Das Franck-Hertz-Experiment

1. **Versuchsaufbau**

Gasförmige Quecksilberatome werden mit Elektronen beschossen: Mit der Spannung UB werden Elektronen von der Glühkathode K zur Netzanode N hin beschleunigt. Bei genügend großer Energie erreichen sie die Anode A und liefern den Strom IA.

K

A

N

UB

UG

IA

Hg-Dampf

+

-

+

-

-

Elektronen bewegen sich im Vakuum ungestört zum Anodennetz N. Ist UB> 2 V, können sie gegen die zwischen N und A liegende Gegenspannung UG= 2 V anlaufen. Nur dann erreichen sie A und das Messgerät registriert den Strom IA. Dieser steigt erst bei UB> 2 V monoton mit der Spannung UB.

1. **Röhre ohne Gas**

IA in μA

UB in V

5

15

10

4

3

2

1

1. **Röhre gefüllt mit Hg-Dampf der Temperatur 180°**

Der Strom IA steigt an, bis UB= 4,9 V erreicht ist. Bei UB<4,9 V geben die (relativ langsamen) Elektronen keine Energie ab; sie werden nur leicht abgelenkt und laufen gegen A an. Diese Stöße sind elastisch d.h. ohne Energieübertragung.

IA in μA

UB in V

5

15

10

4

3

2

1

Übersteigt UB den Wert 4,9 V, dann sinkt IA abrupt ab. Die Elektronen erreichen kurz vor N die Energie 4,9 eV. Dort nehmen Hg-Atome diese Energie in nun inelastischen Stößen in ihr Inneres auf: Sie werden angeregt. Die Elektronen verlieren ihre Energie und werden abgebremst. Sie durchqueren zwar noch das Anodennetz N, kehren aber vor A um und landen auf N.

Dieses Absinken tritt mehrfach auf: bei der 2-, 3-, 4- fachen Spannung etc.

Das Franck-Hertz-Experiment zeigt, dass Atome bei Stößen nur bestimmte Energiebeträge aufnehmen.

⇒ Die Energie der Atome ist quantisiert.

1. **Bedeutung des Franck-Hertz-Experiments**

Die Quecksilber-Atome nehmen die Energie E = 4,9 eV nicht nur auf, sondern geben diese sofort wieder ab, indem sie Photonen emittieren. Diese haben die Frequenz $f=\frac{E}{h}=\frac{4,9∙1,6∙10^{-19}J}{6,63∙10^{-34}Js}=1,2∙10^{15}Hz$ (UV-Bereich)

Atome sind „Kurzzeitspeicher“ für Energie. Wir ordnen ihnen scharf begrenzte (= diskrete) Energieniveaus zu.

nicht erlaubte Energiewerte

E

E2

E1

4,9 eV

angeregter Energiezustand

Grundzustand

Übergänge

Zwischen E1 und E2 finden Übergänge der Elektronen statt:

* Den Übergang E1 ↑ E2 führt das Atom aus, wenn es den Energiebetrag 4,9 eV aufnimmt.
* Beim Übergang zurück (E2 ↓ E1) gibt das Atom den Energiebetrag Δ EA = E2 – E1  = 4,9 eV wieder ab und emittiert dabei ein UV-Quant mit $f=\frac{∆E\_{A}}{h}=1,2∙10^{15}Hz.$

**Bohr’sche Frequenzbedingung:**

Geht ein Elektron von einem Zustand hoher Energie Em in einen Zustand geringerer Energie En über, so gibt es Energie an ein Photon ab (Emission):

$$∆E=E\_{m}-E\_{n}=h∙f$$

Beim Übergang vom niedrigen in ein höheres Energieniveau wird ein Photon der Energie $h∙f$ aufgenommen.

Alle Grafiken: Daniela Bednarski