

Abituraufgabe 1

Eli, Gerrit, Jakob, Lukas

1.1

In einer Fotozelle fällt das Licht durch einen Metallring auf die Fotokathode. Dort lösen die Photonen das Licht sogenannte Fotoelektronen aus dem Metall, welche durch das Vakuum zum Metallring wandern und dort abgeleitet werden.

Dadurch bildet sich eine Spannung. Dieser Effekt wird Fotoeffekt genannt. Die Höhe der Spannung ist davon abhängig, mit welcher Energie die Photonen des Lichts auf die Kathode fallen, bzw. aus welchem Metall die Kathode besteht und wie viel Arbeit benötigt wird um die Elektronen aus diesem zu lösen. Die Energie eines Photons hängt von der Wellenlänge ab. Je kleiner die Wellenlänge des Lichts, desto größer die Energie, desto höher die Spannung.

Die Energiebilanz, die diesen Vorgang beschreibt lautet:

$$W_{(\text{photon})} = W_{(\text{Austrittsarbeit})} + W_{(\text{kin})}$$

1.2

$f = c/\lambda$ —> Ergebnis siehe Tabelle bzw. Graphen

1.3

Die x-Achse entspricht der Frequenz des Lichts und die y-Achse der kinetischen Energie des Fotoelektrons in Elektronenvolt. Der y-Abschnitt entspricht der Austrittsarbeit der Elektronen; der x-Abschnitt entspricht der Grenzfrequenz. Die Steigung des Graphen ist eine Konstante, nämlich das Planck'sche Wirkungsquantum. In Elektronenvolteinheiten ist dies $4,0 \cdot 10^{-15}$ eVs. Rechnet man die Werte für die kinetische Energie des Photons von Elektronenvolt in Joule um, ist der Proportionalitätsfaktor $6,41 \cdot 10^{-34}$ Js.

Über eine lineare Regression kann man die Geradengleichung für die Näherung durch die Messpunkte berechnen. Daraus ergibt sich folgende Geradengleichung:
 $E = 4 \cdot 10^{-15} \cdot f - 2,25$

Da der y-Abschnitt bei -2,25 liegt, ist die Austrittsarbeit 2,25 eV. Die Grenzfrequenz lässt sich aus der Nullstelle der Funktion berechnen und beträgt:
 $5,625 \cdot 10^{14}$ 1/s

Die Steigung, h , somit das Wirkungsquantum, kann man direkt aus der Funktionsgleichung ablesen (siehe oben).

Cäsium Messwerte (siehe Graphen): Die Gerade muss um 2,25 eV – 1,94 eV in y-Richtung nach oben verschoben sein.

1.4

Zu erwarten ist, dass die Spannung gleich bleibt. Die Öffnung der Blende bestimmt nur wie viele Photonen auf die Metallfläche der Fotozelle auftreffen, also die Intensität. Alle Photonen haben die gleiche Energie. Daraus ergibt sich,

dass die Fotospannung somit gleich bleibt, auch wenn sich die Stärke des Fotostroms verändern kann (natürlich nur, sofern auch ein Photostrom fließt). Mit dem Wellenmodell ist die Grenzfrequenz nicht erklärbar. Es müsste sich mit der Zeit genügend Energie ansammeln, um eine Fotoelektron aus dem Metall zu lösen. Im Wellenmodell müsste die Energie des Lichtes von dessen Intensität abhängen, dies ist nicht der Fall, wie bereits bei der Blendenverstellung deutlich geworden ist.

Nach dem Quantenmodell ist Licht körnig, es besteht aus Photonen. Diese haben je nach Wellenlänge einen bestimmten Energiegehalt. Erst unter einer bestimmten Wellenlänge haben die Photonen genug Energie, um ein Fotoelektron freizusetzen. Diese maximale Wellenlänge wird als Grenzfrequenz bezeichnet und hängt vom Material der Kathode ab.

1.5

Mit dem Filter werden alle Wellenlängen außer einer herausgefiltert. Dadurch trifft nur ein Energielevel auf die Kathode. Wenn der Filter weggenommen wird, treffen nun alle Energielevel auf die Kathode und es werden dementsprechend mehr Fotoelektronen herausgelöst und die Spannung wird höher.

Messwerte:

Wellenlänge in m	U _{max} in V	Frequenz f in HZ	W in eV	W in J
5,79E-07	0	5,18E+14	0	0,00E+00
5,46E-07	0,02	5,49E+14	0,02	3,20E-21
4,36E-07	0,59	6,88E+14	0,59	9,45E-20
4,05E-07	0,81	7,40E+14	0,81	1,30E-19
W _a	2,247		W _a	3,60E-19
h=	4,00E-15		h=	6,41E-34

Wcäsium in eV	c in m/s	e
	299792458	1,60E-19
0,31		
0,33		
0,9		
1,12		