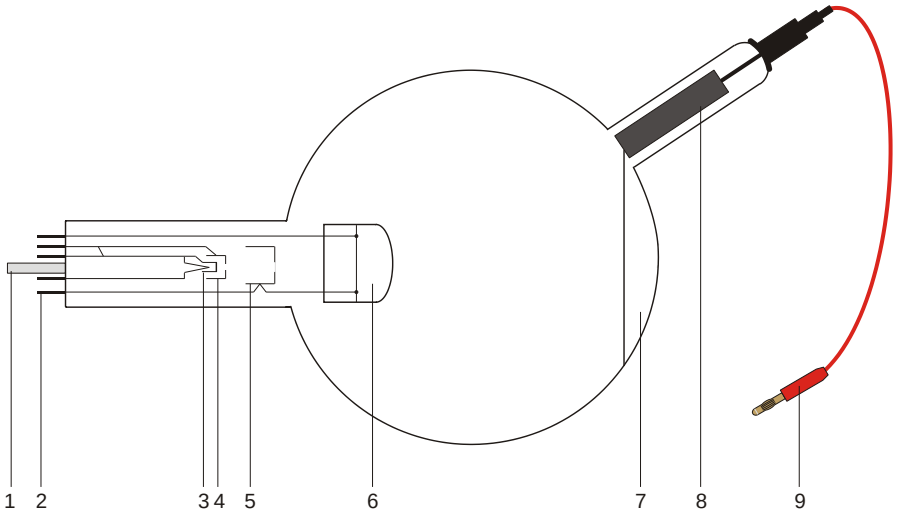
Perrin-Röhre S 1000616

Bedienungsanleitung

10/15 ALF



1 Führungsstift
2 Kontaktstifte
3 Heizwendel
4 Kathode
5 Anode
6 Ablenkplatten
7 Fluoreszenzschirm
8 Faraday -Becher
9 4-mm-Steckerstift verbunden mit dem Faraday-Becher

1. Sicherheitshinweise

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

- Röhre keinen mechanischen Belastungen aussetzen.
- 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 Perrin-Röhre dient zum Nachweis der negativen Polarität von Elektronen und zur Abschätzung der spezifischen Elektronenladung *e/m* durch magnetische Ablenkung in den mit einem Elektroskop verbundenen Faraday-Becher. Zusätzlich kann die Ablenkung von Elektronen in zwei zueinander senkrechten magnetischen Wechselfeldern bzw. in parallelen elektrischen und magnetischen Wechselfeldern untersucht und z.B. durch das Erzeugen von Lissajous'schen Figuren demonstriert werden.

Die Perrin-Röhre ist eine Hochvakuum-Röhre mit einer Elektronenkanone, bestehend aus einem Heizfaden aus reinem Wolfram und einer zylinderförmigen Anode in einer durchsichtigen, evakuierten Glaskugel. Aus der Elektronenkanone werden Elektronen als schmaler, runder Strahl emittiert und bilden einen Fleck mit einem Durchmesser von ca. 2 mm auf dem Fluoreszenzschirm ab. Ein Glasrohr mit einem Faraday-Becher ist in einem Winkel von ca. 45° zum nicht abgelenkten Elektronenstrahl an die Glaskugel angesetzt.

3. Technische Daten

Heizspannung:	≤ 7,5 V AC/DC
Anodenspannung:	2000 V bis 5000 V
Anodenstrom:	typ. 1,8 mA bei U_A = 4000 V
Strahlstrom:	4 µA bei U_A = 4000 V
Plattenspannung:	50 V bis 350 V
Glaskolben:	ca. 130 mm Ø
Gesamtlänge:	ca. 260 mm

4. Bedienung

Zur Durchführung der Experimente mit der Perrin-Röhre sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 Röhrenhalter S 1014525

1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (115 V, 50/60 Hz) 1003309

oder

1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (230 V, 50/60 Hz) 1003310

1 Helmholtz-Spulenpaar S 1000611

1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz) 1003311

oder

1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz) 1003312

1 Elektroskop 1001027

1 Analog Multimeter AM50 1003073

4.1 Einsetzen der Röhre in den Röhrenhalter

- Röhre nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.
- 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 Röhre 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.

5. Experimentierbeispiele

5.1 Nachweis der Partikelnatur der Kathodenstrahlen und Bestimmung ihrer Polarität

- Beschaltung gemäß Fig. 1 herstellen.
- Anodenspannung zwischen 2 kV und 5 kV anlegen.

Auf dem Fluoreszenzschirm sind die Kathodenstrahlen als runder Fleck sichtbar.

