

g-strålings udbredelse i luft (afstandskvadratloven)

Formål At undersøge, hvordan intensiteten af γ -stråling afhænger af afstanden fra den radioaktive kilde.

Apparatur Geiger-Müller-rør, tæller, γ -kilde (^{137}Cs , 0,66 MeV), stativ, stopur.

Teori Hvis der ikke sker absorption af strålingen, er intensiteten af γ -stråling omvendt proportional med kvadratet på afstanden fra kilden:

$$I(r) = \frac{I_0}{r^2} = I_0 \cdot r^{-2} \quad (\text{Afstandskvadratloven})$$

I øvelsen vil vi forsøge at påvise denne sammenhæng. Det gør vi ved at afbilde $I(r)$ som funktion af r på dobbeltlog-papir, eller i et diagram i et regneark, hvor begge diagrammets akser er logaritmiske. Så gælder der

$$\begin{aligned} I(r) = \frac{I_0}{r^2} &\Leftrightarrow I(r) = I_0 \cdot r^{-2} \\ &\Leftrightarrow \log(I(r)) = \log(I_0 \cdot r^{-2}) \\ &\Leftrightarrow \log(I(r)) = \log(I_0) + \log(r^{-2}) \\ &\Leftrightarrow \log(I(r)) = \log(I_0) - 2\log(r) \end{aligned}$$

Den sidste omskrivning viser, at når man afbilder $\log(I(r))$ som funktion af $\log(r)$, så bliver grafen en ret linje, som skærer y-aksen i $\log(I_0)$, og som har hældning -2 .

Der er imidlertid en fejlmulighed i forbindelse med bestemmelsen af afstanden r (afstanden fra fronten af γ -kilden til fronten af GM-røret), idet γ -strålerne bliver udsendt fra et sted lidt inde i kilden, og bliver registreret et stykke inde i GM-røret, således at alle afstandene er målt for små. For at få de rigtige afstande (dem der passer i afstandskvadratloven), skal vi korrigere alle afstande med en værdi svarende til summen af de to afstande i γ -kilde og GM-rør. Desværre véd vi ikke, hvor stor denne korrektion skal være.

På grund af afstandskvadratloven forventer vi, at grafen bliver en ret linje med hældningskoefficient -2 .

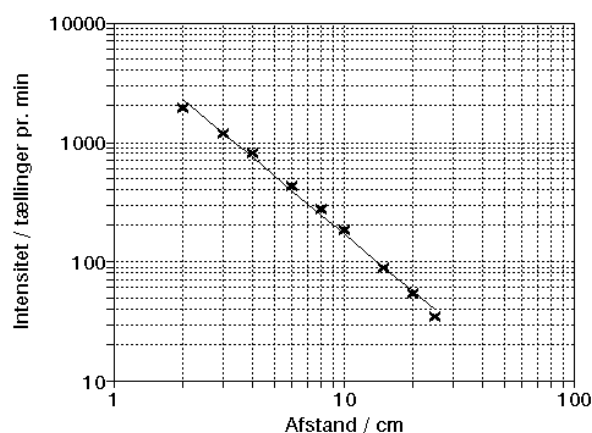
Punkterne på den øverste graf (uden korrektion) ligger ikke helt på en ret linje, og hældningen af den tegnede linie er $-1,61$, hvilket afviger signifikant fra -2 .

Den nederste graf er lavet ud fra de samme måledata, men alle afstande er korrigeret med afstanden $1,6$ cm.

Punkterne ligger på en ret linje med hældningskoefficient -2 .

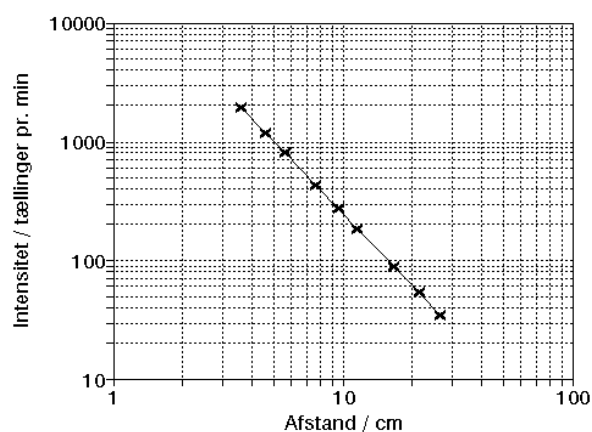
Gammastrålings intensitet.

Ingen korrektion.



Gammastrålings intensitet.

