

Aufgabe 12

Die Heisenbergsche Unschärferelation sagt aus, dass Ort und Impuls nicht gleichzeitig exakt bestimmbar sind.

Angenommen der Impuls eines Objekts werde mit einer Genauigkeit von 10^{-3} bestimmt. Wie groß ist dann jeweils die Ortsunschärfe für einen Tischtennisball ($m = 5 \text{ g}$, $v = 2 \text{ m/s}$) bzw. für ein Elektron ($m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $v = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)?

Aufgabe 13

- Geben Sie alle l und m Quantenzahlen für das Wasserstoffatom in den Zuständen mit den Hauptquantenzahlen $n = 5$ und 6 an.
- Berechnen Sie die Nullstellen der radialen Wellenfunktion $R_{n,l}(r)$ des Wasserstoffatoms für $n = 1$ und 2 , und skizzieren Sie $R_{n,l}(r)$.
- Welche Bedeutung hat das Integral $\int r^2 R_{n,l}^2(r) dr$? Berechnen Sie für $n = 1$

$$\int_0^{\infty} r^2 R_{n,l}^2(r) dr .$$

- Berechnen Sie die Extrema von $r^2 R_{n,l}^2(r)$ für $n = 1$ und 2 , und skizzieren Sie $r^2 R_{n,l}^2(r)$. Stellen Sie einen Vergleich mit dem Bohrschen Atommodell an.

Ein schönes Programm zur Visualisierung des Wasserstoffatoms finden Sie unter <http://www.hydrogenlab.de/>.

Aufgabe 14

Berechnen Sie für den $1s$ Zustand von Wasserstoff die Erwartungswerte $\langle r \rangle$, $\langle r \rangle$ und $\langle r^2 \rangle$ in Einheiten von a_0 .

Aufgabe 15

Wie groß ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines $1s$, $2s$ und $3s$ Elektrons innerhalb des Atomkerns für ${}^1_1\text{H}$ und ${}^{23}_{11}\text{Na}^{10+}$? Schätzen Sie den Kernradius über das Tröpfchenmodell ab und vernachlässigen Sie die Variation des Radialanteils, d.h. nehmen Sie an:

$$R_{n,0}(r) = \text{const.} = R_{n,0}(0) \text{ für } r \leq r_K .$$