- Die Kathodenstrahlen mit Hilfe der Helmholtzspulen so ablenken, dass sie genau in den Faraday-Becher fallen. Erforderlichenfalls Richtung des Spulenstroms ändern sowie Röhre im Röhrenhalter drehen, um sicher zu stellen, dass der Strahl vollständig in in den Faraday-Becher trifft.

Das Elektroskop schlägt aus und zeigt eine Ladung an.

- Heizung und Anodenspannung abschalten.

Der Ausschlag des Elektroskops bleibt erhalten.

Entstände die Ladung des Faraday-Bechers durch Wellenstrahlung, so würde der Ausschlag des Elektroskops zurückgehen, sobald die Heizung ausgeschaltet wird. Da dies nicht der Fall ist, lässt sich daraus schließen, dass die Kathodenstrahlen aus Materie bestehen, die elektrisch geladen ist. Diese Partikel sind die Elektronen.

Die negative Polarität der Kathodenstrahlen lässt sich durch weiteres Aufladen des Elektroskops mittels eines geriebenen Kunststoff- oder Glasstabs nachweisen (negativ bzw. positiv).

5.2 Abschätzung der spezifischen Elektronenladung *e/m*

- Versuchsaufbau gemäß Fig. 3.

Bei Ablenkung der Elektronenstrahlen in den Faraday-Becher gilt für die spezifische Ladung *e/m*:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \qquad (1)$$

U_A kann unmittelbar abgelesen werden, der Krümungsradius *r* ergibt sich aus den geometrischen Daten der Röhre (Kolbendurchmesser 13 cm, Faraday-Becher 45° gegen Strahlachse geneigt) zu *r* = ca. 16 cm (siehe Fig. 2).

Für die magnetische Flussdichte *B* des Magnetfeldes bei Helmholtzgeometrie des Spulenpaars und dem Spulenstrom *I* gilt:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot n}{R} \cdot I = k \cdot I \qquad (2)$$

wobei *k* = in guter Näherung 4,2 mT/A

mit *n* = 320 (Windungen) und *R* = 68 mm (Spulenradius).

- Nach Einsetzen der Werte für U_A, *r* und *B* in Gleichung 1 *e/m* berechnen.

5.3 Ablenkung in gekreuzten magnetischen Wechselfeldern (Lissajous-Figuren)

Folgende Geräte sind zusätzlich erforderlich:

1 Zusatzspule 1000645

1 AC/DC-Netzgerät 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz) 1002775

oder

1 AC/DC-Netzgerät 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz) 1002776

1 Funktionsgenerator FG100 (115 V, 50/60 Hz) 1009956

oder

1 Funktionsgenerator FG100 (230 V, 50/60 Hz) 1009957

- Beschaltung gemäß Fig. 5 vornehmen.
- Zusatzspule gemäß Fig. 4 auf dem Röhrenhalter platzieren.

- Zusatzspule an die Wechselspannungsquelle anschließen.
- Helmholtzspulen an Funktionsgenerator anschließen und sinusförmiges Signal wählen.
- Anodenspannung zwischen 2 kV und 5 kV anlegen.
- Wechselspannung bis zu 15 V an Zusatzspule wählen und horizontale Ablenkung beobachten.
- Frequenz von z.B. 50 Hz am Funktionsgenerator einstellen, Sinussignalamplitude variieren und Lissajous-Figuren auf dem Floureszenzschirm beobachten.

5.4 Ablenkung im kollinearen magnetischen und elektrischen Wechselfeld

Folgende Geräte sind zusätzlich erforderlich:

1 Funktionsgenerator FG100 (115 V, 50/60 Hz) 1009956

oder

1 Funktionsgenerator FG100 (230 V, 50/60 Hz) 1009957

1 AC Netzgerät mit einer Ausgangsspannung bis zu 250 V AC

Hinweise:

In diesem Experimentieraufbau ist eine Beschaltung mit der Anode auf Massepotenzial zwingend erforderlich!

Vorsicht! Am Anschlussfeld des Röhrenhalters können berührungsgefährliche Spannungen anliegen!

- Beschaltung gemäß Fig. 6 vornehmen.
- Helmholtzspulen an Funktionsgenerator anschließen und sinusförmiges Signal wählen.
- Anodenspannung zwischen 2 kV und 5 kV anlegen.
- Wechselspannung von ca. 200 V an die Ablenkplatten legen und horizontale Ablenkung beobachten.
- Frequenz von z.B. 50 Hz am Funktionsgenerator einstellen, Sinussignalamplitude variieren und Lissajous-Figuren auf dem Floureszenzschirm beobachten.

