

1. Zeeman-Effekt und Spektroskopie: Im Magnetfeld $B = 1 \text{ T}$ soll die **Zeeman-Aufspaltung** der **Wasserstoff-Balmer- α -Linie** ($2^2S_{1/2} \rightarrow 3^2P_{1/2}$) mit zwei verschiedenen Meßanordnungen beobachtet werden:

- Mit einem **Gitterspektrographen**. Wie groß muß das **spektrale Auflösungsvermögen** des Gerätes sein? Wie viele **Gitterstriche** müssen mindestens beleuchtet werden, wenn in der **zweiten Beugungsordnung** gemessen werden soll? (*Lösung:* $N > \text{ca. } 24500 \text{ Linien}$)
- Welches minimale Magnetfeld müßte vorhanden sein, um die Aufspaltung noch mit einem **Fabry-Perot-Interferometer** (Plattenabstand: $d = 1 \text{ cm}$, Reflexionsvermögen jeder Platte: $R = 95 \%$) zu beobachten? (*Lösung:* $B > 0.026 \text{ T}$)

Hinweis: $\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$; die für die spektrale Auflösung charakteristischen Kenngrößen für den Gitterspektrographen und das Fabry-Perot-Interferometer sind aus der Literatur (z. B.: Demtröder) zu ermitteln.

2. Die Wellenlänge der von einer Röntgen-Röhre erzeugten K_α -Strahlung wird zu $\lambda = 0,18 \text{ nm}$ gemessen.

- Welches chemische Element dient als Anodenmaterial? (*Lösung:* Kobalt ($Z = 27$))
- Welche Beschleunigungsspannung U muß an die Röhre mindestens angelegt werden, damit die charakteristische Strahlung mit der angegebenen Wellenlänge entsteht? (*Lösung:* $U = 6,9 \text{ kV}$)
- Wie groß muß die Beschleunigungsspannung mindestens sein, damit alle Röntgen-Linien angeregt werden? (*Lösung:* $U > 9,2 \text{ kV}$)

3. Die kürzeste Wellenlänge des kontinuierlichen Röntgen-Spektrums, das von einer Röntgen-Röhre bei der Beschleunigungsspannung $U = 40 \text{ kV}$ ausgestrahlt wird, ist $\lambda_G = 3,1 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Man bestimme daraus den Wert des Planckschen Wirkungsquantums h .

4. Atome im Festkörper: Röntgen-Strahlung mit einer **Energie von $8,9 \text{ keV}$** trifft auf einen **NaCl-Kristall** und wird an diesem gebeugt. Man beobachtet das erste Beugungsmaximum unter dem **Winkel $\alpha = 14,42^\circ$** .

- Wie groß ist die **Wellenlänge λ** der Röntgen-Strahlung? (*Lösung:* $\lambda = 0,139 \text{ nm}$)
- Wie groß ist der **Netzebenenabstand d** im NaCl-Kristall? (*Lösung:* $d = 0,279 \text{ nm}$)
- Wie groß ist die **Elementarzelle des NaCl-Kristalls** (Skizze!)? (*Lösung:* $a = 0,558 \text{ nm}$)
- Nimmt man an, dass **Na** und **Cl** im Festkörper als **Ionen** vorliegen, so hat **Na** den ungefähren **Ionenradius $r_{\text{Na}} = 1 \text{ \AA}$** und **Cl $r_{\text{Cl}} = 1,8 \text{ \AA}$** . Aus dem Elementarzellenvolumen und den Ionenradien berechne man den **Raumausfüllungsfaktor η** des NaCl-Kristalls und vergleiche ihn mit dem eines idealen Gases (mittlerer Atomradius $1,5 \text{ \AA}$) unter Normalbedingungen. (*Lösung:* $\eta = 65,7 \%$)