

Übungsblatt Nr. 5 zur Theorie F (Statistische Physik)

1 Gleichverteilungssatz

Zeigen Sie, dass jede kanonische Variable, die quadratisch in H eingeht, einen Beitrag von $\frac{1}{2}k_B T$ zur mittleren Energie liefert.

2 Dreiniveau-System

Diskutieren Sie qualitativ den Temperaturverlauf der Entropie für ein Dreiniveau-System mit den Energie-Niveaus E_0 , E_1 und E_2 für die Fälle:

- $E_1 - E_0 = E_2 - E_1 > 0$; • $E_1 = E_0$, $E_2 - E_1 > 0$; • $E_1 = E_2$, $E_1 - E_0 > 0$.

3 Maxwell-Relation

Beweisen Sie mit Hilfe einer geeigneten Gibbsfunktion und deren Ableitungen die Maxwell-Relation $\frac{\partial S(T, p, N)}{\partial p} = -\frac{\partial V(T, p, N)}{\partial T}$.

4 Zwei-Niveau System

Das in der Vorlesung behandelte Spin-1/2 System im Magnetfeld gilt für beliebige Zwei-Niveau Systeme mit der Energie-Aufspaltung $\Delta = 2\mu|B| > 0$.

- Diskutieren Sie das Verhalten der Entropie und der Wärmekapazität für tiefe und hohe Temperaturen. Bei welcher Temperatur hat $C(T)$ ein Maximum? (Hinweis: Siehe Vorlesung).
- In Gläsern gibt es neben den Schallanregungen, die zum T^3 Gesetz führen, Anregungen von statistisch verteilten Zwei-Niveau Systemen, deren Aufspaltung näherungsweise durch eine Rechteckverteilung $P(\Delta) = \Theta(\Delta_0 - \Delta) / \Delta_0$, $\Delta_0 > 0$, beschrieben werden kann. Bestimmen Sie die gemittelte Wärmekapazität $C(T)$ für tiefe Temperaturen.

5 Wechselwirkungsfreie Spins

- Berechnen Sie die Zustandssumme für ein System wechselwirkungsfreier Spins mit beliebigem Wert von S (Hinweis: geometrische Reihe).
- Berechnen Sie freie Energie, Entropie und Magnetisierung für das System aus a).
- Diskutieren Sie die Temperaturabhängigkeit und die Magnetfeldabhängigkeit.