

VERSUCH 601

## **Franck-Hertz Versuch**

Tabea Hacheney  
tabea.hacheney@tu-dortmund.de

Bastian Schuchardt  
bastian.schuchardt@tu-dortmund.de

Durchführung: 17.05.2022

Abgabe: 24.05.2022

TU Dortmund – Fakultät Physik

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Aufbau und Ablauf</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>5</b>

## 1 Zielsetzung

Es soll die Quantennatur der Elektronenhülle von Atomen gezeigt werden. Weiterhin soll ein Zusammenhang zwischen der Anregungsenergie und der Wellenlänge des emittierten Lichts hergestellt werden. Mit den daraus erhaltenen Erkenntnissen lassen sich die Bohrschen Postulate teilweise bestätigen. Außerdem wird die Energieverteilung der Elektronen bestimmt.

## 2 Theorie

Es wird Hg-Dampf mit passender Dichte mit möglichst monoenergetischen Elektronen beschossen. Dabei treten elastische und unelastische Stöße auf. Aus der Energiedifferenz der Elektronen vor und nach dem Stoß lässt sich dann die vom Hg-Atom aufgenommene Energie bestimmen. Die unelastischen Stöße werden dabei verwendet, um die Atome aus dem Grundzustand  $E_0$  in den ersten angeregten Zustand  $E_1$  zu heben. Für die Energiedifferenz gilt dann

$$\frac{m_0 v_{\text{vor}}^2}{2} - \frac{m_0 v_{\text{nach}}^2}{2} = E_1 - E_0. \quad (1)$$

Die Energien lassen sich mit der Gegenfeldmethode bestimmen.

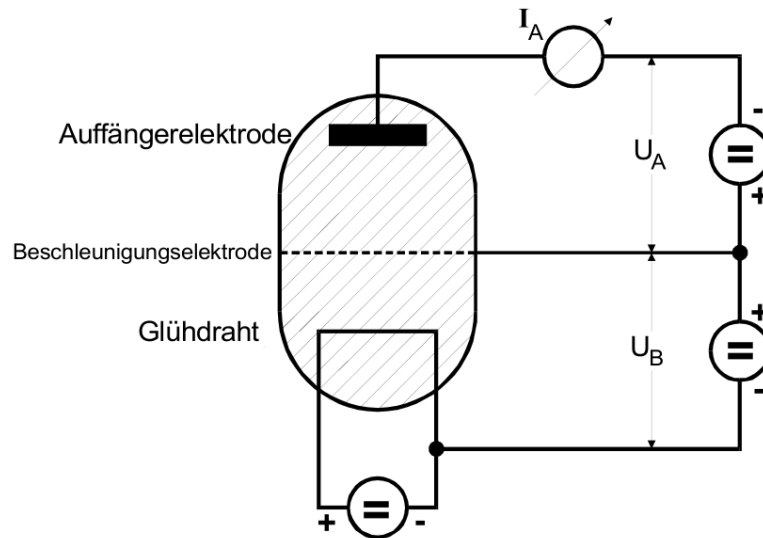
## 3 Aufbau und Ablauf

In einem evakuierten Gefäß ist ein Tropfen Quecksilber, der nach der Dampfdruckkurve verdampft. Dadurch hängt der Gleichgewichtsdampfdruck  $p_{\text{st}}$  von der Temperatur  $T$  ab. Im Gefäß wird ein Draht aus einem hochschmelzenden Metall, wie z.B. Wolfram, mittels Gleichstrom auf Rotglut erhitzt, so dass durch den glühelektrischen Effekt Elektronen frei werden, die sich wie eine Wolke um den Draht legen. Dieser Effekt wird durch ein Oxid eines Erdalkalimetalls, das auf den Draht gestrichen wurde und eine geringere Austrittsarbeit  $W$  als der Draht hat, so dass mehr Elektronen frei werden. Um die Elektronen zu beschleunigen, wird eine netzförmige Elektrode gegenüber zum Draht angebracht, an der eine Gleichspannung  $U_B$  zur Beschleunigung angelegt wird. Eine schematische Darstellung des Versuchsaufbaus ist in Abbildung 1 zu sehen. Nach der Beschleunigungsstrecke haben die Elektronen die Energie

