ die Grenzfälle $f \rightarrow 0$ und $f \rightarrow \infty$.

S Aufgabe 41 (5 Punkte): Kinesin-Motor

In der Vorlesung wurde ein vereinfachtes kinetisches Modell für den Kinesin-Motor behandelt. Leiten Sie explizit die „Motorgeschwindigkeit“ v [Gleichung (10.17)] her.