

### Aufgabe 1

- a) Wie groß ist jeweils die Energie der Photonen des Lichts der roten ( $\lambda = 680 \text{ nm}$ ), gelben ( $\lambda = 577,6 \text{ nm}$ ), grünen ( $\lambda = 546 \text{ nm}$ ) und blauen ( $\lambda = 435,7 \text{ nm}$ ) Linie einer Quecksilberdampf Lampe?
- b) Die Austrittsarbeit bei einer Cs-Kathode beträgt etwa  $2 \text{ eV}$ . Welche der oben genannten Linien tragen zum Photostrom einer Cs-beschichteten Photozelle bei, welche nicht?
- c) Wie groß ist jeweils die maximale kinetische Energie, mit der die Elektronen die Metallschicht verlassen?

### Aufgabe 2

Wie groß ist die Energie der Lichtquanten in den Energieeinheiten Joule (J) und Elektronvolt (eV) für folgende durch die Wellenlänge bestimmte Strahlungen? a) Rundfunkwelle:  $\lambda = 1300 \text{ m}$ , b) Fernsehwellen (UHF):  $\lambda = 0,46 \text{ m}$ , c) weiche Röntgenstrahlen:  $\lambda = 10^{-8} \text{ m}$ , d) energiereiche kosmische Strahlung:  $\lambda = 10^{-16} \text{ m}$ .

### Aufgabe 3

Eine empfindliche Fotozelle liefert noch einen Photostrom, wenn sie eine Lichtstrahlung mit der Leistung  $P = 10^{-18} \text{ W}$  aufnimmt. Wie viele Lichtquanten des roten Cadmiumlichtes mit der Wellenlänge  $\lambda = 644 \text{ nm}$  fallen dabei in einer Sekunde auf die lichtempfindliche Fotokathode?

### Aufgabe 4

Eine 40-Watt-Lampe setzt etwa 5% der elektrischen Leistung in Strahlungsleistung des sichtbaren Lichtes um. Wie groß ist die Anzahl  $N$  der Lichtquanten des sichtbaren Lichts, die in einer Sekunde ausgestrahlt werden, wenn man von einer mittleren Wellenlänge des Lichts  $\lambda = 550 \text{ nm}$  ausgeht?

### Aufgabe 5

Eine Natriumfotozelle wird mit Licht der Wellenlänge  $\lambda = 560 \text{ nm}$  bestrahlt. Die Austrittsarbeit bei Natrium beträgt  $3,06 \text{ eV}$ . Die Fotoschicht erfährt die Strahlungsleistung  $P = 10^{-2} \text{ W}$ .

Welche Stromstärke  $I$  hat unter diesen Voraussetzungen der durch den Fotoeffekt in der Zelle bewirkte elektrische Strom, wenn durch eine positive Spannung zwischen Kathode und Anode alle Fotoelektronen auf die Anode gelangen, und die eingestrahelte Energie vollständig zur Erzeugung von Fotoelektronen genutzt wird?

### Aufgabe 6

Die Austrittsarbeit bei Kalium beträgt  $W_A = 2 \text{ eV}$ . Auf die Kaliumschicht fällt Licht mit der Wellenlänge  $\lambda = 350 \text{ nm}$ .

- a) Wie groß ist die kinetische Energie der energiereichsten Fotoelektronen in den Energieeinheiten Joule (J) und Elektronvolt (eV)?
- b) Wie groß ist die Geschwindigkeit der schnellsten Elektronen? (Klassische Rechnung)

### Aufgabe 7

Nach der Vorstellung der klassischen Wellentheorie ist die Energie einer Welle gleichmäßig über die Welle verteilt. Die zum Austritt eines Elektrons aus der Fotoschicht erforderliche Energie beträgt einige eV. Bei Natrium z.B. beträgt die Austrittsarbeit ca.  $3 \text{ eV}$ . Ein nachweisbarer Photostrom fließt bereits bei einer Bestrahlungsintensität von ca.  $10^{-6} \text{ W/m}^2$  (sofern die gesamte Strahlung absorbiert wird). Die Anzahl der Atome einer einatomigen Lage Natrium mit einer Fläche von  $1 \text{ m}^2$  beträgt etwa  $10^{19}$ .

