



- 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 gegen die 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: Das Bohrsche Atommodell** Das Bohrsche Atommodell ist laut Wikipedia eine „überholte Theorie, die den semiklassischen Quantentheorien zugerechnet wird“. Nichtsdestotrotz stellt es ein einfaches Mittel dar um die Spektrallinien und die Größe des Wasserstoffatoms zu berechnen bzw. abzuschätzen.

- 2.1. Schildere detailliert die Postulate dieser Theorie und leite über eine Betrachtung der auf das Elektron wirkenden Kräfte die Gleichung für den Radius der  $n$ -ten Kreisbahn  $r_n = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} n^2$  her.
- 2.2. Zwischen Elektron und Proton wirkt die Coulombkraft. Zeige, dass die ebenfalls wirkende Gravitationskraft im Vergleich dazu völlig vernachlässigbar ist, indem du das Verhältnis  $\frac{F_c}{F_g}$  berechnest (das  $e^-$  befinde sich im Grundzustand  $n=1$ ).

Für die Gesamtenergie des Elektrons (=Summe aus pot. und kin. Energie) ergibt sich  $E_n = -13,6 \text{ eV} \frac{1}{n^2}$  (negativ, weil das  $e^-$  gebunden ist, also erst Energie aufgebracht werden muss, um es vom Atomkern zu „befreien“).

- 2.3. Berechne  $E_1$  bis  $E_6$  und bestimme die Übergänge, deren Wellenlängen im Bereich des sichtbaren Lichtes (ca. 400-800 nm) liegen. (Mit Begründungen kann man sich hier viel Rechenarbeit sparen!)

Konstanten  
und Einheiten

- siehe Formelsammlung

Viel Spaß!

