

Übung zur Atom- und Molekülphysik

4) Elektron im Kastenpotential:

a) Lösen Sie die radiale Schrödingergleichung $[-\hbar^2/2m \, d^2/dr^2 + V(r)]\Psi = E \Psi$ für das Kastenpotential

$V(r) = -V_0$ für $r < r_0$, $V(r) = +\infty$ sonst. Welche Randbedingungen müssen für $r=0$ und $r=r_0$ angesetzt werden? Skizzieren Sie die ersten vier Lösungen unter Angabe der jeweiligen Energieeigenwerte.

b) Betrachten Sie jetzt den Fall $V(x) = 0$ für $r \geq r_0$. Lösen Sie die Gleichung zunächst unabhängig für $r < r_0$ und $r \geq r_0$ und passen Sie die Lösungen bei r_0 differenzierbar stetig aneinander an. Betrachten Sie dabei zunächst $E < 0$ (gebundene Lösungen): Wie groß muss V_0 sein, um überhaupt eine Lösung zu ergeben, und wie unterscheiden sich die Lösungen von denen aus a)? Betrachten Sie anschließend in analoger Weise Lösungen mit positiver Energie. Wie unterscheiden diese sich von denen freier Elektronen ($V_0 = 0$)?

5) Klassische Aufenthaltswahrscheinlichkeit:

Betrachten Sie das klassische Kepler-Problem für eine gegebene Hauptachse a und maximal bzw. minimal möglichen Drehimpuls L . Berechnen Sie im Rahmen der klassischen Mechanik die Wahrscheinlichkeit, bei einer Messung das Elektron im Abstand r (genauer: im Intervall dr um r) anzutreffen. Skizzieren Sie die radiale Aufenthaltswahrscheinlichkeit und berechnen Sie den Erwartungswert (Mittelwert). Was würden Sie qualitativ für angenommene Drehimpulse zwischen L_{\max} und L_{\min} erwarten?

6) Kaliumdampf:

Kaliumatome besitzen ein einzelnes Leuchtelektron in der äußersten besetzten Elektronenschale, das analog zum Wasserstoff unter Energieaufnahme bzw. -abgabe Licht absorbieren bzw. emittieren kann. Erhitzter Kaliumdampf emittiert purpurfarbenes Licht bei einer Wellenlänge von 770 nm. Bei guter spektraler Auflösung erkennt man zwei Komponenten bei 766,70 bzw. 770,11 nm. Erklären Sie die Aufspaltung qualitativ und vergleichen Sie sie mit dem für Wasserstoff erwarteten Ergebnis für die Balmerreihe!