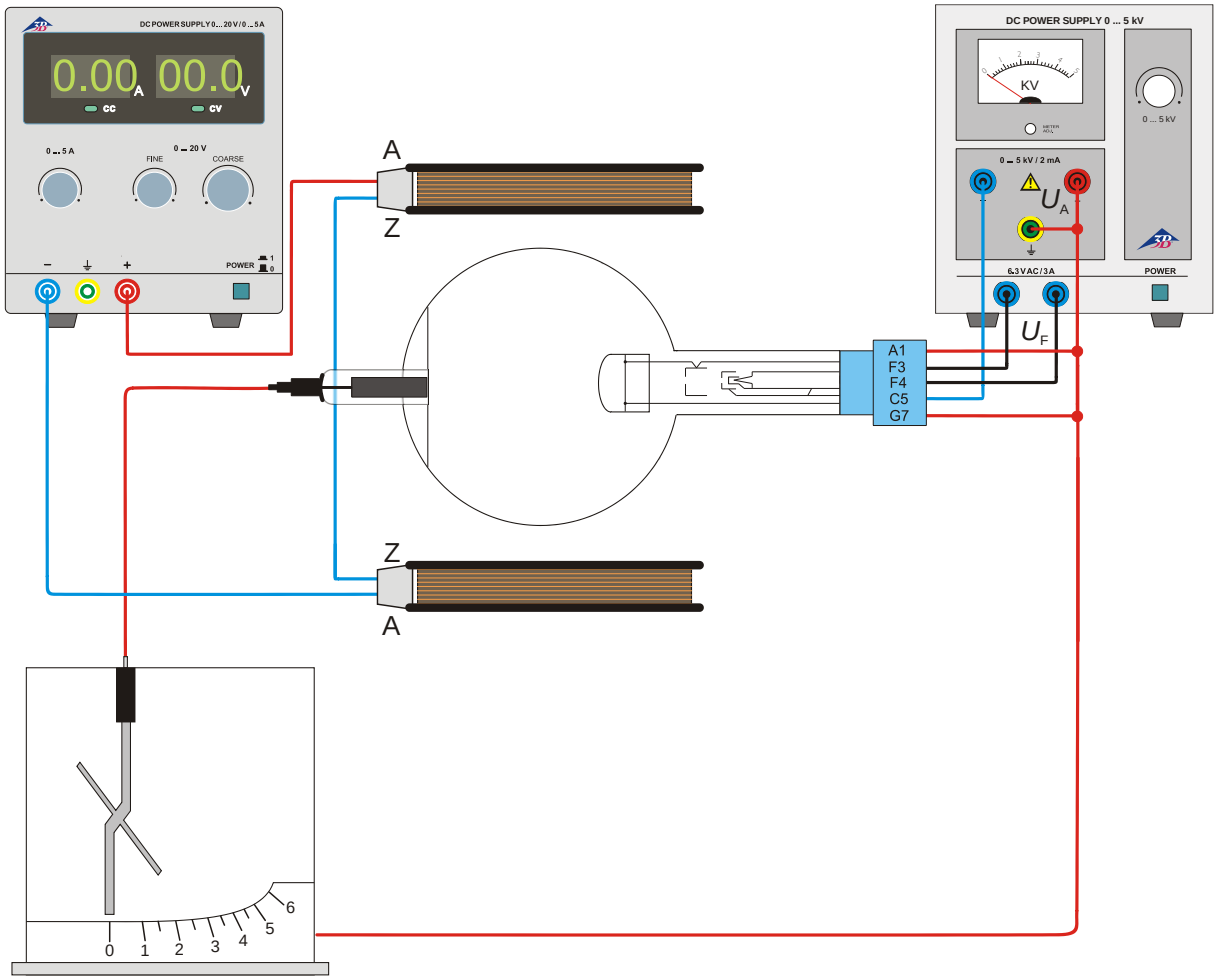


Fig. 1 Nachweis der Partikelnatur der Kathodenstrahlen und Bestimmung ihrer Polarität

