

Nummer	138410	Emne	Radioaktivitet		
Version	2017-08-25 / HS	Type	demo / elevøvelse	Foreslås til	9-10 / gymC
					p. 1/4



## Formål

Vi undersøger strålingen fra de tre Risøkilder med hensyn til dens evne til at gennemtrænge stof. Samtidigt observeres den naturlige baggrundsstråling samt at strålingen ikke ankommer med en fast hastighed.

## Princip

For hver kilde måles tælleantal i 10-sekunders perioder. (Der måles så tæt på kilderne, at man kan se bort fra absorption af strålingen i luft.)

## Apparatur

(Se Detaljeret apparaturliste på sidste side)

Risøkilder komplet sæt  
GM-rør  
GM-tæller  
Opstillingsbænk med absorbere  
Papir

Alfa, beta og gamma er tre (små) bogstaver fra det græske alfabet. De ser sådan ud:

$\alpha$     $\beta$     $\gamma$

## Pas på dig selv

Der arbejdes med godkendte radioaktive kilder, og gældende regler skal følges under arbejdet.

### Hold passende afstand til kilden

### Begræns den tid, du er tæt på kilden

### Der må ikke spises eller drikkes i lokalet, mens kilderne er i brug

Du må kun holde Risøkilderne i den ende, som er længst væk fra gevindet.

Når du i øvrigt følger din lærers anvisninger, er der ingen risiko ved at udføre denne øvelse.

NB: Sæt **ikke** en finger mellem kilde og GM-rør. Hvis I vil undersøge noget, som ligner levende væv, så brug f.eks. en skive spegepølse.

Når kilderne ikke bruges, skal de placeres i Plexiglas-holderen.

## Opstilling

Placer kildeholderen og rytteren til GM-røret på bænken som vist på billedet på side 1.

Spænd GM-røret fast i rytteren.

*Fjern beskyttelseshætten fra GM-røret.*

Reducer afstanden, så der er ca. 5 mm luft mellem GM-røret og kildeholderen.

NB: Hvis betakilden er så kraftig, at tælleren laver overflow, øges afstanden – men kun for denne kilde.

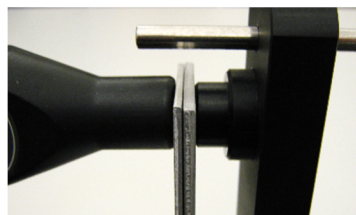
Den blanke metalstang justeres, så f.eks. en af aluminium-absorberne let kan sættes på.

Sæt kablet fra GM-røret i stikket på tællerens bagside.

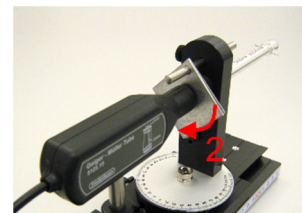
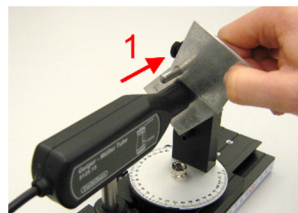
Tænd for GM-tælleren. Når tælleren tændes, vil den automatisk være klar til at måle i 10-sekunders perioder.

En måling startes ved at trykke på *Start/Stop*.

Klip en firkant ud af et stykke papir med ca. samme størrelse som absorberpladerne. Lav også et hul i det ene hjørne, så det passer til den blanke stang.



Justér afstanden fra kildeholder til GM-røret til ca. 5 mm.  
(Brug f.eks. 2 + 3 mm aluminiumsplader.)



Placering af absorberplader

## Udførelse

Følgende gælder for hele eksperimentet:

Notér tælle tallene for hver måling. Notér tælleperiodens længde i sekunder.

Hvis der er noget mellem kilden og GM-røret, noteres *hvad og hvor meget*.

### 1 – Baggrundsstrålingen

Begynd med at have alle kilder mindst halvanden meter væk fra opstillingen. Mål i 10 x 10 sekunder.

Find gennemsnittet. Nu ved du cirka hvor meget stråling, opstillingen registrerer, selv uden kilder i nærheden.

### 2 – Betakilden

Montér betakilden i holderen og mål i 10 s uden nogen absorberplader.

Placér papirstykket mellem kilde og GM-rør og tæl i 10 sekunder.

Erstat papirstykket med 1 mm aluminium – dvs. to af de tynde (0,5 mm) aluminiumsplader. Mål i 10 s.

