

Prof. Holger Stark (Sprechstunde: Fr 11:30-12:30 in EW 709)  
Maximilian Schmitt (Sprechstunde: Do 10:00-11:00 in EW 708)

## 8. Übungsblatt – Statistische Physik

**Abgabe/Vorrechnen: Di. 18.12.2012 im Tutorium (10:15-11:45 H 0112)**

**M Aufgabe 23:** *Zufallsgeher auf kubischem Gitter*

- (a) Betrachten Sie ein Teilchen, das in jedem Zeitschritt  $\tau$  einen Sprung der Länge  $a$  in zufälliger Richtung auf einem kubischen Gitter macht. Leiten Sie die Mastergleichung für diesen Sprungprozess her.
- (b) Machen Sie eine geeignete Taylorentwicklung in Ort und Zeit um die Diffusionsgleichung zu erhalten. Was ist die Diffusionskonstante  $D$ ?
- (c) Wie lautet die Fundamentallösung  $p(\mathbf{r}, t)$ ?
- (d) Berechnen Sie  $\langle r^2 \rangle$ .

**S Aufgabe 24 (10 Punkte):** *Gummielastizität (5x2P.)*

Im Folgenden sollen die thermodynamischen und mechanischen Eigenschaften von Gummi untersucht werden. Betrachten Sie dazu zunächst eine Materialprobe der Länge  $L$ , die entlang einer Achse deformiert wird.

- (a) Zeigen Sie, dass im Allgemeinen die resultierende Kraft  $f$  einen enthalpischen und einen entropischen Anteil hat:

$$f = \left. \frac{\partial H}{\partial L} \right|_{T,P} - T \left. \frac{\partial S}{\partial L} \right|_{T,P} .$$

Zeigen Sie ferner, dass für eine Metallprobe der entropische Anteil verschwindet und  $f$  nicht von der Temperatur abhängt.

Nun zu Gummi. Ein Ende eines Polymers sei im Koordinatenursprung und ein Ende am Ort  $\mathbf{r}$ . Um die Wahrscheinlichkeit dieser Konfiguration zu berechnen, kann man eine Analogie zur Diffusion herstellen. Nehmen Sie dabei an, dass  $\langle r^2 \rangle = r_0^2$ .

- (b) Wie lautet die Wahrscheinlichkeitsverteilung  $p(r)$  für den Abstand der beiden Polymerenden? Berechnen Sie die Freie Energie des Polymers.
- (c) Betrachten Sie nun eine Deformation  $x = \alpha_1 x_0$ ,  $y = \alpha_2 y_0$ ,  $z = \alpha_3 z_0$  des Polymers und berechnen Sie die Änderung der Freien Energie aufgrund dieser Deformation.
- (d) Ein Gummiquader, der aus  $N$  Polymermolekülen besteht und dessen Volumen  $V$  konstant bleibt, wird nun entlang einer Achse deformiert. Wie lautet die Kraft als Funktion der Deformation  $\alpha$ ? Berechnen Sie die Federkonstante von Gummi.
- (e) Berechnen und skizzieren Sie die Entropie als Funktion von  $\alpha$  und diskutieren Sie den Funktionsverlauf.