

Theoretische Physik III/IV für Lehramtskandidaten

Übungsblatt 13

Dr. Ferdi Schank
M.Sc. Peter Schuhmacher

SS 2016

12.07.2016

Aufgabe 1: Entropie und Temperatur im Zweiniveausystem (16 Punkte)

Ein System besteht aus einer großen Anzahl N von unterscheidbaren, unabhängigen Teilchen. Jedes Teilchen hat die Wahl zwischen den beiden Energieniveaus $E_1 = 0$ und $E_2 = \hbar\omega$. Wie groß ist die Anzahl der Zustände Ω_n , bei denen genau n Teilchen im (angeregten) Niveau E_2 sind? Berechnen Sie aus der Anzahl der Zustände $\Omega(E)$ im Intervall $(E, E - \hbar\omega)$ die Entropie $S(E)$ und die Temperatur T des Gleichgewichtszustands. Geben Sie das Verhältnis $\frac{n}{N-n}$ der Besetzungszahlen und die Energie E als Funktion der Temperatur an. Was folgt aus der Bedingung $T \geq 0$ für das Verhältnis der Besetzungszahlen? Welche Energie ergibt sich für $T \rightarrow \infty$? (16 Punkte)

Aufgabe 2: Energieschwankung im kanonischen Ensemble (18 Punkte)

Zeigen Sie, dass im kanonischen Ensemble die Schwankung ΔE der Energie durch

$$(\Delta E)^2 = k_b T^2 \frac{\partial}{\partial T} E(T, x)$$

gegeben ist. Hierbei ist $E(T, x) = \overline{E_r}$ (r indiziert den Mikrozustand). Zeigen Sie hiermit, dass die durch $C_V = \frac{\partial}{\partial T} E(T, V, N)$ sogenannte Wärmekapazität positiv ist. Begründen Sie $\frac{\Delta E}{E} = \mathcal{O}(N^{-\frac{1}{2}})$. (18 Punkte)

Aufgabe 3: Atome auf Kristalloberfläche (16 Punkte)

Betrachten Sie die Oberfläche eines Kristalls, die ein hexagonales Gitter darstellt. Die Anzahl der Gitterplätze sei $N = N_x \times N_y$ und wir nehmen periodische Randbedingungen an. Auf dieser Oberfläche seien $N_A \leq N$ Atome der Sorte A adsorbiert. Die Bindungsenergie eines Atoms auf der Oberfläche sei E_A .

- Berechnen Sie die Entropie des Systems. Leiten Sie aus der Fundamentalbeziehung einen Ausdruck für das chemische Potential ab (die chemische Zustandsgleichung). (6 Punkte)
- Betrachten Sie nun den Fall, dass sich noch N_B Atome einer zweiten Sorte B auf dem Gitter befinden, wobei $N_A + N_B \leq N$. Deren Bindungsenergie sei E_B . Wie lautet nun die Fundamentalbeziehung und die chemischen Zustandsgleichungen? Schreiben Sie die Entropie als Summe der Entropien für jede einzelne Sorte plus einen „Mischterm“. (10 Punkte)