Elektronen- und Röntgenbeugung

Vorbereitende Aufgaben:

1) **Was versteht man unter Welle-Teilchen-Dualismus?**

   Der Welle-Teilchen-Dualismus sagt, dass das Licht sowohl Wellen- als auch Teilcheneigenschaften besitzt.

2) **Wie kann man experimentell zeigen, dass Teilchen Welleneigenschaften aufweisen?**

   Beschleunigt man Elektronen mit einer Beschleunigungsspannung U im Kilovolt-Bereich so werden Wellenlängen in der Größenordnung von Röntgenstrahlung hervorgerufen. Experimentell kann man diese Eigenschaft über ein Interferenz- und Beugungsexperiment herleiten, z.B. durch Beugung an Kristallen.

3) **Erläutern Sie das Funktionsprinzip einer Röntgenröhre.**

   Aus einer beheizten Kathode werden Elektronen mit einem starken elektrischen Feld herausgesaugt und auf die Anode beschleunigt. Die Elektronen dringen in das Anodenmaterial ein und werden durch die elektrischen Felder der Atomkerne abgelenkt, wodurch sie beschleunigt werden. Die kinetische Energie wird so in Strahlungsenergie umgewandelt, die Elektronen verlieren kinetische Energie und werden langsamer. Es kommt auch noch zu weiteren Wechselwirkungen mit dem Anodenmaterial.

4) **In welchem Gerät wird die Welleneigenschaft von Elektronen genutzt?**

   Das Elektronenmikroskop ist dafür ein gutes Beispiel. Das Auflösungsvermögen ist eng mit der Lichtwellenlänge verbunden. Da die beschleunigten Elektronen eine sehr kleine Wellenlänge besitzen kann man auch sehr kleine Strukturen auflösen, was mit sichtbarem Licht nicht möglich ist.

5) **Erläutern Sie den Begriff „Netzebene“.**

   In Kristallen sind die Atome in einer regelmäßigen Struktur angeordnet. Diese Struktur kann in einzelne Ebenen unterteilt werden, die Netzebenen. In der Netzebene sind die Atome im immer gleichen Abstand zueinander angeordnet.

6) Berechen Sie die Wellenlänge von 100keV-Elektronen.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot e \cdot m_e \cdot U}}$$

$$\lambda = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34}\,Js}{\sqrt{2 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 9{,}109 \cdot 10^{-31}\,kg \cdot 100 \cdot 10^{3}\,eV}}$$

$$\lambda = 3{,}88 \cdot 10^{-12}\,m = 3{,}88\,pm$$

7) Die Strahlung einer Röntgen-Röhre fällt auf einen LiF-Kristall mit 2d = 4,027*10^{-10}m. Wie groß ist die Wellenlänge der Röntgenstrahlung, wenn der Reflex 1. Ordnung unter dem Glanzwinkel θ = 10,15° auftritt?

2 d = 4.027*10^{-10} m
θ = 10.15° (sin(10.15)≈0,1762258
m = 1 (Reflex 1. Ordnung)

Formel: $\lambda = \frac{2d \cdot \sin(\theta)}{m}$

Ergebnis: $\lambda = 70{,}9\,pm$