

Übungen zur Atom- und Quantenphysik (SS 2013)

Prof. Dr. G. Münster, Prof. Dr. H. Zacharias

Übungsblatt 3

Abgabe: 08.05.2013 (Mi!), Besprechung: 14.05.2013

Aufgabe 15: Falsche Lösungen der Schrödingergleichung (3 Punkte)

Ein Teilchen mit der Masse m befindet sich im unendlich hohen Potenzialtopf der Breite L zwischen $x = -L/2$ und $x = L/2$. Finden Sie die symmetrische Wellenfunktion, welche die Schrödingergleichung zur Energie $E = \frac{9\hbar^2\pi^2}{8mL^2}$ löst. Warum ist diese Lösung unphysikalisch?

Aufgabe 16: Teilchen im unendlich hohen Potenzialtopf (5 Punkte)

Betrachten Sie ein Teilchen im unendlich hohen Potenzialtopf

$$V(x) = \begin{cases} 0, & 0 < x < L \\ \infty, & \text{sonst,} \end{cases}$$

das sich im stationären Zustand $\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$ befindet.

- Berechnen Sie $\langle x \rangle$ und Δx .
- Zeigen Sie, dass das Ergebnis für Δx mit dem klassischen Resultat im Falle großer n übereinstimmt.
- Zur Zeit $t = 0$ sei ein Zustand gegeben durch $\psi(x, 0) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\varphi_1(x) + \varphi_2(x))$. Berechnen Sie den zeitabhängigen Erwartungswert $\langle x \rangle$ des Ortes.

Aufgabe 17: Periodisches Potenzial (2 Punkte)

Gegeben sei das eindimensionale Potenzial

$$V(x) = \frac{\hbar^2}{2ma^2} \frac{1}{1 + A \cos \frac{x}{a}}.$$

Finden Sie eine Lösung der zeitunabhängigen Schrödingergleichung von der Form

$$\varphi(x) = 1 + \beta \cos \frac{x}{a}$$

und bestimmen Sie die Energie.

Aufgabe 18: Helium (3 Punkte)

- Die Wellenlänge der ersten Linie der Lyman-Serie in ionisiertem Helium ist $\lambda = 30,3797$ nm. Bestimmen Sie:
 - die Rydberg-Konstante für ${}^4\text{He}$,
 - die Ionisierungsenergie von He^+ in eV.
- Folgende Wellenlängen einer Übergangsserie wurden beobachtet:

H-Atom [\AA]	6562,8	4861,3	4340,5	4101,7			
X-Atom [\AA]	6560,1	5411,6	4859,3	4561,6	4338,7	4199,9	4100,0

Bestimmen Sie das Atom, zu dem die unbekannte Serie gehört, und die Zustände, die damit verknüpft sind.