

11. Übungsblatt – Biologische Physik SS10**Abgabe: Di. 29.06.2010 im Tutorium**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte!

Aufgabe 30 (10 Punkte): schriftlich: 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} ebenfalls 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.

- (a) Bestimme den mittleren End-zu-End-Abstand $\langle z \rangle$ in Abhängigkeit von der Kraft f . An welches andere physikalische System erinnert dich das Ergebnis?
- (b) Diskutiere die Grenzfälle sehr kleiner und sehr großer Kraft f .

Aufgabe (31): mündlich: Biegung

Berechne die Energie, um einen elastischen dünnen Stab der Länge $\pi R/2$ zu einem Kreisbogen mit Radius R zu biegen, wobei die Persistenzlänge des Stabes A ist. Das Kreisstück sei folgendermaßen parametrisiert:

$$\mathbf{r}(s) = \begin{pmatrix} R \cos(s/R) \\ R \sin(s/R) \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Begründe, warum s hier die Bogenlänge ist. Bestimme die Krümmung $\beta(s) = \frac{d\hat{\mathbf{t}}(s)}{ds}$, wobei $\hat{\mathbf{t}}(s)$ der Tangentialvektor an die Kurve ist, und damit schließlich die Biegeenergie.

Aufgabe (32): mündlich: 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 .
Berechne für dieses Modell den Oxidationsgrad $y := [\text{HbO}_2]/([\text{Hb}] + [\text{HbO}_2])$ in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration $x := [\text{O}_2]$. Skizziere 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 .
Bestimme und skizziere wieder den Oxidationsgrad $y(x)$ für verschiedene n . Unter welchen Bedingungen weist die Kurve einen Wendepunkt auf?

Vorlesung:

- Montag 10:15 Uhr – 12:00 Uhr im EW 203
- Dienstag 14:15 Uhr – 16:00 Uhr im EW 203

Übung:

- Dienstag 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 731

Scheinkriterien:

- Von den als schriftlich gekennzeichneten Aufgaben werden mindestens 50% der Übungspunkte benötigt (Zweierabgabe möglich).
- Von den restlichen Aufgaben müssen 50% so bearbeitet sein, dass sie in der Übung vorgestellt werden können.

Sprechzeiten:

- Andreas Zöttl: Mittwoch 11 – 12 Uhr im EW 702