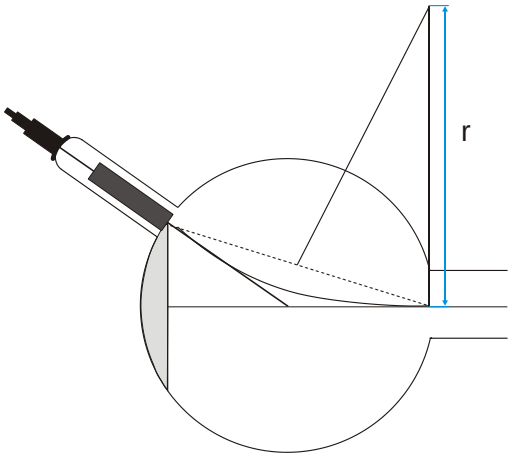


Fig. 2 Bestimmung des Kurvenradius *r*

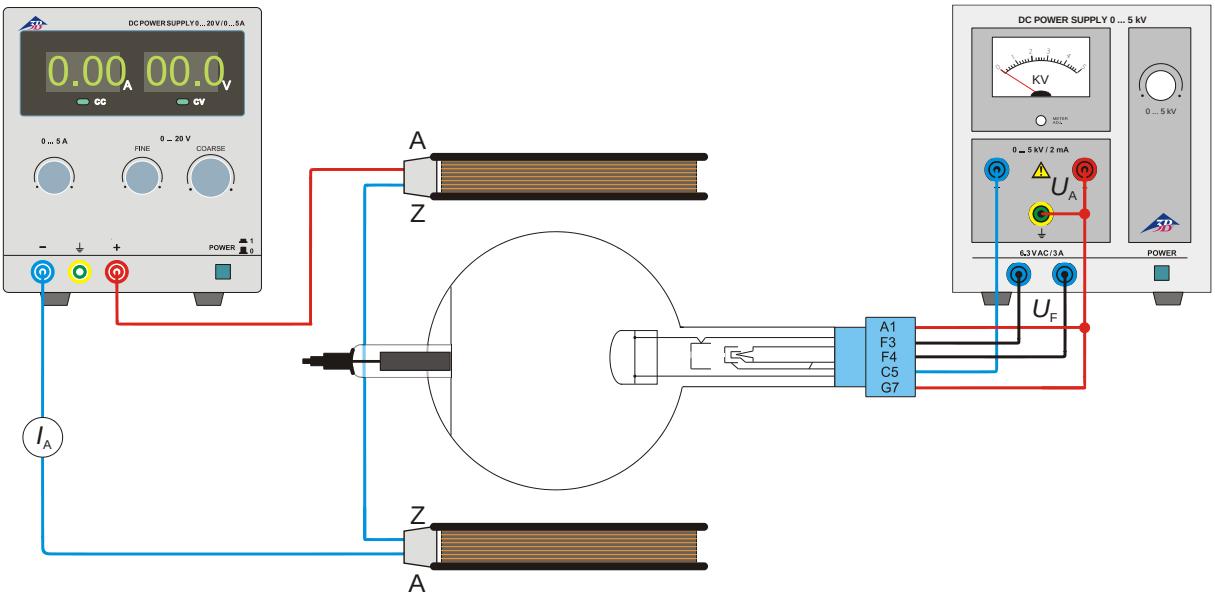


Fig. 3 Abschätzung der spezifischen Elektronenladung *e/m*

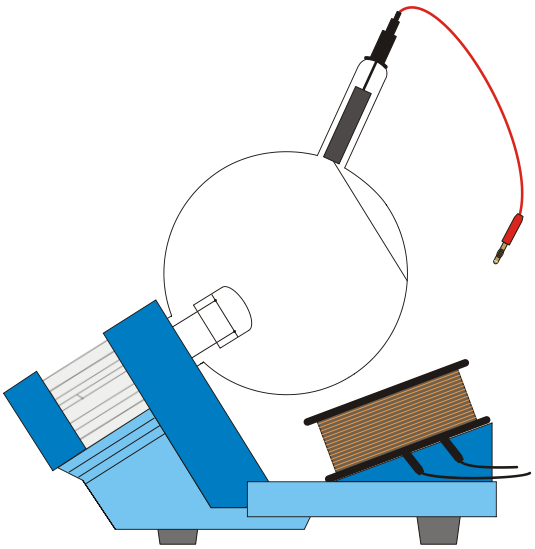


Fig.4 Aufbau der Zusatzspule

