

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**Der Photoeffekt** In dieser ersten Aufgabe soll eine Messung zum Photoeffekt (Albert Einstein) ausgewertet werden. In einem Experiment wurde dazu eine Photozelle mit dem Licht von Leuchtdioden (LEDs), die relativ gutes monochromatisches Licht liefern, bestrahlt; daher benötigt man auch keine Linsen, Spalte usw. Die Energie der ausgelösten Photoelektronen wird mit Hilfe eines Operationsverstärkers (OP) über eine Spannungsmessung bestimmt. Es wird jeweils die Wellenlänge der von der LED emittierten Lichts sowie die Spannung, die nach kurzem Anstieg einen konstanten Wert erreicht, gemessen. Die verwendete Photozelle verfügt über eine Metallschicht aus Cäsium (Cs).

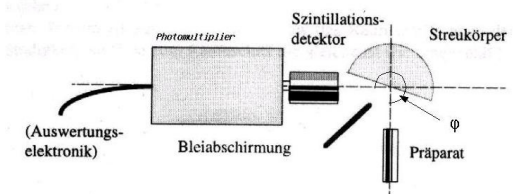
1.1.

- Erkläre die physikalischen Vorgänge beim Anstieg der Spannung sowie beim Erreichen der Grenzspannung.
- Erläutere die Erscheinung des Photoeffekts vor dem Hintergrund der Quantenhypothese des Lichts. Gehe dabei insbesondere auf die Schwierigkeiten ein, die das Wellenmodell des Lichtes bei der Erklärung des Effektes macht.

Farbe	$\lambda/\text{nm}$	$U_c/\text{V}$
Infrarot	950	(nicht messbar)
tiefrot	665	0,12
rot	635	0,22
gelb-orange	590	0,34
grün	560	0,47
blau	480	0,80

- Bestimme aus den Messwerten jeweils die Frequenz  $f$  der gemessenen Spektrallinien sowie die zur Abbremsung der Elektronen benötigte elektrische Arbeit  $W$ . Liste die Ergebnisse sauber tabellarisch auf.
- Trage die zur Abbremsung der Elektronen benötigte Arbeit  $W$  graphisch gegen die Frequenz  $f$  auf und bestimme - sofern eine Ausgleichsgerade durch die Messwerte sinnvoll ist - die Steigung  $h$ .
- Welche physikalische Bedeutung haben die Achsenabschnitte, konkret der Schnittpunkt mit der  $W$ -Achse und der Schnittpunkt mit der  $f$ -Achse?
- Berechne die Grenzwellenlänge  $\lambda_g$ , oberhalb der mit der verwendeten Photozelle kein Photostrom messbar sein dürfte.

**Compton-Effekt** Der nach Arthur Compton benannte Effekt bezeichnet die Vergrößerung der Wellenlänge eines Photons bei der Streuung an einem Elektron (oder anderen geladenen Teilchen). Die Wechselwirkung zwischen Photon und Elektron wird dabei genauso beschrieben wie der elastische Stoß zwischen Billardkugeln – ein weiterer Hinweis auf den Teilchencharakter des Lichtes.



- Ein  $\gamma$ -Strahlungsdetektor („Szintillationsdetektor mit Photomultiplier“) hat unter Winkeln  $\varphi$  die  $\gamma$ -Spektren gemessen (s. unten rechts).

- Bestimme die Wellenlänge  $\lambda$  der ursprünglichen Photonen ( $\varphi=0^\circ$ , dunkler Graph).
- Bestimme die Wellenlänge  $\lambda'$  der gestreuten Photonen ( $\varphi=160^\circ$ , heller Graph).

(Tipp: Bestimme die Mitte der Peaks! Umrechnung  $eV \rightarrow J$ !)

- Nach der Theorie von Compton gilt für die Wellenlängenänderung

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} \cdot (1 - \cos \varphi)$$

$$m_e = \text{Masse des } e^-$$

- Berechne die Wellenlänge  $\lambda'$  der gestreuten Photonen.
- Berechne die Energie  $E'$  in der Einheit  $eV$ .
- Vergleiche die Werte  $\lambda'$  und  $E'$  mit denen, die du in 2.1. aus dem Graphen ermittelt hast und gib ein abschließendes physikalisches Urteil ab.

