

Experiment 1 (Hallwachs-Effekt)

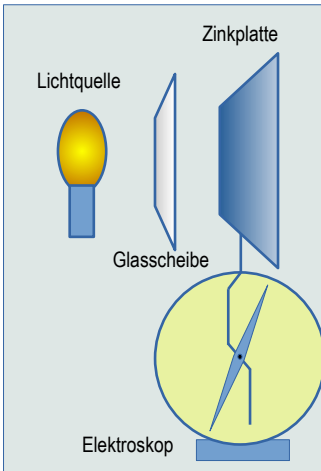


Abb. 1: Hallwachs-Versuch

Durchführung:

Eine Zinkplatte wird elektrisch aufgeladen und dann beleuchtet.

Notiere die Beobachtungen in den folgenden Situationen.

Ladung Platte	Licht	Beobachtung
negativ	sichtbar+UV	Das Elektroskop ...
positiv	sichtbar+UV	
negativ	sichtbar+UV (stark)	
negativ	sichtbar	
negativ	sichtbar (stark)	

Tab. 1: Beobachtungen zum Hallwachs-Versuch

Zusammenfassung:

Eine Entladung findet nur statt, wenn die Platte geladen ist.

Eine Entladung findet nur statt, wenn das Licht .

Die Entladung ist umso schneller, je .

Deutung:

Die Entladung von Festkörpern mit Licht wird „äußerer Photoeffekt“ oder „lichtelektrischer Effekt“ genannt. Dass dabei nur negativ geladene Platten entladen werden, wird so gedeutet, dass durch die Bestrahlung Elektronen aus der Platte gelöst werden.

Mit der bis Anfang des 20. Jhd. geltenden Wellenvorstellung des Lichts müsste jedes genügend intensive Licht Elektronen aus dem Metall auslösen können. Dass die Entladung nur mit kurzwelligem (UV) Licht erfolgt, wurde durch die Quantenphysik erklärt. Bei der Wechselwirkung mit Materie verhält sich Licht als ob es aus Teilchen besteht – „Lichtquanten“ oder „Photonen“. Die Energie eines Photons hängt dabei von der Frequenz f ab:

$$E_{\text{Photon}} = h \cdot f.$$

Trifft ein Photon auf ein Elektron, gibt es diese Energie an das Elektron ab. Um ein Elektron aus dem Material zu lösen ist aber eine Mindestenergie – die Austrittsarbeit W_A nötig. Photonen mit zu geringer Energie (geringe Frequenz) haben zu wenig Energie dafür. Erst UV-Photonen überschreiten diese Mindestenergie. Die übrige Energie des Photons wird zu kinetischer Energie des Elektrons

$$E_{\text{Photon}} = W_A + E_{\text{kin.}}$$

Somit kann auch intensives sichtbares Licht (viele Photonen, zu geringe E_{Photon}) keine Elektronen auslösen. Intensives UV-Licht (viele Photonen, genug E_{Photon}) führt zu einer schnellen Entladung.

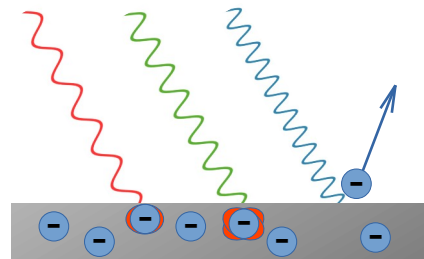


Abb. 2: Anregung und Auslösen von Elektronen

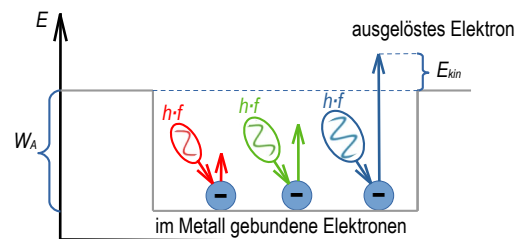


Abb. 3: Potentialtopfmodell

Experiment 2 (Photoeffekt und Planck'sches Wirkungsquantum)

Vorbetrachtung:

In einer Photozelle befindet sich eine Kathode aus Kalium (geringe W_A) und eine Ringanode. Die Kathode wird mit Licht verschiedener Frequenzen beleuchtet. Die ausgelösten Elektronen werden auf der Anode aufgefangen. Zwischen Anode und Kathode bildet sich ein elektrisches Feld aus, das mit der Anzahl der aufgefangenen Elektronen immer stärker wird.

$$E_{\text{Feld}} = U \cdot e.$$

Ab einer gewissen Grenzspannung reicht die kin. Energie der Elektronen nicht mehr aus, zur Anode zu gelangen. Dann ist $E_{\text{Feld}} = E_{\text{kin}}$. Mit der Definition von E_{Photon} ergibt sich:

$$U \cdot e = E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_A. \quad (1)$$

Durchführung.

