

Übungsblatt 4

Ausgabe: 12.5.2006

Rückgabe: 22.5.2006 vor der Vorlesung

1. Betrachten Sie Compton-Streuung von $h\nu = 8 \text{ keV}$ Synchrotronstrahlung an He und von γ -Strahlen einer radioaktiven ^{137}Cs Probe mit $\lambda = 1.88 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}$ an Graphit. Der Streuwinkel soll $\varphi = 90^\circ$ betragen. Berechnen Sie in beiden Fällen:
- Die Verschiebung der Wellenlänge durch Compton-Streuung,
 - die Energie des ionisierten Elektrons (Bindungsenergie soll vernachlässigt werden) und
 - den Energieverlust des gestreuten Photons in %.

(3 Punkte)

2. Zeigen Sie, dass ein freies Elektron ein Photon nicht absorbieren kann.

(2 Punkte)

3. Betrachten Sie Comptons Originalexperiment (einfallende Photonen: Mo $K\alpha$ -Linie bei Wellenlänge $\lambda = 0.7093 \text{ \AA}$) mit den nichtrelativistischen Ausdrücken für Elektronenenergie und -impuls. Berechnen Sie dazu den Streuwinkel, den man nicht-relativistisch für den Energieverlust des Photons bei $\varphi = 135^\circ$ nach der relativistischen Rechnung erhalten würde. Führen Sie dieselbe Rechnung für den oben erwähnten γ -Strahler durch ($\lambda = 1.88 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}$).

(3 Punkte)

4. Ein Lichtstrahl wird in einem absorbierenden Medium exponentiell abgeschwächt:

$$I(d) = I(0) \exp(-\sigma n d).$$

Dies ist das Lambert-Beer-Gesetz, mit I : Intensität, d : im Medium zurückgelegte Strecke, σ : Wirkungsquerschnitt, n : Teilchenzahllichte des Materials. Berechnen sie die Abschwächung eines ultravioletten Lichtstrahls ($\lambda = 250 \text{ nm}$) durch Ozon (Wirkungsquerschnitt $11.2 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2/\text{Molekül}$) bei einem Druck von 10^{-3} mbar sowie die Abschwächung von $h\nu = 30 \text{ keV}$ Röntgenstrahlung durch Luft unter Normalbedingungen. Die Wirkungsquerschnitte von Luft sollen aus denjenigen für atomaren Stickstoff abgeschätzt werden, diese sind in Einheiten von $10^{-28} \text{ m}^2/\text{Atom}$ ca. photoelektrischer Effekt: 2.021, 'Rayleigh'-Streuung: 0.857, Compton-Streuung: 3.966. (Molekulare Effekte bei der Absorption und Vorwärts-Streuung sollen vernachlässigt werden.) Geben Sie die Abschwächung als Länge d an, bei der der Strahl auf 10 % seiner Intensität abgeschwächt wurde.

(2 Punkte)