

## Aufgabe: Elektronenbeugungsröhre

Der lichtelektrische Effekt lässt sich erklären, indem man elektromagnetischer Strahlung Teilcheneigenschaften zuweist. Umgekehrt können aber auch Teilchen wie z.B. Elektronen Welleneigenschaften aufweisen. Teilchen haben im Gegensatz zu Photonen eine Ruhemasse. 1923 veröffentlichte der Franzose De Broglie eine Wellentheorie von Teilchen.

- a) • **Beschreiben** Sie den Aufbau sowie die Durchführung des Experiments.  
• **Erläutern** Sie mit Hilfe einer instruktiven Skizze die Ausbildung von Ringen auf dem Beobachtungsschirm. **Erklären** Sie, wie diese Beobachtung mit der Wellentheorie gedeutet werden kann. (19 BE)
- b) **Ermitteln** Sie für eine Beschleunigungsspannung der Elektronen von 4000 V die Geschwindigkeit sowie die zugehörige De-Broglie-Wellenlänge der Elektronen.  
(mit nichtrelativistischer Rechnung: Wellenlänge  $\lambda = 19 \text{ pm}$ ) (9 BE)
- c) • **Leiten** Sie anhand einer Skizze den Zusammenhang zwischen der de BROGLIE-Wellenlänge  $\lambda$ , dem Netzebenenabstand  $d$  in einem Kristall und der Größen  $r$  (Ringradius) und  $L$  (Abstand Kristall-Schirm) **her**:  $\lambda = d \cdot r/L$  .  
( mit Kleinwinkelnäherung  $2 \cdot \sin(\vartheta) \approx \sin(2 \cdot \vartheta) \approx \tan(2 \cdot \vartheta)$  )  
• Bei den beiden hellen Ringen handelt es sich um Maxima 1. Ordnung. **Bestimmen** Sie die dazugehörigen Netzebenenabstände des Kristalls. (13 BE)
- d) • **Erläutern** Sie, wie sich demonstrieren lässt, dass die beobachtete Erscheinung nicht auf elektromagnetische Wellen zurückgeht.  
• Bei einem entsprechenden Experiment mit Graphit-Kristallen ( $d=2,13 \cdot 10^{-10}\text{m}$ ) entsteht in erster Ordnung ein Ringradius von  $r=9,0\text{mm}$ . Der Abstand der Kristalle von der Beobachtungsebene ist  $L = 18\text{cm}$ . **Geben** Sie die Wellenlänge und den Impuls der Elektronen **an**. **Berechnen** Sie relativistisch, wie groß die Beschleunigungsspannung war, (19 BE)