

## Absorption af $\gamma$ -stråling i fast stof eller væske

**Formål** At undersøge absorptionen af  $\gamma$ -stråling i forskellige materialer, fx bly, keramik, vand eller spegepølse.

**Teori** Intensiteten af  $\gamma$ -stråling aftager eksponentiel med tykkelsen af det materiale, som  $\gamma$ -strålingen absorberes i. Når man afbilder intensiteten af  $\gamma$ -strålingen som funktion af absorberlagets tykkelse, bliver grafen en ret linie på semilog-papir. Ud fra denne graf kan absorbermaterialets halveringstykkelse bestemmes.

Hvis man registrerer impulstallet  $I$ , kan spredningen  $s$  på impulstallet beregnes som  $\sqrt{I}$ . Når man registrerer impulstallet  $I$ , er spredningen  $s$  et udtryk for, at man lige så godt kunne have fået et hvilket som helst tal mellem  $I-s$  og  $I+s$ . Spredningen er dermed et mål for usikkerheden på impulstallet. Når man indtegner impulstal på en graf, skal man derfor både indtegne den målte værdi og usikkerhedsintervallet. Det gøres ofte ved at afsætte den målte værdi som en prik, og usikkerhedsintervallet som en fane, der går stykket  $s$  op over og ned under den målte værdi.

**Opgave** Brug oplysningerne i studentereksamensopgaven til højre til at bestemme halveringstykkelsen i de 5 materialer, opgaven handler om.

Tegn på semilog-papir, og aflæs halveringstykkelserne. Skriv dem ind i et skema.

Værdierne skal bruges i forbindelse med forsøg 3 og den endelige vurdering i øvelsen her.

### Apparatur

Geiger-Müller-rør, tæller,  $\gamma$ -kilde ( $^{137}\text{Cs}$ , 0,66 MeV), blyplader, aluminiumplader, keramikfliser, spegepølse i skiver, plastkrus med vand, stopur.

### Fremgangsmåde

1) Bestem baggrundstrålingen. Mål fx 10 gange i 60 sekunder, og skriv tallene ind i et skema.

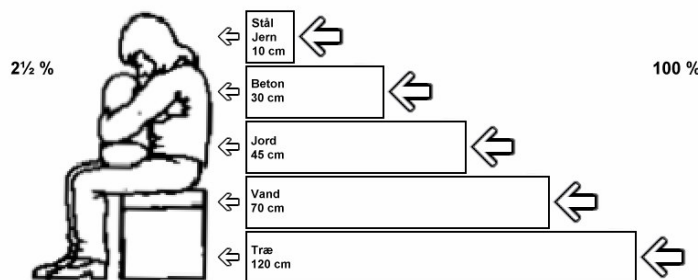
2) Monter  $\gamma$ -kilde og Geiger-Müller-rør, så der er ca. 2 cm mellem kilde og GM-rør. Der skal være plads til blypladerne imellem  $\gamma$ -kilde og GM-rør.

Start uden blyplader mellem  $\gamma$ -kilde og GM-rør. Bestem impulstallet. Sørg for at måle så lang tid, at der registreres ca. 1000 impulser. 60 sekunder er formentlig nok. Skriv impulstal og tælle tid ind i skemaet ud for  $x=0$ , hvor  $x$  er tykkelsen af blylaget (der er ingen blyplader, så tykkelsen af blylaget er  $x=0$  mm).

Anbring 1 blyplade mellem  $\gamma$ -kilde og GM-rør. Bestem impulstallet. Sørg for at måle så lang tid, at der registreres ca. 1000 impulser. Mål blypladens tykkelse, og skriv tykkelse, impulstal og tælle tid ind i skemaet.

### Studentereksamen, maj-juni 1985, matematik

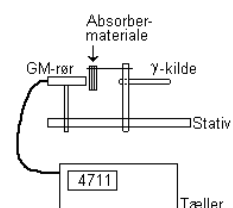
I august 1983 udsendte Civilforsvarsstyrelsen et hæfte med titlen "Om at overleve". Figuren nedenfor, der stammer fra dette hæfte, giver eksempler på de materialetykkelser, der skal til for at nedsætte intensiteten af den radioaktive stråling fra en kernevåbensprængning til  $2\frac{1}{2}\%$  af strålingen i det fri.