Erstat aluminium med en tynd (ca. 1-1,2 mm) blyplade og mål igen 10 s.

### 3 – Gammakilden

Udskift betakilden med gammakilden.

Lav de samme fire målinger som for betakilden. Men brug i alt 4 mm aluminium hhv. 4 blyplader med gammakilden (når I ser resultaterne, forstår I hvorfor).

### 4 – Alfakilden

Udskift gammakilden med alfakilden.

Afstanden *skal* indstilles til 5 mm for denne kilde.

Lav de samme fire målinger som for betakilden. (Kun 1 mm aluminium og 1 plade bly denne gang.)

## Efterbehandling

Det er en god ide at samle alle tal og beregninger i et regneark!

### 1 – Baggrundsstrålingen

Find som nævnt gennemsnittet af en række 10-sekunders målinger. Dette tal trækkes fra de følgende målinger.

Hvis baggrundsstrålingen f.eks. giver et gennemsnitligt tælle tal på 1,8 (pr. 10 s), rundes det af til 2.

Giver f.eks. gammastråling 549 tællinger pr. 10 s, så stammer 2 af dem fra baggrundsstrålingen. Tælle tallet fra selve kilden er altså  $549 - 2 = 547$  tællinger pr. 10 s.

Vi siger, at vi nu har *korrigeret tælle tallet for baggrundsstråling*.

Tælle tallene svinger lidt. Derfor kan det give et negativt tal, når man korrigerer meget små tælle tal for baggrundsstråling – så sætter man bare resultatet til 0.

### 2, 3, 4 – De tre kilder

Lav en tabel som nedenstående for hver af de tre kilder:

Kilde:				
Tælle tid:	10 s			
Absorber:	(ingen)	papir	aluminium	bly
Tælle tal:				
Korrigeret:				
% tilbage:	100%			

Korriger for baggrundsstråling som nævnt ovenfor.

Beregn hvor meget stråling, der registreres efter passage af de forskellige materialer – som en procentdel af strålingen *uden* absorber.

(Brug de korrigerede tælle tal.)

## Udførelse, fortsat

### 5 – Alfakilden, mere detaljeret

I denne del af eksperimentet skal I måle lidt mere præcist.

Som I nok opdagede i del 4, stoppes en stor del af stråling fra alfakilden af næsten ingenting, men noget slipper igennem f.eks. den tynde aluminiumsplade.

Det er denne "reststråling", der skal undersøges nærmere ved at sammenligne den med beta- og gammakilderne.

Udfør disse to måleserier for hver af de tre kilder:

- Mål i 10 gange 10 s med 1 mm aluminium mellem kilde og GM-rør.
- Tilføj 3 mm aluminium, så der i alt er 4 mm mellem kilden og GM-røret. Mål igen i 10 gange 10 s.

## Efterbehandling, fortsat

### 5 – Alfakilden, mere detaljeret

Lav for hver kilde en tabel som herunder.

Kilde:		
Tælle tid:	10 s	
Absorber:	1 mm Al	4 mm Al
Tælle tal:		
Gennemsnit:		
Korrigeret:		
% tilbage:	100%	

I alt 10 målinger

Beregn gennemsnittet af de 10 enkeltmålinger i hver måleserie og korriger for baggrundsstråling. Dette baggrunds-korrigerede, gennemsnitlige tælle tal vil vi betragte som startværdien (100 %) af reststålingen.

Beregn for hver af kilderne, hvor mange procent af reststrålingen, som er tilbage efter passage af de ekstra 3 mm aluminium.

## Diskussion og evaluering

Først en bemærkning om strålingens tilfældige natur: Som I har kunnet se i del 1 og 5, vil gentagne målinger ikke give præcis de samme tælle tal. Der er altid lidt udsving omkring gennemsnitsværdien. Det er nok mest i del 3, at det vil bemærkes. Hvis det generer jer, må I lave del 3 om, så I laver længere måleserier og finder gennemsnit (ligesom i del 5).

Når vi skal sammenligne strålings-typerne, skal vi prøve at se bort fra, *hvor meget* stråling de enkelte kilder udsender. Det er derfor vigtigt at se på de *procentvise* ændringer.

Ud fra de indledende målinger (1-4) besvares følgende:

- Hvilket materiale – aluminium eller bly – skærmer bedst af for stråling?
- Hvilken af de to strålingstyper beta- og gammastråling er det nemmest at afskærme sig fra?

