

[Abgabe 10.4. in der Vorlesung; Besprechung 13.4. in den Übungen]
 [Ü: 8-10 (D01-249); 10-12 (D01-112A, D2-240, D3-203); 12-14 (C01-252, D6-135)]

***Aufgabe* 1:** (3+4+3=10 Punkte)

(a) Ein Neutron hat eine Radius von etwa $1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$. Welche Energie würde man benötigen, um das Innere dieses Teilchens mit Hilfe von Elektronen zu untersuchen? Welche Geschwindigkeit müssten die Elektronen also mindestens haben?

(b) Geben Sie (aufgrund von Informationen, die Sie z.B. im Semesterapparat finden) die Formel zur Schwarzkörperstrahlung zusammen mit ihrer Herleitung nach Planck an. Fassen Sie die Herleitungen der entsprechenden Näherungsformeln von Wien und Rayleigh-Jeans zusammen.

(c) In unserem Universum gibt es eine Schwarzkörperstrahlung (die kosmische Hintergrundstrahlung), welche einer Temperatur von etwa 3 K entspricht. Berechnen Sie die Energie eines Photons, das die zu dem Maximum dieser Strahlungsverteilung zugehörige Wellenlänge besitzt.

Aufgabe 2:

Die elastische Streuung eines Photons an einem Elektron nennt man *Compton-Streuung*. Dabei sei λ die Wellenlänge des einlaufenden Photons, λ' diejenige des auslaufenden Photons, und φ der Streuwinkel (die Ablenkung des Photons von seiner Bahn). Leiten Sie unter Benutzung von Energie- und Impuls-Erhaltung sowie den de Broglie-Beziehungen den Zusammenhang

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

her. In welchem Frequenzbereich sollte die Strahlung sich also befinden, damit man einen erheblichen Effekt beobachten kann?

Aufgabe 3:

Seien $\tilde{f}(\vec{k}), \tilde{g}(\vec{k})$ die Fourier-Transformierten der beiden komplexwertigen (und quadratintegralen) Funktionen $f(\vec{r}), g(\vec{r})$. Zeigen Sie, dass dann die folgenden Gleichungen gelten:

$$(a) \quad \int d^3\vec{r} f^*(\vec{r}) g(\vec{r}) = \int \frac{d^3\vec{k}}{(2\pi)^3} \tilde{f}^*(\vec{k}) \tilde{g}(\vec{k})$$

$$(b) \quad \int \frac{d^3\vec{k}}{(2\pi)^3} \tilde{f}^*(\vec{k}) \vec{k} \tilde{g}(\vec{k}) = \int d^3\vec{r} f^*(\vec{r}) (-i\nabla_r) g(\vec{r})$$

$$(c) \quad \int d^3\vec{r} f^*(\vec{r}) \vec{r} g(\vec{r}) = \int \frac{d^3\vec{k}}{(2\pi)^3} \tilde{f}^*(\vec{k}) (i\nabla_k) \tilde{g}(\vec{k})$$

-
- Bitte geben Sie Ihre Lösung der *markierten *Aufgabe** in der Vorlesung ab (Name oben rechts)
 - Bearbeiten Sie die *restlichen* Aufgaben, so dass Sie diese in den Übungen erklären können
 - Die Homepage der Vorlesung ist <http://www.physik.uni-bielefeld.de/~yorks/qm12>