

Physik IV – Atome und Moleküle

Sommer 2005, Prof. Wim de Boer, Universität Karlsruhe

Aufgabenblatt 7; Übung am 31.Mai (Dienstag)

1. Drehimpulsoperatoren

- (a) Zeigen Sie $[\hat{L}_z, \hat{L}^2] = 0$ mit $\sum_{ij} \epsilon_{ijk} L_i L_j = i\hbar L_k$
- (b) Eigenwert des \hat{l}^2 Operators, des Gesamtimpuls. Warum ist der Eigenwert von $\hat{l}^2 = l(l+1)\hbar^2$ und nicht $\hat{l}^2 = l^2\hbar^2$ Annahme: $\hat{l}^2 = \omega^2\hbar^2 F(\theta, \phi)$, zu beweisen $\omega^2 = l(l+1)$ und l gerade. ($L_{\pm} = L_x \pm iL_y$; $\hat{l}_+ F - l, m_{max} = ?$)
2. Es sei $l=3$! Bestimmen Sie den Betrag des Drehimpulses und die möglichen Werte von m . Zeichnen Sie ein Vektordiagramm mit den möglichen Orientierungen von L bezüglich der z-Achse.
3. Welche Werte kann l für $n=3$ annehmen? Geben Sie für jedes l die möglichen Kombinationen von m an. Für jede Kombination von l und m sind wegen des Elektronenspins zwei Zustände möglich. Bestimmen Sie die Anzahl aller Zustände eines Elektrons mit: $n=3$; $n=4$.
4. Das Trägheitsmoment Θ einer Vinyl-Schallplatte beträgt 10^{-3}kgm^2 . Berechnen Sie den Drehimpuls $L = \Theta\omega$, wenn Sie mit $\frac{\omega}{2\pi} = 33,3 \frac{U}{\text{min}}$ dreht. Wie groß ist ungefähr die Quantenzahl l ?
5. Die Radial-Eigenfunktionen des 1s-Zustandes des Wasserstoffatoms ist kugelsymmetrisch und hat die Form:
 $\Psi(r) = a \times e^{-\frac{r}{r_1}}$
 r_1 ist der erste Bohrsche Radius und a eine, durch die Normierung festzulegende Konstante.
- (a) Berechnen Sie die Energie dieses Zustandes!
- (b) Bestimmen Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeit $W(r)$ des Elektrons im Abstand r vom Kern!
- (c) In welchem Abstand ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit am größten?
- (d) Zeichnen Sie die beiden Funktionen $\Psi(r)$ und $W(r)$!
6. Für Eifrige: Die Lösungen für Aufgabe 10.4 und Aufgabe 10.5 Haken-Wolf Seite 172 werden nächste Woche aufs Web gestellt, unter Lösung 7b.
(keine Besprechung in den Übungen)

Matrix: 1a/1b/2/3/4/5a/5b+c Übungsleiter: Frank Hartmann, Forschungszentrum Karlsruhe,

Tel.: 07247 82 6330; Email: Frank.Hartmann@cern.ch

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom.html