3B SCIENTIFIC® PHYSICS

...going one step further

Franck-Hertz-Röhre mit Ne-Füllung auf Anschlusssockel 1000912

Bedienungsanleitung

10/15 ALF

1 BNC-Anschluss
2 Abschirmzylinder mit Beobachtungsfenster
3 Frank-Hertz-Röhre
4 Sockel mit Anschlussbuchsen

1. Sicherheitshinweise

- Röhre keinen mechanischen Belastungen aussetzen. Anschlussdrähte nicht verbiegen. Glasbruch- und damit Verletzungsgefahr.

2. Beschreibung

Die Franck-Hertz-Röhre ist eine Tetrode mit einer indirekt geheizten Bariumoxydkatode K, einem netzförmigen Steuergitter G, einer netzförmigen Anode A und einer Auffängerelektrode E (siehe Fig. 1). Die Elektroden sind planparallel angeordnet. Der Abstand Steuergitter - Anodengitter beträgt etwa 5 mm, die Abstände Katode - Steuergitter und Anode - Auffängerelektrode jeweils etwa 2 mm. Der Neongasdruck wird im Rahmen der Fertigung dieser Röhre auf eine optimale Kennlinie hin gewählt und liegt im Bereich einiger hPa.

Die Anschlussbuchsen für Heizung, Steuergitter und Anodengitter befinden sich auf der Sockelplatte der Röhre. Der Auffängerstrom wird an der BNC-Buchse am oberen Ende des Abschirmzylinders abgegriffen. Zwischen der Anschlussbuchse für die Beschleunigungsspannung und der Anode der Röhre ist ein Begrenzungswiderstand (10 kΩ) fest eingebaut. Durch ihn ist die Röhre geschützt, falls sie bei zu hoher Spannung durchzünden sollte. Der Spannungsabfall an diesem Widerstand kann bei den Messungen vernachlässigt werden, denn der Anodenstrom der Röhre ist kleiner als 5 pA. (Spannungsabfall am Schutzwiderstand 0,05 V).

3. Technische Daten

Heizspannung:	4 – 12 V
Steuerspannung:	9 V
Beschleunigungs-spannung:	max. 80 V
Gegenspannung:	1,2 – 10 V
Röhre:	ca. 130 x 26 mm Ø
Anschlusssockel:	ca. 190x115x115 mm^3
Masse:	ca. 450 g

4. Allgemeine Grundlagen

Beim Franck-Hertz-Experiment an Neon werden Neon-Atome durch inelastischen Elektronenstoß angeregt. Die angeregten Atome emittieren sichtbares Licht, das unmittelbar beobachtet werden kann. Man erkennt Zonen hoher Leucht- bzw. hoher Anregungsdichte, deren Lage zwischen Kathode und Gitter von der Spannungsdifferenz zwischen beiden abhängt:

Aus der Kathode treten Elektronen aus und werden durch eine Spannung U zum Gitter beschleunigt. Sie gelangen durch das Gitter hindurch zum Auffänger und tragen zum Auffängerstrom I bei, wenn ihre kinetische Energie zur Überwindung der Gegenspannung zwischen Gitter und Auffänger ausreicht.

Die $I(U)$-Kennlinie (siehe Fig. 3) weist ein ähnliches Muster wie beim Franck-Hertz-Versuch an Quecksilber auf jedoch in Spannungsintervallen von etwa 19 V. D.h. der Auffängerstrom fällt bei einem bestimmten Wert $U = U_1$ bis fast auf Null ab, da die Elektronen kurz vor dem Gitter ausreichende kinetische Energie erreichen, um durch inelastischen Stoß die zur Anregung eines Neon-Atoms erforderliche Energie abzugeben. Gleichzeitig beobachtet man in der Nähe des Gitters ein orangerotes Leuchten, da einer der Übergänge der relaxierenden Neon-Atome orangerotes Licht emittiert. Die leuchtende Zone wandert mit wachsender Spannung U zur Katode, gleichzeitig steigt der Auffängerstrom I wieder an.

Bei noch größerer Spannung $U = U_2$ fällt der Auffängerstrom ebenfalls drastisch ab und man beobachtet zwei leuchtende Zonen: eine in der Mitte zwischen Kathode und Gitter und eine direkt am Gitter. Die Elektronen können hier nach dem ersten Stoß ein zweites Mal so viel Energie aufnehmen, dass sie ein zweites Neon-Atom anregen können.

Mit weiter steigenden Spannungen können schließlich weitere Abnahmen des Auffängerstroms und weitere Leuchtschichten beobachtet werden.

Die $I(U)$-Kennlinie weist mehrere Maxima und Minima auf: Der Abstand der Minima beträgt etwa ΔU = 19 V. Dies entspricht den Anregungsenergien der 3p-Niveaus im Neon-Atom (siehe Fig. 4), die mit größter Wahrscheinlichkeit angeregt werden. Die Anregung der 3s-Niveaus kann nicht völlig vernachlässigt werden und verursacht eine Unterstruktur in der $I(U)$-Kennlinie.

