

AUFGABEN:

- Messung des Auffängerstroms I als Funktion der Spannung U zwischen Kathode und Gitter.
- Bestimmung des Abstandes ΔU der Strommaxima oder der Stromminima.
- Vergleich des Spannungsabstandes mit der Anregungsenergie der Quecksilber-Atome.

ZIEL

Aufzeichnung und Auswertung der Franck-Hertz-Kurve an Quecksilber.

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Franck-Hertz-Experiment an Quecksilber beobachtet man die Energieabgabe von Elektronen durch inelastischen Stoß beim Durchgang durch Quecksilberdampf. Die Energieabgabe erfolgt stufenweise, da durch den Stoß ein Energieübergang im Quecksilber-Atom angeregt wird. Das Experiment liefert somit eine Bestätigung des Bohr'schen Atommodells und die darin beschriebenen diskreten Energieniveaus in Atomen.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung und Heizofen (230 V, 50/60 Hz)	1006795 oder
	Franck-Hertz-Röhre mit Hg-Füllung und Heizofen (115 V, 50/60 Hz)	1006794
1	Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (230 V, 50/60 Hz)	1012819 oder
	Betriebsgerät für Franck-Hertz-Experiment (115 V, 50/60 Hz)	1012818
1	Analog-Ozilloskop 2x30 MHz	1002727
1	Digital-Multimeter P3340	1002785
1	HF-Kabel	1002746
2	HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	1002748
1	Satz 15 Sicherheitsexperimentierkabel 75 cm	1002843

2

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

1914 berichteten *James Franck* und *Gustav Hertz*, dass Elektronen beim Durchgang durch Quecksilberdampf ihre Energie stufenweise abgeben und gleichzeitig die Emission der ultravioletten Linie ($\lambda = 254 \text{ nm}$) des Quecksilbers zu beobachten ist. *Niels Bohr* erkannte darin einige Monate später einen Beweis für das von ihm entwickelte Atommodell. Das Franck-Hertz-Experiment an Quecksilber ist daher ein klassisches Experiment zur Bestätigung der Quantentheorie.

In einem evakuierten Glasrohr sind hintereinander eine geheizte Kathode C, ein Gitter G und eine Auffängerelektrode A angeordnet (siehe Abb. 1). Aus der Kathode treten Elektronen aus und werden durch eine Spannung U zum Gitter beschleunigt. Sie gelangen durch das Gitter hindurch zum Auffänger und tragen den Auffängerstrom I bei, wenn ihre kinetische Energie zur Überwindung der Gegenspannung U_{GA} zwischen Gitter und Auffänger ausreicht. Zusätzlich befindet sich ein Quecksilbertropfen im Glasrohr, der auf einen Dampfdruck von etwa 15 hPa erwärmt wird.

Mit zunehmender Spannung U steigt der Auffängerstrom I zunächst an, da immer mehr Elektronen durch das wachsende elektrische Feld aus der Raumladungswolke um die Kathode abgesaugt werden.

Bei einem bestimmten Wert $U = U_1$ jedoch erreichen die Elektronen kurz vor dem Gitter ausreichende kinetische Energie, um durch inelastischen Stoß die zur Anregung eines Quecksilber-Atoms erforderliche Energie abzugeben. Der Auffängerstrom fällt bis fast auf Null ab, da die Elektronen nach einem Stoß die Gegenspannung zum Auffänger nicht mehr überwinden können.

Mit weiter steigender Spannung erreichen die Elektronen die zur Stoßanregung eines Quecksilber-Atoms erforderliche Energie immer weiter vor dem Gitter. Nach dem Stoß werden sie erneut beschleunigt und erhalten genügend kinetische Energie, um zum Auffänger zu gelangen. Der Auffängerstrom nimmt also wieder zu.

Bei noch größerer Spannung $U = U_2$ nehmen die Elektronen nach dem ersten Stoß ein zweites Mal so viel Energie auf, dass sie ein zweites Quecksilber-Atom anregen können. Der Auffängerstrom fällt bei dieser Spannung ebenfalls drastisch ab, um mit steigender Spannung wieder anzusteigen, bis er schließlich ein drittes Mal und bei noch höheren Spannungen weitere Male drastisch abnimmt.

HINWEIS

Der erste Spannungswert U_1 liegt nicht bei 4,9 V, sondern ist um die so genannte Kontaktspannung zwischen Kathode und Gitter verschoben.

AUSWERTUNG

Die Spannungen U_1, U_2, U_3, \dots , bei denen der Strom in der gemessenen $I(U)$ -Kennlinie drastisch abnimmt, weisen den konstanten Abstand $\Delta U = 4,9 \text{ V}$ auf. Dieser Abstand entspricht der Anregungsenergie $E_{\text{Hg}} = 4,9 \text{ eV}$ ($\lambda = 254 \text{ nm}$) der Quecksilberatome vom Grundzustand 1S_0 in den ersten 3P_1 -Zustand.

Es gilt:

$$(1) \quad E_{\text{Hg}} = e \cdot \Delta U$$

e : Elementarladung

Das Messergebnis ist somit zurückzuführen auf die diskrete Energieaufnahme durch die Quecksilber-Atome beim inelastischen Stoß und die damit verbundene Abgabe eines festen Energiebetrages durch die Elektronen.

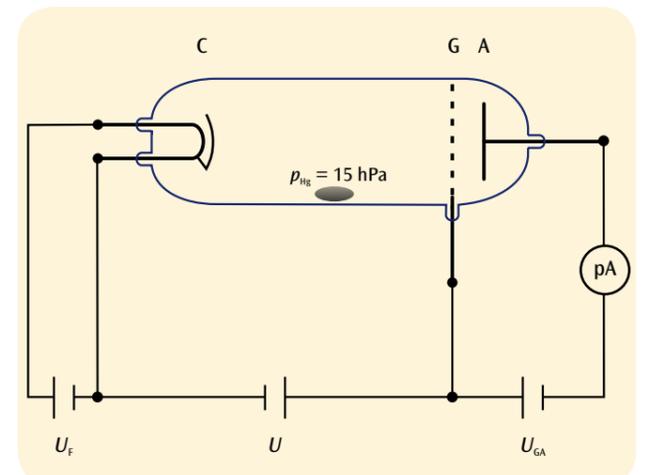


Abb. 1: Schematischer Aufbau zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve an Quecksilber.

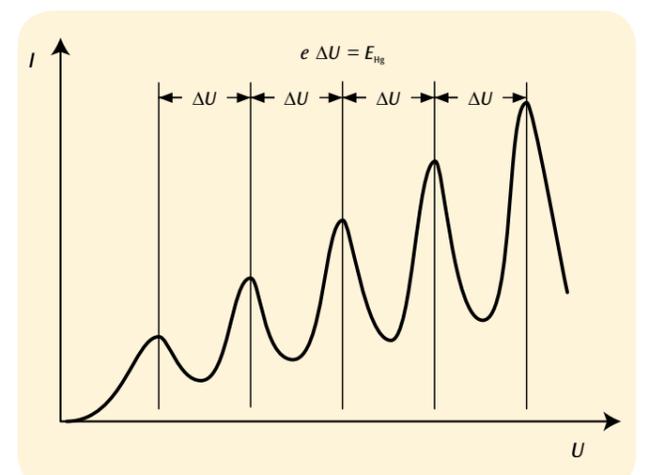


Abb. 2: Auffängerstrom I in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U .