

# Absorption af gammastråling

## Formål

Vi skal i denne øvelse vise, at den mængde  $\gamma$ -stråling, som passerer igennem et blylag, aftager eksponentielt med tykkelsen af blylaget. Desuden vil vi eftervise *afstandsloven* for gammastråling. Vi vil også fokusere på usikkerheder og tællestatistik, og vi vil benytte programmet Vernier Graphical Analysis PRO.

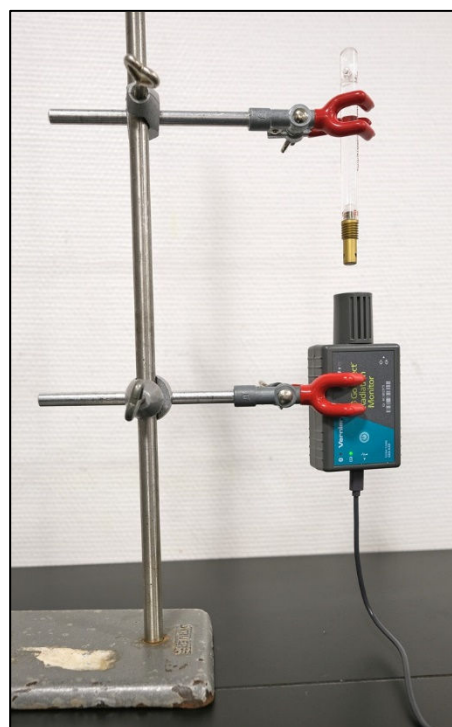
## Forsøg 1 (Absorption i bly)

1. Først skal du udvælge en stak af blyplader, hvis *samlede* tykkelse er mindst 15 mm. Mål derefter tykkelsen af hver enkelt blyplade med en elektronisk skydelære og læg tykkelserne sammen, fx i et Excel-regneark, som vist herunder:

	A	B
1	Pladetykkelse (mm)	Samlet tykkelse (mm)
2	0,00	0,00
3	1,17	1,17
4	1,20	2,37
5	2,34	4,71
6	2,07	6,78
7	2,29	9,07

Når du skal til at foretage radioaktivitetstællinger er det vigtigt, at du ved, i hvilken rækkefølge pladerne skal lægges på, så den samlede blytykkelse altid er rigtig (måske skal du vende stakken på hovedet alt efter, hvordan du har gjort ...).

2. Anbring *Go Direct GM Radiation Monitor* og den radioaktive Cs-137 kilde i et stativ som vist på fotoet. Afstanden skal blot være et par mm større end hele stakken af blyplader fra punkt 1. Afprøv, at de kan være der. Er afstanden for stor, så sænk kilden nedad. Det gælder nemlig om at have et pænt antal tællinger af hensyn til tællestatistikken! Tællertiden skal også vælges. Er kilden ret ny (se årstallet), kan man måske nøjes med en tællertid på 60 s, men er den ældre, kan det være fornuftigt at vælge en tællertid på 100 s eller 120 s. Det kan afprøves ved første måling, hvor der ikke er nogen blyplader på overhovedet.



3. Sæt USB-stikket fra GM-sensoren i computeren. Åbn derefter programmet *Graphical Analysis PRO* (GA). Du skulle gerne se, at programmet er klar til at modtage radioaktivetsmålinger. Inden vi gør det, vil vi dog indstille skærmen, så vi får vist en datatabel og ikke en graf: Klik på ikonen *Vis Indstillinger* i øverste højre hjørne:



Sørg for indstillingerne vist til venstre på figuren herunder. Derefter skulle de gerne få en tabel vist, jf. højre del af figuren herunder.

Graf

1 graf ▾

---

Datatabel

---

Målere

---

Video

Ingen titel

	Datasæt 1 ...	
	Tid (s) ...	Radioaktivitet (Counts) ...
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Klik herefter på ikonen for *Indstillinger dataopsamling* nederst til venstre:

Tilstand: Tidsbaseret    Hastighed: 0,1 målinger/s

Foretag de indstillinger, som er vist med rød pil i boksen på næste side. Afslut ved at klikke på *Udført*. Bemærk, at første måling helt uden blyplader bør vise mindst 1500-2000 tællinger. Ellers bør du gå ind og indstille til fx 120 sekunder i stedet. Når du har valgt tælle tiden, *skal* den bevares igennem hele forsøget!

Klik nu på ikonen

OPSAML

for at begynde første måling af tælle tallet *uden* blyplader. Når du har fået første tælle tal, skal du skrive det ned, gerne i en tredje søjle i ud for 0 mm i regnearket. Anbring derefter den blyplade fra stakken, som du målte på først (huskede du evt. at vende stakken!), ovenpå GM-sensoren. Tryk derefter på *Opsaml* for at foretage den anden



måling. Resultatet noteres ned, evt. i regnearket. Derefter tages blyplade nr. 2 og anbringes over den første blyplade. Igen startes en tælling via *Opsaml.*

**Indstillinger for dataindsamling** [X]

Tilstand: Tidsbaseret

Tidsenheder: s

Hastighed: 0,01 målinger/s

Interval: 100 s/måling

Start opsamling:  Manuelt  Ved triggerhændelse

Stop opsamling:  Efter 100 s varighed  Manuelt

Målinger i alt: 2

Data Marking:  Disabled  Enabled

ANNULLER [UDFØRT]