Die Leuchtzonen sind Zonen hoher Anregungsdichte und entsprechen den Stromabnahmen in der $I(U)$-Kennlinie. Es wird jeweils eine zusätzliche Leuchtschicht erzeugt, wenn man U um ca. 19 V erhöht.

Hinweise

Das erste Minimum liegt nicht bei 19 V, sondern ist um die so genannte Kontaktspannung zwischen Kathode und Gitter verschoben.

Die emittierten Neon-Spektrallinien können mit dem Spektroskop (1003184) problemlos beobachtet und ausgemessen werden, wenn man die maximale Spannung U wählt.

5. Bedienung

Für die Durchführung des Experiments sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 Betriebsgerät für F/H Experiment @230 V	1012819
oder	
1 Betriebsgerät für F/H Experiment @115 V	1012818
1 Analog-Oszilloskop, 2x 30 MHz	1002727
1 HF-Kabel, 1 m	1002746
2 HF-Kabel, BNC / 4-mm-Stecker	1002748
Sicherheitsexperimentierkabel	1002843

- Betriebsgerät zunächst ausgeschaltet lassen, mit allen Stellknöpfen auf linkem Anschlag.
- Beschaltung gemäß Fig. 2 vornehmen.
- Betriebsgerät einschalten, das Gerät befindet sich im Rampenmodus.
- Oszilloskop im XY-Modus mit den Einstellungen x = 1 V/Div und y = 2 V/Div betreiben.
- Heizspannung langsam erhöhen bis der Heizfaden anfängt schwach rötlich zu glühen. Dann ca. 30 Sekunden warten bis die Betriebstemperatur erreicht ist.
- Beschleunigungsspannung von 80 V und Steuer-gitterspannung von 9 V wählen.

Die optimale Heizspannung liegt zwischen 4 und 12 V. Sie ist fertigungsbedingt von Röhre zu Röhre unterschiedlich.

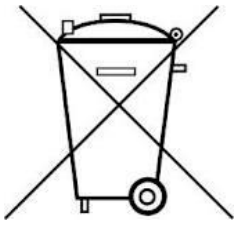
- Heizspannung langsam weiter erhöhen bis ein orangefarbenes Leuchten zwischen der

Katode und Steuergitter sichtbar wird. Jetzt die Heizspannung langsam so weit zurück drehen bis das Leuchten verschwindet und nur noch der Heizfaden glüht.

- Gegenspannung langsam erhöhen bis die Messkurve (Signal gegen Beschleunigungsspannung) fast waagrecht liegt.
- Verstärkung so weit erhöhen bis die Entstehung der Maxima der Franck-Hertz-Kurve auf dem Bildschirm des Oszilloskops zu beobachten ist.

6. Entsorgung

- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern das Gerät selbst verschrottet werden soll, so gehört dieses nicht in den normalen Hausmüll. Es sind die lokalen Vorschriften zur Entsorgung von Elektroschrott einzuhalten.



