

Physik IV – Atome und Moleküle SS11

Prof. Thomas Müller, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Dr. Frank Hartmann, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Aufgabenblatt 7; Übung am 06. Juni (Montag)

1. Ein paar Fragen bezüglich des Wasserstoffatoms zum **'frei'** in den Übungen vorzutragen, bzw. an die Tafel zu skizzieren!
 - (a) Warum kann man Abhängigkeiten r , ϕ , Θ separieren?
 - (b) Erklären Sie die Quantenzahlen n, l, m ! Wie lauten die Abhängigkeiten?
 - (c) Was bedeutet 'Entartung'? Gibt es bei $n=1$ Entartung?
 - (d) Zeichnen Sie das Termschema bis $n=4$!
2. 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 $W(r)$!
3. Unter Positronium versteht man ein gebundenes Elektron-Positron-Paar. Das Positron ist das Antiteilchen zum Elektron. Mit der Vorstellung, dass e^- und e^+ -analog wie beim H-Atom, um den gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, berechne man die Umlauffrequenz $\omega/(2\pi)$, den Radius r und die Bindungsenergie des Systems im Grundzustand.
4. Ein Myon-Atom besteht aus einem Atomkern mit Kernladungszahl Z und einem eingefangenen Myon, das sich im Grundzustand befindet. Das Myon ist ein Teilchen dessen Masse 207 mal so gross ist, wie die des Elektrons; seine Ladung ist der Elektronenladung gleich.
 - Wie gross ist die Bindungsenergie eines Myons, das von einem Proton eingefangen worden ist?
 - Wie gross ist der Radius der entsprechenden Bohr'schen Bahn mit $n=1$?
 - Man gebe die Energie des Photons an, das ausgestrahlt wird, wenn das Myon vom Zustand $n=2$ in den Grundzustand springt.

5. 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. ($L_{\pm} = L_x \pm iL_y$; $\hat{L}_+ F - l, m_{max} = ?$)

Matrix (1/2/3/4/5)

*Übungsleiter: Frank Hartmann, KIT, Campus Nord,
Tel.: +41 (76) 487 4362; Email: Frank.Hartmann@cern.ch*

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom11