Experimentalphysik III - Atomphysik
Prof. Alexander Grüneis - Niels Ehlen/Martin Hell
Name(n):
Übungsgruppe:
Übungsleiter: WS17/18
Erreichte Punktezahl: II. Physikalisches Institut

Übungsblatt 4

Aufgabe 1 - *Ritzsches Kombinationsprinzip am Wasserstoffatom* (2 Punkte)

Das 1898 empirisch gefundene Ritzsche Kombinationsprinzip besagt, dass die Differenz der Frequenzen zweier Linien einer Serie (z.B. Lyman-Serie des Wasserstoffatoms) in einer anderen Serie (z.B. Balmer-Serie) desselben Atoms wiedergefunden werden kann. Wie kommt es dazu? Nennen sie konkrete Zahlenbeispiele!

Aufgabe 2 - *Rydbergkonstante* (2 Punkte)

Bestimmen Sie die Rydbergkonstanten für He^+ und Li^{++}.

Aufgabe 3 - *Feinstrukturkonstante* (3+3+3=9 Punkte)

a) Zeigen Sie, dass man die Geschwindigkeit des Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffatoms als $v = \alpha c$ schreiben kann. $\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{e^2}{\hbar c} \sim \frac{1}{137}$ ist die Feinstrukturkonstante und c die Lichtgeschwindigkeit.

b) Zeigen Sie, dass α dimensionslos ist.

c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Protons im Wasserstoffatom (Grundzustand).

Aufgabe 4 - *Sommerfeldmodell, Ellipsengleichung* (10 Punkte)

Im Sommerfeldmodell wird eine Ellipse als Elektronenbahn angenommen. Diese wird durch zwei Parameter a und b (die beiden Halbachsen) beschrieben. Die Ellipsengleichung in kartesischen Koordinaten ist $\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} = 1$. Leiten Sie aus dieser Gleichung die Form in Polarkoordinaten $\frac{1}{r} = \frac{1}{a}\frac{1+\epsilon\cos(\phi)}{1-\epsilon^2}$. Hier bezeichnen r und ϕ die Entfernung und den Winkel zu einem Punkt auf der Ellipse, ϵ ist die Exzentrizität und definiert als $\epsilon = OM/MP = OM/a$ (siehe Bild).

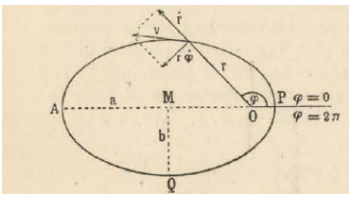

Abbildung 1: Quelle: A. Sommerfeld (Atombau und Spektrallinien).