

Themenschwerpunkt A
Atom- und Molekülphysik

Aufgabe 1: Compton-Effekt**(20 Punkte)**

- a) Erläutern Sie unter Verwendung einer Skizze den Prozess der Compton-Streuung. Geben Sie den Spektralbereich an, in dem dieser Prozess gegenüber anderen Prozessen dominiert. Nennen Sie zwei andere Wechselwirkungsprozesse zwischen Photonen und Materie und die Energiebereiche, in denen diese Prozesse besonders stark auftreten. (4 Punkte)
- b) Leiten Sie her, wie die Wellenlängenverschiebung des gestreuten Photons vom Streuwinkel θ abhängt. Verwenden Sie hierzu Energie- und Impulserhaltung und die relativistische Energie-Impuls-Relation. Hinweis: Drücken Sie den Impuls des Elektrons nach dem Stoß durch θ und die Impulse des Photons vor und nach dem Stoß aus. (5 Punkte)
- c) Berechnen Sie die Energie des Photons E'_p nach dem Stoß und die kinetische Energie des Elektrons E_{kin} nach dem Stoß als Funktion von θ und der Energie des Photons E_p vor dem Stoß. Berechnen Sie die maximal vom Photon auf das Elektron übertragbare Energie und den dazu gehörigen Streuwinkel. Berechnen Sie die maximale Wellenlänge der gestreuten Photonen und die maximale kinetische Energie der gestreuten Elektronen für einen monochromatischen Strahl von Photonen der Wellenlänge $\lambda = 0,0025 \text{ nm}$. (6 Punkte)
- d) Berechnen Sie, ob es für ein Photon möglich ist, seine gesamte Energie auf ein freies Elektron zu übertragen. Erläutern Sie dieses Ergebnis physikalisch. (2 Punkte)
- e) Bei einem klassischen Compton-Streuxperiment sind in der Regel die Richtung der einfallenden Photonen und die Position des Streukörpers von vornherein bekannt. Bei bestimmten Anwendungen des Compton-Effekts, beispielsweise in einem Compton-Teleskop, ist dies nicht der Fall. Skizzieren Sie eine Messanordnung mit ortsauflösenden Detektoren, mit der man unter Ausnutzung des Compton-Effekts nicht nur die Energie sondern auch die Richtung einfallender Photonen näherungsweise bestimmen kann. (3 Punkte)

- 3 -