Det antages, at intensiteten af den radioaktive stråling, der trænger igennem et materiale med tykkelsen  $x$ , er en eksponentielt aftagende funktion af  $x$ .

- 1) Med hvor mange % nedsættes intensiteten, når den radioaktive stråling trænger igennem en 25 cm tyk jordvold?
- 2) Bestem tykkelsen af en betonvæg, der kan nedsætte intensiteten til 1% af den oprindelige.

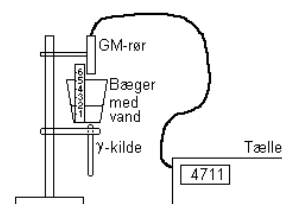
### Absorption i fast stof



Gentag forsøget med flere blyplader. Sørg stadig for at måle så lang tid, at der registreres ca. 1000 impulser. Skriv igen blypladens tykkelse samt impulstal og tælletid ind i skemaet.

- 3) Gentag forsøget med andet materiale, fx keramikfliser, skiver af spegepølse, ca. 1 cm tykke, eller vand i et plastkrus. Afstanden mellem  $\gamma$ -kilde og GM-rør skal være 12-15 cm.

Absorbtiøn i væske



### Databehandling

- 0) Løs opgaven herover. Graferne skal med i rapporten, og de aflæste halveringstykkelser skal anføres i et skema.

- 1) Ud fra målingerne af baggrundsstråling bestemmes gennemsnitsværdien, og ud fra denne bestemmes antal Baggrundsintensiteten  $I_0$  som antal impulser pr. minut.
- 2) Absorbtiøn i bly:  
For hver lagtykkelse måles impulstallet  $N$  og tælltiden  $t$ , og Heraf bestemmes impulstallet pr. minut,  $I = \frac{N}{t}$ , og dette impulstal korrigeres for baggrundsstråling. Det korrigerede impulstal  $I - I_0$  og spredningen på impulstallet (beregnet som  $\frac{\sqrt{N}}{t}$ , kvadratroden af impulstallet, divideret med tælltiden) indtegnes som funktion af blylagets tykkelse på semilog-papir, og halveringstykkelser bestemmes. Sammenlign med den tabelværdien (der kan findes i databogen).
- 3) Absorbtiøn i andet materieale:  
For hver lagtykkelse bestemmes  $I$ , impulstallet pr. minut, og dette impulstal korrigeres for baggrundsstråling. Det korrigerede impulstal  $I - I_0$  indtegnes (med usikkerhedsfaner  $\frac{\sqrt{N}}{t}$ ) som funktion af tykkelsen af absorbermaterialet på semilog-papir, og halveringstykkelser bestemmes. Sammenlign med halveringstykkelser i andre materialer, bl.a. materialerne i opgaven.

**Vurdering** Forklar, hvad forsøgene har vist om absorption af radioaktiv stråling (hjælp: hvad får man ud af at vide, at graferne er rette linier på semilog-papir?).

Sammenlign de forskellige absorber-materialer. Kommenter.

Sammenlign den/de fundne halveringstykkelser med tabelværdierne.

**Fejlkilder** Der skal nok være nogle forskellige...

## Data

### Baggrundsstråling

Impulser pr. minut

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Gennemsnitsværdi  $I_0 =$  \_\_\_ impulser pr minut

### Absorption i bly

|                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| x / mm                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impulstal N                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tælle tid t / s                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I / Impulser/s                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I-I <sub>0</sub> / Impulser/s     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\frac{\sqrt{N}}{t}$ / Impulser/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Absorption i \_\_\_\_\_

|                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| x / mm                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impulstal N                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tælle tid t / s                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I / Impulser/s                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I-I <sub>0</sub> / Impulser/s     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\frac{\sqrt{N}}{t}$ / Impulser/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Absorption i \_\_\_\_\_

|                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| x / mm                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impulstal N                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tælle tid t / s                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I / Impulser/s                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I-I <sub>0</sub> / Impulser/s     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $\frac{\sqrt{N}}{t}$ / Impulser/s |  |  |  |  |  |  |  |  |  |