



### Allgemeine Hinweise:

- 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!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**Aufgabe 1: 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) gemessen. 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), das eine niedrigere Austrittsarbeit hat als Kalium.

- 1.1. Erläutere die Erscheinung des Photoeffekts vor dem Hintergrund der Quantenhypothese des Lichts. Welche Aufgabe hat der OP?
- 1.2. 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.
- 1.3. Trage die zur Abbremsung der Elektronen benötigte Arbeit  $W$  graphisch über der Frequenz  $f$  auf und bestimme - sofern eine Ausgleichsgerade durch die Messwerte sinnvoll ist - die Steigung  $h$ .
- 1.4. Welche physikalische Bedeutung haben die Achsenabschnitte, konkret der Schnittpunkt mit der  $W$ -Achse und der Schnittpunkt mit der  $f$ -Achse?
- 1.5. Berechne die Grenzwellenlänge  $\lambda$ , oberhalb der mit der verwendeten Photozelle kein Photostrom messbar sein dürfte.

Farbe	$\lambda/\text{nm}$	$U_G/\text{V}$
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

**Aufgabe 2: Elektronen als Quantenobjekte** Gegenstand dieser Aufgabe sind Überlegungen zur deBroglie-Wellenlänge von Materie. Der Nachweis der Welleneigenschaften massiver Materie war schließlich ein entscheidender Schritt zu einem neuen Verständnis von Materie.

- 2.1. Beschreibe qualitativ - also ohne Angabe von numerischen Daten - das Experiment zum Nachweis der deBroglie-Wellenlänge, das wir im Unterricht durchgeführt haben.
- 2.2. Die verwendete Elektronenstrahlröhre kann Elektronen in einem Bereich der Beschleunigungsspannung zwischen  $U_{\min}=150\text{V}$  und  $U_{\max}=3500\text{V}$  emittieren. Berechne die Grenzen für die Wellenlänge der Elektronen.
- 2.3. Ein Staubkorn ( $m=0,002\text{g}$ ) sinkt im Schwerfeld der Erde mit einer konstanten Geschwindigkeit von  $v=3\text{mm/s}$ . Bestimme seine Wellenlänge.
- 2.4. Warum hat die deBroglie-Wellenlänge für solche Körper wie in 2.3 keine alltägliche Bedeutung?

Konstanten  
und Einheiten

- siehe Formelsammlung

Viel Spaß!

