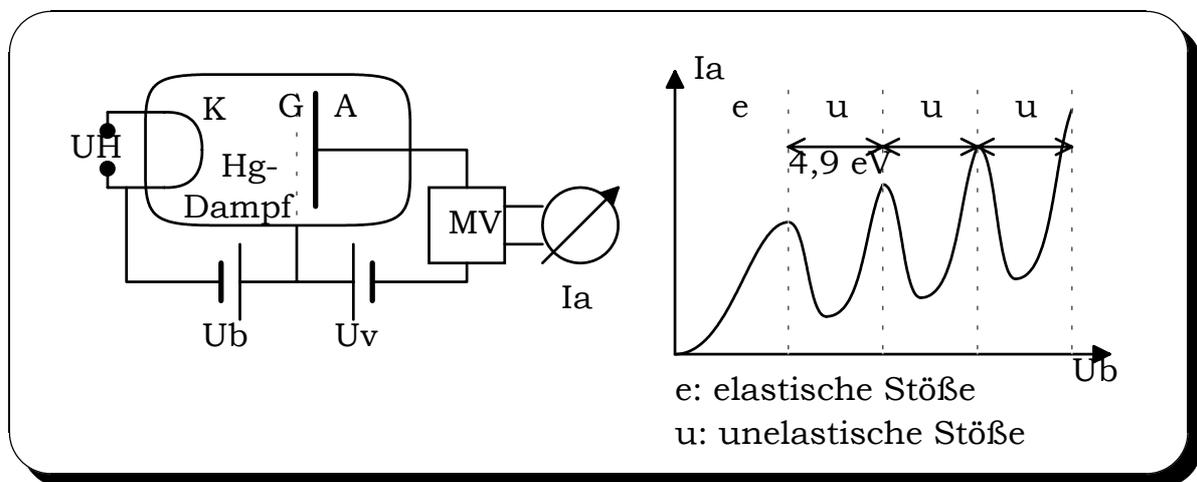


5.2.2 Franck-Hertz-Versuch

Jedes zum Leuchten gebrachte Gas (z. B. in der Natriumdampfampe) hat ein charakteristisches Emissionsspektrum, gibt also jeweils ein bestimmtes Energiequant der Größe $W = h \cdot f$ ab. Dazu muss es zunächst angeregt werden, d. h. es muss ihm Energie zugeführt werden. Dies kann zum Beispiel durch Elektronenstoß geschehen.

Es ist zu vermuten, dass die Atome auch nur bestimmte Energiebeträge "absorbieren", d. h. aufnehmen können. Ein Beleg dafür ist der Franck-Hertz-Versuch (Franck und Hertz, 1913):

Versuch:



In einer Triode befindet sich neben den drei Elektroden ein Tropfen Quecksilber, der durch die Heizung in einem Ofen teilweise verdampft. Aus der Glühkathode K ausgelöste Elektronen werden durch die Beschleunigungsspannung U_b beschleunigt und durch eine Bremsspannung U_v hinter dem Gitter G abgebremst, so dass nicht mehr alle ausgelösten Elektronen die Anode A erreichen, sondern nur diejenigen, die beim Durchfliegen des Gitters eine Energie von mindestens $e \cdot U_v$ haben.

Ergebnis: Das U_b - I_a -Diagramm zeigt eine wellenförmige Zunahme des Anodenstroms mit der Beschleunigungsspannung, die relativen Maxima treten im Abstand $\Delta U_b \approx 5 \text{ V}$ auf.

Erklärung: Der Anodenstrom I_a steigt zunächst wegen des stärker werdenden Feldeinflusses an. Die Elektronen erleiden elastische Zusammenstöße mit den Hg-Atomen, verlieren dabei aber wegen der relativ großen Masse der Hg-Atome kaum Energie. Erst bei einer Elektronenenergie $W \approx 4,9 \text{ eV}$, also einer Spannung $U_b \approx 4,9 \text{ V}$, kann ein Elektron ein Hg-Atom anregen. Bei einem solchen inelastischen Stoß verliert das Elektron praktisch seine gesamte kinetische Energie und kann nun nicht mehr gegen die Gegenspannung U_v die Anode erreichen: I_a nimmt ab. Mit weiter zunehmender Beschleunigungsspannung U_b kann ein Elektron ein zweites, drittes usw. Hg-Atom anregen, so dass weitere Minima erklärt werden können. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Minima bleibt aber konstant.

Dies ist ein Beweis dafür, dass Atome nur ganz bestimmte Energiequanten und nicht beliebige Energiebeträge absorbieren können. Ein klassischer Oszillator (schwingungsfähiges System) kann dagegen beliebige Energien absorbieren.

Wenn das angeregte Atom diese Energie wieder emittiert, dann entsteht ein Quant der Wellenlänge (außerhalb des sichtbaren Bereichs)

$$W = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{W} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4,9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$$

Auch mit anderen Gasen lässt sich der Franck-Hertz-Versuch durchführen. Mit Neon lässt sich z. B. auch die Photonenemission nach der Absorption beobachten, da dessen Emissionslinie im sichtbaren Bereich liegt.

Zusammenfassung: Atome absorbieren Energie nur in bestimmten Quanten. Die Größe dieser Energiequanten ist charakteristisch für die betreffende Atomart.