Afstandskorrektion: 1,6 cm.

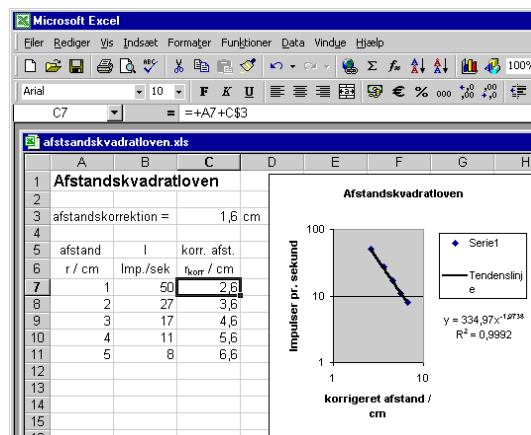


Du kan ikke på forhånd vide, om 1,6 cm er den rigtige korrektion. Du bliver nødt til at prøve med forskellige korrektionsværdier, indtil resultatet er i orden.

Prøv systematisk, fx med korrektionsværdierne 1 cm og 2 cm. Hvis korrektionsværdien 1 cm er for lille vil punkterne ligge på en bue der "krummer nedad", og hvis korrektionsværdien 2 cm er for stor vil punkterne ligge på en bue der "krummer opad". Så må den rigtige korrektionsværdi ligge et sted mellem 1 og 2 cm. Gæt på en værdi, og afprøv den. Sammenlign igen linjerne, og gæt evt. videre...

Hvis du laver diagrammet i et regneark, bør du lave 3 kolonner til de målte data: afstand r , Intensiteten I og korrigeret afstand. Den korrigerede afstand finder du så ved at lægge en fast værdi til den målte afstand, jf. indholdet af celle C7 i regnearket her: $C7=B7+C\$3$, hvor celle C3 indeholder afstandskorrektionen.

Ved at rette tallet i celle C3 og sammenligne med grafen (og forskriften for grafen) i diagrammet finder du afstandskorrektionen, og du kan samtidig aflæse den tilsvarende funktionsforskrift, og dermed undersøge om afstandskvadratloven er opfyldt.



Fremgangsmåde

- 1) Baggrundstrålingen bestemmes, mål fx 10 gange i 60 sekunder, og skriv tallene ind i et skema.
- 2) Monter γ -kilde og Geiger-Müller-rør, så der er 1 cm mellem kilde og GM-rør. Sørg for at måle så lang tid, at der registreres ca. 1000 impulser. 60 sekunder er formentlig nok ved de små afstande, men ved de større afstande må du måle i flere 60-sekunders-perioder og lægge tal og tider sammen. Skriv afstanden x (mellem fronten af γ -kilden og fronten af GM-røret), impulstal og tælle tid ind i skemaet.
Lav tilsvarende målinger med større afstande mellem γ -kilden og GM-røret, fx 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15, 20 og 25 cm. Skriv igen afstand, impulstal og tælle tid ind i skemaet.

Databehandling

- 1) Ud fra målingerne af baggrundsstråling bestemmes gennemsnitsværdien, og ud fra denne bestemmes baggrundsintensiteten I_0 som antal impulser pr. sekund.
- 2) For hver afstand bestemmes I , impulstallet pr. sekund, og dette impulstal korrigeres for baggrundsstråling. Det korrigerede impulstal $I - I_0$ indtegnes som funktion af afstanden på dobbeltlog-papir eller som diagram i regneark.
Hvis punkterne ikke ligger på en ret linje må du korrigere afstandene, sådan som det er beskrevet i teori-afsnittet, og tegne nye grafer ud fra de korrigerede afstande, indtil du kan tegne en ret linje gennem punkterne.
Hvis du tegner på dobbeltlog-papir skal du bruge forskellige farver for hver korrektionsafstand. Skriv på grafen, hvilken korrektion hver enkelt farve svarer til.

Vurdering Forklar hvad forsøget har vist om γ -strålings udbredelse i luft. Kommenter også nødvendigheden af at korrigere afstandsmålingerne, og sammenlign den fundne afstandskorrektion med kildens og GM-rørets fysiske udstrækning.

Fejlkilder Der skal nok være nogle forskellige...

Baggrundsstråling (Impulser pr. minut)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Gennemsnitsværdi ___ impulser pr minut

$I_0 =$ ___ impulser pr minut

Måleresultater

x / cm													
Impulstal													
tid / min													
I / Impulser/min													
$I - I_0$ / Impulser/min													