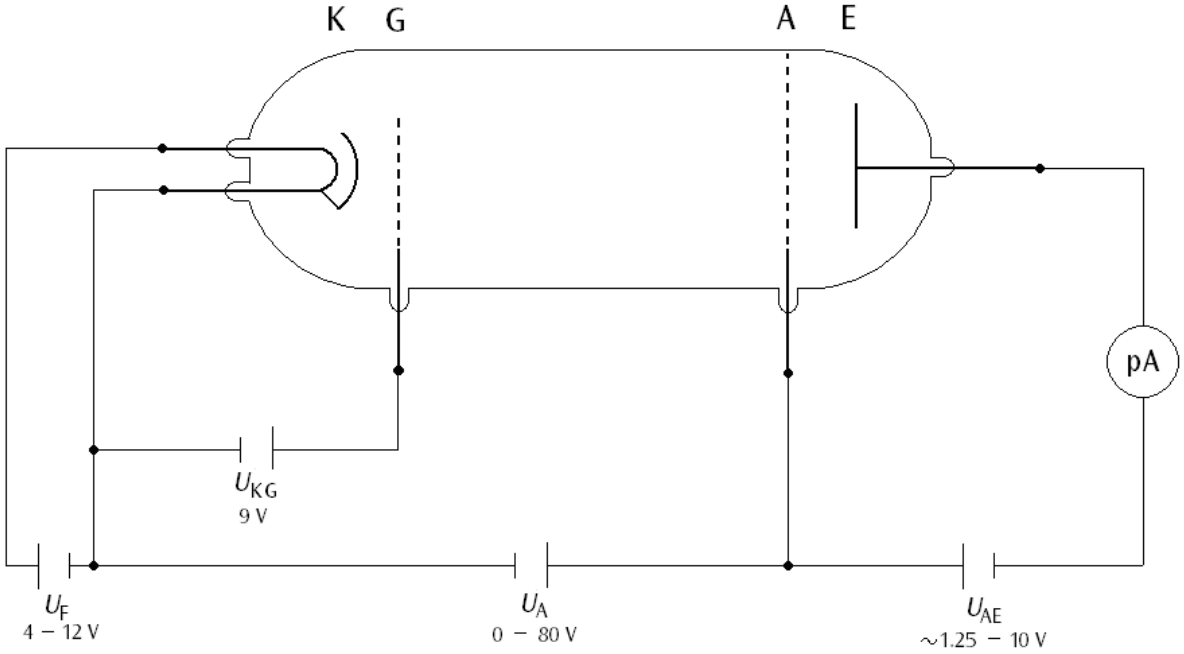


Fig. 1 Schematischer Aufbau zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve an Neon (K Katode, G Steuergitter, A gitterförmige Anode, E Auffängerelektrode)

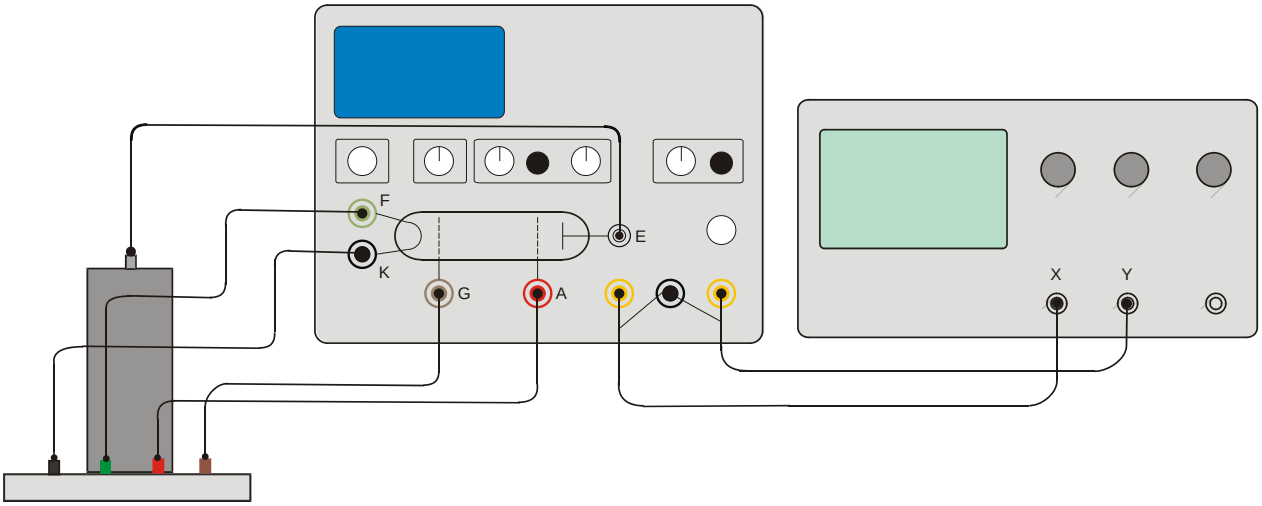


Fig. 2 Experimenteller Aufbau Franck-Hertz-Röhre mit Ne-Füllung

Fig. 3 Auffängerstrom *I* in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung *U*

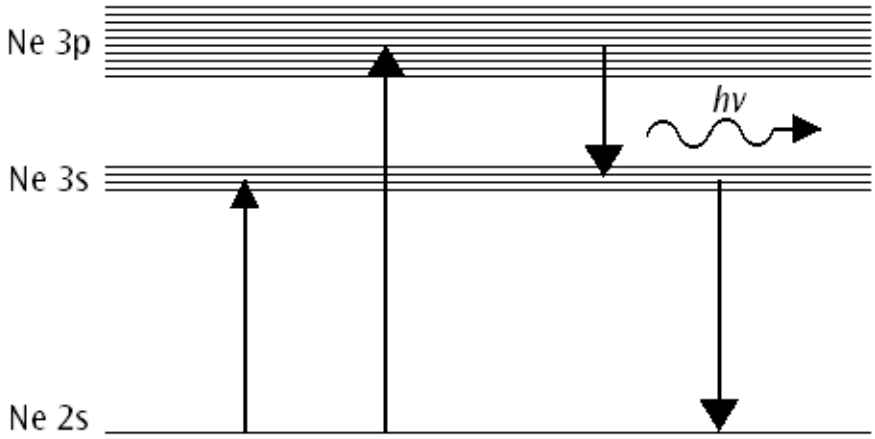


Abb. 4 Energieschema der Neon-Atome

© Copyright 2015 3B Scientific GmbH