

Franck – Herz - Versuch

Was sind Energiezustände?

Energie ist in der Makroskopischen Welt, also in der Welt unserer Empfindungen und der visuellen Wahrnehmung, in allen beliebigen Größenordnungen vorhanden. Allerdings verhält sich das in der Welt der Atome nicht mehr so. Hier sind nur fest definierte Energieniveaus vorhanden und zwar in den Haupt – Energie – Niveaus, die sich weiter in die s p d f Zustände aufteilen.

Wie wird Energie auf ein gebundenes Elektron Übertragen?

Wenn einem Atom Energie zugeführt wird, kann es diese in Form von Wärme oder eines Elektronensprungs speichern, wobei bei einem Elektronensprung nur bestimmte Beträge von Energie umgesetzt werden können. Dies hat eine Quantifizierung der Energie zur Folge.

Durch die Ausnutzung der Gesetze des elastischen Stoßes kann einem solchem Elektron die Energie zugeführt werden, die es benötigt um von einem Zustand in den nächst höheren Zustand zu gelangen. Eine solche Übertragung der Energie kann mit Hilfe einer Elektronenkanone geschehen, in der einzelne Elektronen auf eine bestimmte Geschwindigkeit beschleunigt werden und ihre kinetische Energie anschließend, auf Grund des Impuls- und Energieerhaltungssatzes Umgewandelt wird. Auf Grund der bisherigen Ausführungen wäre es möglich, die Elektronen auf ein beliebig hohes Energieniveau zu katapultieren, aber dem ist nicht so, da das Atom eine Elektronen so stark an sich bindet, daß das Elektron die gewonnene Energie nach sehr kurzer Zeit wieder in Form von Licht abgibt. Wenn alle Energiegleichungen zusammengestellt werden ergibt sich dadurch folgender Term:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU = hf$$

Für den Fall, daß die kinetische Energie gleich dem Quant der aufgenommenen Energie

Versuchsaufbau

Eine Zweckmäßige Versuchsanordnung sollte, wie in Abb 1 dargestellt aufgebaut sei und folgende Elemente enthalten.

In einem evakuiertem Glaskolben werden eine Glühwendel (H), eine Kathode (K), eine Netzanode (A) und eine weitere Kathode (M) eingebracht. Dazu wird eine gasförmige Substanz, deren Energiestufen getestet werden sollen eingebracht. Hier verwendet man für den einfachen Nachweis der Existenz der Energiezustände am

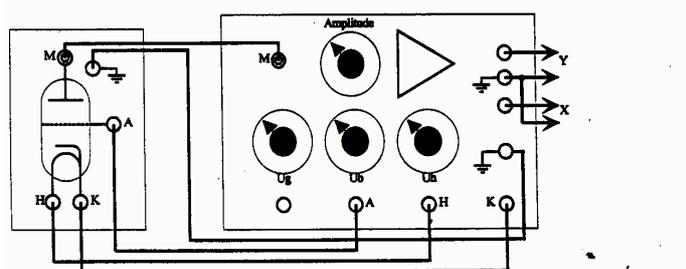


Abb 1:

K=Kathode, A=Netzanode, M=Auffänger, U_a=Beschleunigungsspg., U_r=Gegenspannung, U₁=Heizspannung, Amplitude=Verstärkungsfaktor des Franck-Hertz-Signals, X,Y=Schreiberausgänge.

besten Quecksilber, da dies eine leicht zu verdampfende Substanz ist und darüber hinaus einen relativ großen Atomdurchmesser aufweist.

In der Glühwendel treten durch thermische Anregung Elektronen aus, die in dem elektrischen Feld des Kondensators, der durch Anode und Kathode gebildet wird, beschleunigt werden. Der Betrag der Geschwindigkeit hängt hierbei von der angelegten Spannung ab. Durch die zweite Kathode wird ein gegengepoltes E – Feld erzeugt, welches die Aufgabe einer Barriere darstellen soll, die nur mit einer entsprechenden Geschwindigkeit der Elektronen durchbrochen werden kann. Dies ist nur dann der Fall, wenn das Potential zwischen den beiden Kathoden und der Anode gleich oder der Betrag des Potentials zwischen der Anode und der Beschleunigungskathode größer als zwischen Bremskathode und Anode ist. Wenn dies der Fall ist, kann ein Strom zwischen der Glühwendel und der Bremskathode gemessen werden. Wie weiter oben schon angeführt, wird durch die Bewegung der Teilchen Energie transportiert, die durch einen Zusammenprall mit einem Atom an dieses Übertragen wird. Dies geschieht auch wenn ein Elektron auf ein anderes trifft. Reicht diese Energie aus um, dieses Elektron aus seiner momentanen Energiestufe in die nächst höhere zu bringen, dann geschieht dies auch. Nach einem kurzem Zeitraum bewirkt das Atom allerdings, daß das Elektron wieder zurück springt. Die hierbei freiwerdende Energie wird dabei in Form von Licht mit einer atomspezifischen Wellenlänge angegeben. Reicht die Energie des freien Elektrons nicht aus, so prallt dieses, ähnlich einer Billardkugel wieder ab. Um nun freie Atome in den Glaskolben zu bekommen, wird dieser erhitzt und somit kann das Quecksilber verdampfen. Mit der Änderung der Temperatur kann auch die Konzentration der Atome gesteuert werden.

Nach der Darlegung der allgemeinen Zusammenhänge sollte jetzt auch das Meßverfahren verdeutlicht werden. Die Elektronen werden im ersten E – Feld beschleunigt und treffen dort auf die Hg – Atome und werden je nach Geschwindigkeit von ihnen gebremst oder nicht. Wenn sie nicht gebremst werden, dann treten sie aus dem Beschleunigungsfeld aus und treten in das Bremsfeld ein, wo sie bei genügender Geschwindigkeit auf die Kathodenplatte auftreffen und als Strom zu messen sind, dieser wird mit Hilfe eines Meßverstärkers erhöht und auf einem x-y-Schreiber dargestellt. Dabei wird in x-Richtung die Spannung im Beschleunigungsfeld dargestellt und in y-Richtung der Strom auf der zweiten Kathodenplatte aufgezeichnet. Über die Spannungsdifferenz zwischen zwei benachbarter Stromminimas läßt sich dann die Energie errechnen, die für einen Sprung der Elektronen nötig ist.

Versuchsdurchführung:

Als Erstes wurde wie im Arbeitsauftrag gefordert die Strom-Spannungskennlinie bei kalter Röhre (Raumtemperatur) aufgenommen (Messung 1), dann wurden die Meßreihen mit geheizter Röhre aufgenommen, wobei hier zuerst die Meßreihe mit der höchsten Temperatur aufgezeichnet wurde und dann die weiteren Meßreihen mit fallenden Temperaturen durchgeführt wurden. Der Grund für diese Vorgehensweise liegt in der Minimierung der Fehler, die durch Überheizung entstehen

