

4. Präsenzübungen zur Quantenphysik SS 09

Dr. J. Henn Dr. O.M. Kind Prof. Th. Lohse Prof. J. Plefka Dr. U. Schwanke

13./14.05.2009

P1 - Teilchen im Kasten

Betrachtet wird ein Teilchen in einem unendlich tiefen Potentialtopf der Breite a , d. h.

$$V(x) = \begin{cases} 0; & -\frac{a}{2} < x < \frac{a}{2} \\ \infty; & \text{sonst} \end{cases}$$

- a) Wie verhält sich ein klassisches Teilchen in einem solchem Potential?
- b) Wie lautet die quantenmechanische Bewegungsgleichung im Ortsraum?
- c) Welches Verhalten erwarten Sie für die Wellenfunktion $\psi(x)$ außerhalb des Potentialtopfes ($x \geq |\frac{a}{2}|$)? Formulieren Sie die Randbedingungen.
- d) Lösen Sie nun das Eigenwertproblem, und bestimmen Sie die Eigenfunktionen sowie deren Eigenwerte. Beschränken Sie sich dabei zunächst auf Energieeigenwerte $E > 0$.
- e) Betrachten Sie nun den Fall negativer Energieeigenwerte. Zeigen Sie durch Einsetzen der Randbedingungen, daß Lösungen mit $E < 0$ nicht erlaubt sind.
- f) Normieren Sie die Eigenfunktionen $\psi_n^{(+)}(x)$, $\psi_m^{(-)}(x)$.
- g) Welches ist die minimale Energie, die das System annehmen kann (Grundzustand)?
- h) Skizzieren Sie die Eigenfunktionen und deren Energiespektrum.
- i) Schätzen Sie die Nullpunktsenergie eines Atoms mit einem Durchmesser von 2 \AA mittels des Kastenpotentials ab.
- j) Erklären Sie, warum Atomkerne typischerweise keine Elektronen oder andere leichte Teilchen enthalten.