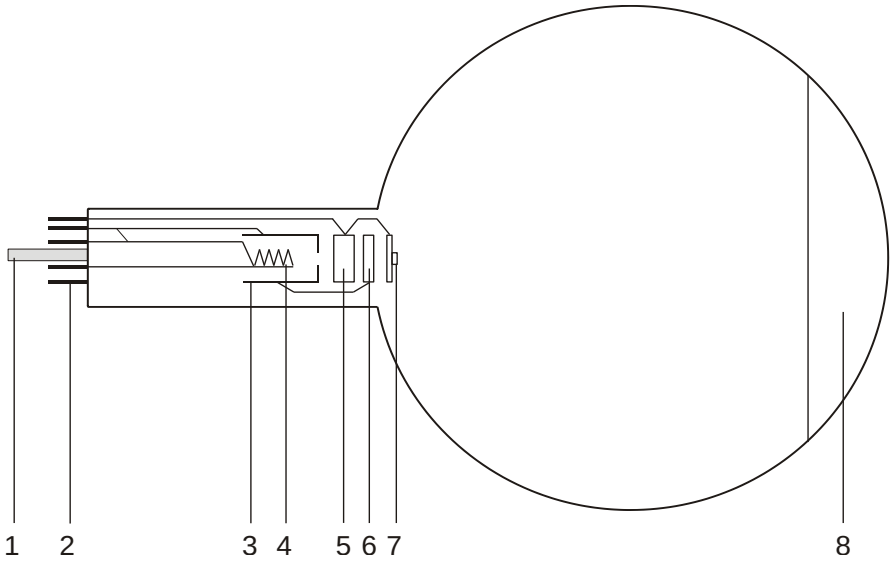
Elektronenbeugungsröhre S 1013889

Bedienungsanleitung

05/18 ALF



1 Führungsstift
2 Stiftkontakte
3 Kathode
4 Heizwendel
5 Anode
6 Fokussierelektrode
7 Polykristallines Graphitgitter
8 Fluoreszenzschirm

1. Sicherheitshinweise

Glühkathodenröhren sind dünnwandige, evakuierte Glaskolben. Vorsichtig behandeln: Implosionsgefahr!

- Röhre keinen mechanischen Belastungen aus-setzen.
- Verbindungskabel keinen Zugbelastungen aussetzen.
- Röhre nur in den Röhrenhalter S (1014525) einsetzen.

Zu hohe Spannungen, Ströme sowie falsche Kathodenheiztemperatur können zur Zerstörung der Röhre führen.

- Die angegebenen Betriebsparameter einhalten.
- Für Anschlüsse nur Sicherheits-Experimentierkabel verwenden.
- Schaltungen nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten vornehmen.
- Röhren nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.

Im Betrieb wird der Röhrenhals erwärmt.

- Röhre vor dem Ausbau abkühlen lassen.

Die Einhaltung der EC Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit ist nur mit den empfohlenen Netzgeräten garantiert.

2. Beschreibung

Die Elektronenbeugungsröhre ermöglicht den Nachweis der Wellennatur von Elektronen durch die Beobachtung von Interferenzen, die nach Durchtritt der Elektronen durch ein polykristallines Graphitgitter entstehen und auf dem Fluoreszenzschirm sichtbar sind (Debye-Scherrer-Beugung), die Bestimmung der Wellenlänge der Elektronen bei verschiedenen Anodenspannungen aus den Radien der Beugungsringe und den Netzebenenabständen von Graphit sowie die Bestätigung der de-Broglie'schen Hypothese.

Die Elektronenbeugungsröhre ist eine Hochvakuum-Röhre mit einer Elektronenkanone, bestehend aus einem Heizfaden (4) aus reinem Wolfram und einer zylinderförmigen Anode (5), in einer durchsichtigen, evakuierten Glaskugel. Aus den von der Glühkathode emittierten Elektronen wird durch eine Lochblende ein schmales Strahlenbündel ausgeschnitten und durch ein elektronen-optisches System fokussiert. Dieses scharf begrenzte, monochromatische Strahlenbündel

geht durch ein feines Nickeldrahtgeflecht (7), das mit einer polykristallinen Graphitfolie belegt ist und als Beugungsgitter wirkt. Auf dem Fluoreszenzschirm (8) ist das Beugungsbild als zwei konzentrische Ringe um den ungebeugten Elektronenstrahl sichtbar.

