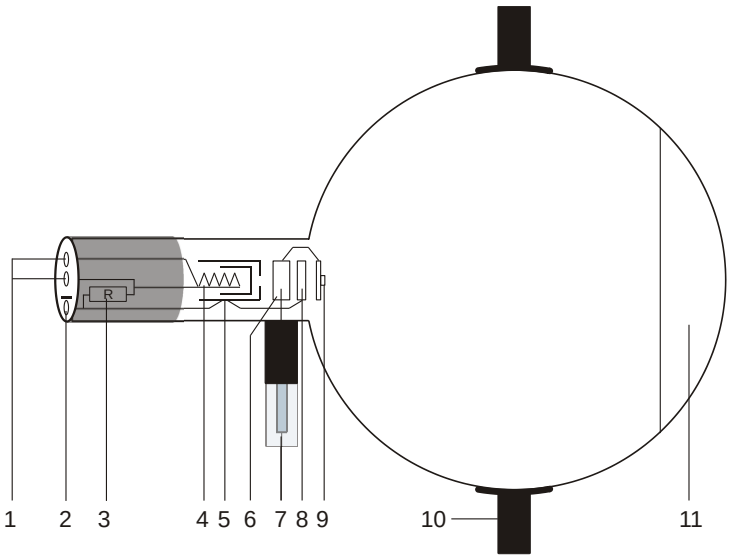
3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Elektronenbeugungsröhre D 1013885

Bedienungsanleitung

08/22 HJB



1 4-mm-Buchsen zum Anschluss der Heizspannung
2 2-mm-Buchse zum Anschluss der Kathode
3 Interner Widerstand
4 Heizwendel
5 Kathode
6 Anode
7 4-mm-Steckerstift zum Anschluss der Anode
8 Fokussierelektrode
9 Polykristallines Graphitgitter
10 Halter
11 Fluoreszenzschirm

1. Sicherheitshinweise

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

- Röhre keinen mechanischen Belastungen aussetzen.
- Verbindungskabel keinen Zugbelastungen aussetzen.
- Röhre nur in den Röhrenhalter D (1008507) einsetzen.

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

- Die angegebenen Betriebsparameter einhalten.
- Schaltungen nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten vornehmen.
- Röhren nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.

Im Betrieb erwärmt sich der Röhrenhals.

- 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 aus reinem Wolfram und einer zylinderförmigen Anode, 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 an der „Mündung“ der Elektronenkanone befindliches feines Nickeldrahtgeflecht, das mit einer polykristallinen Graphitfolie belegt ist und als Beugungsgitter wirkt. Auf dem Fluoreszenzschirm 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

Im Lieferumfang:

1 Adapter 2-mm mit 4mm Buchse; er wird bei Verzicht des Schutzadapters, 3-polig (1009960) zum Anschluss der Kathode an der 2mm Buchse [(2) in Grafik] benötigt, um so über ein Sicherheitsexperimentierkabel die Verbindung zum Hochspannungsnetzgerät zu realisieren.

Zusätzlich erforderlich:

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

1 Röhrenhalter D	1008507
1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
oder	
1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310
2 Paar Experimentierkabel, 75 cm	1002850
1 Experimentierkabel, Stecker/Buchse	1002838

Zusätzlich empfohlen:

1 Schutzadapter, 3-polig	1009960
2 Paar Sicherheitsexperimentierkabel, 75 cm	1002849
1 Experimentierkabel, Sicherheitsstecker/Buchse	1002839

4.1 Einsetzen der Röhre in den Röhrenhalter

- Röhre nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.
- Fixierschieber des Röhrenhalters ganz zurück schieben.
- Röhre in die Klemmen einsetzen.
- Mittels der Fixierschieber Röhre in den Klemmen sichern.
- Gegebenenfalls Schutzadapter auf die Anschlussbuchsen der Röhre stecken.

4.2 Entnahme der Röhre aus dem Röhrenhalter

- Zum Entnehmen der Röhre Fixierschieber wieder zurück schieben und 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.

Der interne Widerstand dient zur Strombegrenzung und damit zur Vermeidung von Schäden an der Grafitfolie.

