

(Besprechung in Ihrer Übungsgruppe in der Woche vom 19.-23.04.2010)
Anmerkung: Sie müssen zu diesem Übungsblatt keine Lösungen abgeben,
der gewohnte Übungsbetrieb startet nächste Woche mit Blatt 1.

1. 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 λ' .

- Berechnen Sie mit Hilfe der relativistischen Ausdrücke für die Energie- und Impulserhaltung die Wellenlängenänderung $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ als Funktion des Streuwinkels θ 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 ($\lambda = 400nm$), Röntgenstrahlung ($\lambda = 0.5\text{\AA}$) und γ -Strahlung ($\lambda = 0.02\text{\AA}$).

2. Foto-Effekt

Berechnen Sie die Grundfrequenz und die entsprechende Grenzwellenlänge einer Fotozelle, die Silber (Austrittsarbeit: $W_A = 4.7eV$) als emittierendes Material enthält. Welche Energie und welche Geschwindigkeit haben die Photoelektronen bei UV-Licht ($\lambda = 100nm$)? Warum ist die Energie bei $\lambda = 50nm$ nicht doppelt so groß?

3. 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. Lineare Operatoren und Kommutatoren

- Lineare Operatoren:
Wie sind lineare Operatoren definiert? Geben Sie Beispiele für lineare Operatoren an.
- Kommutatoren:
 - Drücken Sie den Kommutator $[\hat{A}\hat{B}, \hat{C}]$ der drei Operatoren $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}$ durch die Kommutatoren $[\hat{A}, \hat{C}]$ und $[\hat{B}, \hat{C}]$ aus.
 - Zeigen Sie die Gültigkeit der Relation

$$[\hat{A}^m, \hat{B}] = m\hat{A}^{m-1} [\hat{A}, \hat{B}]$$

falls $[[\hat{A}, \hat{B}], \hat{A}] = 0$ für $(m \in \mathbb{N})$ gilt.

5. 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? Begründen Sie ihre Antwort.