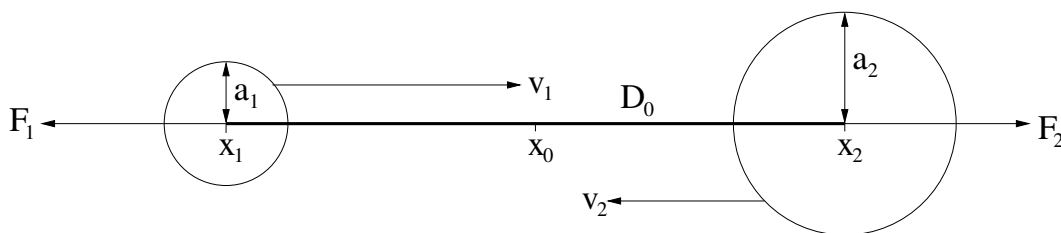


**10. Übungsblatt – Statistische Physik des Nichtgleichgewichts**

**Abgabe: Do. 14.01.2010 im Tutorium**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und die Matrikelnummer auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Zweiergruppen erfolgen.

**Aufgabe 27 (10 Punkte):** Zwei gekoppelte Kugeln



Zwei Kugeln mit Radien  $a_1 \leq a_2$  sind zur Zeit  $t = 0$  durch ein Verbindungsstück der Länge  $D(0) = D_0$  miteinander verbunden. Für  $t > 0$  wird nun das Verbindungsstück gleichmäßig mit der Geschwindigkeit  $U$  verkürzt,  $U = \frac{dD(t)}{dt} < 0$  und die Kugeln beginnen sich zu bewegen.

1. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten  $v_1(t)$  und  $v_2(t)$  der beiden Kugeln, sowie die Kräfte  $F_1(t)$  und  $F_2(t)$ . Benutzen Sie dazu die Oseen-Näherung

$$(1) \quad \mathbf{v}_i(t) = \frac{\mathbf{F}_i(t)}{6\pi\eta a_i} + \sum_{j \neq i} \mathbf{O}(\mathbf{x}_i(t) - \mathbf{x}_j(t)) \mathbf{F}_j(t)$$

mit  $a_1 \leq a_2 \ll D(t)$  für hinreichend kleine Zeiten. Es sollen keine externen Kräfte auf den Körper wirken.

2. Zeigen Sie, dass  $|v_i| \approx -U(1 - \frac{a_i}{a_1+a_2})$ , solange  $-tU \ll D_0$ . Berechnen Sie daraus die Bewegung des Achsenmittelpunktes  $x_0(t)$ . Was passiert bei  $a_2 \gg a_1$ ?

**Aufgabe 28 (10 Punkte):** Persistenzlänge

1. Korrelationsfunktion:

Sei  $\mathbf{t}(s)$  der normierte Tangentialvektor eines Polymers an der Stelle  $s$  entlang der Polymerkontur. Zeigen Sie, dass (ohne Einfluss äußerer Kräfte) gilt

$$(2) \quad \langle \mathbf{t}(s_1) \cdot \mathbf{t}(s_2) \rangle = e^{-|s_1 - s_2|/A},$$

wobei die Persistenzlänge  $A$  bzw. die Biegesteifigkeit  $k_B T A$  definiert ist durch die elastische Energie

$$E = \frac{1}{2} k_B T A \int_0^{L_{\text{tot}}} ds \left( \frac{d\mathbf{t}}{ds} \right)^2$$

eines semiflexiblen Polymers mit konstanter Konturlänge  $L_{\text{tot}}$ .

2. End-zu-End-Abstand:

Bestimmen Sie den mittleren quadratischen End-zu-End-Abstand  $\langle r^2 \rangle$  eines semiflexiblen Polymers ohne äußere Kraft. Was ergibt sich für  $\langle r^2 \rangle$  im Falle einer diskreten Kette mit  $N$  Segmenten der Länge  $L_{\text{seg}}$ ? Vergleichen Sie beide Ergebnisse. Wie lässt sich das Modell des kontinuierlichen semiflexiblen Polymers auf das diskrete Kettenmodell übertragen?

*Hinweis:* Die vollständige Rechnung ist im Buch Philip Nelson, *Biological Physics* in Abschn. 9.1.3', S. 386ff zu finden. Die Aufgabe besteht also „nur“ darin, das Ganze nachzuvollziehen, zu verstehen und ggf. vorrechnen zu können.

**Vorlesung:**

- Dienstags 10:00 Uhr – 12:00 Uhr im EW 203.
- Donnerstags 14:00 Uhr – 16:00 Uhr im EW 202.

**Tutorien:**

- Do. 12–14 Uhr im EW 731

**Scheinkriterien:**

- Mindestens 50% der Übungspunkte.
- Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien inkl. einmal Vorrechnen.

**Sprechzeiten:**

<b>Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Zeit</b>	<b>Raum</b>
Prof. Dr. H. Stark	Fr.	11:30–12:30 Uhr	EW 709
Andreas Zöttl	Mi.	11:00–12:00 Uhr	EW 702