

FYS 2140 Hjemmeeksamen

15053

March 23, 2018

Oppgave 1

a1)

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e c} \quad (1)$$

$\lambda_C = \text{comptonblgengelengden}$

$h = \text{planckkonstanten}$

$m_e = \text{elektronmassen}$

$c = \text{lyshastigheten}$

Forskjellen i bølgelengde gis ved

$$\Delta\lambda = (\lambda' - \lambda_0) = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos\theta) \quad (2)$$

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = \underline{\underline{2.43 \times 10^{-3} \text{ nm}}} \quad (3)$$

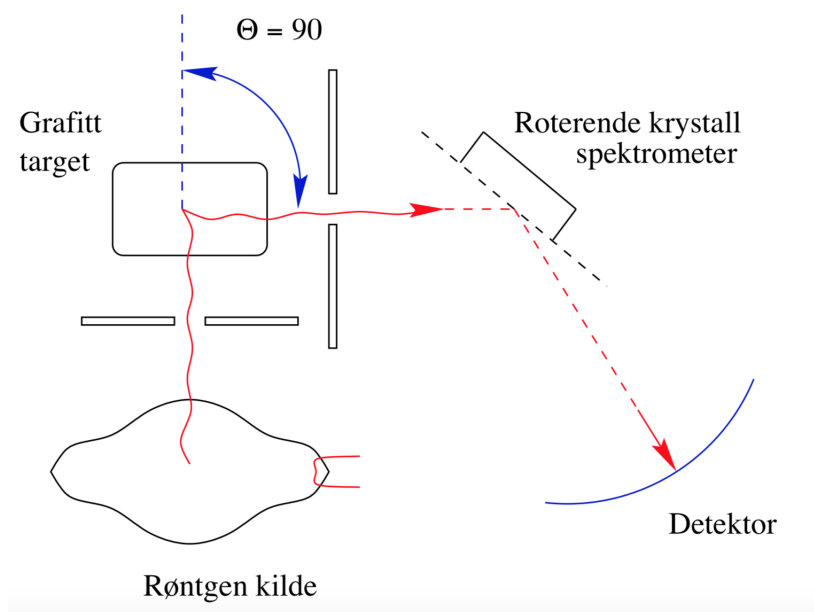


Figure 1: Eksperimentelt oppsett for Comptons forsøk, med $\Theta = 90$ grader. Bilde hentet fra kompendiet

a2)

For Fra formel (2) så har vi

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos\theta)$$

Med verdier

$$\lambda = 0.0709nm$$

$$\lambda' = 0.0749nm$$

$$\Delta\lambda = 0.004nm$$

da får vi

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos\theta)$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_C} = 1 - \cos\theta$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(1 - \frac{\Delta\lambda}{\lambda_C}\right)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(1 - \frac{0.004nm}{2.43 \times 10^{-3}nm}\right)$$

$$\theta = \underline{\underline{130.5^\circ}}$$

a3)

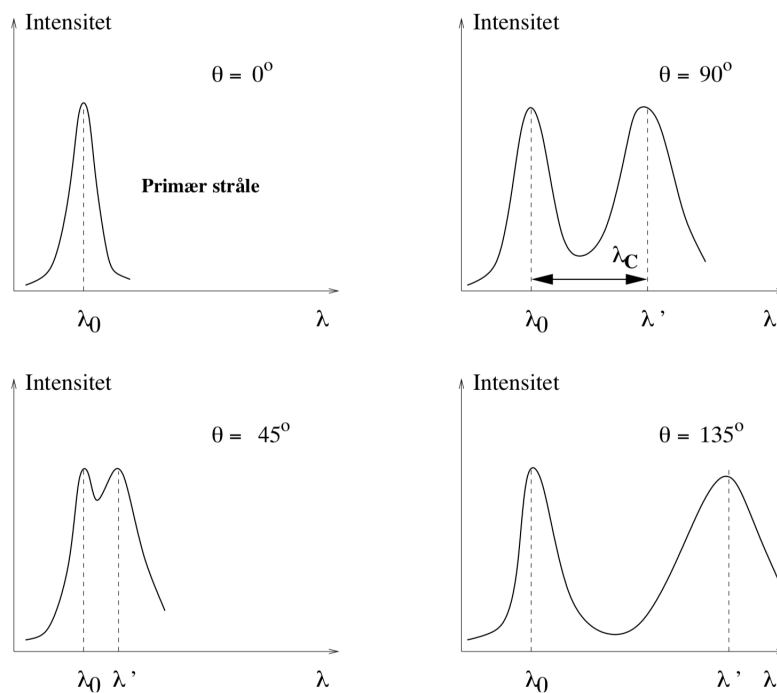


Figure 2: Plot over intensiteten til stråling i Comptons forsøk. λ_0 er den innkommende strålingen, λ' er den spredte strålingen.

Toppen i det første plottet i figur 2 og til venstre i alle de andre plotene i figur 2 skyldes forskjell i kollisjon. Når vi har en endring i bølgelengde så vekselvirker fotonet med de elektronene som er svakest bundet til atomet, da gjør vi som fysikere gjør best og forenkler litt og ser på det som et foton

mot et fritt elektron. Men hvis vi tenker at elektroner er sterkt bundet eller at fotonet ikke har nok energi så vil ikke elektronet bli slått løst, dermed blir kollisjonen som en kollisjon mellom et foton og hele atomet. Hvis vi antar at materialet består av karbon så må vi bytte ut massen til elektronet i kollisjonen med massen til et karbonatom. Massen til et karbonatom er ca $22000m_e$. Da blir comptonbølgelengden

$$\lambda_C = \frac{h}{22000m_e c} \approx 10^{-7} nm = 0.1 fm \quad (4)$$

Den relative endringen $\frac{\lambda_C}{\lambda}$ blir såvidt observerbar.

Grunnen til at vi ikke bruker synlig lys til comptoneksperimentet er at synlig lys ikke har nok energi. Synlig lys har nok energi til å kunne få til fotoelektrisk effekt, men ikke til comptonspredning.

b1)

Vi setter inn verdiene i formelen, $T = 25^\circ C = 298.15K$

$$\begin{aligned} \langle E \rangle &= k_B T \\ \langle E \rangle &= \frac{3}{2} \cdot 8.61 \cdot 10^{-5} eVK^{-1} \cdot 298.15K \\ &= 0.0385 \approx \underline{\underline{38.5 \cdot 10^{-3} eV}} \end{aligned}$$