Journaløvelse: Afstandskvadratloven

HI

15. august 2004, 2003x

Indhold

1 Intensitet og afstand

1.1 Intensitet

Definitionen på intensitet er effekt per arealenhed, altså

$$I = \frac{P}{A} \tag{1}$$

og heraf følger at enheden er $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$

Intensitet siger altså noget om med hvor stor energi per sekund et område påvirkes af fx en stråling. Når man taler om radioaktiv stråling (= ioniserende stråling) eller elektromagnetisk stråling (= radiobølger)[1] fra fx mobiltelefoner eller -sendemaster, er dette tal interessant, for det siger noget om hvor kraftig en fysisk påvirkning et menneske udsættes for. Man skal dog være opmærksom på at det også kræver en biologisk vurdering før man kan vide hvor farlig den fysiske påvirkninger er for en levende organisme.

Desværre giver Geiger-Müller-røret ikke oplysninger om strålingens effekt. Det tæller blot impulser. Derfor må vi i denne øvelse nøjes med en lidt mindre præcis bestemmelse af intensiteten, nemlig som impulstællinger per sekund.

[1] Jeg ser ved denne forenklede opdeling bort fra at γ-stråling også kan opfattes som elektromagnetisk stråling.

1.2 Afstandskvadratloven

Hvis man antager at stråling stråler jævnt fordelt ud i rummet fra kilden, vil det areal strålingen fordeles over i afstanden r være en kugleskald med radius r. Denne kugleskald vil have arealet:

$$A = 4\pi r^2 \tag{2}$$

Hvis kilden afgiver stråling med effekten P, vil intensiteten i afstanden r, altså I_r være:

$$I_r = \frac{P}{4\pi r^2} \tag{3}$$

Heraf ser man at intensiteten i den dobbelt afstand $2r$ vil være:

$$I_{2r} = \frac{P}{4\pi (2r)^2} = \frac{P}{4\pi\ 4 \cdot r^2} \tag{4}$$

Den er altså blevet 4 gange mindre.

Denne sammenhæng kaldes *afstandskvadratloven*, og den kan formuleres således: Intensiteten er omvendt proportional med kvadratet på afstanden til kilden. Altså når afstanden fordobles, bliver intensiteten 4 gange (4 er kvadratet på 2) gange mindre ('mindre' fordi der er omvendt proportionalitet). Tilsvarende bliver den 9 gange mindre hvis afstanden tredobles.

2 Øvelsen

I øvelsen monterer man et GM-rør i holderen. Før der er en kilde i nærheden, måler man intensiteten af baggrundsstrålingen ved at tælle i 100 s. Del tælletallet med 10, så I har et tal for baggrundsstrålingen i 10 s.[2] Dette tal noteres ned.

Nu anbringes en γ- eller β-kilde i holderen. Først måler I tælletallet i 2 cm's afstand, så 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40 og 50 cm. Når I måler afstanden, skal I være opmærksomme på at kilden ligger ca. 3,5 mm inde i metalhylsteret, og GM-røret registrerer først impulser ca. 1 cm inde i røret. Tag højde for det når I måler afstanden. Alle tal noteres, og træk baggrundsstrålingen fra.

3 Databehandling

I skal lave to grafer. På den første har I I op ad y-aksen og r ud ad x-aksen. På den anden har I I op ad y-aksen og $\frac{1}{r^2}$ ud ad x-aksen.

Hvad viser graferne?

Når I har lært mere matematik, vil I bruge dobbeltlogaritmisk papir til denne graf, men nu vil det føre for vidt her at forklare hvordan man bruger det.

[2] Se sidste afsnits forklaring på denne fremgangsmåde.

4 Usikkerhed på tælletal

Usikkerheden s på et tælletal N er $\sqrt{N}$. Så bliver den relative usikkerhed, altså forholdet mellem tælletallet og s:

$$\frac{\sqrt{N}}{N} = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{N}\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{N}} \tag{5}$$

Heraf kan man se at når N bliver stor, bliver den relative usikkerhed mindre. Derfor får vi en mindre usikkerhed ved store tælletal, og derfor kan det være nødvendigt at måle baggrundsstrålingen over længere tid for at få et stort tælletal.

Derfor måler vi baggrundstrålingen i 100 s eller måske endda 1000 s. Samme teknik kan bruges hvis tælletal ved måling på en kilde bliver meget små.