

3. Übungsblatt – Theoretische Physik IVa: Thermodynamik und Statistik**Abgabe: Mi, 26.11.2008 in der Vorlesung**

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

Aufgabe 5 (6 Punkte): Paramagnetismus

Wir betrachten Atome mit Spin $\frac{1}{2}$ in einem äußeren Magnetfeld H . Der Spin sei quantisiert, kann also nur mit dem Magnetfeld ausgerichtet sein oder gegen das Magnetfeld. Die dadurch erzeugte Feldenergie sei je nach Ausrichtung des Spins $\epsilon_+ = \mu H$ oder $\epsilon_- = -\mu H$.

- a) Berechne die Wahrscheinlichkeit P_{\pm} dafür, dass ein Atom seinen Spin nach oben/unten ausrichtet, unter Annahme einer kanonischen Verteilung.
- b) Die Magnetisierung definieren wir als $\bar{\mu}_H = \mu(P_+ - P_-)$. Finde einen einfachen Ausdruck für $\bar{\mu}_H$ und plote ihn als Funktion von $\beta\mu H$. Wie groß sind die Sättigungsmagnetisierungen für $\beta\mu H \rightarrow \pm\infty$? Was ist das führende Verhalten der Magnetisierung für kleines $\beta\mu H$?

Aufgabe 6 (6 Punkte): Gleichverteilungssatz

Sei p_i ein Freiheitsgrad, der in der Hamiltonfunktion quadratisch vorkommt. Dann besitzt er im thermischen Gleichgewicht bei der Temperatur T die Energie $\bar{\epsilon}_i = \frac{1}{2}k_B T$. Dies ist der Gleichverteilungssatz. Beweise ihn. Betrachte hierfür ein klassisches System in kanonischer Verteilung mit der allgemeinen Hamiltonfunktion für das i -te Teilchen

$$H = \underbrace{b p_i^2}_{=: \epsilon_i} + E'(k'),$$

wobei in den Variablen k' die p_i nicht vorkommen. Bei der Herleitung werden ein Gaußsches Integral und Rechenregeln für den Logarithmus benötigt.

Was lernen wir aus dem Gleichverteilungssatz für die Geschwindigkeitsverteilung in Edelgasen?

Vorlesung:	• Mittwoch 10:00 Uhr – 12:00 Uhr im EW 229
Übung:	• Freitag 08:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 229 alle 2 Wochen
Klausur:	• Freitag, 6. Februar 2009, 08:00 Uhr – 10:00 Uhr im EW 229
Scheinkriterien:	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive Teilnahme am Tutorium, • Mindestens 50% der Übungspunkte, • Bestandene Klausur.
Sprechzeiten:	<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Wolfgang Muschik: Mi, 12–13 Uhr im EW 144, Tel: 23765 • Dipl.-Phys. Philipp Zedler: Do, 11–12 Uhr im EW 711, Tel: 27884