

Themenschwerpunkt A**Atom- und Molekülphysik****Aufgabe 1: Compton-Streuung (20 Punkte)**

Photonen der Wellenlänge λ treffen auf ruhende Elektronen. Nach ihrer Wechselwirkung werden Photonen registriert, die bei unterschiedlichen Streuwinkeln φ gegenüber der Richtung der einfallenden Photonen unterschiedliche Wellenlängen $\lambda' \geq \lambda$ besitzen.

- a) Zeigen Sie, dass die Energieerhaltung bei der Elektron-Photon-Streuung die Beziehung

$$p_e^2 = \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'} \right)^2 + 2mc \left(\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'} \right)$$

erzwingt, wobei p_e der relativistische Impuls des Elektrons und m dessen Ruhemasse ist.

(3 Punkte)

- b) Zeigen Sie, dass die Impulserhaltung bei der Elektron-Photon-Streuung zu der Beziehung

$$p_e^2 = \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 - \frac{2h^2}{\lambda\lambda'} \cos \varphi + \left(\frac{h}{\lambda'} \right)^2$$

führt.

(3 Punkte)

- c) Zeigen Sie, dass aus Energie- und Impulserhaltung zusammen (Aufgabenteile a) und b)) die Compton-Streuformel

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \varphi)$$

resultiert.

(2 Punkte)

- d) Berechnen Sie den maximalen Wert der Wellenlängenänderung. Interpretieren Sie das Ergebnis hinsichtlich der Compton-Streuung von sichtbarem Licht.

(3 Punkte)

- e) Berechnen Sie die kinetische Energie (in eV) des Elektrons für den Fall, dass die Wellenlänge des einfallenden Photons 0,10 nm beträgt und das gestreute Photon um 90° gegenüber dem einfallenden Photon abgelenkt ist.

(3 Punkte)

- f) A. H. Compton hat seine Streuexperimente 1923 mit Röntgenstrahlung durchgeführt, die er auf eine Graphitfolie richtete. Dabei hat er neben der verschobenen Wellenlänge bei jedem Streuwinkel auch die unverschobene Wellenlänge gefunden. Erklären Sie dies anhand der Streuformel.

(3 Punkte)

- g) Zeigen Sie, dass ein freies Elektron ein Photon nicht absorbieren kann!

(3 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!