- a) Wie groß ist die auf jedes Atom entfallende Leistung unter der Annahme, daß das Licht in den obersten 10 Atomlagen absorbiert wird?
- b) Wie lange dauert es demzufolge, bis ein Elektron eines einzelnen Atoms, genügend Energie aufgenommen hat, um aus der Oberfläche austreten zu können?
- c) Vergleiche diesen Wert mit der experimentell ermittelten Verzögerung zwischen Lichteinfall und Elektronenaustritt von weniger als  $3 \cdot 10^{-9} \text{ s}$ . Interpretiere das Ergebnis!

## Aufgabe 8

Fällt Licht auf eine Photozelle, so kann zwischen der lichtempfindlichen Schicht und der Gegenelektrode eine Spannung  $U$  entstehen.

- a) Erkläre, wie diese Spannung zustande kommt.  
b) Verwendet man Licht verschiedener Wellenlängen einer Quecksilberdampfampe, so erhält man bei einer kaliumbeschichteten Photozelle folgende Meßwerte.

| Farbe    | $\lambda$ in nm | $U$ in V |
|----------|-----------------|----------|
| grün     | 546             | 0,02     |
| blau     | 436             | 0,60     |
| violett  | 405             | 0,82     |
| UV-Licht | 366             | 1,14     |

Stelle in einem Schaubild die Abhängigkeit der Spannung  $U$  von der Frequenz des Lichtes dar. (Maßstab  $0,5 \text{ V} \sim 1 \text{ cm}$ ;  $10^{14} \text{ Hz} \sim 1 \text{ cm}$ ) Welche Frequenz muß das Licht mindestens haben, damit bei dieser Photozelle eine Spannung auftritt?

Welche Spannung erhält man, wenn bei diesem Versuch die Lichtintensität verdoppelt wird?

Warum lassen sich die Ergebnisse solcher Versuche nicht im Wellenmodell des Lichts erklären? Wie kann man sie deuten?

- c) Bestimme mit Hilfe der Meßwerte aus Teilaufgabe b) die Plancksche Konstante  $h$  und entnimm aus dem gezeichneten Schaubild die Austrittsarbeit  $W_A$  für Elektronen bei dieser Photozelle.

- d) Für Cs beträgt die Austrittsarbeit 1,94 eV. Spricht eine Photozelle mit Cs-Schicht auf Licht der Wellenlänge  $\lambda = 700 \text{ nm}$  an?

Wie ändert sich das in Teilaufgabe b) gezeichnete Diagramm, wenn man statt der Kaliumzelle eine Cäsiumzelle verwendet?

## Aufgabe 9

Eine Fotodiode wird mit Licht der Wellenlänge  $\lambda = 540 \text{ nm}$  bestrahlt. Legt man zwischen Kathode und Anode eine Gegenspannung von 0,34 V, so werden auch die schnellsten aller Elektronen, die durch Wechselwirkung des Lichts mit der Kathode aus dieser ausgetreten sind, gerade auf die Geschwindigkeit Null abgebremst.

- a) Wie groß ist die Energie  $E$  der Photonen, die maximale kinetische Energie  $E_{kin}$  der Elektronen, die Auslösearbeit  $W_a$ , sowie die Grenzfrequenz  $f_g$  des Kathodenmaterials?  
b) Mit welcher maximalen Geschwindigkeit verlassen die Elektronen die Kathode?  
c) Wie wirkt sich eine Verdoppelung der Lichtintensität auf die maximale Geschwindigkeit der Elektronen aus? (Begründung!)  
d) Verbindet man Kathode und Anode durch einen Leiter, so fließt ein Photostrom. Wie wirkt sich eine Verdoppelung der Lichtintensität auf die Stromstärke aus? (Erkläre!)