Ein Magnet ist Bestandteil des Lieferumfangs. Er ermöglicht eine Richtungsänderung des Elektronenstrahls, die notwendig wird, wenn er auf eine fertigungsbedingte oder durch Verglühen entstandene Fehlstelle des Graphitgitters trifft.

3. Technische Daten

Heizung:	≤ 7,0 V AC/DC
Anodenspannung:	0 – 5000 V DC
Anodenstrom:	typ. 0,15 mA bei 4000 V DC
Gitterkonstanten von Graphit:	d_{10} = 0,213 nm d_{11} = 0,123 nm
Abmessungen: Abstand Graphitgitter/ Fluoreszenzschirm:	ca. 125 ± 2 mm
Fluoreszenzschirm:	ca. 100 mm Ø
Glaskolben:	ca. 130 mm Ø
Gesamtlänge:	ca. 260 mm

4. Bedienung

Zur Durchführung der Experimente mit der Elektronenbeugungsröhre sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 Röhrenhalter S	1014525
1 Hochspannungsnetzgerät, 5 kV (115 V, 50/60 Hz) oder (230 V, 50/60 Hz)	 1003309 1003310
1 Analog Multimeter AM51	1003074

4.1 Einsetzen der Elektronenbeugungsröhre in den Röhrenhalter

- Röhre mit leichtem Druck in die Fassung des Röhrenhalters schieben bis die Stiftkontakte vollständig in der Fassung sitzen, dabei auf eindeutige Position des Führungsstiftes achten.

4.2 Entnahme der Elektronenbeugungsröhre aus dem Röhrenhalter

- Zum Entnehmen der Röhre mit dem Zeigefinger der rechten Hand von hinten auf den Führungsstift drücken bis sich die Kontaktstifte lösen. Dann die Röhre entnehmen.

4.3 Allgemeine Hinweise

Die Graphitfolie auf dem Beugungsgitter ist nur wenige molekulare Schichten dick und kann deshalb durch einen Strom über 0,2 mA zerstört werden.

Während des Versuchs ist der Anodenstrom sowie die Graphitfolie zu kontrollieren. Bei aufglühendem Graphitgitter oder Emissionsstrom größer 0,2 mA ist die Verbindung zur Anodenspannung sofort zu unterbrechen.

Bei unbefriedigenden Beugungsringen kann die Richtung des Elektronenstrahls mit Hilfe des Magneten so geändert werden, dass er auf eine andere Stelle der Grafitfolie trifft.

5. Experimentierbeispiel

- Versuchsaufbau gemäß Fig. 2 herstellen.
- Heizspannung anlegen und ca. 1 Minute warten bis die Heizleistung stabil ist.
- Anodenspannung von 4 kV anlegen.
- Durchmesser *D* der Beugungsringe auf dem Leuchtschirm bestimmen.

Auf dem Fluoreszenzschirm sind zwei Beugungsringe um den ungebeugten Elektronenstrahl sichtbar. Jeder der beiden Ringe entspricht einer Bragg'schen Reflexion an den Atomen einer Netzebene des Graphits.

Veränderungen der Anodenspannung bewirken eine Veränderung der Durchmesser der Beugungsringe, wobei eine Verringerung der Spannung eine Vergrößerung des Durchmessers bewirkt. Diese Beobachtung steht im Einklang mit de Broglies Postulat, dass sich die Wellenlänge verlängert mit einer Abnahme des Impulses.

a) Bragg-Gleichung: $\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin\vartheta$

λ = Wellenlänge der Elektronen
ϑ = Glanzwinkel des Beugungsringes
d = Netzebenenabstand im Graphitgitter
L = Abstand zwischen Probe und Leuchtschirm
D = Durchmesser der Beugungsringe
R = Radius der Beugungsringe

$$\tan 2\vartheta = \frac{D}{2 \cdot L} \qquad \lambda = d \cdot \frac{R}{L}$$

b) de-Broglie-Gleichung: $\lambda = \frac{h}{p}$

h = Plancksches Wirkungsquantum
p = Impuls der Elektronen

$$e \cdot U = \frac{p^2}{2 \cdot m} \qquad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U}}$$

