Übungsblatt Nr. 8

Ausgabe: 16.06.2016 Rückgabe: 23.06.2016 (vor der Vorlesung)

Aufgabe 1: Spektralserien des Wasserstoffs

Eine Gruppe von Linien im Wasserstoffspektrum erscheinen bei $\lambda_{H_\alpha} = 656.11\ \mathrm{nm}$, $\lambda_{H_\beta} = 486.01\ \mathrm{nm}$ und $\lambda_{H_\gamma} = 433.94\ \mathrm{nm}$.

a) Wie heißt diese Serie? Welchen Wert hat n_1 bei dieser Serie?
b) Berechnen Sie hieraus die Rydberg-Konstante und vergleichen Sie diesen Wert mit dem Literaturwert.
c) Bei welcher Wellenlänge erscheint die nächste Linie dieser Serie?
d) Wie groß sind die Tangentialgeschwindigkeiten auf diesen Bahnen?
e) Wie groß ist jeweils der Umlaufradius?
f) Wie groß ist die Ionisierungsenergie des Wasserstoffatoms im untersten Zustand dieser Übergänge?

Aufgabe 2: Drehimpulsquantisierung

Eine Punktmasse rotiert mit $l = 2$ auf einer Kugeloberfläche.

a) Bestimmen Sie den Betrag des Drehimpulses.
b) Bestimmen Sie die Projektionen des Drehimpulses auf eine beliebige Achse.
c) Wie hoch ist hierbei der Entartungsgrad?

Aufgabe 3: Die radiale Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte

Die Wellenfunktion des Wasserstoffs im Grundzustand lautet:

$$\Psi_{1s} = \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} \cdot e^{-\frac{r}{a_0}}$$

Berechnen Sie für den Grundzustand des Wasserstoffatoms die Wahrscheinlichkeit das Elektron in einer Kugelschale der radialen Dicke $\Delta r = 0{,}02 a_0$

a) um $r = a_0$ und
b) um $r = 2\ a_0$ herum anzutreffen.

Berechnen Sie dafür die radiale Wahrscheinlichkeitsdichte ρ_H über

$$\rho_{H,1s} = 4\pi r^2 |\Psi|^2$$

Weil Δr so klein ist, kann die Änderung von ρ in diesem Bereich vernachlässigt werden und es gilt für die Wahrscheinlichkeit das Elektron im Intervall Δr anzutreffen

$$\int_{r-\frac{\Delta r}{2}}^{r+\frac{\Delta r}{2}} \rho_{H,1s}\, dr \approx \rho_{H,1s} \cdot \Delta r$$