

Übungsaufgabenblatt A-VII

Experimentalphysik III, WS 2013/14

Prof. Grundmann

Ausgabe: 28. 11. 2013

Abgabe: **09. 12. 2013, 12:00 Uhr**

- A21.** Eine mikroskopische Technik mit atomarer Auflösung ist die Rastertunnelmikroskopie. Die Technik basiert auf dem Tunneln von Elektronen zwischen der Spitze der Messsonde und einer leitfähigen Probe. Der Tunnelstrom ($I \propto |\psi|^2$, mit der Elektronenwellenfunktion ψ) hängt empfindlich vom Abstand x zwischen der Spitze der Messsonde und der Probe ab. Wir betrachten ein im Vakuum operierendes Rastertunnelmikroskop und nehmen an, dass die Wellenfunktion der Elektronen zwischen Spitze und Probe durch

$$\psi(x) = Be^{-Kx}, \text{ mit } K = \sqrt{2m_e(V-E)/\hbar^2} \text{ und } V-E = 2 \text{ eV.}$$

Berechnen Sie die relative Änderung des Tunnelstroms I_1/I_2 wenn der Abstand x sich von $x_1 = 0,5 \text{ nm}$ auf $x_2 = 0,6 \text{ nm}$ erhöht!

[2 Punkte]

- A22.** Überprüfen Sie, ob die unten angegebenen Wellenfunktionen Eigenfunktionen des Drehimpulsoperators $\hat{L}_z = -i\hbar \frac{d}{d\phi}$ und dem Hamiltonoperator für eine Rotation in der xy -Ebene sind. ϕ ist der Rotationswinkel, der Werte zwischen 0 und 2π annehmen kann. Der Hamiltonoperator für die Rotation in der xy -Ebene ist:

$$\hat{H} = \frac{\hat{L}_z^2}{2I} = -\frac{\hbar^2}{2I} \frac{d^2}{d\phi^2}$$

wobei I das Trägheitsmoment ist.

Die zu betrachtenden Wellenfunktionen sind:

- a) $\psi_a = \exp(i\phi)$ **[1 Punkte]**
 b) $\psi_b = \exp(-2i\phi)$ **[1 Punkte]**
 c) $\psi_c = \cos(\phi)$ **[1 Punkte]**
 d) $\psi_d = \cos(\chi) \exp(i\phi) + \sin(\chi) \exp(-i\phi)$ **[1 Punkte]**

- A23.** Berechnen Sie den Bohr'schen Radius und die Bindungsenergie im Grundzustand für

- a) myonischen Wasserstoff und
 b) für ein Elektron und ein Positron, welche sich auf Kreisbahnen um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen.

Vergleichen Sie die berechneten Werte jeweils mit denen des gewöhnlichen Wasserstoffs!

[5 Punkte]

A24. Berechnen Sie für ein Niveau, das der Quantenzahl n entspricht, die Frequenz der Kreisbewegung eines Elektrons in einem Wasserstoffatom. Berechnen Sie außerdem die Frequenz der beim Übergang vom Zustand n in den Zustand $n - 1$ emittierten Strahlung. Zeigen Sie, dass die beiden Ergebnisse übereinstimmen, wenn n sehr groß ist. **[4 Punkte]**