



Aufgabe 1) *Energieniveaus des H-Atoms.*

Beim Übergang von einem angeregten Zustand mit dem Energieniveau E_n zu einem tieferliegenden Zustand des Wasserstoffatoms mit Energie E_l wird ein Photon mit der Frequenz f emittiert.

Betrachten Sie nun Übergänge zwischen dem Grundzustand und den ersten drei angeregten Zuständen. Berechnen Sie jeweils die Frequenz des emittierten Photons. In welchem Fall wird sichtbares Licht emittiert? Geben Sie zusätzlich die Ionisierungsenergie (in Elektronenvolt) des Elektrons in den betrachteten Zuständen an!

Aufgabe 2) *Ausbreitungsrichtung, Wellenvektor.*

Zeigen Sie, dass $\psi = A \cdot e^{j(\omega t + \vec{k}\vec{r})}$ eine ebene Welle mit Ausbreitungsrichtung in Richtung des Wellenvektors \vec{k} ist.

Aufgabe 3) *Aufenthaltswahrscheinlichkeit Elektron.*

Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit $f(\vec{r})$ eines Elektrons, das durch die de Broglie-Welle mit der Ortsabhängigkeit $\psi = a \cdot e^{j\vec{k}\vec{r}}$ mit $a = const.$ beschrieben wird, ist:

1. An jedem Ort \vec{r} gleich $f(\vec{r}) = a$
2. Konstant in Richtung von \vec{r}
3. Gleich Null orthogonal zur Richtung von \vec{r}
4. Nichts hiervon trifft zu.

Aufgabe 4) Aufenthaltswahrscheinlichkeit.

Die Wellenfunktion eines Elektrons im Wasserstoffatom (Grundzustand) sei durch

$$\psi(r) = a_0 e^{-\frac{r}{r_1}}$$

gegeben, wobei $r_1 = 5,3 \cdot 10^{-2}$ nm dem innerste Radius (Bohrradius) des Atoms entspricht. Die Wellenfunktion ist hierbei nur vom Abstand zwischen Atom und Elektron r abhängig.

a) Bestimmen Sie a_0 so, dass die Normierungsbedingung

$$\int_V |\psi|^2 dV = \int_0^\infty 4 \pi r^2 |\psi|^2 dr = 1$$

erfüllt ist! (*Hinweis:* Sie müssen zur Lösung dieser Aufgabe das Integral $\int x^2 \exp(cx) dx$ lösen. Eine Stammfunktion zu diesem Integral finden Sie in einer Formelsammlung ihrer Wahl (z. B. Bronstein) oder durch partielle Integration.)

b) Skizzieren Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte $\frac{f(r)}{dV}$!

c) Wie wahrscheinlich ist es, dass sich das Elektron in einer Kugelschale befindet, für die gilt:

- $0,5 r_1 \leq r \leq 0,51 r_1$
- $r_1 \leq r \leq 1,01 r_1$
- $0,5 r_1 \leq r \leq 1,5 r_1$