

Theoretische Physik IV

Quantenmechanik 2 / Thermodynamik und Statistik 2

7. Übungsblatt

Aufgabe 13: *Kanonische Zustandssummen für (wenige) Fermi- und Bose-Teilchen* (5 Punkte)

Betrachten Sie ein System von zwei identischen Teilchen mit Eigendrehimpuls (Spin $1/2$), deren jedes die Energie 0 , ϵ und 2ϵ besitzen kann. Der niedrigste Energiezustand sei zweifach entartet. Zählen Sie sorgfältig die Konfigurationen ab und berechnen Sie die kanonische Zustandssumme und die mittlere Energie für

- i) Fermi-Teilchen,
- ii) Bose-Teilchen und
- iii) klassische (nun unterscheidbare) Teilchen.

Aufgabe 14: *Virialsatz* (4 Punkte)

Beweisen Sie durch Berechnung des Erwartungswertes des Kommutators des Hamiltonoperators $\hat{H} = \hat{\mathbf{p}}^2/2m + V(\hat{\mathbf{x}})$ mit $\hat{A} = \hat{\mathbf{x}} \cdot \hat{\mathbf{p}}$ in Eigenzuständen $|\psi\rangle$ von \hat{H} den Virialsatz

$$\langle \hat{\mathbf{p}}^2 \rangle = m \langle \hat{\mathbf{x}} \cdot \nabla V(\hat{\mathbf{x}}) \rangle$$

und wenden Sie ihn auf den harmonischen Oszillator und das Coulombproblem, für welches das Potential durch $V(r) = -e/r$ gegeben ist, an.

gesamt: 9 Punkte

Abgabe: am **26.05.** vor der Vorlesung