

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

12. Übungsblatt – Biologische Physik

Abgabe/Vorrechnen: Mi. 11.07.2018 in der Übung

S Aufgabe 36 (10 Punkte): Polymer-Streckung

Wir betrachten als Polymer-Modell eine Kette von N beliebig orientierten Monomeren mit fester Länge L . Sei \mathbf{t}_i der Einheitsvektor in Richtung des i -ten Kettensegments. Der End-zu-End-Vektor ist dann $\mathbf{r} = L \sum_{i=1}^N \mathbf{t}_i$. Die Richtungen \mathbf{t}_i seien unabhängig voneinander.

Wirkt auf das Polymer eine äußere Kraft in z -Richtung, so wird \mathbf{r} vorzugsweise in z -Richtung weisen. Folglich ist der End-zu-End-Abstand $z = \mathbf{r} \cdot \mathbf{e}_z$. Bei einer konstanten äußeren Kraft f ist die im gestreckten Polymer gespeicherte Energie $E = -fz$. Die Wahrscheinlichkeit, das Polymer bei Temperatur T in einer bestimmten Konfiguration $\{\mathbf{t}_1, \dots, \mathbf{t}_N\}$ vorzufinden, ist gegeben durch die entsprechende Boltzmann-Verteilung.

- Bestimmen Sie den mittleren End-zu-End-Abstand $\langle z \rangle$ in Abhängigkeit von der Kraft f . An welches andere physikalische System erinnert das Ergebnis?
- Diskutieren Sie die Grenzfälle sehr kleiner und sehr großer Kraft f .

M Aufgabe 37: Hämoglobin als Sauerstoffspeicher

- 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 $y(x)$.
- 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?