Antag nu, at alfakilden i virkeligheden udsender *to slags stråling* – størstedelen er alfastråling (som standses meget let), og hvad resten af strålingen er, skal du prøve at give et bud på:

Kig på resultaterne af målingerne i punkt 5. Hvis du sammenligner reststrålingen (i procent) fra alfakilden med de andre to kilder, hvilken kilde ligner den så mest?

- Prøv at beskrive, hvordan strålingen fra Risø alfakilde er sammensat.

## Teori (baggrundsstof)

Risøkilderne er lavet, så de *så godt som muligt* kun udsender én slags stråling hver. (Men det kan ikke lade sig gøre at lave 100 % "rene" kilder.)

De tre typer stråling er:

**Alfa:** *Heliumkerner*, det vil sige positive og relativt tunge partikler.

**Beta:** *Elektroner*, det vil sige negative og meget lette partikler.

**Gamma:** *Fotoner*, det vil sige elektrisk neutrale, masseløse lyskvanter. Fotonerne i gammastråling har meget højere energi end fotoner i synligt lys, men ellers er der ingen væsentlige forskelle.

Dette eksperiment kan ikke påvise egenskaber som f.eks. strålingens elektriske ladning! Det kræver andre teknikker.

Der er to ting, som afgør, hvor *gennemtrængende* strålingen er:

1) *Strålingens type* – det, som du primært undersøger i dette eksperiment.

2) *Energien* af de enkelte partikler eller kvanter.

Selvom sammenhængen ikke er helt simpel, gælder det i store træk, at jo mere energi, der er til rådighed, jo mere gennemtrængende er strålingen.

## Noter til læreren

### Benyttede begreber

Alfa- beta- gammastråling. Baggrundsstråling.

### Matematiske forudsætninger

Procentregning

### Om apparaturet

Den angivne GM-tæller kan uden problemer anvende alle Frederiksens GM-rør: Store, små, BNC- eller Jack-stik. (512515 er det billigste.)

Andre tællere vil også kunne anvendes; eleverne skal i så fald blot instrueres i brugen.

GM-røret er følsomt overfor alle tre typer stråling. Dog vil glimmervinduet nedbremse alfastrålingen en del, men tilstrækkeligt tæt på vil strålingen stadig registreres.

Geiger-rør har generelt en meget lav effektivitet over for gammastråling – det er derfor, gammakilden er ti gange stærkere end de to andre.

NB: Kontrollér inden øvelsen, at der faktisk registreres en meget høj tællehastighed fra alfakilden i den afstand, der angives i vejledningen. Hvis vinduet i GM-røret er for tykt, må afstanden reduceres. (Eleverne informeres om ændringen.)

Alfakilden er Am-241. Alfastrålingen har en energi omkring 5,5 MeV.

I mange tilfælde udsendes der et gammakvant efter alfahenfaldet. Denne gammastråling har væsentligt lavere energi end strålingen fra Cs-137 (Risø's gammakilde), så selv om den stadig er gennemtrængende, absorberes den lettere end sidstnævnte.

Betakilden er Sr-90 i ligevægt med Y-90. De to henfald udsender betapartikler med en maksimal energi på hhv. 546 keV og 2280 keV.

Betakilden udsender kun gammastråling efter mindre end 0,02 % af henfaldene. Sammenholdt med GM-rørets lave effektivitet over for gammastråling, vil betakilden opleves som næsten 100 % ren.

Gammakilden er Cs-137, som i 94 % af tilfældene beta-henfalder til Ba-137\*, som derefter udsender et gammakvant med energien 662 keV. Kilden er konstrueret, så det meste af betastrålingen absorberes, inden det når ud af kilden.

### Didaktiske overvejelser

Ved at begynde med betakilden, får eleverne det "reneste" resultat først.

Derefter opleves gammastråling som gennemtrængende.

Til sidst arbejdes med alfakilden og til sidst denne kildes gammastråling.

## Detaljeret apparaturliste

### Specifikt for eksperimentet

510000	Risøkilder komplet sæt
512515	GM-rør på stang BNC-stik
513610	GM-tæller (eller tilsvarende)
514100	Opstillingsbænk

### Diverse forbrugsstoffer

Papir (almindeligt kopipapir, 80 g/m<sup>2</sup>)

## Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

*Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.*

*Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.*

© Frederiksen Scientific A/S

*Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside*