

Physik der Materie I
FSU Jena - WS 07/08
Serie 02 - Lösungen

Stilianos Louca

5. Februar 2008

Thema: Photon, Materiewellen, Wellenpaket, Phasengeschwindigkeit, Gruppengeschwindigkeit

Aufgabe 04

Sei λ die ursprüngliche Wellenlänge des Photons und m_{0e} die Ruhemasse des Elektrons. In Serie 01 - Aufgabe 03 wurde durch Untersuchung der Impuls- und Energieerhaltung (relativistisch) gezeigt dass die Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ des *restlichen* Photons gegeben ist durch

$$\Delta\lambda = \frac{h(1 - \cos\varphi)}{m_{0e}c}$$

wobei φ der Auslenkungswinkel des Elektrons nach dem Stoß ist. Damit die gesamte Energie des Photons an das Elektron abgegeben wird, muss $\Delta\lambda \rightarrow \infty$ gehen. Doch aus der obigen Gleichung ist ersichtlich dass dies unter keinen Umständen sein kann. \square

Aufgabe 05

- a) Aufgrund der Energieänderung ΔU hat das Elektron eine neue Wellenlänge $\lambda_2 \approx \frac{h}{\sqrt{2mE_2}}$ wobei m die Ruhemasse des Elektrons sei. Also:

$$Q := \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sqrt{E_1 + \Delta U} - \sqrt{E_1}}{\sqrt{E_1 + \Delta U}}$$

wobei E_1 die Anfangsenergie und e die Ladung des Elektrons seien.

- b) Durch das Snelliussche Brechungsgesetz folgt

$$\sin\alpha_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \sin\alpha_1 = \sqrt{\frac{E_1}{E_1 + \Delta U}} \cdot \sin\alpha_1$$

- c) Sind $n_1 = 1$ und n_2 jeweils die Brechungsindizes in der Luft und im Metall, gilt

$$n_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot n_1 = \sqrt{\frac{E_1 + \Delta U}{E_1}}$$

- d) Für den Spezialfall $E = 10$ eV und $\Delta U = 1.3$ eV folgt

$$Q \approx 0.059, \quad n_2 \approx 1.047$$

Aufgabe 06

Die Energie E_p der einzelnen Photonen (Wellenlänge λ) muss erfüllen:

$$E_p = \frac{hc}{\lambda} = \Phi + 1 \text{ eV} = 6.1 \text{ eV}$$

Also

$$\lambda = \frac{hc}{E} \approx 2.035 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Aufgabe 07

Elektron und Positron, haben jeweils die Energie

$$E = m_e c^2 = \frac{m_{e_0} c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

was auch der Energie eines einzelnen Photons entspricht. Somit ergibt sich für die Photonen jeweils die Wellenlänge

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{h}{m_{e_0} c^2} \cdot \sqrt{c^2 - v^2} \approx 0.18 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$