m = Elektronenmasse, e = Elementarladung

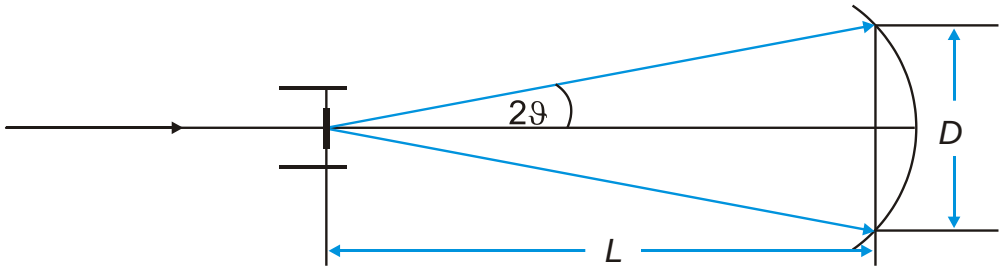


Fig. 1 Schematische Darstellung zur Debye-Scherrer-Beugung

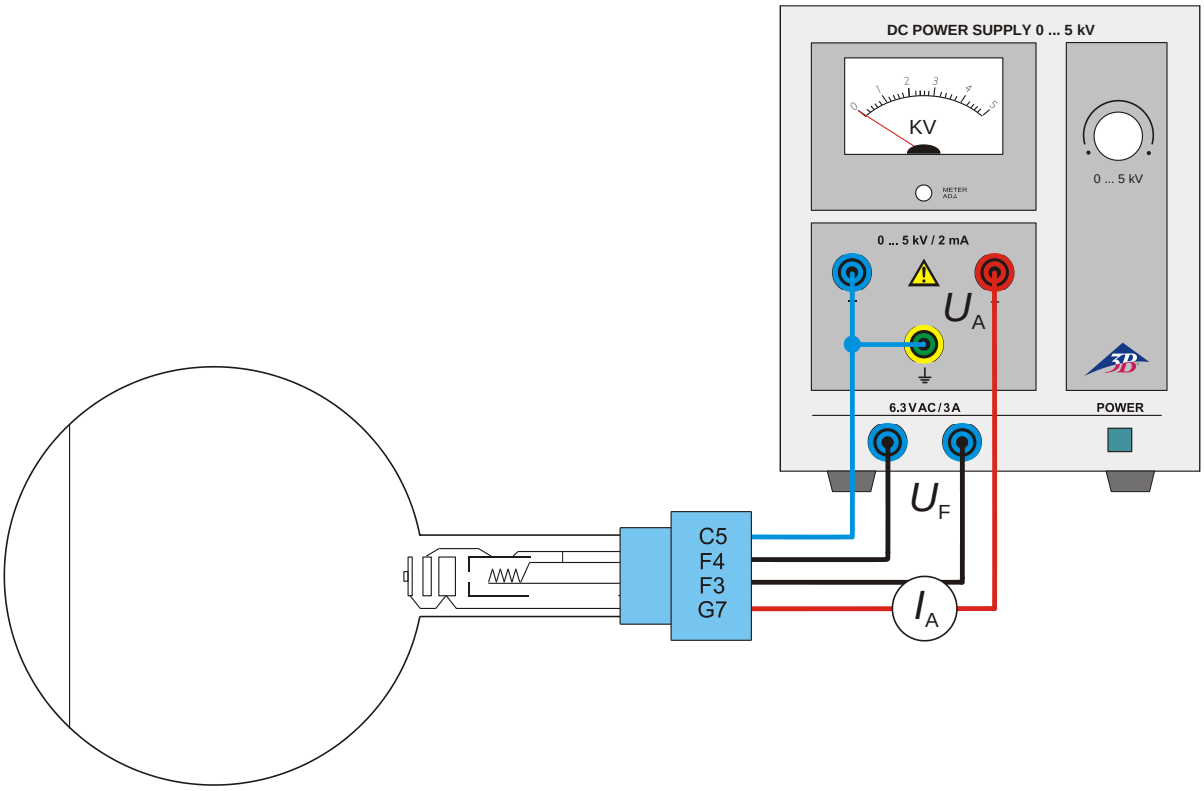


Fig. 2 Beschaltung der Elektronenbeugungsröhre

© Copyright 2022 3B Scientific GmbH