

**ZIEL**

Beobachtung der Beugung von Elektronen an polykristallinem Graphit und Bestätigung der Wellennatur der Elektronen.

**AUFGABEN:**

- Bestimmung der Durchmesser der beiden Beugungsringe für verschiedene Beschleunigungsspannungen.
- Bestimmung der Wellenlänge der Elektronen für verschiedene Beschleunigungsspannungen aus der Bragg-Bedingung.
- Bestätigung der de Broglie-Beziehung für die Wellenlänge.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Die Beugung von Elektronen an einer polykristallinen Graphitfolie belegt die Wellennatur von Elektronen. Man beobachtet auf dem Leuchtschirm der Elektronenbeugungsröhre zwei Beugungsringe um einen zentralen Fleck in Strahlrichtung. Diese Ringe sind auf die Beugung von Elektronen an den Netzebenen der Mikrokrystalle in der Graphitfolie zurückzuführen, die die Bragg-Bedingung erfüllen. Die Beobachtung ist vergleichbar mit dem Ergebnis der Debye-Scherrer-Beugung von Röntgenstrahlen an einem Kristallpulver.

**BENÖTIGTE GERÄTE**

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Elektronenbeugungsröhre S	1013889
1	Röhrenhalter S	1014525
1	Hochspannungsnetzgerät, 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310 oder
	Hochspannungsnetzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
1	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm	1002843

**ALLGEMEINE GRUNDLAGEN**

1924 stellte *Louis de Broglie* die Hypothese auf, dass Teilchen grundsätzlich auch Welleneigenschaften haben, wobei die Wellenlänge vom Impuls abhängt. Seine Überlegungen wurden von *C. Davisson* und *L. Germer* durch Beugung von Elektronen an kristallinem Nickel bestätigt. Für die Abhängigkeit der Wellenlänge  $\lambda$  eines Teilchens von seinem Impuls  $p$  gab *de Broglie* die Beziehung

$$(1) \quad \lambda = \frac{h}{p}$$

$h$ : Planck'sche Konstante

an. Diese lässt sich für Elektronen, die eine Beschleunigungsspannung  $U_A$  durchlaufen haben, umformen in die Gleichung

$$(2) \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

$m$ : Elektronenmasse,  $e$ : Elementarladung



**ALLGEMEINE GRUNDLAGEN**

Beträgt die Beschleunigungsspannung z. B. 4 kV, so kann man den Elektronen eine Wellenlänge von etwa 20 pm zuweisen.

Im Experiment wird die Wellennatur der Elektronen in einer evakuierten Glasröhre durch Beugung an polykristallinem Graphit demonstriert. Auf dem Leuchtschirm der Glasröhre beobachtet man Beugungsringe um einen zentralen Fleck in Strahlrichtung, deren Durchmesser von der Beschleunigungsspannung abhängt. Sie werden durch Beugung von Elektronen an den Netzebenen der Mikrokrystalle hervorgerufen, die die Bragg-Bedingung

$$(3) \quad 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta = n \cdot \lambda$$

$\vartheta$ : Bragg-Winkel,  $n$ : Beugungsordnung,  $d$ : Netzebenenabstand

erfüllen (siehe Abb. 2). Der Durchmesser des dem Bragg-Winkel  $\vartheta$  zuzuordnenden Beugungsringes beträgt

$$(4) \quad D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$

$L$ : Abstand zwischen Graphitfolie und Leuchtschirm.

Da Graphit eine kristalline Struktur mit zwei Netzebenenabständen  $d_1 = 123 \text{ pm}$  und  $d_2 = 213 \text{ pm}$  aufweist (siehe Abb. 3), werden in der ersten Beugungsordnung ( $n = 1$ ) zwei Beugungsringe mit den Durchmessern  $D_1$  und  $D_2$  beobachtet.

**AUSWERTUNG**

Aus den Durchmessern der beiden Beugungsringe und den Netzebenenabständen lässt sich unter Anwendung der Bragg-Bedingung die Wellenlänge  $\lambda$  bestimmen. Für kleine Öffnungswinkel gilt:

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \left( \frac{1}{2} \cdot \arctan \left( \frac{D_{1/2}}{2 \cdot L} \right) \right)$$

Die so berechnete Wellenlänge wird mit der gemäß (2) berechneten verglichen.

