# Absorption af gammastråling

#### Formål

Vi skal i denne øvelse vise, at den mængde -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.

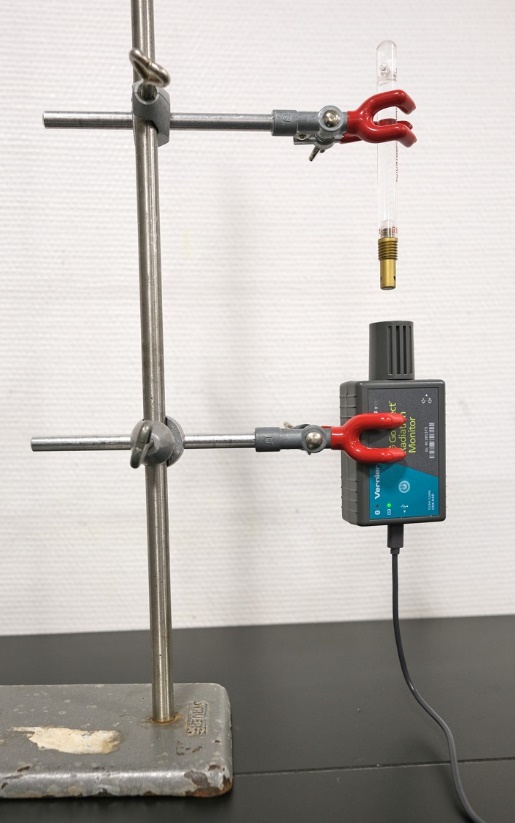
#### Forsøg 1 (Absorption i bly)

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:

Et billede, der indeholder bord

Automatisk genereret beskrivelse

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! Tæl­le­tiden skal også vælges. Er kilden ret ny (se års­tallet), kan man måske nøjes med en tæl­le­tid på 60 s, men er den ældre, kan det være for­nuftigt at vælge en tælletid 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 radioaktivitetsmålinger. 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:

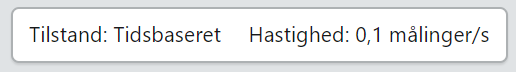


Sørg for indstillingerne vist til venstre på figuren herunder. Derefter skulle de gerne få en tabel vist, jf. højre del af figuren herunder.

Et billede, der indeholder bord

Automatisk genereret beskrivelse

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



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 tælletiden, *skal* den bevares igennem hele forsøget!

