

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Kernphysik WS 2012/2013	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	----------------------------	---

Aufgabenblatt 10

10.1 Wiederholung harmonischer Oszillator

Wiederholen Sie die quantenmechanische Beschreibung des harmonischen Oszillators.

- Wie lauten die Energieeigenwerte des eindimensionalen harmonischen Oszillators?
- Berechnen Sie die innere Energie $U(T)$ und die Wärmekapazität $C(T)$ für den eindimensionalen harmonischen Oszillator im kanonischen Ensemble.
- Stellen Sie $U(T)$ und $C(T)$ graphisch dar. Tragen Sie an den Achsen *vernünftige* Größen auf.
- Wie lauten die Energieeigenwerte, die innere Energie $U(T)$ und die Wärmekapazität $C(T)$ für den dreidimensionalen harmonischen Oszillator im kanonischen Ensemble?

10.2 Zwei identische Teilchen im Kastenpotential

Zwei identische Teilchen befinden sich in einem eindimensionalen Kastenpotential mit unendlich hohen Potentialwänden

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{sonst} \end{cases} . \quad (1)$$

- Wie lauten die Energieeigenwerte und die Eigenfunktionen (Ortsdarstellung) für ein Teilchen im Kastenpotential?
- Formulieren Sie den Hamiltonoperator des Zweiteilchensystems. Warum separieren die Eigenfunktionen in einen Orts- und einen Spinanteil?
- Bei den beiden Teilchen handele es sich um Fermionen mit Spin $s = 1/2$. Welche Symmetrie muss der Ortsanteil der Eigenfunktion haben, wenn der Spinanteil durch $S = 1$ beschrieben wird und welche Symmetrie muss der Ortsanteil der Eigenfunktion haben, wenn der Spinanteil durch $S = 0$ beschrieben wird? Berechnen Sie für beide Fälle die möglichen Energieeigenwerte und Eigenfunktionen.
- Bei den beiden Teilchen handele es sich nun um Bosonen mit Spin $s = 1$. Welche Symmetrie muss der Ortsanteil der Eigenfunktion haben, wenn der Spinanteil durch $S = 2, M = 2$ beschrieben wird? Berechnen Sie für diesen Fall die möglichen Energieeigenwerte und Eigenfunktionen.

10.3 Zusatzaufgabe: Dreiteilchenzerfall relativistisch

Berechnen Sie für den Dreiteilchenzerfall $A \rightarrow C + D + E$ die maximale kinetische Energie des Teilchens C relativistisch. Die Massen aller dreier Teilchen seien ungleich Null. Die relativistische Energie-Impuls-Beziehung lautet

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2 . \quad (2)$$

Dabei ist p der Betrag des Impulses.

Sie können sich selbst durchschlagen oder den Artikel von D. Kamke, *Annalen der Physik* **42**, 123 (1985) verwenden.