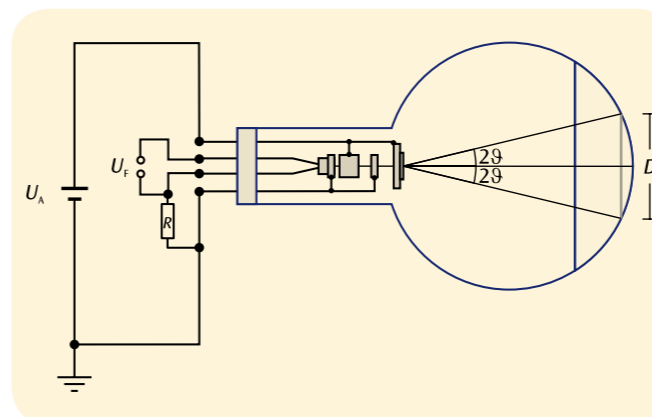


Abb. 1: Schematische Darstellung zur Elektronenbeugungsröhre.

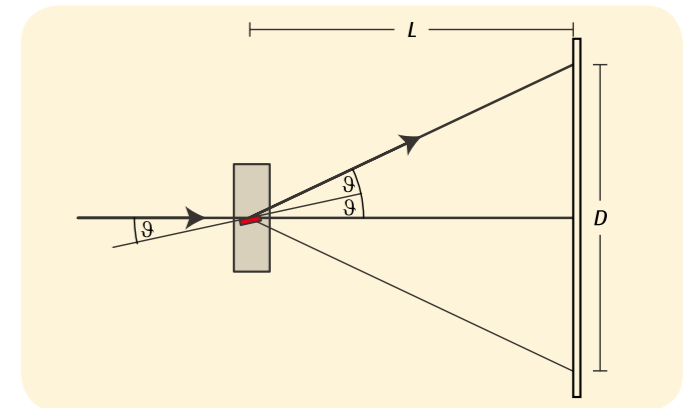


Abb. 2: Bragg-Reflexion an einer „passenden“ Netzebenenchar eines ausgewählten Kristallits in der Graphitfolie.

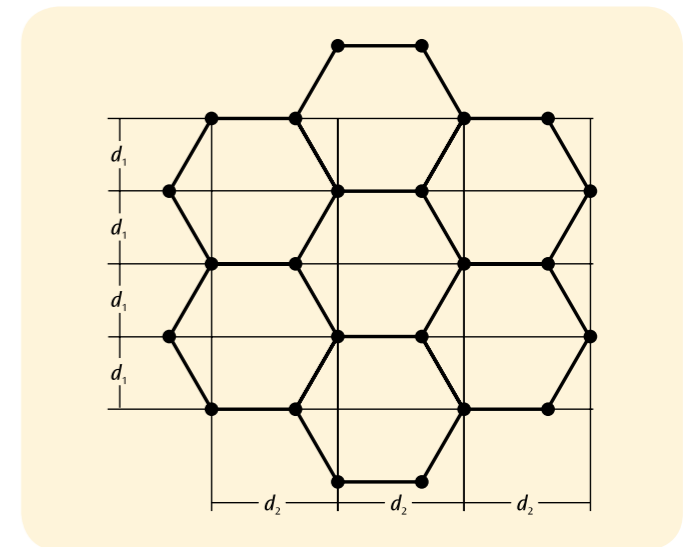


Abb. 3: Kristallstruktur von Graphit.

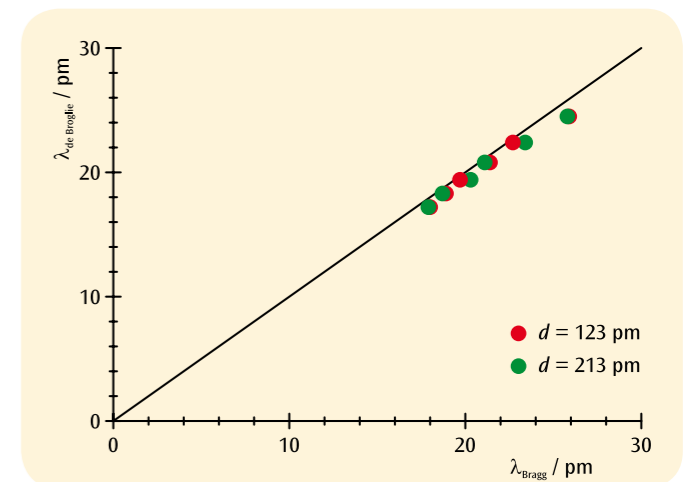


Abb. 4: Aus der Bragg-Bedingung ermittelte Wellenlänge in Abhängigkeit von der de Broglie-Wellenlänge.