

Grundlagen zur Franck-Hertz-Röhre mit Neon¹



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

Die Franck-Hertz-Röhre ist eine Tetrode mit einer indirekt geheizten Bariumoxydkathode K, einem netzförmigen Steuergitter G, einer netzförmigen Anode A und einer Auffängerelektrode E (siehe Abb. 1). Die Elektroden sind planparallel angeordnet. Der Abstand Steuergitter - Anodengitter beträgt etwa 5 mm, die Abstände Kathode - 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 ($10\text{ k}\Omega$) fest eingebaut. Durch ihn ist die Röhre geschützt, falls sie bei zu hoher Spannung durchzündet 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 $0,05\text{ V}$).

¹ Der Großteil dieser Anleitung ist entnommen aus der Original-Anleitung von 3B Scientific

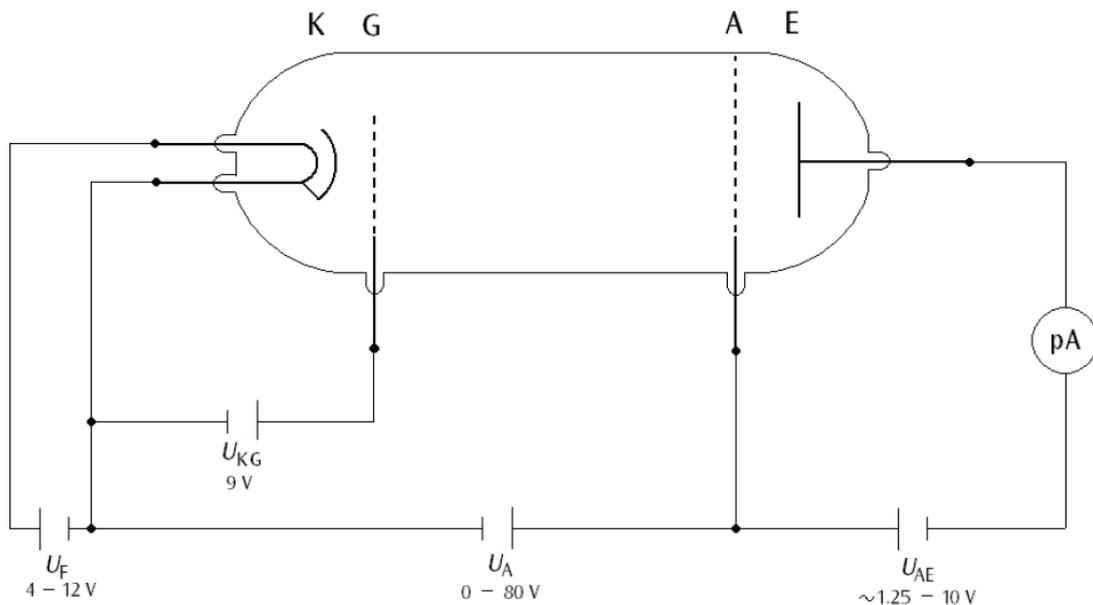


Abb. 1: Schematischer Aufbau zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve an Neon (K Kathode, G Steurgitter, A Anodengitter, E Auffänger-Elektrode)

Grundlagen zum Franck-Hertz-Versuch

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 K treten Elektronen aus und werden durch eine Spannung U_A zum Anodengitter A beschleunigt. Sie gelangen durch das Anodengitter hindurch zur Auffänger-Elektrode und tragen zum Auffängerstrom I bei, wenn ihre kinetische Energie zur Überwindung der Gegenspannung zwischen Gitter und Auffänger ausreicht.

Die $I(U)$ -Kennlinie (siehe Abb. 2 rechts) 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 Anodengitter ausreichende kinetische Energie erreichen, um durch inelastischen Stoß die zur Anregung eines Neon-Atoms erforderliche Energie abzugeben.

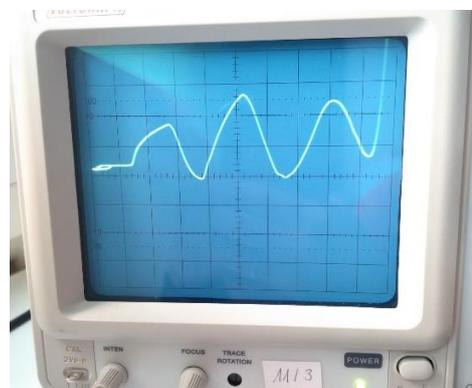


Abb. 2: Franck-Hertz-Kurve aus Messung

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 in Richtung der Kathode, 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.

Die $I(U)$ -Kennlinie weist mehrere Maxima und Minima auf: Der Abstand der Minima beträgt etwa $\Delta U = 19$ V. Dies entspricht den Anregungsenergien der 3p-Niveaus im Neon-Atom (siehe Abb. 3), 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.

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

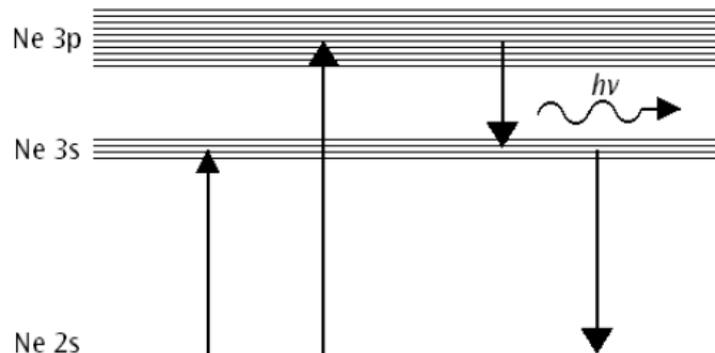


Abb. 3: Energieschema der Ne-Atome

Bedienung

Das Vorgehen zur Inbetriebnahme der Röhre finden Sie in der Anleitung des Netzgerätes. Bitte beachten Sie diese sehr genau, um eine Beschädigung der Röhre auszuschließen!