Physikalische Grundlagen (Elektronik I)

WS 18/19 — Übung 2

Aufgabe 1) *De-Broglie-Wellenlänge.*

Ein Profispieler schlägt einen Tennisball mit einer Masse von 57 g mit einer Geschwindigkeit von 200 km/h auf. Ein Elektron in einer Fernsehbildröhre hat eine Geschwindigkeit von $\frac{1}{30}c$.
Berechnen Sie die de-Broglie-Wellenlänge beider Teilchen und vergleichen Sie die Wellenlänge mit der Teilchengröße und der eines Atoms. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie daraus?

Aufgabe 2) *Aufenthaltswahrscheinlichkeit.*

Berechnen Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte eines Elektrons, das durch die Wellenfunktion

$$\psi = ae^{\mathrm{j}\vec{k}\cdot\vec{r}} + ae^{-\mathrm{j}\vec{k}\cdot\vec{r}}$$

beschrieben wird. Dabei sind $\vec{k}$ der Wellenvektor und $\vec{r}$ der Ortsvektor. Geben Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte entlang einer Geraden im Winkel φ zur Richtung von $\vec{k}$ an. Wie lässt sich a bestimmen?

Aufgabe 3) *Quantenzahl des angeregten Zustandes.*

Das Elektron eines angeregten H-Atoms fällt unter Aussendung eines Photons der Wellenlänge $\lambda_{Ph} = 102{,}6\,\mathrm{nm}$ in seinen Grundzustand zurück. Welche Quantenzahl hatte der angeregte Zustand?

Aufgabe 4) *Bahnen im Bohrschen Atommodell.*

Was trifft für ein Elektron, das sich im Bohrschen Atommodell auf einer stabilen Bahn um den Kern bewegt, zu?

1. Die Energie des Elektrons auf dieser Bahn ist konstant. .... ☐
2. Das Elektron kann mehrere diskrete Energiewerte auf dieser Bahn annehmen. ☐
3. Weder 1. noch 2. trifft zu. .... ☐

Aufgabe 5) *Aufenthaltswahrscheinlichkeit.*

Das Elektron in einem Wasserstoffatom befindet sich in einem Zustand, der durch die Wellenfunktion

$$\psi(r,\theta,\phi) = R(r)\varphi(\phi)\vartheta(\theta)$$

mit

$$\begin{aligned} R(r) &= \frac{4}{81\cdot\sqrt{30}\cdot r_0^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{r^2}{r_0^2}\cdot \mathrm{e}^{-\frac{r}{3r_0}} \\ \varphi(\phi) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\cdot \mathrm{e}^{\mathrm{j}2\phi} \\ \vartheta(\theta) &= \frac{\sqrt{15}}{4}\cdot\sin^2(\theta) \end{aligned}$$

beschrieben wird. $r_0 = 5{,}3\cdot 10^{-2}$ nm ist der innerste Radius (Bohrradius) des Wasserstoffatoms.

1. Skizzieren Sie den Verlauf der Anteile $R(r), \varphi(\phi), \vartheta(\theta)$.
2. In welchem Abstand r vom Kern ist die Wahrscheinlichkeitsdichte am größten, das Elektron anzutreffen?
3. Zeigen Sie, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte eine Rotationssymmetrie besitzt.
4. Geben Sie die Orte an, an denen die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte Null ist.

Besprechung des Blatts: 30.10.2018.