

Aufgabe 2: Erzeugung von Röntgenstrahlung und Röntgenstreuung an Atomen (20 Punkte)

- a) Eine Röntgenröhre mit Molybdänanode werde mit einer Beschleunigungsspannung von 40 kV betrieben. Berechnen Sie die kürzeste Wellenlänge im Spektrum dieser Röhre sowie die Photonenergien der ersten drei K-Linien unter Verwendung des Moseleyschen Gesetzes! Geben Sie die Energien in Einheiten von keV an!

(3 Punkte)

- b) Das Moseleysche Gesetz beschreibt die spektrale Position der K-Linienserie. In einer verallgemeinerten Form kann man die Frequenzen f beliebiger weiterer Linien beschreiben, die beim Elektronenübergang zwischen den Hauptquantenzahlen n_1 und n_2 entstehen:

$$f = cR(Z - S)^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

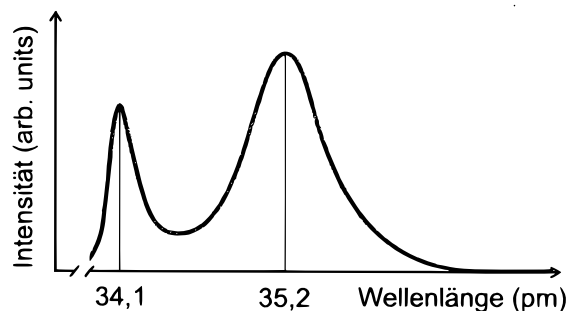
c ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit, R die Rydbergkonstante und Z die Kernladungszahl. Erläutern Sie, welche physikalische Bedeutung die Größe S hat! Begründen Sie qualitativ, weshalb für eine präzise Beschreibung charakteristischer Röntgenstrahlung S selbst von den Quantenzahlen n_1 und n_2 abhängen sollte!

(2 Punkte)

- c) Geben Sie ein Verfahren an, mit dem man aus einem kontinuierlichen Spektrum monochromatische Röntgenstrahlung einer bestimmten Wellenlänge auswählen kann, und beschreiben Sie das Prinzip!

(3 Punkte)

Monochromatische Röntgenstrahlung einer Wellenlänge von $\lambda = 34,1$ pm werde nun an einer polykristallinen Graphitprobe gestreut. Beugungseffekte sollen dabei keine Rolle spielen. Unter dem Winkel θ gegenüber der Einfallrichtung wird folgendes Röntgenspektrum gemessen:



- d) Benennen und erläutern Sie die physikalischen Effekte, die zur Entstehung der beiden Intensitätsmaxima führen! Geben Sie quantitativ an, wie sich die Wellenlängendifferenz zwischen den beiden Maxima verändert, wenn die Wellenlänge λ der einfallenden Röntgenstrahlung abnimmt! Beschreiben Sie qualitativ, wie sich bei Abnahme von λ das Intensitätsverhältnis der beiden Maxima im obigen Bild verändert, und begründen Sie Ihre Antwort!

(5 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!