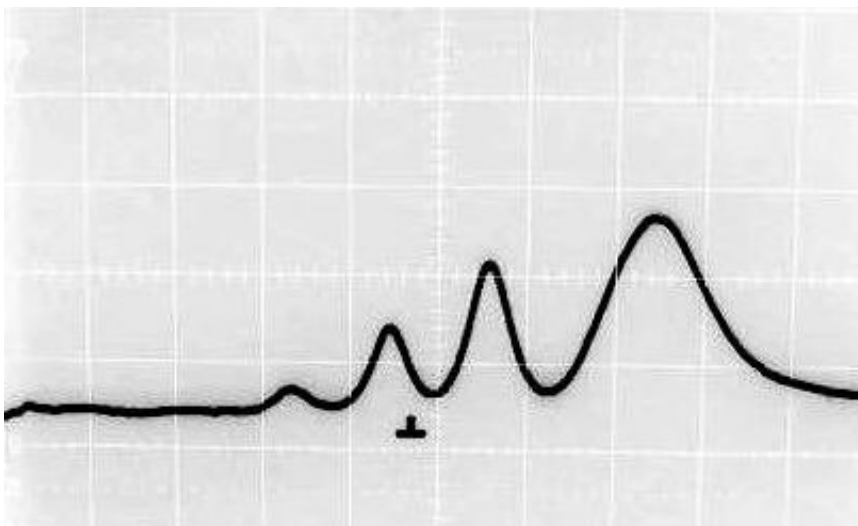




Der Franck-Hertz-Versuch ist einer der historisch wichtigsten Versuche der Quantenphysik. In einer evakuierten Glasröhre befindet sich eine kleine Menge Quecksilber oder eine Neonfüllung. Bei einer Quecksilberfüllung wird die Röhre auf ungefähr  $160^{\circ}\text{C}$  geheizt. Zwischen Anode und Kathode wird eine zeitlich veränderbare Spannung von 0-50 Volt angelegt und der Stromfluss mit einem sehr empfindlichen Verstärker gemessen. Die Strom/Spannungskurve wird aufgezeichnet.

- Unten ist eine typische Strom/Spannungskurve des Versuches abgebildet. Werten sie diese auf der Grundlage des Versuches in geeigneter Weise aus. Hinweis: Das letzte Maximum ist für die Auswertung nicht geeignet.
- Welche grundlegenden Aussagen lassen sich aus dem Versuch gewinnen?
- Erklären sie auf atomarer Ebene die Vorgänge die in der Röhre ablaufen (für eine Quecksilberfüllung).
- Warum erscheinen bei einer Neonfüllung der Röhre typische Ringmuster, beim Quecksilber aber nicht?
- Vergleichen sie die aus dem Franck-Hertz-Versuch gewonnene Photonenenergie mit der UV-Strahlung der Quecksilberdampfampe bei  $254\text{ nm}$



1 Kästchen in x-Richtung entspricht  $4,5\text{V}$

<b>Klausuraufgaben</b>	<b>Franck-Hertz-Versuch</b>	© Jörn Schneider 2008
------------------------	-----------------------------	--------------------------

- a) Die Strom/Spannungskurve zeigt insgesamt 4 Maxima, wobei die ersten drei Maxima ungefähr den gleichen Abstand voneinander haben. Das letzte Maxima soll bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Der Abstand zwischen den Maxima beträgt ungefähr 1,1 Kästchen, was einer Spannung von 4,95 Volt entspricht.
- b) Nach der klassischen Physik sollte die Stromstärke bei steigender Spannung kontinuierlich zunehmen (ohmsches Gesetz). Man beobachtet allerdings Minima und Maxima bei dem Versuch. Die Abstände der Maxima sind immer gleich groß und betragen rund 4,9 Volt. Der Strom in der Röhre wird durch freie Elektronen hervorgerufen, die von der Kathode zur Anode durch die Röhre wandern. Dabei kommt es zu Stößen mit den Quecksilberatomen in der Röhre. Bei einer Spannung von 4,9 Volt geben viele Elektronen Energie durch Stöße mit den Quecksilberatomen ab. Diese Elektronen stehen für den Ladungstransport nicht mehr zur Verfügung, die Stromstärke sinkt. Dies wiederholt sich bei einem Vielfachen von 4,9 Volt. Daraus lässt sich nur ein Schluss ziehen. Die Quecksilberatome können nur die Energie von 4,9 eV oder ein Vielfaches dessen aufnehmen. Die Energieaufnahme ist gequantelt.
- c) Von der Glühkathode werden Elektronen zur Anode beschleunigt. Dabei bewegen sie sich durch ein schwach positiv geladenes Gitter. Die schnell bewegten Elektronen können dieses Gitter weitgehend ungehindert passieren. Die Elektronen können ihre kinetische Energie durch Stöße mit den Quecksilberatomen abgeben. Bis zu einer Spannung von 4,9 Volt geben die Elektronen kaum Energie ab, die Stromstärke steigt mit steigender Spannung an.  
Bei 4,9 Volt nehmen die Quecksilberatome bei einem Stoß die gesamte Energie des Elektrons auf. Dadurch verliert es seine kinetische Energie. Dieses nun abgebremste Elektron kann das Gitter nicht mehr passieren und steht daher für den Ladungstransport nicht mehr zur Verfügung. Die Stromstärke sinkt stark ab. Bei steigender Spannung besitzt das Elektron nach dem Stoß noch kinetische Energie und passiert das Gitter, die Stromstärke steigt wieder an. Bei der doppelten Spannung (9,8 Volt) kann das Elektron durch zwei Stöße mit zwei Quecksilberatomen jeweils die Hälfte seiner kinetischen Energie abgeben, es entsteht ein weiteres Minimum. Die Quecksilberatome geben ihre Energie in Form von Licht ab. Dieses ist als UV-Licht bei dem Versuch nicht sichtbar.
- d) Die Anregungsenergie von Neon ist viel kleiner als bei Quecksilber. daher erscheint beim Neon ein rötliches Licht. Das UV-Licht beim Quecksilber ist dagegen nicht sichtbar.

- e) Die Photonenenergie und die durch den Stoß übertragene elektrische Energie (bzw. kinetische Energie) muss gleich groß sein. Mit Hilfe der Planckschen Formel und der elektrischen Energie des Elektrons lässt sich die Wellenlänge berechnen.

$$e \cdot U = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{e \cdot U}$$

$$\lambda = \frac{6,602 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 4,9}$$

$$\lambda = 2,53 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 253 \text{ nm}$$

Die beiden Werte stimmen gut überein.