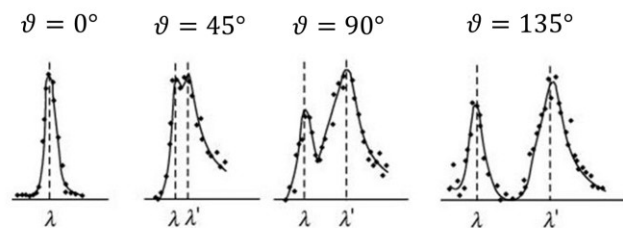
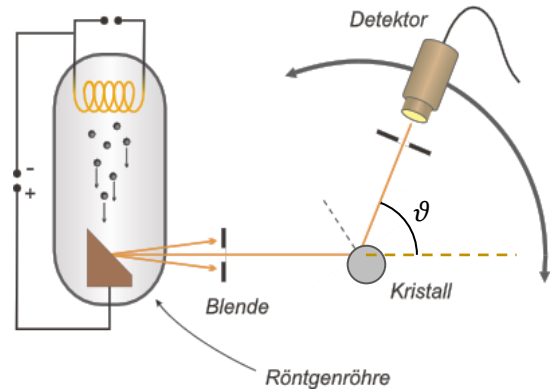


Von der kosmischen Hintergrundstrahlung zur Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation

Arbeitsblatt 2: Der Compton-Effekt

Der Compton-Effekt:

Der Compton-Effekt ist ein Streuprozess eines Röntgen-Photons an einem freien oder schwach gebundenen Elektron. Beim Streuvorgang überträgt das Photon einen Teil seiner Energie $E_\gamma = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ und einen Teil seines Impulses $p_\gamma = \frac{h}{\lambda}$ auf das Elektron. Deshalb beobachtet man nach dem Streuprozess Röntgenstrahlung mit größerer Wellenlänge λ' als vor dem Streuprozess (λ). Die Wellenlängenänderung $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ hängt vom Streuwinkel ϑ ab.



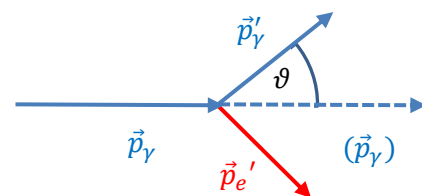
Den Zusammenhang zwischen $\Delta\lambda$ und ϑ beschreibt die **Compton-Formel**

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} \cdot (1 - \cos \theta)$$

Bei der Streuung des Photons an dem Elektron gelten

- Energieerhaltung: $E_\gamma + E_e = E'_\gamma + E'_e$ und
- vektorielle Impulserhaltung: $\vec{p}_\gamma = \vec{p}'_\gamma + \vec{p}'_e$
- relativistische Energie-Impuls-Beziehung:
für Elektronen: $E^2 = m_e^2 c^4 + p^2 c^2$
für Photonen ($m_\gamma = 0$): $E_\gamma = p_\gamma \cdot c$
- Skalarprodukt $\vec{p}_\gamma \circ \vec{p}'_\gamma = p_\gamma \cdot p'_\gamma \cdot \cos \vartheta$

Dabei sind p_γ und p'_γ die Längen der Impulsvektoren \vec{p}_γ und \vec{p}'_γ und ϑ der Winkel zwischen den Impulsvektoren \vec{p}_γ und \vec{p}'_γ .



Aufgaben:

- 1) Leite aus Energie- und Impulserhaltung die Compton-Formel her!

Hinweis:

Leite aus Energie- und vektorieller Impulserhaltung jeweils eine Formel für \vec{p}'_e in Abhängigkeit von p_γ und p'_γ her. Setze dann die beiden Formeln für $(\vec{p}'_e)^2$ gleich und schreibe die beiden Photonenimpulse in Abhängigkeit von den Wellenlängen.

- 2) Bestimme die Wellenlängenverschiebung $\Delta\lambda$ für die besonderen Streuwinkel $\vartheta = 0$, $\vartheta = 45^\circ$, $\vartheta = 90^\circ$ und $\vartheta = 135^\circ$! Überprüfe dein Ergebnis anhand der oben links abgebildeten Wellenlängen-Intensitäts-Diagramme.