

Versuch: Photoeffekt/lichtelektrischer Effekt

Geräte und deren Funktion:

- Zinkplatte: Dient als Ladungsträger
- Elektroskop: Zur Visualisierung der Ladung
- UV-Lampe: Bereitstellung von Ultraviolettstrahlung
- Halogenlampe: Bereitstellung sichtbaren Lichts
- Spannungsquelle: Dient als Energiequelle zur Inbetriebnahme der Lampen
- Ein Stück Fell & ein Plastikstab: Erzeugung negativer Ladung durch Reibung
- Schleifpapier: Dient zur vorausgehenden Beseitigung der Oxidschicht auf der Zinkplatte

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

Da Zink ein unedles Metall ist, wird es zunächst mithilfe des Schleifpapiers blank geschliffen, um von seiner oberflächlichen Oxidschicht befreit zu werden. Daraufhin wird die Zinkplatte auf dem Elektroskop platziert. Danach wird durch vorausgegangene Reibung des Plastikstabes am Fell die Zinkplatte negativ aufgeladen. Erst dann folgt der eigentliche Versuch. Dieser besteht aus drei Teilversuchen.

1. Teilversuch: Bestrahlung mit UV-Licht

Die Zinkplatte wird nach ihrer Aufladung einzig mit UV-Licht bestrahlt. Währenddessen wird das Elektroskop beobachtet.

2. Teilversuch: Bestrahlung mit UV-Licht und Glasplatte im Strahlengang

Die Zinkplatte wird auch in diesem Teilversuch mit UV-Licht bestrahlt, jedoch befindet sich eine Glasplatte zwischen der Lichtquelle und der Zinkplatte. Zeitgleich wird das Elektroskop beobachtet.

3. Teilversuch: Bestrahlung durch eine Halogenlampe

In diesem Teilversuch wird die zuvor aufgeladene Zinkplatte ebenfalls mit Licht bestrahlt. Diesmal handelt es sich jedoch um das Licht einer Halogenlampe. Eine parallele Beobachtung des Elektroskops erfolgt auch hier.

Versuchsbeobachtung:

Während des 1. Teilversuchs wird die Zinkplatte entladen. Das wird deutlich, da die Zeiger des Elektroskops in ihre Ausgangslage zurückkehren.

Während des 2. und 3. Teilversuchs sind weder Veränderungen an der Zinkplatte noch dem Elektroskop zu beobachten. Trotz der erneuten Einstrahlung mit UV-Licht im 2. Teilversuch und dem sehr hellen Licht der Halogenlampe im 3. Teilversuch.

Versuchserklärung:

Damit eine Entladung auf einem Metall (wie der Zinkplatte) erfolgen kann, bedarf es sehr energiereichem (hochfrequentem) Licht, wodurch Elektronen den Ladungsträger verlassen können.

Daher ist das im sichtbaren Bereich liegende Licht der Halogenlampe zu energiearm, als dass es eine Entladung herbeiführen könnte.

Im 2. Teilversuch handelt es sich zwar um energiereiches UV-Licht, dieses wird jedoch durch die im Strahlengang befindliche Glasplatte nicht hindurchgelassen, weshalb es nicht auf die Zinkplatte trifft.

Einzig im 1. Teilversuch trifft energiereiches Licht (hier: UV-Licht) auf das Versuchsobjekt, wodurch Elektronen dieses mit Verrichtung von Austrittsarbeit verlassen, woraufhin durch den Ausgleich des Elektronenüberschusses die beobachtete Entladung herbeigeführt wird.

Dennoch stellte dieses vermeidlich einfach zu erklärende Phänomen Physiker am Ende des 19. Jahrhunderts mehr als zwei Jahrzehnte vor ein Rätsel. Denn bis dato ging man davon aus, dass Licht sich wie eine Welle verhält.

Erst 1905 erkannte Albert Einstein, dass Licht eine Doppelnatur besitzt. Denn im mikroskopisch kleinem Raum verhält sich Licht nicht wie eine Welle, sondern wie eine Teilchenstrahlung. Diese Teilchen nennt man Photonen. Sie besitzen eine Energie, welche beim Auftreffen auf ein Elektronen von diesem aufgenommen wird. Nur bei energiereichem Licht erhalten Elektronen durch Photonen genügend Energie, um die benötigte Austrittsarbeit zu verrichten und damit eine Entladung herbeizuführen. Daher reicht das relativ energiearme, sichtbare Licht nicht aus, um aufgeladene Metalle zu entladen. Nach der verrichteten Austrittsarbeit besitzen die Elektronen, je nach Energiereichtum der Photonen, noch kinetische Energie.

Für die Energie eines Photons gilt:

$$\rightarrow E_{ph} = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js (Planck'sches Wirkungsquantum)}$$

oder $E_{ph} = h \cdot f$

Die Energie eines Photons ist identisch mit der Summe aus Austrittsarbeit und kinetischer Energie des Elektrons, das die Energie aufnimmt:

$$\rightarrow E_{ph} = W_A + E_{Kin}$$

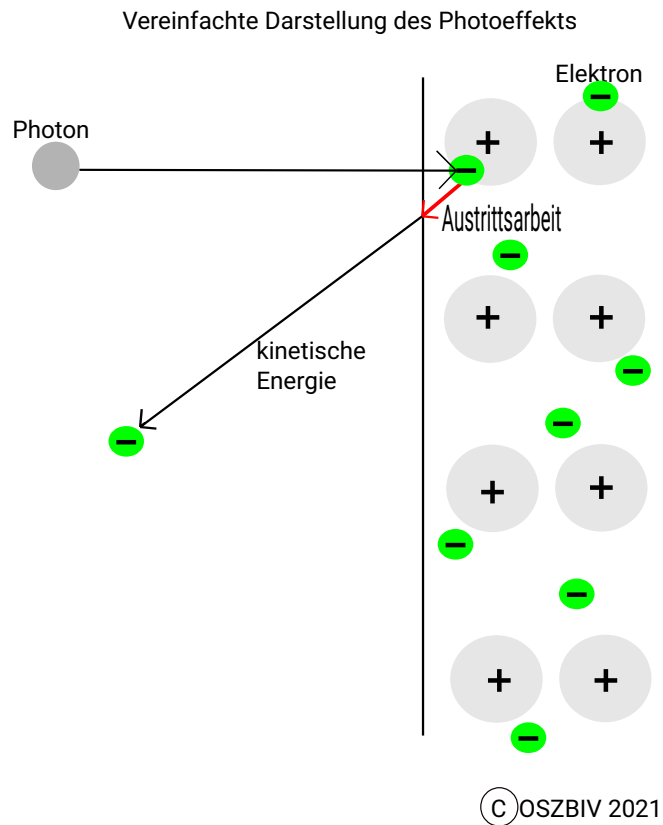
$W_A = \text{Austrittsarbeit}$ (Sie ist eine Materialeigenschaft und je nach Metall unterschiedlich)

bzw. :

$$\rightarrow \frac{h \cdot c}{\lambda} = W_A + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2$$

oder:

$$\rightarrow h \cdot f = W_A + \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2$$



Falls Elektronen nur genügend Energie durch Photonen zur Austrittsarbeit erhalten, wird dies als Grenzfrequenz bezeichnet. Daher gilt:

$$\rightarrow E_{kin} = 0$$

und daraus folgt:

$$\rightarrow h \cdot f_{Gr} = W_A \quad f_{Gr} = \text{Grenzfrequenz}$$

umgestellt nach der Grenzfrequenz:

$$\rightarrow f_{Gr} = \frac{W_A}{h}$$

Erstellt von Mehmet Takir 23.8.21