- HUSK til sidste at tage en måling af baggrundstællertallet med den sædvanlige tælle-tid. Blypladerne fjernes fra toppen af GM-sensoren og den radioaktive kilde lægges et godt stykke væk fra GM-sensoren.
- Efter at have foretaget de enkelte målinger under punkt 3 og 4, skal vi nu afbilde de korrigerede tælle-tal, som funktion af blytykkelsen – med *usikkerhedsfaner*! Luk først for programmet GA og åbn det igen, mens USB-kablet til GM-sensoren er fjernet. Sidstnævnte sætter os nemlig i stand til at vælge punktet *Manuel indtastning*. Der vises både en graf og en datatabel. Du skal nu indtaste den samlede blytykkelse i kolonne 1 og de tilhørende tælle-tal fra regnearket i kolonne 2.
- Lav en beregnet kolonne 3 med de korrigerede tælle-tal, hvor du trækker baggrunds-tælle-tallet (se punkt 4) fra hver af værdierne i kolonne 2.
- Lav en beregnet kolonne 4 med de usikkerhederne på tælle-tallene, beregnet via følgende formel:  $\Delta n = \sqrt{n + n_{bag}}$ .

8. Lad programmet tilføje *usikkerhedsfaner* på de korrigerede tælleletal. Hvert korrigeret tælleletal  $n_{korr}$  afbildes med en lodret *fane* gående fra  $n_{korr} - \Delta n$  til  $n_{korr} + \Delta n$ .
9. Ret grafområdet passende til, så både 1.aksen og 2. aksens starter i 0.
10. Foretag endeligt et fit med en eksponentiel funktion på formen  $f(x) = a \cdot e^{-b \cdot x}$ , hvor  $a$  og  $b$  er de to parametre, som skal estimeres. Den ønskede lineære absorptionskoefficient  $\mu$  svarer til parameteren  $b$ . Halveringstykkelser  $x_{1/2}$  kan da fås ved brug af formlen  $x_{1/2} = \ln(2)/\mu$ .

### Bemærkning

Alternativt til punkt 10, kan man foretage et fit med funktionen på formen:

$$f(x) = a \cdot 0.5^{\left(\frac{x}{b}\right)}$$

Fordelen her er, at man får et estimat af halveringstykkelser  $x_{1/2}$  direkte, idet den estimerede værdi for parameteren  $b$ .

NB! Der er en medfølgende skærmvideo til dette forsøg. Her kan man se, hvordan man kan udføre punkterne 5-10 ovenfor i Graphical Analysis PRO (GA).

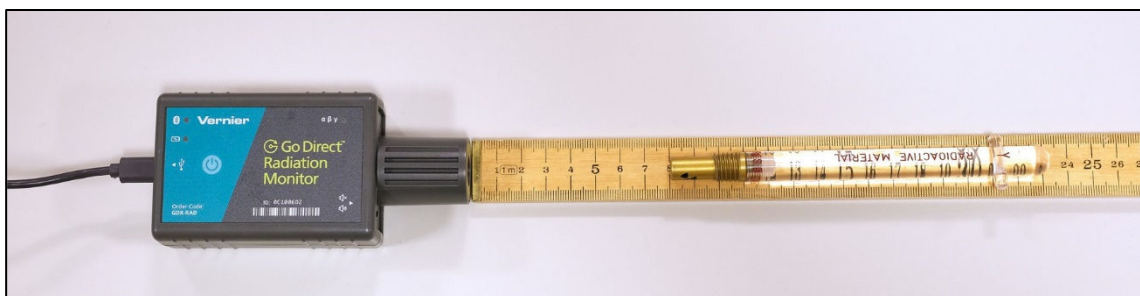
### Opgaver i tilknytning til forsøg 1

- a) Bekræfter dit forsøg, at gammastrålingen aftager eksponentielt med det absorberede blylags tykkelse?
- b) Angiv en værdi for halveringstykkelser. Stemmer den nogenlunde med den værdi for  $x_{1/2}$ , som man får ved i min note *Kernefysik* at anvende figuren side 31?
- c) Nævn kort hvilke tre processer, som ligger til grund for absorption af gammastråling.

### Forsøg 2 (Afstandskvadratloven)

I dette forsøg skal vi måle tælleallet, når kilden er anbragt i forskellige afstande fra GM-røret – uden noget imellem. Tælletiden for hver måling kan passende vælges til 100 s.

Igen foretages målinger over 60 sekunder. Foretag for eksempel målinger for følgende afstande i cm: 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 og 20. Husk igen at trække baggrundsstrålingen fra!



Det oplyses, at selve den lille punktførmige radioaktive kilde sidder 0,36 cm inde i hylsteret, og at GM-sensoren effektivt set måler 1,7 cm inde i røret. Derfor skal du i alt lægge 2,06 cm til alle ovenstående afstande for at få de *korrigerede afstande*. Det kan eventuelt gøres med en beregnet kolonne i GA.

Anvend Manuel indtastning i GA til at opnå en graf for de korrigerede tælletal som funktion af de korrigerede afstande. Foretag derefter et fit med en funktion af typen:

$$f(x) = \frac{k}{x^2}$$

Kan du bekræfte, at afstandskvadratloven holder?