

Statistische Physik

Übungsblatt 4

Vorlesung: Prof. Dr. Otfried Gühne

Übungen: Sönke Niekamp, Dr. Matthias Kleinmann, Do 8–10, Raum: D120

Abgabe: Di, 10. Mai 2011

1. Gasadsorbtion (4 Punkte)

In einem Gas befinde sich eine Oberfläche, welche an M Stellen je maximal ein Teilchen des Gases adsorbieren kann. Bei der Adsorption werde die Energie b frei.

(a) Berechnen Sie die mittlere Anzahl $\langle n \rangle$.

Hinweis: Rechnen Sie großkanonisch und betrachten Sie zunächst den Fall $M = 1$. Das Ergebnis sollte Ihnen bekannt vorkommen.

(b) Berechnen Sie die Entropie des Gleichgewichtszustandes. Ist diese Entropie extensiv?

(c) Betrachten Sie die Entropie für $T \rightarrow \infty$. Wird die Entropie maximal?

(d) Berechnen Sie die Entropie für $T \rightarrow 0$. Unterscheiden Sie 3 interessante Fälle.

2. Osmose (4 Punkte)

Ein Behälter ist durch eine feste Trennwand in zwei Teile mit Volumen $V_1 = 2v$ und $V_2 = v$ geteilt. In jedem Teil befindet sich ein Gemisch idealer Gase (d.h. $pV = kNT$) zweier Teilchensorten A und B mit Teilchenzahlen $N_{A,1} = 2n$, $N_{A,2} = n$, $N_{B,1} = 2n$, $N_{B,2} = 3n$. Die Wand lässt Energieaustausch zu sowie einen Austausch der Teilchensorte B , jedoch nicht der Teilchensorte A .

(a) Geben Sie die Gleichgewichtsbedingungen an.

(b) Berechnen Sie Druck und Teilchenzahlen im Gleichgewicht.

(c) Wie ändert sich die Entropie zwischen Ausgangssituation und Gleichgewichtssituation?

(d) Nun wird die Wand auch für Teilchensorte A durchlässig. Wie ändern sich nun Entropie und Druck?

3. Gibbsches Ensemble*

In einer linearen Anordnung von N gleichen Bausteinen kann jeder Baustein zwei verschiedene Längen a und b einnehmen, wobei $a > b > 0$. Die beiden Längen korrespondieren hierbei zu verschiedenen Energieeigenwerten E_a und E_b mit $E_b > E_a > 0$.

(a) Bestimmen Sie die Zustandssumme für das System (mit Druck p und Temperatur T).

(b) Geben Sie die mittlere Gesamtlänge $\langle L \rangle$ als Funktion des Drucks p an.

Hinweis: Gehen Sie analog zur Berechnung von $\langle N \rangle$ beim großkanonischen Ensemble vor.

(c) Welche Gesamtlänge ergibt sich für $T \rightarrow 0$, $T \rightarrow \infty$, $p \rightarrow \infty$?