


**AUFGABEN:**

- Messung der Grenzwerte der Gegenspannung in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts
- Darstellung der Ergebnisse im Energie-Frequenz-Diagramm.
- Bestimmung der Planck'schen Konstante und der Austrittsarbeit.
- Nachweis der Unabhängigkeit der Energie der Elektronen von der Intensität des Lichts.

**ZIEL**

Bestimmung der Planck'schen Konstante nach der Gegenspannungsmethode.

**ZUSAMMENFASSUNG**

In einer modifizierten klassischen Anordnung trifft Licht bekannter Frequenz durch eine ringförmige Anode auf eine Kathode und löst dort durch den Photoeffekt Elektronen aus. Die Energie der Elektronen lässt sich durch Anlegen einer Gegenspannung bestimmen, die den Stromfluss der Elektronen zur Anode zu Null kompensiert. Dabei zeigt sich, dass der dem Strom Null entsprechende Grenzwert der Gegenspannung und somit auch die Energie der Elektronen unabhängig von der Intensität des Lichts sind. Aus den für verschiedene Lichtfrequenzen gemessenen Grenzwerten wird die Planck'sche Konstante berechnet.

**BENÖTIGTE GERÄTE**

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Planck'sche-Konstante-Apparat (230 V, 50/60 Hz)	1000537 oder
	Planck'sche-Konstante-Apparat (115 V, 50/60 Hz)	1000536

**1**
**ALLGEMEINE GRUNDLAGEN**

Der Photoeffekt zeigt zwei wichtige Eigenschaften, die 1902 von *Lenard* entdeckt wurden. Danach ist die Anzahl der beim Photoeffekt aus dem Kathodenmaterial ausgelösten Elektronen proportional zur Intensität des einfallenden Lichts, ihre Energie hängt jedoch von der Frequenz und nicht von der Intensität des Lichts ab. Zur Erklärung griff *Einstein* 1905 grundlegende Hypothesen aus der von *Planck* gefundenen Beschreibung der Strahlung eines schwarzen Körpers auf und schuf so wichtige Grundlagen für die Quantentheorie.

Einstein nahm an, dass Licht sich in Form von Photonen ausbreitet, deren Energie proportional zur Frequenz des Lichtes ist. Trifft ein solches Photon mit der Energie

$$(1) \quad E = h \cdot f, \\ h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js : Planck'sche Konstante}$$

auf ein Elektron im Kathodenmaterial, so kann seine Energie auf das Elektron übertragen werden, so dass dieses mit der kinetischen Energie

$$(2) \quad E_{\text{kin}} = h \cdot f - W$$

aus der Kathode austritt. Die Austrittsarbeit  $W$  ist eine materialabhängige Größe und beträgt z. B. bei Caesium etwa 2 eV.

Im Experiment wird dieser Zusammenhang genutzt, um die Planck'sche Konstante  $h$  zu bestimmen. Dazu trifft Licht einer bestimmten Frequenz  $f$  durch die ringförmige Anode auf die Kathode und löst dort Elektronen aus. Der resultierende Strom zur Anode wird mit einem Nanoamperemeter gemessen und durch Anlegen einer Gegenspannung  $U_0$  zwischen Anode und Kathode zu Null kompensiert. Das Licht wird Leuchtdioden unterschiedlicher Farbe entnommen, deren Spektrum genügend schmal ausgeprägt ist, so dass ihnen eine Wellenlänge  $\lambda$  und somit eine Frequenz

$$(3) \quad f = \frac{c}{\lambda} \\ c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

zugewiesen werden kann.

Die Intensität des Diodenlichts kann zwischen 0 und 100% variiert werden, so dass auch die Unabhängigkeit der Energie der Elektronen von der Lichtintensität überprüfbar ist.

**AUSWERTUNG**

Beim Grenzwert  $U_0$  der Gegenspannung wird jeweils der Strom zu Null kompensiert. Diese Definition lässt sich mit den Gleichungen (2) und (3) zusammenfassen zu

$$e \cdot U_0 = h \cdot f - W = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W$$

mit  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  : Elementarladung

Die Planck'sche Konstante lässt sich daher als Geradensteigung in einem Diagramm ablesen, in dem auf der y-Achse die Werte  $E = e \cdot U_0$  und auf der x-Achse die Werte  $f = \frac{c}{\lambda}$  dargestellt werden.

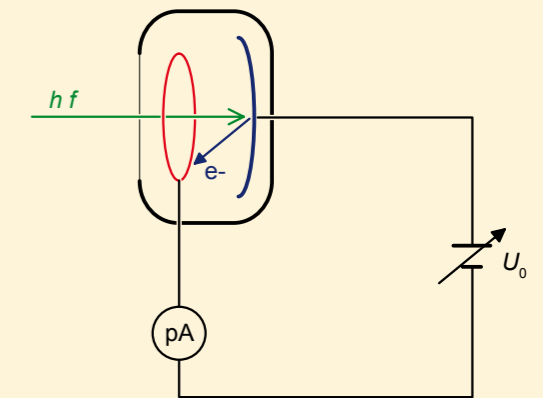


Abb. 1 Schema der Messanordnung

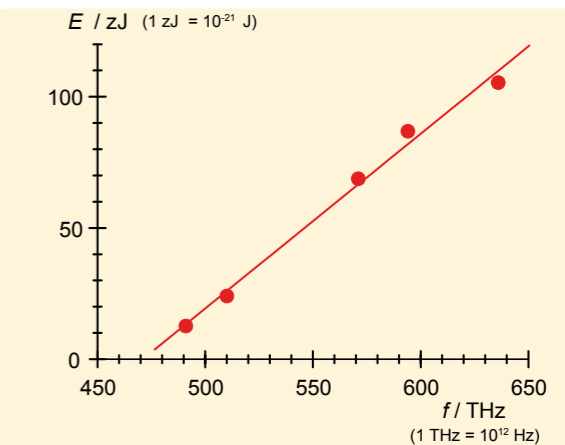
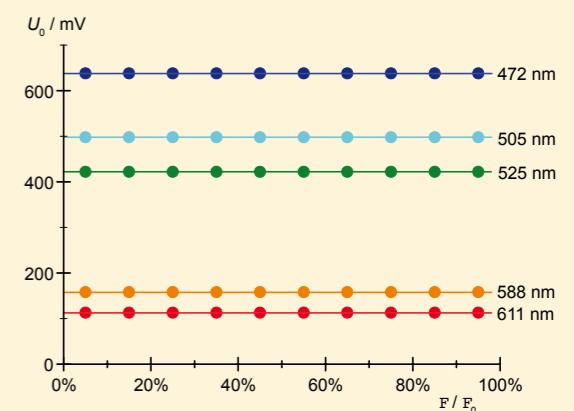


Abb. 2 Energie-Frequenz-Diagramm


 Abb. 3 Gegenspannung  $U_0$  in Abhängigkeit von der Intensität.