Während des Versuchs ist die Graphitfolie zu kontrollieren. Bei aufglühendem Graphitgitter 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. Negativen Pol der Anodenspannung über die 2-mm-Buchse schalten.
- 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

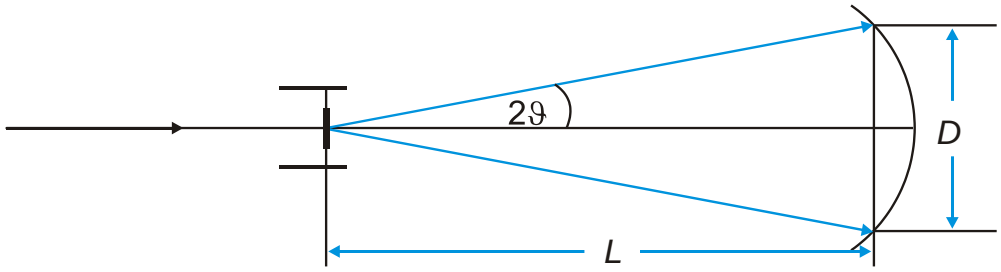


Fig. 1 Schematische Darstellung zur Debye-Scherrer-Beugung

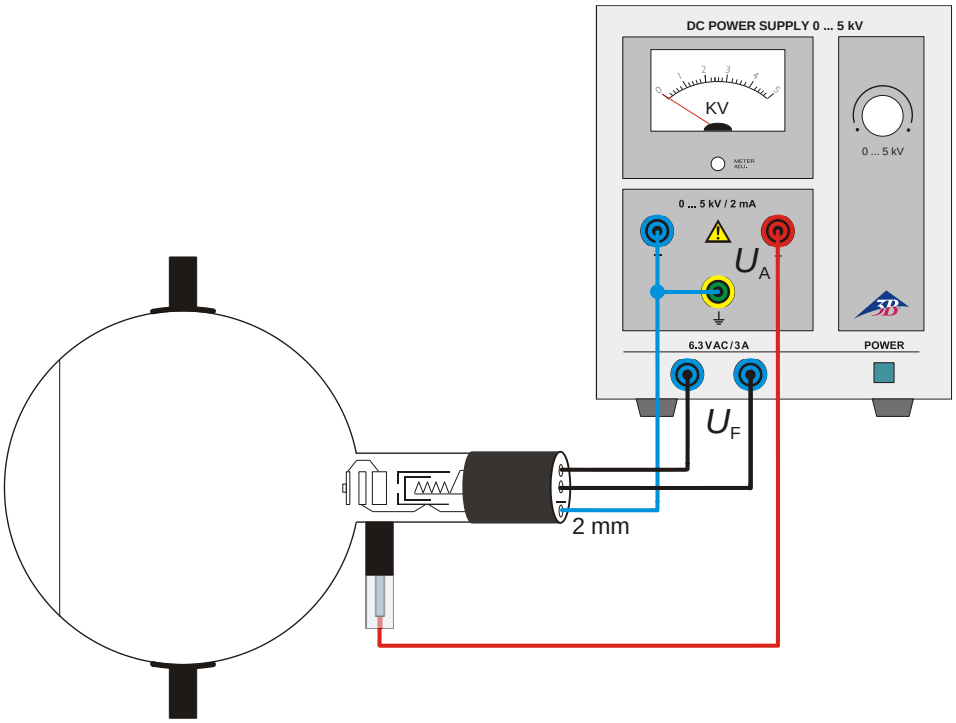


Fig. 2 Beschaltung der Elektronenbeugungsröhre D

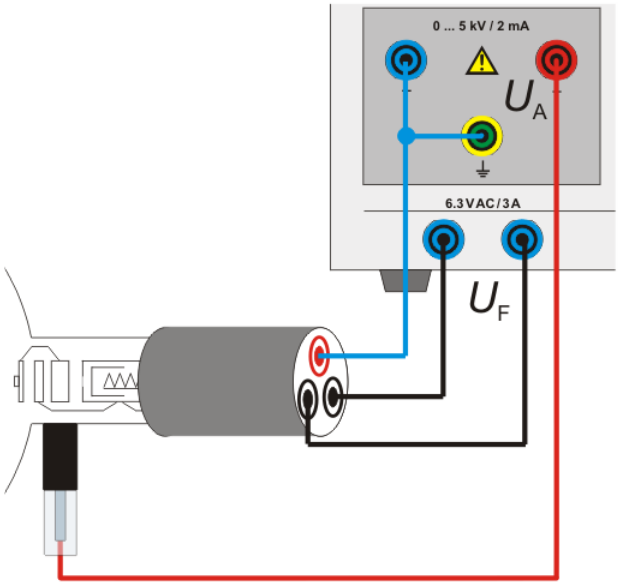


Fig. 3 Beschaltung der Elektronenbeugungsröhre D mit Schutzadapter, 3-polig (1009960)

© Copyright 2022 3B Scientific GmbH