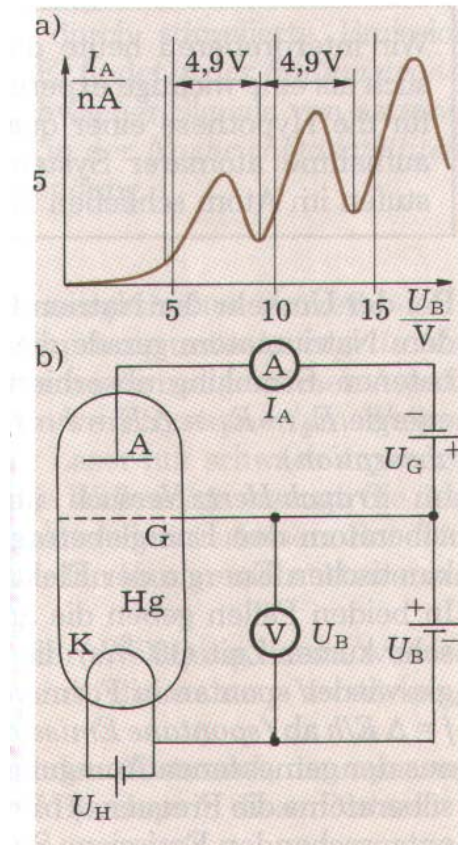


Der Franck – Hertz - Versuch

Wir haben die Balmerformel in dem Sinne interpretiert, dass wir die Energie der Spektralfrequenzen auf die Differenz zweier Energiezustände im Atom zurückführen. Es erhebt sich die Frage, ob man diese Energiezustände auch direkt experimentell nachweisen kann.

Dies ist möglich, wenn man Gasatome mit Elektronen beschießt und den Energieverlust misst.

Dieses Experiment wurde **1913/14** von **J. Franck** und **G. Hertz** durchgeführt.



Eine evakuierte Dreielektrodenröhre enthält einen Tropfen Quecksilber. Zur Erzeugung eines bestimmten Quecksilberdampfdruckes wird das Rohr in einem elektrischen Ofen erhitzt. Die von der Glühkathode K ausgehenden Elektronen werden zwischen K und dem Gitter G durch eine Beschleunigungsspannung U_B auf eine kinetische Energie gebracht, die sie kurz vor dem Gitter erreichen. Es gilt:

$$e \cdot U_B = \frac{1}{2} m_e v^2.$$

Diese Energie und die Geschwindigkeit befähigt die Elektronen, gegen eine zwischen Gitter G und Anode A liegende Bremsspannung U_G von etwa $1,5\text{V}$ anzulaufen.

Der Elektronenstrom kann mit Hilfe eines Messverstärkers gemessen werden.

Hypothese

Steigern wir die Beschleunigungsspannung zwischen K und G , dann wächst die kinetische Energie der Elektronen, und es wäre zu erwarten, dass bei wachsender Beschleunigungsspannung die Stromstärke an der Anode kontinuierlich ansteigt.

Ergebnis

Das Resultat ist jedoch ein anderes.

Bei einer bestimmten Spannung sinkt der Anodenstrom schnell ab, um dann wieder bis zu einem 2. Maximum anzusteigen. Dann fällt er bei einer ganz bestimmten Spannung wieder ab, um bei weiterer Spannungssteigerung erneut anzusteigen.

Die Minima der Kurve liegen um den Betrag $\Delta U_B = 4,9V$ voneinander entfernt.

Deutung des Versuchsergebnisse

Wenn bei einer ganz bestimmten Spannung der Anodenstrom absinkt, dann verfügen die Elektronen nicht mehr über die Energie zur Überwindung der Bremsspannung. Bei ihrem Weg durch den Quecksilberdampf haben sie offenbar durch unelastische Stöße Energie an die Quecksilberatome abgegeben. Steigert man nun die Beschleunigungsspannung, so haben die Elektronen schon an einem Ort, der weiter vom Gitter entfernt liegt, einen Energiewert erreicht, den sie in weiteren unelastischen Stößen an die Quecksilberatome abgeben können. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, bis die Elektronen die Anode erreichen. Dass die Stromstärke nicht nach jedem Zusammenstoß auf Null sinkt, liegt an der Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen.

Das Entscheidende bei diesem Versuch ist jedoch, dass das Absinken immer bei einer Spannungsdifferenz von $4,9V$ erfolgt.

Das bedeutet, dass nur dann, wenn Elektronen nach Durchlaufen einer Spannung eine Energie von $4,9eV$ haben, die Quecksilberatome nur diesen und keinen anderen Energiebetrag aufnehmen.

Dieses Ergebnis stellt eine der wichtigsten experimentellen Bestätigungen dar, um die Hypothese einer quantenhaften Energieaufnahme durch die Elektronen eines Atoms zu bestätigen.