

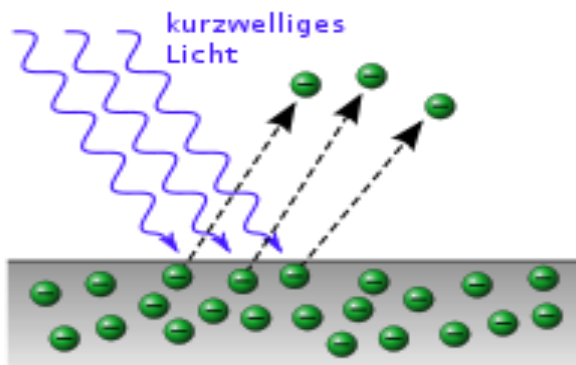
Photoeffekt

Theorie:

Photoeffekt (auch photoelektrischer Effekt), allgemeiner Begriff für die Bildung und Freisetzung von elektrisch geladenen Teilchen aus Materie, wenn diese mit Licht oder anderer elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird. Beim äußeren Photoeffekt, der hier betrachtet wird, werden Elektronen durch Photonen aus der Oberfläche eines metallischen Leiters freigesetzt. Dieser Effekt wurde 1887/88 von Heinrich Hertz und W. Hallwachs entdeckt. Die Erforschung des äußeren Photoeffekts spielte eine große Rolle in der Entwicklung der modernen Physik. Ursprünglich ging man nämlich davon aus, Licht sei eine elektromagnetische Welle und alle Phänomene ließen sich durch den Wellencharakter beschreiben. Erst durch die Entdeckung des Photoeffekts wurde klar, dass Licht in bestimmten Situationen auch Teilcheneigenschaften besitzt (1905 von Einstein postuliert, Nobelpreis 1921) und man sich vom reinen Wellenbild verabschieden musste.

Der Welle-Teilchen-Dualismus war geboren.

Prinzip der h-bestimmung mit der Photozelle:

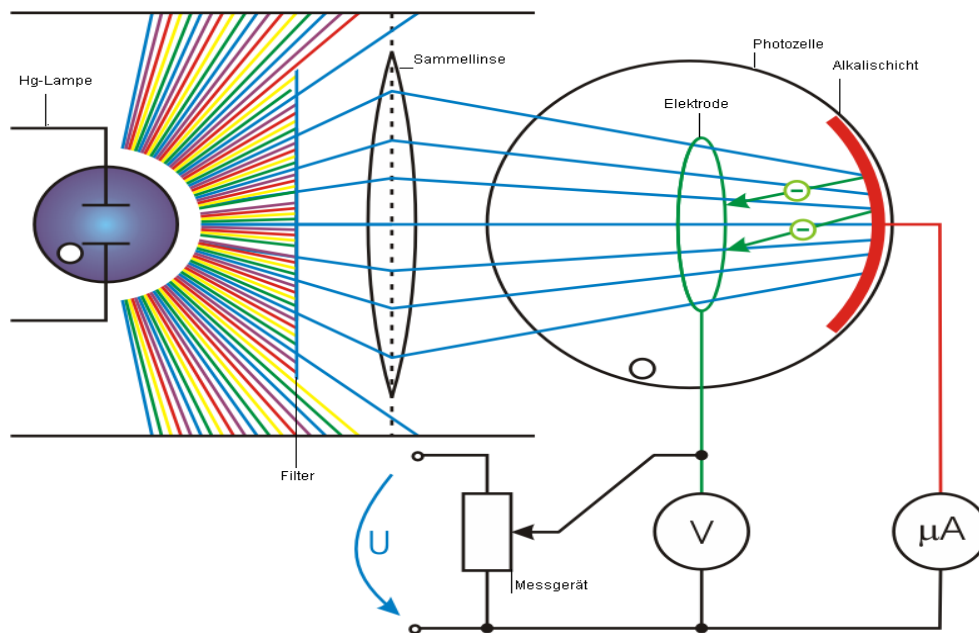


Hinreichend kurzwelliges Licht kann aus einer Metallschicht Elektronen herauslösen, deren kinetischen Energie $\frac{1}{2} mv^2$ von der Frequenz ν des Lichtes abhängt. Nach der Deutung von Einstein wird ein Elektron von einem Lichtquant der Energie $h \cdot \nu$ aus der Metalloberfläche ausgelöst. Die vom Lichtquant an das Elektron abgegebene Energie $h \cdot \nu$ muss über kinetische Energie $\frac{1}{2} mv^2$ hinaus die zum Austritt des Elektrons aus der Metalloberfläche notwendigen Energie liefern (Austrittsarbeit A)

Daraus folgt die Einsteinische Beziehung:

$$h \cdot \nu = \frac{1}{2} \cdot mv^2 + A$$

Versuchsaufbau:



Theorie zu Versuch:

Demonstrationsversuch zum äußeren Photoeffekt. Licht trifft auf die Alkalischiicht einer Photozelle. Elektronen werden aus dem Metall gelöst und von der Ringelektrode aufgefangen. In einem evakuierten Gaskolben befindet sich eine Alkalimetallschiicht (im Bild rot eingefärbt) und gegenüberliegend eine ringförmige Elektrode. Wird nun die Alkalischiicht mit Licht bestrahlt, werden Elektronen aus dem Metall herausgelöst und gelangen zur ringförmigen Elektrode. Oft benutzt man eine Quecksilberdampf lampen, da sie besonders gut im Ultraviolett-Bereich abstrahlen. Um ganz bestimmte Frequenzen des Lichts zu erhalten, werden verschieden Farbfilter eingesetzt. Dort werden sie mit einem hochohmigen Spannungsmessgerät oder einem hochempfindlichen Strommessgerät (Mikroampere-Bereich) gemessen. Um die Energie der emittierten Elektronen zu ermitteln wird zwischen Kathode und Anode eine Gegenspannung angelegt. Man erhöht die diese Spannung so lange bis kein Strom mehr fließt.

Es ist dann:

$$e \cdot U = \frac{1}{2} m v^2$$

Daraus folgt in Verbindung mit h die Planck'sche Konstante:

$$h = e \cdot \frac{U_2 - U_1}{\nu_2 - \nu_1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}^2 \text{ (Literaturwert)}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

U = Spannung (V)

ν = Frequenz ($1 \cdot \text{s}^{-1}$)

Messwerte:

$$\Lambda_1 = 366 \text{ nm}, U_1 = 0,9 \text{ V}$$

$$\Lambda_2 = 546 \text{ nm}, U_2 = 0,15 \text{ V}$$

Auswertung:

$$f_1 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}^{-1}}{3,66 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 8,2 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}^{-1}}{5,46 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

$$h = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot \frac{0,9 \text{ V} - 0,15 \text{ V}}{8,2 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}} - 5,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{s}}}$$

$$h = 4,432 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

→ Abweichung zum Literaturwert ca. 34%.

Fehlerbetrachtung:

Mögliche Fehlerquellen:

- Hohe Empfindlichkeit der Messgeräte.
- Äußerliche Einwirkungen. (durch Licht und elektrostatische Aufladungen)

Dennis Sauer

Waldemar Böhm