



**Aufgabe 1)** *Quantenzahl des angeregten Zustandes.*

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

**Aufgabe 2)** *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

$$R(r) = \frac{4}{81 \cdot \sqrt{30} \cdot r_0^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{r^2}{r_0^2} \cdot e^{-\frac{r}{3r_0}}$$
$$\varphi(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{i2\phi}$$
$$\vartheta(\theta) = \frac{\sqrt{15}}{4} \cdot \sin^2(\theta)$$

beschrieben wird.  $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-2}\text{ nm}$  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 Wahrscheinlichkeit am größten das Elektron anzutreffen?
3. Zeigen Sie, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eine Rotationsymmetrie besitzt.
4. Geben Sie die Orte an, an denen die Aufenthaltswahrscheinlichkeit Null ist.

**Aufgabe 3)** *Atomabstand im Kristallgitter.*

Der Abstand der Atome in einem Kristall ist genauso groß, dass:

1. Anziehende und abstoßende Energien den gleichen Betrag besitzen. ....
2. Die Wellenfunktionen der Elektronen sich nicht mehr überlappen. ....
3. Die potentielle Energie der Bindung ein Minimum hat. ....
4. Keine der vorherigen Antworten trifft zu. ....

**Aufgabe 4) Aufspaltung der Energieniveaus.**

Wann spalten sich die Energieniveaus eines einzelnen Si-Atoms in Bänder auf?

1. Wenn sich die Wellenfunktionen der Elektronen eines Atoms mit den Wellenfunktionen eines anderen Atoms überlagern. ....
2. Wenn die Wahrscheinlichkeitsdichte jedes einzelnen Elektrons von der Position aller anderen Elektronen abhängt. ....
3. Wenn das Pauli-Prinzip Anwendung findet. ....
4. Nichts hiervon trifft zu. ....

**Aufgabe 5) Energien im Bändermodell.**

Für einen Halbleiter werden die Energiewerte

$$\begin{aligned} \text{Makropotential} & W_\phi = -3 \text{ eV} \\ \text{Leitungsbandkante} & W_C = -6 \text{ eV} \\ \text{Valenzbandkante} & W_V = -7 \text{ eV} \end{aligned}$$

festgelegt.

- a) Zeichnen Sie das zugehörige Bänderdiagramm, in dem der Nullpunkt der Energie auf die Valenzbandkante gelegt wird.
- b) Die Austrittsarbeit  $W_H$  im Halbleiter wird als Abstand der Fermi-Energie  $W_F$  vom Makropotential definiert ( $W_H = W_\phi - W_F$ ). Die Elektronenaffinität  $W_A$  ist definiert als die Energiedifferenz zwischen Makropotential und Leitungsbandkante ( $W_A = W_\phi - W_C$ ). Wie groß sind (im obigen Beispiel) die Energie der Bandlücke  $W_g$ , sowie  $W_A$  und  $W_H$ ? (Nehmen Sie an, dass das Fermi-niveau in der Mitte der Bandlücke liegt.)
- c) Berechnen Sie die Ionisierungsenergie ( $W_I = W_\phi - W_V$ ) und erklären Sie warum diese bei Halbleitern von besonderer Bedeutung ist.