

Übungen zur Thermodynamik/Statistischen Physik**Blatt 11****Aufgabe 33: System aus zwei Atomen**

3 Punkte

Betrachten Sie ein System bestehend aus zwei Atomen, wovon jedes 3 Zustände mit Energien $0, \epsilon$ und 2ϵ hat. Das System ist im Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T . Was sind die erlaubten Zustände und die entsprechenden Zustandssummen des Systems für:

1. unterscheidbare Atome,
2. identische Fermionen,
3. identische Bosonen?

Aufgabe 34: Ein Gas aus Wasserstoffatomen

3 Punkte

Wir betrachten ein Gas aus N (wir wollen der Einfachheit annehmen) unterscheidbaren und nicht-wechselwirkenden Wasserstoffatomen im thermischen Gleichgewicht. Dann ist die kanonische Zustandssumme $Z_\beta = z_\beta^N$ mit $z_\beta = \text{Sp} e^{-\beta \hat{h}}$, wobei \hat{h} der Hamilton-Operator eines Wasserstoffatoms ist (z_β beschreibt auch ein isoliertes Wasserstoffatom in sehr schwachem Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T).

1. Wenn wir bei der Berechnung der Spur nur die diskreten Eigenwerte von \hat{h} auf $L_2(\mathbb{R}^3)$ berücksichtigen, was ist der (formale) Ausdruck für die Zustandssumme (die Eigenwerte von \hat{h} und deren Entartung sind ja bekannt!)?
2. Konvergiert die Summe für z_β für $T = 0$ oder für $T > 0$?
3. Was haben wir bei der Behandlung falsch gemacht?

Aufgabe 35: System aus Zwei-Zustands-Systemen

2+2 = 4 Punkte

Wir betrachten ein System bestehend aus einer sehr großen Anzahl N von unterscheidbaren und nicht-wechselwirkenden Atomen. Jedes Atom hat zwei mögliche Zustände mit Energien 0 und ϵ . Es sei $u = U/N$ die mittlere Energie je Atom.

1. Was ist der kleinste oder größte Wert von u falls das System nicht notwendigerweise im thermischen Gleichgewichtszustand ist? Werden diese Werte in einem Gleichgewichtszustand angenommen? Was ist der maximal mögliche Wert von u für das System in einem thermischen Gleichgewicht (bei positiver Temperatur)?
2. Berechnen Sie die spezifische Entropie $s = S/N$ als Funktion von u im thermodynamischen Gleichgewicht. Gegen welche Werte strebt s für sehr hohe und sehr tiefe Temperaturen?

Abgabetermin: vor der Vorlesung am Mittwoch, den 23.01.2019