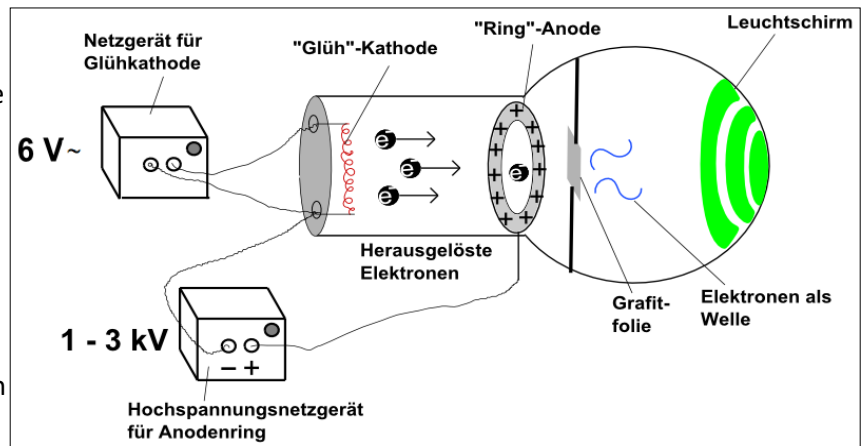


Infoblatt – Elektronenbeugung (nach G. P. Thomson)

Aufbau und Durchführung

In einer evakuierten Röhre werden Elektronen, die aus einer beheizten Kathode austreten, durch eine hohe Spannung beschleunigt und durch eine polykristalline Grafitsschicht geschickt.

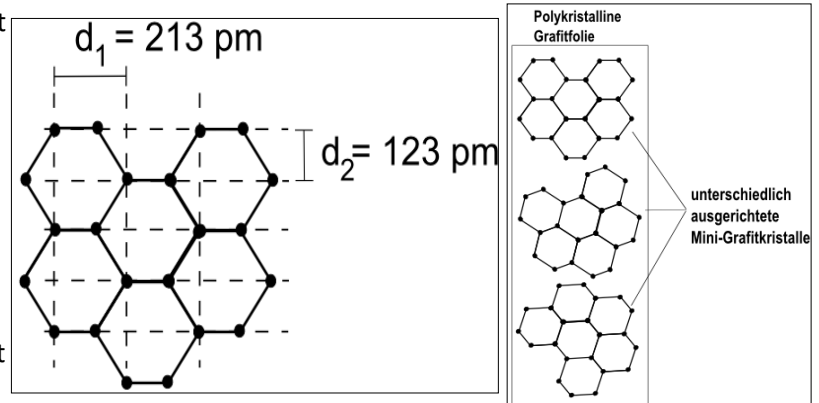
Die Elektronen treffen dann auf der mit fluoreszierendem Material beschichteten Innenseite der Röhre auf und regen diese beim Auftreffen zum Leuchten an.



Eine polykristalline Grafitsschicht besteht aus vielen unregelmäßig angeordneten, kleinen Grafiteinkristallen (siehe rechte Abbildung). Bei Einkristallen sind die Atome regelmäßig angeordnet.

In der Kristall-Struktur des Graphits sind die Atome regelmäßig angeordnet. In der linken Abbildung ist ein Querschnitt dieser Struktur abgebildet. Man erkennt in horizontaler als auch in vertikaler

Richtung ein immer wiederkehrendes Muster (Netzebenen) an Atomen. Der Abstand zwischen diesen Reihen des Musters liegt in vertikaler Richtung bei $d_2 = 123 \text{ pm}$ und in horizontaler Richtung bei $d_1 = 213 \text{ pm}$.

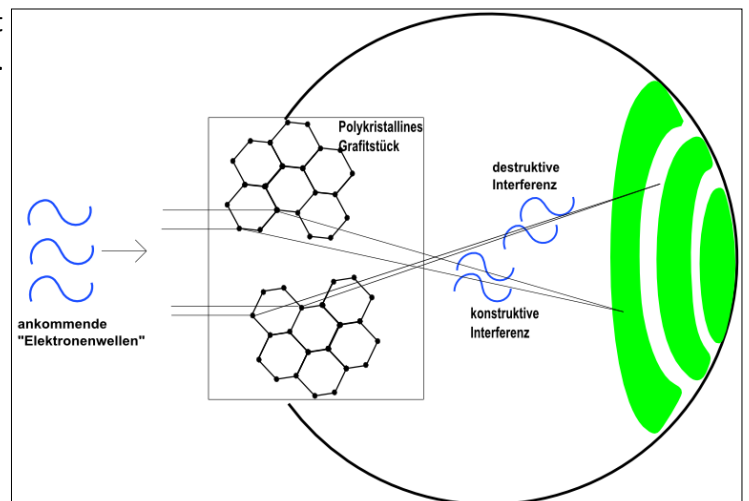


Beobachtung

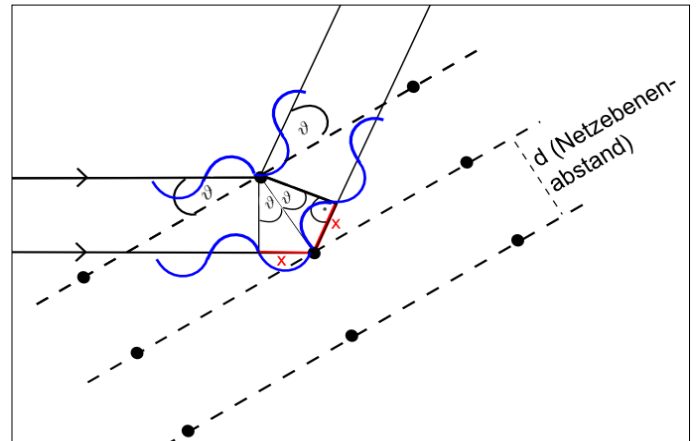
Auf der Innenseite der Röhre sind eindeutig grün leuchtende Ringe zu erkennen. Erhöht man die Beschleunigungsspannung, so werden die Ringradien kleiner.

