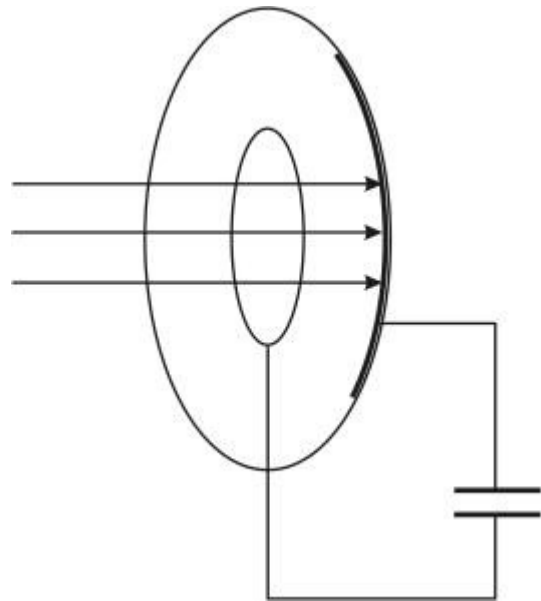


Aufgaben Quantenphysik

1. Eine Kaliumfotозelle wird zum Aufladen eines Kondensators verwendet. Dazu wird die Fotokathode mit Licht aus dem Spektrum einer Quecksilberdampf Lampe bestrahlt. Licht der Wellenlänge $\lambda_1 = 579 \text{ nm}$ bewirkt keine Aufladung des Kondensators, auch wenn die Beleuchtungsstärke erhöht wird. Wird dagegen Licht der Wellenlänge $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ verwendet, lädt sich der Kondensator auf die Spannung $0,81 \text{ V}$ auf.
- Erklären Sie diesen Sachverhalt.
 - Berechnen Sie die Ablösearbeit der Elektronen bei Kalium.
 - Auf welche Spannung lädt sich der Kondensator auf, wenn man die Fotokathode mit Licht der Wellenlänge $\lambda_3 = 436 \text{ nm}$ beleuchtet?
 - Welchen Einfluss hat im letzten Versuch eine Erhöhung der Beleuchtungsstärke auf die Ladezeit und die Spannung des Kondensators?



Lösungen

1.

a) Die Energie des Lichtes ist direkt proportional zur Frequenz oder umgekehrt proportional zur Wellenlänge. Licht mit der kleineren Wellenlänge hat eine größere Energie. Damit besitzt das Licht mit $\lambda_1 = 579 \text{ nm}$ (gelb) weniger Energie als das Licht mit $\lambda_2 = 405 \text{ nm}$ (violett). Die Photonen des gelben Lichtes sind nicht in der Lage, Elektronen aus der Katode herauszulösen, da sie eine kleiner Energie als die notwendige Ablöseenergie der Elektronen besitzen. Sie geben zwar ihre Energie ab, schaffen es aber nicht, die Elektronen aus ihrer Bindung im Atom zu trennen. Die Photonen des violetten Lichtes dagegen besitzen soviel Energie, um die Elektronen herauszulösen und ihnen noch soviel Energie mitzugeben, dass sie den Kondensator aufladen können.

b)

Das ist auch der Lösungsansatz zur Berechnung der Ablöseenergie der Elektronen bei Kalium.

Die Photonen geben beim Auftreffen auf die Katode mit einem Mal ihrer gesamten Energie an ein Elektron ab. Da gibt es keine halben Sachen oder ein Aufsammeln von Energie.

Die Energie des Photons wird für das Herauslösen des Elektrons verwendet. Was dann noch übrig ist, beschleunigt das Elektron, das dann gegen das sich aufbauende Feld des Kondensators anlaufen kann. Damit baut sich am Kondensator eine Spannung auf.

Dieser Vorgang lässt sich mit der Einstein-Gleichung beschreiben:

$$E_{\text{el}} = h \cdot f - W_A$$

$h \cdot f$ ist die Energie eines Photons

W_A die Ablösearbeit für das Elektron, die von der Energie des Photons abgezogen werden muss

E_{el} ist die Energie, die übrig bleibt, um den Kondensator aufzuladen.

In der Gleichung wird die Frequenz des Lichtes verwendet, also:

$$c = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{405 \cdot 10^{-9} \text{ m}}$$

$$f = 7,41 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Damit wird

$$W_A = h \cdot f - E_{\text{el}}$$

$$W_A = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 7,41 \cdot 10^{14} \text{ Hz} - 0,81 \text{ eV}$$

$$W_A = 2,26 \text{ eV}$$

c)

Die Wellenlänge des jetzt verwendeten Lichtes liegt zwischen den beiden aus dem ersten Versuch. Damit wird sich der Kondensator, wenn überhaupt, nicht so hoch aufladen.

Als erstes wird die Frequenz des Lichtes berechnet.

$$c = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{436 \cdot 10^{-9} \text{ m}}$$

$$f = 6,88 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Damit geht man in die Einstein-Gleichung:

$$E_{\text{el}} = h \cdot f - W_A$$

$$E_{\text{el}} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 6,88 \cdot 10^{14} \text{ Hz} - 2,26 \text{ eV}$$

$$E_{\text{el}} = 0,59 \text{ eV}$$

Damit kann der Kondensator auf eine Spannung von 0,59 V aufgeladen werden.

d) Bei einer Erhöhung der Beleuchtungsstärke wird der Kondensator schneller aufgeladen, da in gleicher Zeit mehr Elektronen herausgelöst werden. Die Spannung bleibt aber auf diesem Wert, da die Photonen nicht mehr Energie haben.