

Physikalisches Grundpraktikum:
Mechanik und Thermodynamik
von
Anja Heilmann

A2 Frank-Hertz-Versuch

Betreuer: R. Mohrhardt

Versuchsgruppennummer: P5

Raum: 201

Versuchsplatz: 1

Datum: 07.05.08

Experimentatoren:	Anja Heilmann	517608
	Thomas Borowsky	520561

Inhaltsverzeichnis:

1. Einführung
2. Versuch mit Quecksilber
 - Messungen und Berechnungen
 - Fehlerrechnung
 - Auswertung
3. Versuch mit Neon
4. Diskussion der Leuchterscheinungen bei Neon
5. Anhang: Messprotokoll und Frans-Hertz-Zeichnungen

1. Einführung

Bei diesem Versuch geht es um das Erstellen einer Frank-Hertz-Kurve, mit Hilfe einer Quecksilber(Hg) - beziehungsweise einer Neon(Ne) -röhre. Dabei wird zwischen der Glühkatode, die auf ca. 180 °C erhitzt wird, und dem ersten Gitter(G1) eine Saugspannung(U_S) angelegt, die den Austritt der Elektronen erleichtert.

Außerdem wird eine Beschleunigungsspannung(U_B) zwischen G1 und G2 und eine Gegenspannung(U_G) zwischen G2 und der Anode angelegt.

Der Y-Eingang des Oszilloskops wird mit der zum Auffängerstrom(I_A) proportionalen Spannung(U_A) und der X-Eingang mit der U_B des Betriebssystems verbunden. Durch Regulierung an den Oszilloskopschaltern entsteht eine stehende Frank-Hertz-Kurve. Die Spannungen werden notiert.

Nun wird parallel zum Oszilloskop ein X-Y-Schreiber angeschlossen. Dieser zeichnet die Franck-Hertz-Kurve auf Millimeterpapier, auf der alle zehn Volt markiert worden.

2. Versuch mit Quecksilber

Die Beschleunigungsspannung(U_B) erhöht sich bei Betätigung des Knopfes „Rampe“ von 0 auf 30V und die Frank-Hertz-Kurve wird geschrieben.

Messungen und Berechnungen:

$$U_S = 2,07V$$

$$U_G = 1,67V$$

Nun wird der Abstand zwischen den Maxima(Δd_i) auf dem Millimeterpapier gemessen, wobei 84mm 10V entsprechen.

$$\Delta d_1 = 40\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B1} = 4,8V$$

$$\Delta d_2 = 40\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B2} = 4,8V$$

$$\Delta d_3 = 40\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B3} = 4,8V$$

$$\Delta d_4 = 41\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B4} = 4,9V$$

$$\Delta d_5 = 41\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B5} = 4,9V$$

Daraus lässt sich die Durchschnittsspannung $\Delta U_{B_{\text{quer}}} = 4,8V$ und die 1.

Anregungsenergie $\Delta E = e \cdot \Delta U_{B_{\text{quer}}}$ errechnen, wobei „e“ die Elementarladung ist.

Bei uns ergibt sich daraus eine Anregungsenergie für Hg von

$$\Delta E = 4,8eV = 8 \cdot 10^{-19} J.$$

Fehlerrechnung:

Bei den Messungen im Messbereich von 80V ergibt sich ein systematischer Fehler von $\pm 0,01$ Digit, in unserem Fall also: $u_{\text{sys1}} = \pm 0,01V$.

Für den X-Y-Schreiber wird eine Ablesegenauigkeit von 0,5% vom Messbereich(30V) vorgegeben, in unserem Fall also: $u_{\text{sys2}} = \pm 0,15V$.

Außerdem erhält man noch einen zufälligen Fehler, der beim Ablesen vom Millimeterpapier entsteht, in unserem Fall also: $u_{\text{zuf}} = \pm (10V/84\text{mm}) \cdot 0,5\text{mm} = \pm 0,06V$.

Nun kann man den Gesamtfehler berechnen: $u_{\text{ges}} = u_{\text{sys1}} + u_{\text{sys2}} + u_{\text{zuf}} = \pm 0,2V$.

Auswertung:

Somit ergibt sich ein Endwert von **(4,8 ± 0,2V)eV**, was im Bereich des allgemein bekannten Richtwertes von 4,9eV liegt.

3. Versuch mit Neon

Die Beschleunigungsspannung(U_B) erhöht sich bei Betätigung des Knopfes „Rampe“ von 0 auf 80V und die Frank-Hertz-Kurve wird geschrieben. Ansonsten verfahren wir wie bei dem Versuch mit Hg.

Messungen und Berechnungen:

$$U_S = 3,33V$$

$$U_G = 10,7V$$

Nun wird der Abstand zwischen den Maxima(Δd_i) auf dem Millimeterpapier gemessen, wobei 32,5mm 10V entsprechen. Diesmal konnten jedoch nur drei Maxima identifiziert werden. Es wurde zwischen den ersten, zweiten und dritten Maxima gemessen.

$$\Delta d_1 = 58,5\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B1} = 18V$$

$$\Delta d_2 = 63,5\text{mm} \quad \rightarrow \Delta U_{B2} = 19,5V$$

$$\rightarrow \Delta U_{B_{\text{quer}}} = 18,8V$$

$$\rightarrow \Delta E = 18,8\text{eV} = 3 \cdot 10^{-18}\text{J}$$

$$u_{\text{sys1}} = \pm 0,4V$$

$$u_{\text{sys2}} = \pm 0,01V$$

$$u_{\text{zuf}} = \pm 0,15V \quad \rightarrow u_{\text{ges}} = \pm 0,4V$$

Auswertung:

Somit ergibt sich ein Endwert von **(18,8 ± 0,4)eV**, was im Bereich des allgemein bekannten Richtwertes von 19eV liegt.

4. Diskussion der Leuchterscheinungen bei Neon

Die Leuchterscheinung kommt durch die gestaffelte Abgabe der aufgenommenen 19eV zustande. Man kann eine orange Färbung erkennen, die sich ungefähr um die Maxima der gemessenen Spannungen befinden, was man durch geschickte Regulierung der Spannungen herausfinden kann.

Aus dem Skript ist herauszulesen, dass Neon die aufgenommene Energie teilweise in sichtbarem Licht (ca. 2 bis 3eV) und den Rest in Licht im UV-Bereich abstrahlt. Stellt man die Bohrsche Frequenzbedingung nach der Frequenz(f) um, kann man diese ermitteln und in die Formel $\lambda = c/f$ einsetzen. Daraus erhält man eine Wellenlänge von 413 bis 620nm, was im Bereich des sichtbaren Lichts liegt und das zu sehende emittierte Licht erklärt.