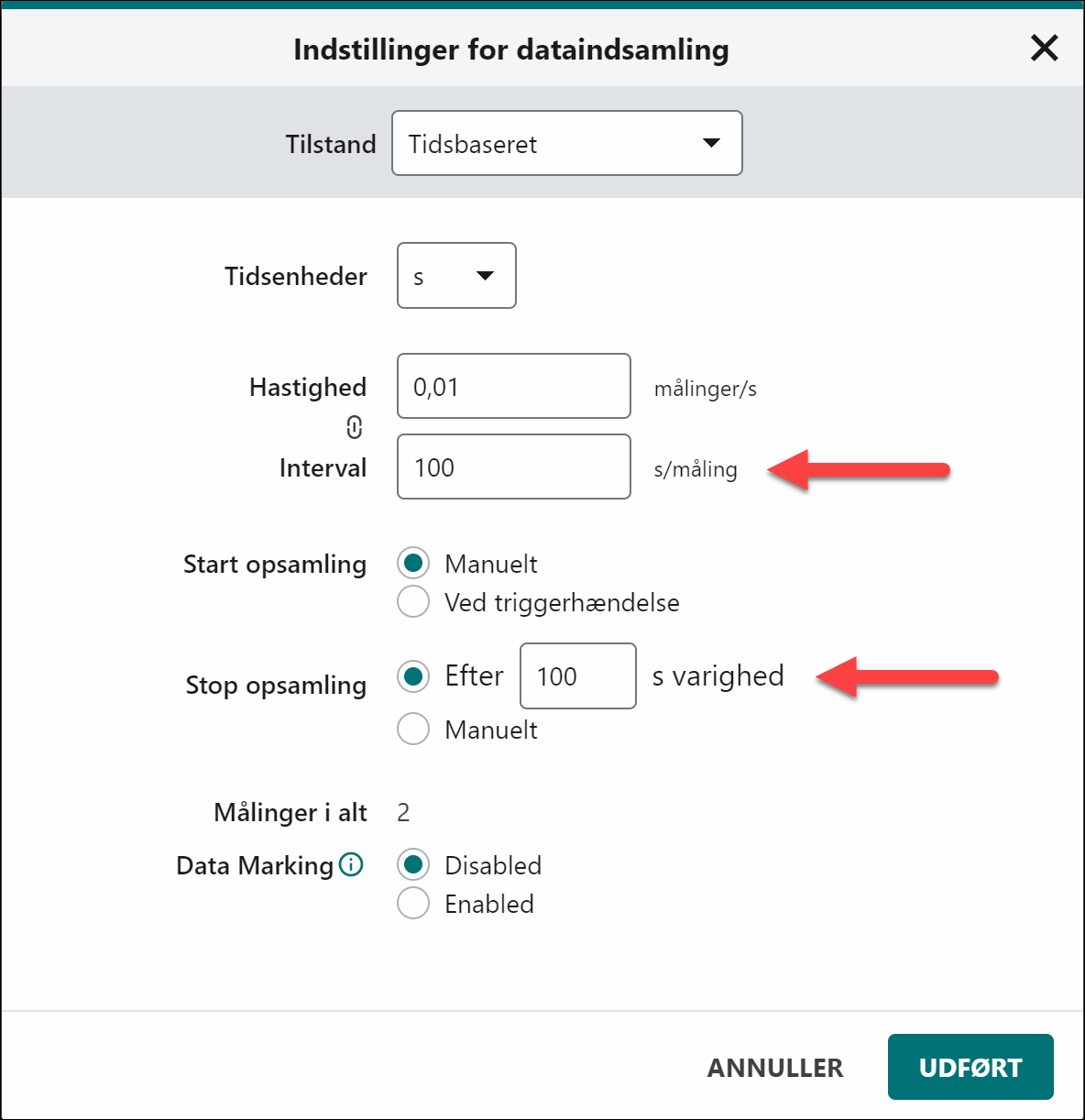
Klik nu på ikonen

Et billede, der indeholder tekst

Automatisk genereret beskrivelse

Et billede, der indeholder post

Automatisk genereret beskrivelsefor at begynde første måling af tælletallet *uden* blyplader. Når du har fået første tæl­le­tal, 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*.



4. HUSK til sidste at tage en måling af baggrundstælletallet med den sædvanlige tæl­le­tid. Blypladerne fjernes fra toppen af GM-sensoren og den radioaktive kilde lægges et godt stykke væk fra GM-sensoren.

5. Efter at have foretaget de enkelte målinger under punkt 3 og 4, skal vi nu afbilde de korrigerede tælletal, 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 tælletal fra regnearket i kolonne 2.

6. Lav en beregnet kolonne 3 med de korrigerede tælletal, hvor du trækker bag­grunds­tæl­letallet (se punkt 4) fra hver af værdierne i kolonne 2.

7. Lav en beregnet kolonne 4 med de usikkerhederne på tælletallene, beregnet via føl­gen­de formel: .

8. Lad programmet tilføje *usikkerhedsfaner* på de korrigerede tælletal. Hvert korrigeret tælletal  afbildes med en lodret *fane* gående fra  til .

9. Ret grafområdet passende til, så både 1.aksen og 2. aksen starter i 0.

10. Foretag endeligt et fit med en eksponentiel funktion på formen , hvor *a* og *b* er de to parametre, som skal estimeres. Den ønskede lineære absorptions­ko­ef­fi­cient μ svarer til parameteren *b*. Halveringstykkelsen  kan da fås ved brug af form­len .

**Bemærkning**

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



Fordelen her er, at man får et estimat af halveringstykkelsen  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 halveringstykkelsen. Stemmer den nogenlunde med den værdi for , 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 tælletallet, 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!

Et billede, der indeholder tekst, enhed, skydelære

Automatisk genereret beskrivelse

Det oplyses, at selve den lille punktformige 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:



Kan du bekræfte, at afstandskvadratloven holder?