Erklärung

Aufgrund dieses Versuchsergebnisses schließt man auf den Wellencharakter der Elektronen. Auf die in der Abbildung zu sehenden zwei Mini-Grafit-Kristalle in der polykristallinen Grafitfolie treffen beschleunigte Elektronen. Jeweils ein Elektron trifft auf ein Atom der vorderen Netzebene der Mini-Kristalle und jeweils ein Elektron trifft auf ein Atom der zweiten Netzebene. Alle Elektronen werden nun nach dem Auftreffen in einem bestimmten

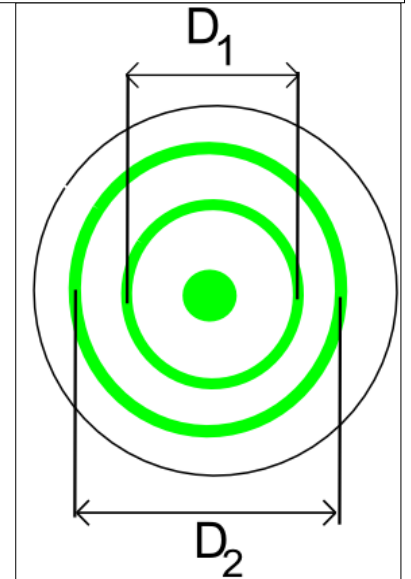


Winkel (je nachdem, wie die Mini-Kristalle angeordnet sind) abgelenkt. Die beiden Elektronen, die an einem Mini-Kristall abgelenkt wurden, interferieren nun nach der Ablenkung miteinander. Je nachdem, ob der Gangunterschied $2x$ (also der zusätzliche Weg des Elektrons, das an der zweiten Netzebene abgelenkt wurde) ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge der Elektronen war oder nicht, kommt es zu einer konstruktiven bzw. destruktiven Interferenz. Konstruktive Interferenz bedeutet, dass sich die Intensitäten der „Elektronenwellen“ verstärken und sie die Innenseite der Röhre zum Leuchten anregen (grüne Ringe). Destruktive Interferenz bedeutet, dass sich die Intensitäten der „Elektronenwellen“ gegenseitig auslöschen und sie die Innenseite der Röhre **nicht** zum Leuchten anregen.



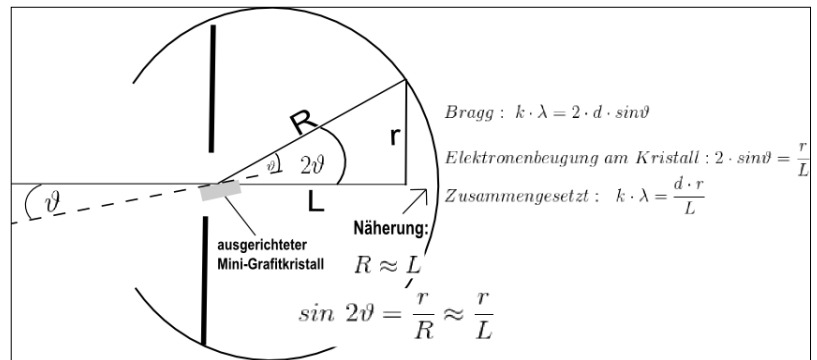
Da die Grafitsschicht aus unzähligen Mini-Kristallen besteht, die in allen möglichen Richtungen angeordnet sind, kommt es zu den Ringen, da die Elektronen in alle Richtungen abgelenkt werden. Durch die Messung der Radien der Ringe kann man die Wellenlänge der Elektronen berechnen.

Bei höherer Beschleunigungsspannung haben die Elektronen eine höhere Gesamtenergie und offensichtlich (aufgrund des kleineren Radius des Beugungsrings) eine kleinere Wellenlänge, die ihnen zugeordnet werden kann. Eine kleinere Wellenlänge führt zu kleineren Winkeln, bei denen es zu konstruktiver Interferenz kommt. Dadurch werden die Radien der grünen Ringe kleiner.



$$k \cdot \lambda = \frac{d \cdot r}{L}$$

Wenn jemand behauptet, dass die nebenstehenden Ringe nicht von Elektronen, sondern von Röntgenstrahlung stammen, welche durch die Elektronen ausgelöst wurden (so etwas passiert z.B. an der Anode einer Röntgenröhre), so kann man diese Behauptung entkräften, indem man sich der Röhre in der Zone zwischen der Grafitfolie und dem Fluoreszenzschirm seitlich mit einem Stabmagneten nähert.



Man beobachtet dann eine Verschiebung des Ringsystems durch das Magnetfeld des Stabmagneten. Würde es sich um Röntgenlicht handeln, würde man keine Verschiebung erwarten.