- Miss die Grenzspannung für vier verschiedene Frequenzen von Licht. Nutze dazu die Quecksilberdampfampe mit verschiedenen Farbfiltern.
- Ergänze in der Tabelle die fehlenden Größen (Frequenz f , E_{kin} in eV).
- Stelle E_{kin} in Abhängigkeit von f graphisch auf Millimeterpapier dar.
- Interpretiere den Graphen. Unter Annahme des linearen Zusammenhangs (1), bestimme daraus das Planck'sche Wirkungsquantum h und die Austrittsarbeit W_A .

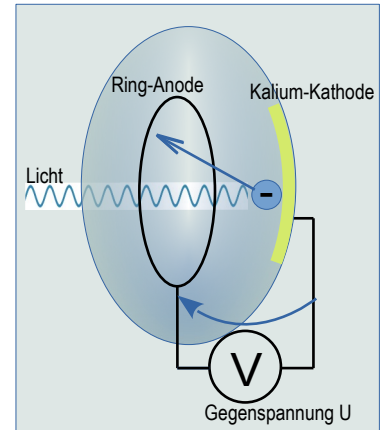


Abb. 3: Aufbau Photozelle

Farbe	Wellenlänge
gelb	578 nm
grün	546 nm
blau	436 nm
violett	405 nm

Tab. 2: Wellenlängen der Filter

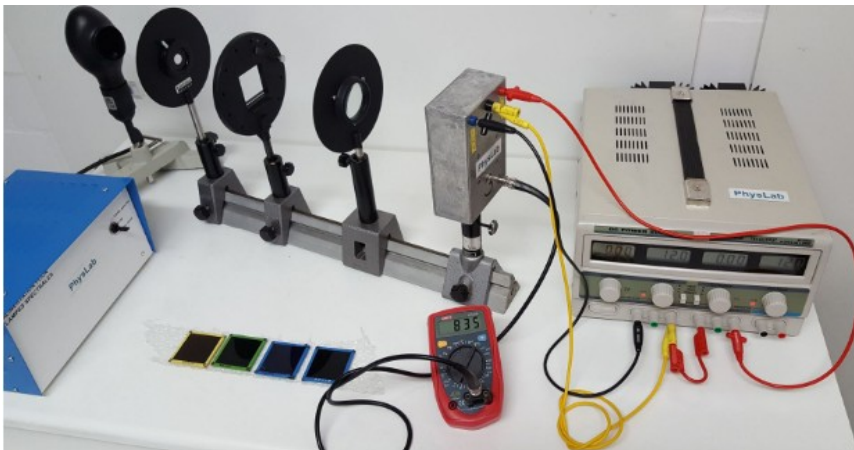


Abb. 4: Aufbau Gesamtversuch

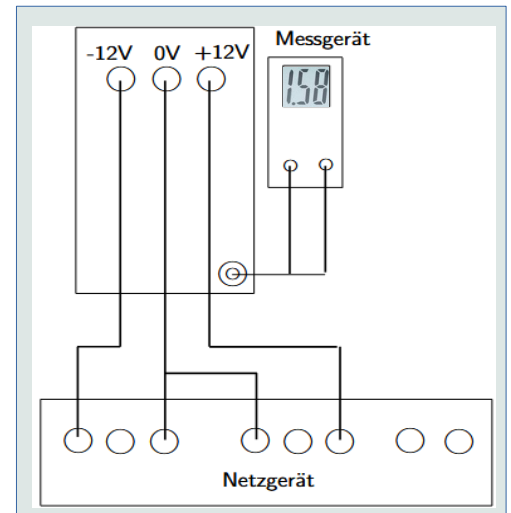


Abb. 5: Beschaltung der Photozelle

Die Quecksilberdampfampe wird mit Hilfe eines eigenen Netzteils betrieben.

Im Photozellengehäuse befindet sich ein eingebauter Messverstärker, der durch ein Doppelnetzgerät mit Strom versorgt wird. Photozelle und Doppelnetzgerät werden entsprechend der Abbildung 6 verkabelt. Beschriftung beachten! Beide Ausgänge des Doppelnetzgeräts müssen auf eine Spannung von 12 V und Strom von 0,1 A gestellt werden.

Ein an die Photozelle angeschlossenes Voltmeter (Messbereich auf 2 V einstellen) zeigt die Grenzspannung an.

Versuchsaufbau abnehmen lassen!

Farbe	Frequenz f (Hz)	U (V)	E_{kin} (eV)
gelb			
grün			
blau			
violett			

Tab. 3: Messwerttabelle