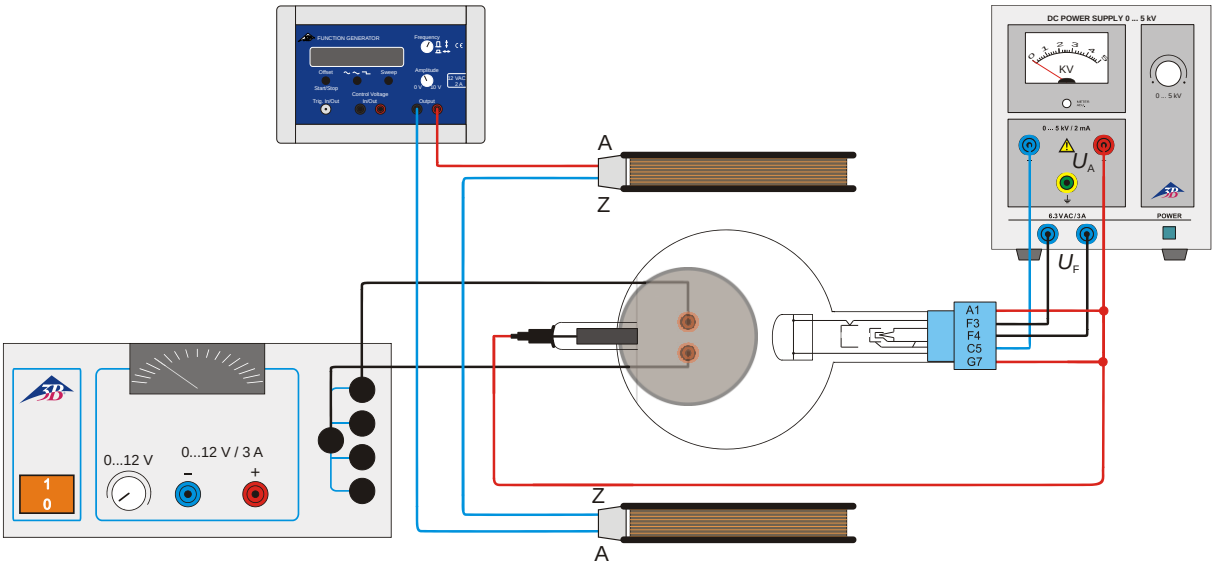


Fig. 5 Ablenkung in gekreuzten magnetischen Wechselfeldern (Lissajous-Figuren)

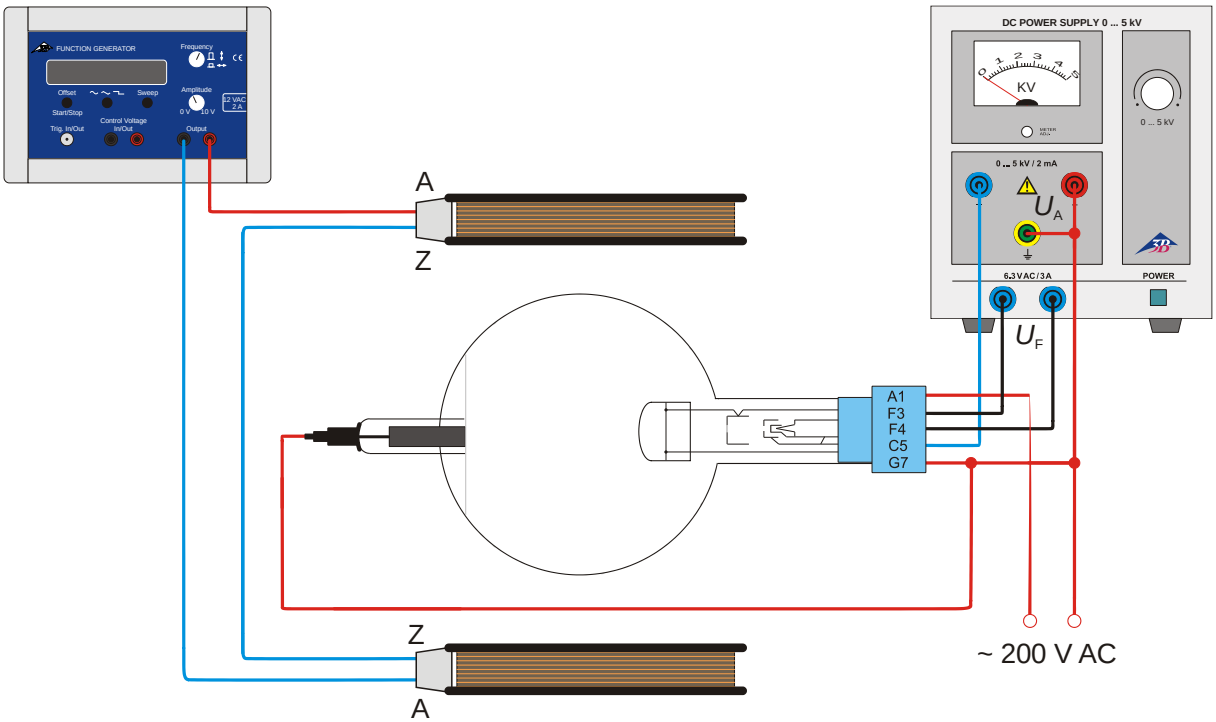


Fig 6 Ablenkung im kollinearen magnetischen und elektrischen Wechselfeld

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH