

Versuchsprotokoll A2 - Franck-Hertz-Versuch

Autor:

Name: R. Brose

Mat.Nr.: 529368

Versuchspartner:

Name: T. Moldenhawer; Mat.Nr.: 528413

Name: S. Nellen; Mat.Nr.: 529284

Versuchsort: NEW 14, 201, Platz 2

Versuchsbetreuer: A. Nagy

Versuchsgruppe: P7

29.04.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Versuchsaufbau	3
2	Franck-Hertz-Versuch mit Quecksilber	3
2.1	Messwerte	3
2.2	Messergebnis	4
2.3	Diskussion des Messergebnisses	4
3	Franck-Hertz-Versuch mit Neon	5
3.1	Messwerte und Beobachtungen	5
3.2	Messergebnis	5
3.3	Diskussion des Messergebnisses	6
4	Bedeutung und kritische Betrachtung des Versuches	7
5	Anhang	8

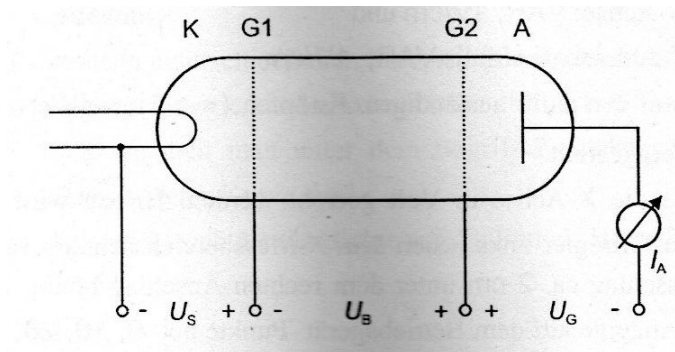
1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

1. Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve mit Quecksilber und Bestimmung der ersten Anregungsenergie.
2. Aufnahme der Franck-Hertz-Kurve mit Neon und Bestimmung der ersten Anregungsenergie.
3. Beobachtung und Diskussion der an der Neon-Röhre sichtbaren Leuchterscheinung

1.2 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau erfolgte entsprechend der Versuchsanleitung im Skript bzw. der Abbildung.



Gemessen wurde die Anodenstromstärke in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung. Die Grobeinstellung der Saug- bzw. Bremsspannung wurde mit dem Oszilloskop vorgenommen um ein eventuelles Übersteuern zu verhindern und den typischen Kurvenverlauf herauszuarbeiten. Anschließend wurde jeweils eine Kurve für Quecksilber und Neon mittels des x-y-Schreibers aufgezeichnet.

2 Franck-Hertz-Versuch mit Quecksilber

2.1 Messwerte

Am Steuergerät waren folgende Parameter eingestellt:

$$U_1 \approx 2,50V$$

$$U_3 = 3,54V$$

Ein genauer Wert für U_1 war nicht zu ermitteln, da dieser nach berühren des

Steuergerätes stark schwankte. Der hier angegebene Wert entspricht dem empirischen Mittelwert.

Die mittels des x-y-Schreibers aufgezeichnete Kurve befindet sich im Anhang. Es wurden folgende Abstände der Maxima und Minima ermittelt:

Maxima	Abstand[mm]	Minima	Abstand[mm]
1-2	33,0	1-2	36,0
2-3	35,5	2-3	34,5
3-4	36	3-4	36
4-5	37		

Der Abstand zwischen den Markierungen für 10V, 20V und 30V betrug jeweils 72mm.

2.2 Messergebnis

Aus den Messwerten ergeben sich folgende Anregungsenergien durch $E_A = \Delta U \cdot e$:

Maxima	$\Delta U[V]$	$E_A[eV]$	Minima	$\Delta U[V]$	$E_A[eV]$
1-2	4,58	4,58	1-2	5,00	5,00
2-3	4,93	4,93	2-3	4,79	4,79
3-4	5,00	5,00	3-4	5,00	5,00
4-5	5,14	5,14			

Die Durchschnittliche Anregungsenergie ergibt sich zu: 4,92eV

Die Standardabweichung beträgt: 0,18eV

Die Ableseunsicherheit für E_A beträgt 0,5mm zuzüglich $(0,2mm + 10^{-4} \cdot l)$, also 0,10eV.

Die Unsicherheit des x-y-Schreibers ergibt sich zu 0,02eV.

Demzufolge beträgt die Gesamtmessunsicherheit 0,30eV.

Das Messergebnis lautet also: $E_A = (4,92 \pm 0,30)eV$

2.3 Diskussion des Messergebnisses

Vergleicht man den von uns ermittelten Wert mit Referenzwerten, welche etwa 4,9eV als erste Anregungsenergie für Quecksilber betragen, stellt man fest, dass unser Ergebnis sehr gut mit diesen Werten übereinstimmt.

Der typische Verlauf der Franck-Hertz-Kurve lässt sich an unserer Kurve sehr gut erkennen. Auffällig sind lediglich zwei Artefakte während des ersten Stromanstiegs bzw. kurz vor dem zweiten Minima. Dies stammen wahrscheinlich von Wackelkontakten im Versuchsaufbau, da schon vor der Aufnahme der Kurve Schwankungen der Stromstärke durch berühren der Kabel aufgetreten sind. Der relativ seichte Verlauf dieser Peaks ist wohl durch auf die Trägheit des x-y-Schreibers zurück zu führen.

3 Franck-Hertz-Versuch mit Neon

3.1 Messwerte und Beobachtungen

Am Steuergerät waren folgende Parameter eingestellt:

$$U_1 \approx 3,00V$$

$$U_3 = 6,54V$$

Ein genauer Wert für U_1 war nicht zu ermitteln, da dieser, nach berühren des Steuergerätes, stark schwankte. Der hier angegebene Wert entspricht dem empirischen Mittelwert.

Die mittels des x-y-Schreibers aufgezeichnete Kurve befindet sich im Anhang. Es wurden folgende Abstände der Maxima und Minima ermittelt:

Maxima	Abstand[mm]	Minima	Abstand[mm]
1-2	61,0	1-2	61,5
2-3	66,0	2-3	70,5

Ein Abstand von 36mm entspricht dabei 10V.

Des weiteren waren Leuchterscheinungen zu beobachten:

- orange leuchtende Ringe/Scheiben
- entstehen im Gitter und wandern dann mit steigender Spannung Richtung Kathode
- leuchtende Ringe treten bei Minima aus dem Gitter
- leuchten wird zwischen Maxima und Minima deutlicher/intensiver
- während Verschiebung wird Ring/Scheibe deutlicher
- Ringe/Scheiben werden mit steigender Beschleunigungsspannung dichter
- die ersten drei Ringe/Scheiben sind unterscheidbar, dann nur noch leuchtende Wolke erkennbar

3.2 Messergebnis

Aus den Messwerten ergeben sich folgende Anregungsenergien durch $E_A = \Delta U \cdot e$:

Maxima	$\Delta U[V]$	$E_A[eV]$	Minima	$\Delta U[V]$	$E_A[eV]$
1-2	16,9	16,9	1-2	17,1	17,1
2-3	18,3	18,3	2-3	19,6	19,6

Die Durchschnittliche Anregungsenergie ergibt sich zu: 18,0eV
Die Standardabweichung beträgt: 1,23eV
Die Ableseunsicherheit für E_A zusammen mit der Ungenauigkeit des Millimeterpapiers ergibt eine Unsicherheit von 0,20eV.
Die Unsicherheit des x-y-Schreibers ergibt sich zu 0,05eV.
Demzufolge beträgt die Gesamtmessunsicherheit rund 1,5eV.

Das Messergebnis lautet also: $E_A = (18,0 \pm 1,5)eV$

3.3 Diskussion des Messergebnisses

In der Literatur wird die Anregungsenergie für Neon mit 18,3-19eV angegeben. Das Messergebnis liegt etwas darunter jedoch schließt die Messunsicherheit den Referenzwert noch ein.

Betrachtet man die aufgenommene Kurve, stellt man fest, dass diese im Gegensatz zur ersten Kurve deformiert erscheint. Der Stromstärkeabfall nach den ersten beiden Maxima erfolgt wesentlich abrupter. Die Abrundung der Maxima ist wesentlich weniger ausgebildet. Auch der Anstieg nach den ersten beiden Minima erfolgt plötzlich und ohne weichen Übergang.

Dies kann entweder mit den eingestellten Parametern zusammen hängen, als auch mit eventuellen Beeinflussungen durch die Verkabelung. Seltsam erscheint, dass der Verlauf ab dem dritten Maxima normaler erscheint. Insgesamt war es für Neon schwieriger Parameter zu finden, bei denen der typische Kurvenverlauf ausgeprägt war aber das Oszilloskop bzw. der x-y-Schreiber nicht übersteuert hat.

Sehr gut konnte man hingegen den Zusammenhang zwischen den Lichterscheinungen und dem Stromstärkenverlauf beobachten.

Das diese Leuchterscheinungen orange, im sichtbaren Bereich, und nicht wie bei einem Übergang von etwa 18eV zu erwarten im UV-Bereich erfolgt, resultiert aus dem Übergang der Elektronen über Zwischenniveaus. Dabei wird das sichtbare, orange Licht, als auch UV-Strahlung ausgesandt.

Nun erscheint das erste Leuchten kurz nach Erreichen des ersten Maxima, also genau wenn die ersten Elektronen, nach der Beschleunigung über den gesamten Kathoden-Gitter-Abstand, genug Energie besitzen um die Quecksilberatome ein erstes mal anzuregen.

Das sich die Scheiben aus dem Gitter treten folgt daraus, dass mit steigender Beschleunigungsspannung die Elektronen vor dem Auftreffen auf das Gitter die entsprechende Energie besitzen, um die Quecksilberatome anzuregen. Das gleichzeitige, stärkere Aufleuchten der Scheiben folgt daraus, dass nicht alle Elektronen beim Austreten aus der Kathode die gleiche Energie besitzen. Während also nach den Maxima die ersten, zu Beginn schnelleren, Elektronen genug Energie besitzen um Atome anzuregen und beim Durchgang durch die Minima auch die, zu Beginn langsameren, Elektronen, heißt das, dass nach dem Minima quasi alle Elektronen

einen unelastischen Stoß ausführen können.

Auch der sinkende Abstand der Scheiben folgt aus den mit steigender Beschleunigungsspannung kürzer werdenden Wegen, die zum Beschleunigen der Elektronen auf eine entsprechende, zum ausführen eines inelastischen Stoßes ausreichende, Geschwindigkeit. Das Verschwinden der Konturen zwischen der dritten und vierten Scheibe folgt zum einen aus dem sinkenden Abstand, als auch der Auffächerung der Geschwindigkeiten der Elektronen nach den ersten Stößen. Die Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen entspricht schon zu Beginn einer Gauss-Verteilung. Durch eventuelle elastische Stöße, die die Geschwindigkeit der Elektronen in z-Richtung vermindern, wird diese Geschwindigkeitsverteilung weiter aufgefächert, so daß zwischen dritter und vierter Scheibe genug Elektronen schon wieder bzw. erst inelastische Stöße durchführen können. Im weiteren Verlauf würde also eher eine leuchtende Wolke anstatt leuchtender Scheiben zu sehen sein.

4 Bedeutung und kritische Betrachtung des Versuches

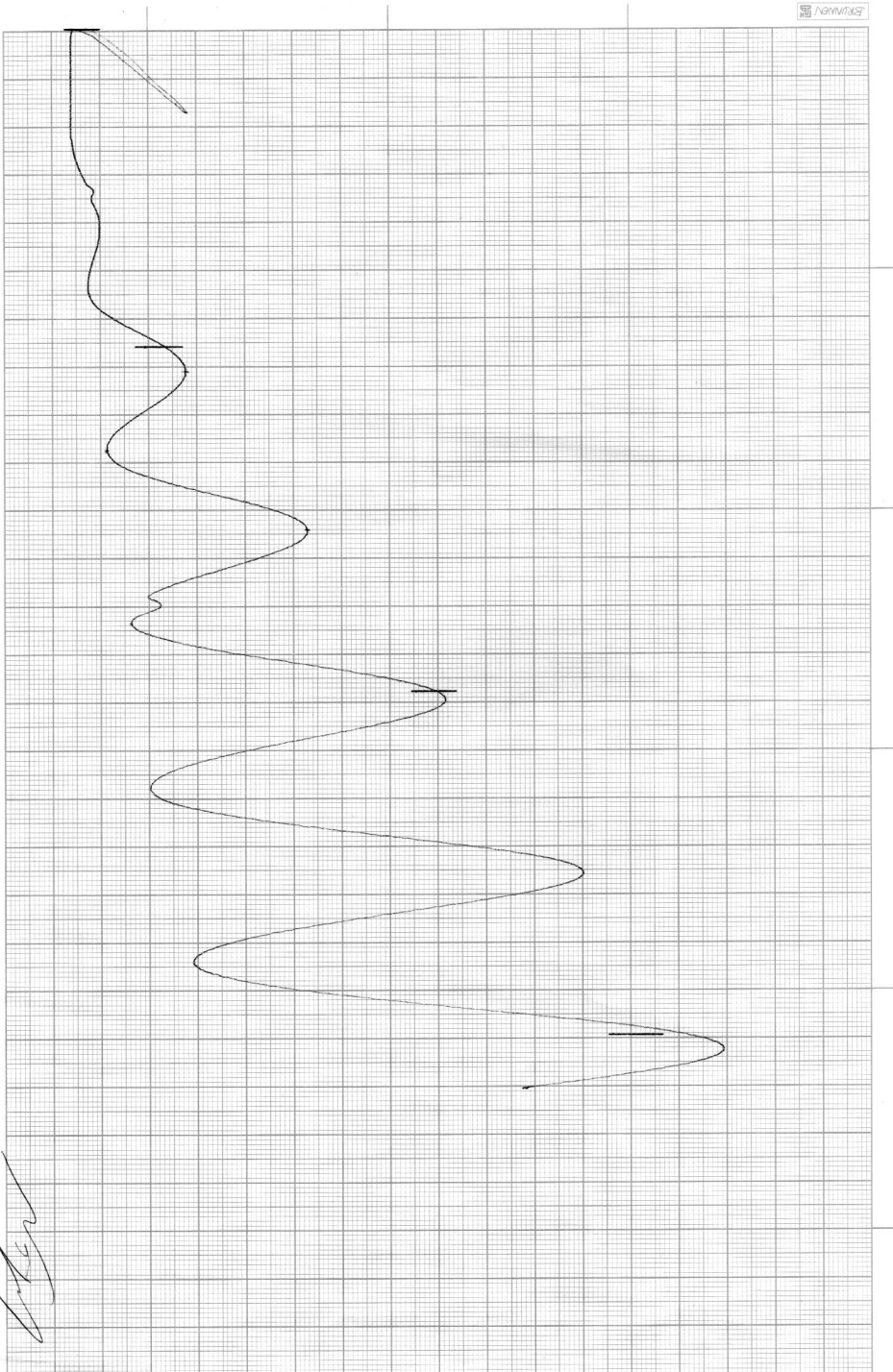
Obwohl beide Messungen gute Ergebnisse geliefert haben, eignen sie sich wohl eher für qualitative Aussagen. Um quantitative Aussagen zu machen, müssten wesentlich mehr Messungen durchgeführt werden. In diesem Fall wäre auch die Verwendung von Computertechnologie angebracht, da sich damit genauere Aufzeichnungen als mit einem x-y-Schreiber machen ließen.

Weiterhin scheint der Versuchsaufbau relativ anfällig für Kabelwackler zu sein und halten die Steuergeräte die eingestellte Spannung nicht.

Die entscheidende Bedeutung dieses Versuches liegt darin, dass die auftretenden Erscheinungen mithilfe des Bohrschen Atommodells erklärt werden können. So scheint es, wie von Bohr gefordert, nur konkrete Energieniveaus zu geben, zwischen denen Elektronen wechseln können, was sich daran zeigt, dass Elektronen erst ab einer gewissen Energie inelastische Stöße durchführen und dann jeweils mehrfach inelastisch stoßen, wenn ein vielfaches dieser Energie zugeführt wird.

Außerdem könnte man mit einer entsprechenden, spektroskopischen Analyse nachweisen, dass die Abgegebenen Quanten die Energie $\Delta E = hf$ besitzen.

Die Beobachtungen stützten also, bei ihrer ersten Beobachtung, das Bohrsche Atommodell, lassen sich aber inzwischen anders erklären.



[Handwritten signature]

