

Blatt 2

(Ausgabe am 26.10., Besprechung am 30.10.-1.11.)

Aufgabe 7: Photonen zählen

- Schätzen Sie ab, wie viele Photonen eine Glühlampe mit 100 W pro Sekunde im sichtbaren Bereich des Lichts emittiert.
- Eine Mikrowellenherd erzeugt elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge von 12,2 cm und einer Leistung von 760 W. Berechnen Sie die Anzahl der von der Mikrowelle pro Sekunde erzeugten Photonen.
- Das menschliche Auge reagiert bereits auf Licht mit einer Energie von bis zu 10^{-18} J. Wie viele Photonen führen zu einem wahrnehmbaren Lichteindruck, wenn das Auge von Licht der Wellenlänge 550 nm getroffen wird, bei der die visuelle Sensitivität maximal ist?

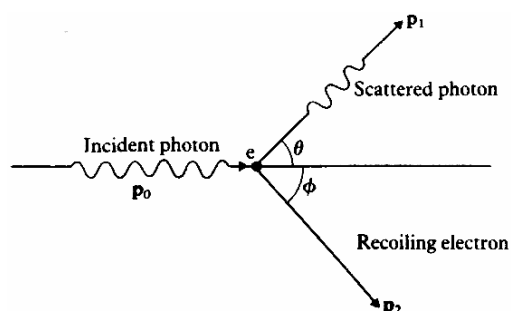
Aufgabe 8: Compton-Effekt

Wir hatten in der Vorlesung gesehen, dass ein wichtiges Experiment zur Bestätigung der „Teilchennatur“ elektromagnetischer Strahlung das Experiment von Compton zur Streuung von Röntgenstrahlung an Graphit war. Compton beobachtete hierbei eine Wellenlängenverschiebung

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_0 = 2\lambda_c \sin^2(\theta/2)$$

zwischen der Wellenlänge der einfallenden (λ_0) und der Wellenlänge der unter dem Winkel θ gestreuten Strahlung (λ_1). Er interpretierte seine Beobachtung als Resultat eines Stoßprozesses von Röntgenphotonen mit freien Elektronen.

Beweisen Sie obige Beziehung und bestimmen Sie die Comptonwellenlänge λ_c für die Streuung an Elektronen, indem Sie die Impuls- und Energieerhaltung für den unten dargestellten Streuprozess relativistisch betrachten.


Aufgabe 9: Endliche Kernmasse im Bohrschen Wasserstoffatom

Zeigen Sie, dass man bei Berücksichtigung einer endlichen Kernmasse M im Bohrschen Atommodell die Rydberg-Konstante R folgendermaßen modifizieren muss:

$$R = \frac{M}{m + M} R(\infty)$$

m ist hierbei die Elektronenmasse und $R(\infty)$ die Rydberg-Konstante für unendlich große Kernmasse M .

Blatt 2(Ausgabe am 26.10., Besprechung am 30.10.-1.11.)

Aufgabe 10: Atome in der Sonne

In der Sonne vollzieht sich im ionisierten Helium (He^+) unter Photonenemission ein Übergang vom Zustand mit der Hauptquantenzahl $n = 6$ zum Zustand mit $n = 2$.

- Berechnen Sie die Übergangsenergie (in eV). Geben Sie auch die zugehörige Wellenlänge an.
- Können diese Photonen von den in der Sonne vorkommenden Wasserstoffatomen resonant absorbiert werden? Wenn ja, zwischen welchen Energiezuständen vollzieht sich der resonante Übergang im Wasserstoffatom?

Aufgabe 11: Quantisierung beim klassischen Pendel?

Der Grund dafür, dass in der klassischen Physik in der Regel gequantelte Energiestufen keine Rolle spielen, liegt an der Kleinheit des Planckschen Wirkungsquantums h . Um dies zu veranschaulichen, betrachten Sie ein makroskopisches klassisches Pendel mit der Masse $m = 1 \text{ kg}$ und der Federkonstante $D = 20 \text{ Nm}^{-1}$, das mit einer Amplitude $x_0 = 0,01 \text{ m}$ schwingt.

- Berechnen Sie klassisch die Energie dieses Pendels.
- Bestimmen Sie die Anzahl n an Energiequanten $E_0 = h\nu$, die dieser Energie entsprechen.
- Berechnen Sie die relative Energieänderung $\Delta E/E$, die auftritt, wenn sich die „Quantenzahl“ n um 1 ändert.