

Die Aufgaben des Übungsblattes werden in Form einer Präsenzübung in den Übungsgruppen in der Woche vom 16. bis 20. April 2018 besprochen.

**1. [Präsenzaufgabe] Compton-Effekt**

Unter dem Compton-Effekt versteht man die Streuung von elektromagnetischer Strahlung an freien oder schwach gebundenen Teilchen. Betrachten Sie diese Streuung als elastischen Stoß eines Photons mit (relativistischem Dreier-) Impuls  $p_p = \frac{h}{\lambda}$  mit einem ruhenden Teilchen der Ruhemasse  $m_0$ . Die Wellenlänge des gestreuten Photons sei  $\lambda'$ .

- Berechnen Sie mithilfe der relativistischen Ausdrücke für die Energie- und Impulserhaltung die Wellenlängenänderung  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$  als Funktion des Streuwinkels  $\theta$  zwischen den Richtungen des einfallenden und gestreuten Photons.
- Bestimmen Sie die relative Wellenlängenänderung  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$  im Fall der Streuung an einem freien Elektron mit Ablenkwinkel  $\theta = \pi/2$  für sichtbares Licht ( $\lambda_L = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ ), Röntgenstrahlung ( $\lambda_R = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ ) und  $\gamma$ -Strahlung ( $\lambda_\gamma = 2 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ ).

**2. [Präsenzaufgabe] Foto-Effekt**

Berechnen Sie die Grundfrequenz und die entsprechende Grenzwellenlänge einer Fotozelle, die Silber (Austrittsarbeit:  $W_A = 4.7 \text{ eV}$ ) als emittierendes Material enthält.

Welche Energie und welche Geschwindigkeit haben die Photoelektronen bei UV-Licht ( $\lambda = 10^{-7} \text{ m}$ )? Warum ist die Energie bei  $\lambda = 5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$  nicht doppelt so groß?

**3. [Präsenzaufgabe] Schwarzkörper-Strahlung**

- Berechnen Sie die Position des Maximums der Spektraldichte, und zeigen Sie, dass sie proportional zur Temperatur ist (Wiensches Verschiebungsgesetz).
- Bestimmen Sie die Temperaturabhängigkeit der Gesamtenergiedichte (Stefan-Boltzmann-Gesetz) aus der Spektraldichte der Hohlraumstrahlung.
- Zeigen Sie, dass die Plancksche Verteilung für kleine Frequenzen auf die Rayleigh-Jeans-Formel führt. Geben Sie eine Näherungsformel der Planckschen Verteilung für große Frequenzen an.

**4. [Präsenzaufgabe] Stern-Gerlach-Experiment**

Skizzieren und beschreiben Sie das Stern-Gerlach-Experiment. Erläutern Sie die von Stern und Gerlach im Jahre 1922 gefundenen Resultate. Interpretieren Sie diese Ergebnisse. Stimmen die Resultate mit der Theorie der klassischen Mechanik überein?