$$\frac{m_0 v_{\text{vor}}^2}{2} = e_0 U_B \quad (2)$$

solange sie vor der Beschleunigung die Geschwindigkeit 0 hatten. Hinter der Beschleunigungselektrode befindet sich eine Auffängerelektrode an der mit einem geeigneten Messgerät der Auffängerstrom  $I_A$  messbar ist. Da die Auffängerelektrode eine geringere Spannung  $U_A$  als die Beschleunigungselektrode hat, müssen die Elektronen, damit sie an der Auffängerelektrode ankommen, die Ungleichung

$$\frac{m_0}{2} v_z^2 \geq e_0 U_A \quad (3)$$



**Abbildung 1:** Schematischer Aufbau der Franck-Hertz Apparatur.

erfüllen. Im Beschleunigungsraum befinden sich nun die Hg-Atome, so dass die Elektronen mit ihnen zusammenstoßen. Bei geringer Elektronenenergie treten nur elastische Stöße auf. Da das Massenverhältnis von Elektron und Hg-Atom etwa  $\frac{1}{1836 \cdot 201}$  beträgt, ergibt sich eine relativ geringe Energieabgabe von

$$\Delta E = \frac{4m_0M}{(m_0 + M)^2} E \approx 1,1 \cdot 10^{-5} E. \quad (4)$$

Die dabei vollzogenen Richtungsänderungen können dabei aber beträchtlich sein. Haben die Elektronen mindestens die Energiedifferenz, die es braucht ein Hg-Atom aus dem Grundzustand in den ersten angeregten Zustand zu bringen, stoßen sie nicht mehr elastisch sondern unelastisch. Dabei behalten sie die Energie  $E - (E_1 - E_0)$ , d.h. sie geben nur die Energie ab, um ein Hg-Atom anzuregen. Das emittierte Lichtquant hat dann die Energie

$$h\nu = E_1 - E_0. \quad (5)$$

Dabei ist  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum und  $\nu$  die Frequenz des Lichtquants.

## 4 Durchführung

## 5 Auswertung

Siehe Abbildung 2!

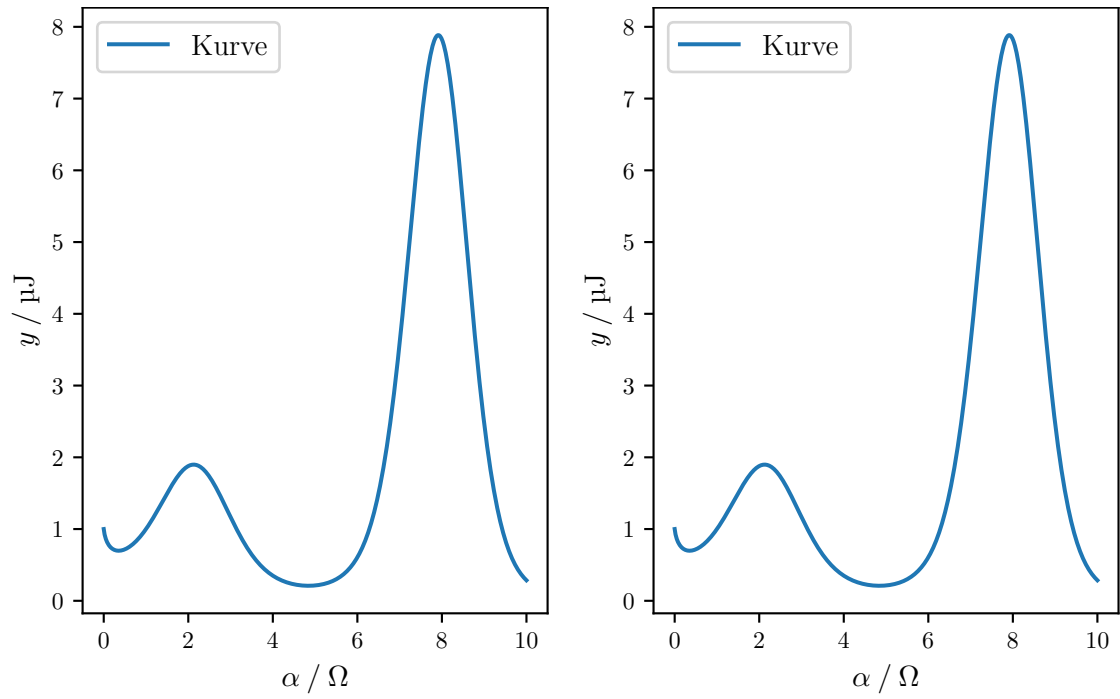


Abbildung 2: Plot.

## 6 Diskussion