

**8. Übungsblatt – Thermodynamik und Statistik WS08/09**

**Abgabe: Di 16.12.2008 vor der Vorlesung im EW 203**

*Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Abgabe in Dreiergruppen! Bitte immer Namen und Matrikelnummer angeben.*

**Aufgabe 17 (10 Punkte): ROTATION EINES ZWEIATOMIGEN GASES**

Betrachten Sie ein Gas aus zweiatomigen Molekülen, wobei Vibrationen zwischen den beiden Atomen vernachlässigt werden. Die Rotation soll mit Hilfe des quantenmechanischen Rotators diskutiert werden, dessen Energieeigenwerte bekannt sind:

$$E_l = l(l + 1) \frac{\hbar^2}{2I} \quad l = 0, 1, \dots$$

Dabei ist  $I$  das Trägheitsmoment. Die Energieeigenwerte hängen nicht von der Quantenzahl  $m$  ( $-l \leq m \leq l$ ) ab, jedes Energieniveau ist aber  $(2l+1)$ -fach entartet.

- (a) Bestimmen Sie die Zustandssumme der Rotation eines Moleküls (kanonisches Ensemble).
- (b) Berechnen Sie diese Zustandssumme, indem Sie sie in ein Integral überführen. (Hinweis: Die Rechnung vereinfacht sich durch die Substitution  $x = \frac{l(l+1)\hbar^2}{2Ik_B T}$ )
- (c) Berechnen Sie die innere Energie  $E$  und die Wärmekapazität  $C_V$  der Rotation.

**Aufgabe 18 (10 Punkte): CHEMISCHES POTENTIAL EINES 2D FERMIGASES**

Gegeben sei ein zweidimensionales, offenes System (großkanonisches Ensemble) nichtwechselwirkender Fermionen der Masse  $m$  und dem Wellenvektor  $\mathbf{k} = (k_x, k_y)$ . Die Energie und die mittlere Besetzung eines Niveaus mit den Indizes  $k_x, k_y$  sind gegeben durch,

$$\epsilon_k = \frac{\hbar^2(k_x^2 + k_y^2)}{2m} \quad \text{mit} \quad k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2}, \quad f_k = \frac{1}{\exp[\beta(\epsilon_k - \mu)] + 1}.$$

Die mittlere Teilchenzahl  $\bar{N}$  des System ist bekannt, ebenso die Temperatur  $T$ .

- (a) Wie berechnet sich aus  $f_k$  die mittlere Teilchenzahl des Systems ?
- (b) Wiederholen Sie den Begriff der Zustandsdichte aus der Vorlesung und führen Sie die Summe aus (a) in ein Energieintegral über.
- (c) Berechnen Sie dieses Integral und bestimmen Sie das chemische Potential.
- (d) Lässt sich diese Rechnung analytisch auch für ein 3D Fermigas durchführen?