

FH - Frank-Hertz-Versuch

Blockpraktikum - Herbst 2005

Tobias Müller, Alexander Seizinger
Assistent: Dr. Thorsten Hehl

Tübingen, den 12. Oktober 2005

1 Vorwort

Der sog. *Frank-Hertz Versuch* war einer der frühesten Nachweise für die Quantisierung der Energieniveaus der Atome.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Bohrsches Atommodell

Durch Rutherfords Streuversuche gelangte man zu der Annahme, dass in einem Atom nahezu alle Gesamtmasse in einem sehr kleinen Bereich im Zentrum, dem *Atomkern*, konzentriert sein müsse. Die Elektronen stellte man sich gleich einem Miniaturplanetensystem als um den Kern kreisend vor. Nach der klassischen Physik konnten diese Atome aber nicht stabil sein: Auf einer Kreisbahn bewegte Ladungen müssten elektromagnetische Strahlung (und damit Energie) abgeben, wodurch die Elektronen innerhalb kürzester Zeit in den Atomkern stürzen müssten - die Atome wären instabil.

Als Ausweg aus diesem Dilemma postulierte Niels Bohr, dass sich die Elektronen nur auf ganz bestimmten, energetisch stabilen Bahnen um den Kern bewegen können. Um ein Elektron auf eine anderen zu „heben“ (es in einen angeregteren Zustand zu versetzen), sind dann für jedes Element charakteristische Energien nötig, Atome sollten also Energie also nur in diskreten Portionen aufnehmen oder abgeben können.

3 Versuchsbeschreibung

3.1 Versuchsaufbau

Es wird eine beinahe evakuierte Glasröhre verwendet, die mit einem Restanteil eines Gases (in unserem Fall wurde Neon verwendet) gefüllt ist. In dieser Röhre befindet sich eine Glühkathode, aus der durch thermische Emission Elektronen entweichen. Diese durchlaufen auf ihrem Weg zur Anode eine gewisse, regelbare *Beschleunigungsspannung* U_B . Um die Anode zu erreichen müssen sie jedoch eine kleine *Gegenspannung* U_G überwinden, wobei

$$U_G < U_B$$

d.h. wenn die Elektronen unterwegs nicht auf anderem Wege an kinetischer Energie verlieren werden sie durch diese Gegenspannung nicht am Erreichen der Anode gehindert.

Manche Elektronen stossen auf ihrer Reise mit einem Neokern zusammen, da diese jedoch viel schwerer sind als Elektronen stossen diese in guter Näherung *elastisch* und verlieren dabei keine Energie. Reicht jedoch die Energie des stossenden Elektrons aus, das Neonatom in einen angeregteren Zustand zu versetzen, so führen die beiden Stosspartner einen *inelastischen Stoss* durch - das Elektron verliert an kinetischer Energie.

3.2 Versuchsdurchführung

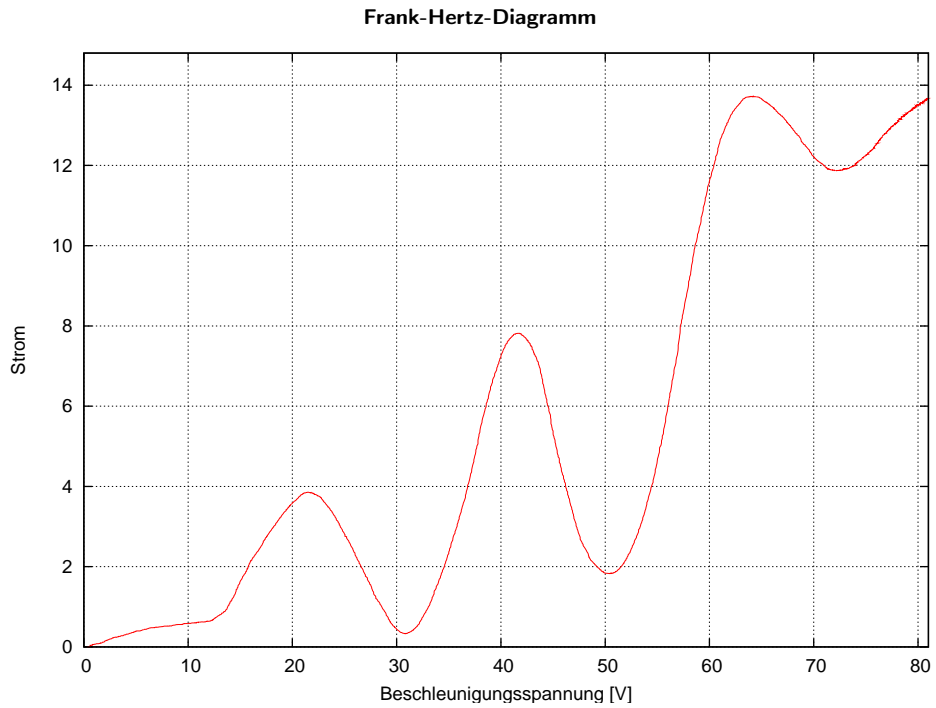
Erhöht man nun die Beschleunigungsspannung (und damit die Energie) so dampfen immer mehr Elektronen aus der Kathode aus und der Anodenstrom I erhöht sich. Überschreitet die Energie jedoch die Anregungsenergie der Neonatome, so verlieren die Elektronen bei den inelastischen Stößen einen Großteil ihrer kinet. Energie, wodurch sie die Gegenspannung nicht mehr überwinden können - der Anodenstrom sinkt merklich ab. Erhöht man die Energie weiter, so überwinden wieder mehr Elektronen die Gegenspannung, der Anodenstrom steigt wieder bis zum nächsten Abfall, wenn die Energie der Elektronen für zwei inelastische Stöße ausreicht.

Trägt man nun den Anodenstrom I in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B in ein Diagramm ein, so erhält man eine ansteigende Kurve, die in regelmäßigen Abständen lokale Minima aufweist. Dies ist genau dann der Fall, wenn die kinet. Energie der Elektronen ein ganzzahliges Vielfaches der zur Anregung der Neonatome nötigen Energie beträgt. Da die Geschwindigkeit der Elektronen allerdings nicht exakt identisch sondern näherungsweise boltzmannverteilt ist, ergeben sich statt scharfer Abfälle verschmierte „Dellen“.

4 Auswertung

4.1 Bestimmung der Anregungsenergie

Mit Hilfe des Digitaloszilloskops wurde die Beschleunigungsspannung und eine zum Strom I proportionale Spannung gemessen und in das folgende Diagramm eingetragen.



Hieraus lassen sich nun die Minima und Maxima auslesen. Wir erhalten:

	1. Ordnung	2. Ordnung	3. Ordnung
Minimum [V]	30.90	50.36	72.22
Maximum [V]	21.53	41.62	64.60

Bei Gleichgewichtung der Ordnungen erhalten wir:

$$E_{min} = 20.66\text{eV}$$

$$E_{max} = 21.54\text{eV}$$

Und somit

$$E = (21.0975 \pm 0.4375)\text{eV}$$

4.2 Licht-Emmitation

Die gemessenen Anregungsenergie E entspricht einer Wellenlänge

$$\lambda = \frac{c \cdot h}{W} = (58.77 \pm 1.22)\text{nm}$$

Diese Wellenlänge liegt nicht im Bereich des sichtbaren Lichts (ungefähr 1.5 – 3eV). Das orangerote Licht welches man sieht, wird durch einen kleineren Sprung der Elektronen innerhalb der Schale erzeugt.