# Radioaktiv katastrofe?

**NB: til læreren, fjernes inden eleverne får opgaven udleveret**

* Se-79, Type: Gamma, Halveringstid: 235 sekunder
* At-221, Type: beta-minus, Halveringstid: 139,8 sekunder
* Ra-213, Type: Alfa(80%)/beta-plus(20%), Halveringstid: 163 sekunder
* Rb-90, Type: beta-minus, Halveringstid: 158 sekunder
* Ba-137, Type: Gamma, Halveringstid: 153 sekunder

Til EKSTRA-opgaverne udskiftes udtrækningsvæsken med en Barium gammakilde i stedet for.

## Formål

At undersøge hvorvidt der er tale om et akut radioaktivt miljøproblem.

Hvad er der sket? En af dine forældres venner kommer forfærdet med en klar væske i en beholder, som han beder dig undersøge. Han har mistanke om, at der er tale om radioaktivt materiale, som siver ud fra et stort lager på 500 kg. Der kan være tale om en miljøkatastrofe og det er vigtigt at du hurtigt får undersøgt prøven så du, om nødvendigt, kan advare beboere i området.

Bemærk: Af hensyn til presseudtalelser ect. er det vigtigt, at du dokumenterer dit arbejde, så du kan aflægge en skriftlig rapport med dokumentation, hvis prøven viser sig at være radioaktiv.

## Setup

1. Prøven I har fået overrakt er i et almindeligt glas, som I skal fragte fra lokale 00-24 til jeres laboratorium opstilling, hvor i har udstyr til undersøgelsen. Hvilke forholdsregler gør i jer, under disse forudsætninger?
2. Da vi ikke kender det radioaktive stof, skal i gøre jer nogle overvejelser omkring hvordan og hvad i vil måle på prøve. Lav mindst 2 hypoteser, som i kan bekræfte eller afkræfte og lav en opstilling, som tillader et sådan forsøg.
3. I har nu fået prøven placeret i jeres laboratorieopstilling. Udfør de eksperimenter, som skal bruges til at teste jeres hypoteser.
4. Ud fra jeres målinger skal i nu afgøre hvilken af nedenstående radioaktive kilder, der er tale om. (Dette har bl.a. betydning for muligheden for at finde ”miljøsynderen”) Benyt eks. et kernekort, databogen eller nettet.
5. Se-79 (Kan stamme fra medicinalindustrien)
6. Rb-90 (Kan stamme fra fyrværkeribranchen)
7. Ba-137 (Kan stamme fra hospitaler med Røntgen, Ultralyd og MR-skannere)
8. Ra-213 (Kan stamme fra hospitaler med kræft behandling, livsfarligt i store doser)
9. At-221 (Kan stamme fra militære anlæg og bruges til biologiske våben)
10. Stedet indeholder 500kg af den radioaktive væske, som I har analyseret. Vurder på baggrund af jeres undersøgelse om stedet, hvor den radioaktive prøve er taget, er farligt efter 24 timer. Noter jeres overvejelser og forklar hvilke forholdsregler i ville finde nødvendige ved umiddelbar fjernelse af den radioaktive væske.

**EKSTRA FOR DE MEGET AMBITØSE**

1. Under jeres måling af halveringstiden målte i faktisk kun på en brøkdel af de reelle antal henfald fra prøven. Dette skyldes at ikke alle henfaldene rammer Geiger-Müllerrøret da strålingen fra kilden bliver spredt ligeligt i alle retninger. Udregn, under antagelse af at strålingen aftager med afstandskvadratloven;

den faktiske mængde stråling af prøven udsendt. I formlen er *AReelle* er den faktiske aktivitet af prøven, *AMålte* er den målte aktivitet af prøven og r er afstanden til prøven. Hint: Til dette får i udleveret en ny radioaktiv prøve fra samme lager, som i bør måle på i forskellige afstande.

Man kunne også forsøge at måle dødtiden på et Geiger-Müllerrør. Prøv at undersøg på nettet selv, hvad der menes med dette.

1. Enheden for strålingsmængde er Becquerel. Et vilkårligt radioaktivt henfald måles som 1 Becquerel ligesom 10 henfald pr. sekund derfor er 10 Becquerel/s. En radioaktiv strålingsdosis derimod måles i enheden Sievert. Forklar hvad Sievert betyder, anvend gerne nettet.
2. Vurder på baggrund af linket <https://xkcd.com/radiation/> , om der er en sundhedsrisiko ved at befinde sig i umiddelbar nærhed af dette radioaktive lager og fjerne det selv inden for kort tid? Anvend følgende link <http://www.radprocalculator.com/Gamma.aspx> til at finde den umiddelbare dosis stråling i Sievert for en sådan handling. Gør relevante antagelser.

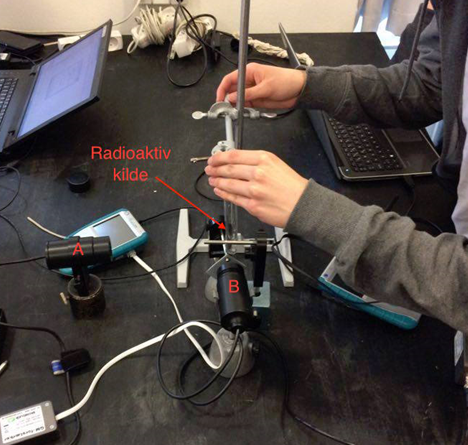
## Didaktiske overvejelser om forsøget

I dette forsøg får eleverne udleveret arbejdsspørgsmålene. Dog er det langt fra givet, hvad det specifikt er man skal undersøge eller arbejde med eksperimentelt under de enkelte delspørgsmål. Yderligere giver de ekstra tre opgaver ”**for de meget ambitøse**” mulighed for at differentiere eleverne imellem. Mange af forsøgene i denne øvelse er fra B-niveau pensum, måske bortset fra de sidste tre-to arbejdsspørgsmål. Dog mener vi at det er A-nvieau da setup’et og den induktive tilgang gør, at eleverne skal kombinere mindst to forskellige forsøg (halveringstid og halveringstykkelse), samt være opsøgende på isotop egenskaber selv, for at kunne besvare opgave minimalt tilfredsstillende.

Forsøget blev testet af i en Fysik A klasse (Gefion Gymnasium), og eleverne syntes setup’et var sjovt. Eleverne udtalte at det at de skulle arbejde kreativt og anvende alt deres viden om radioaktivitet gjorde, at de følte undervisningsmodulerne (2 i træk) mere som et legerum end et arbejdsrum.

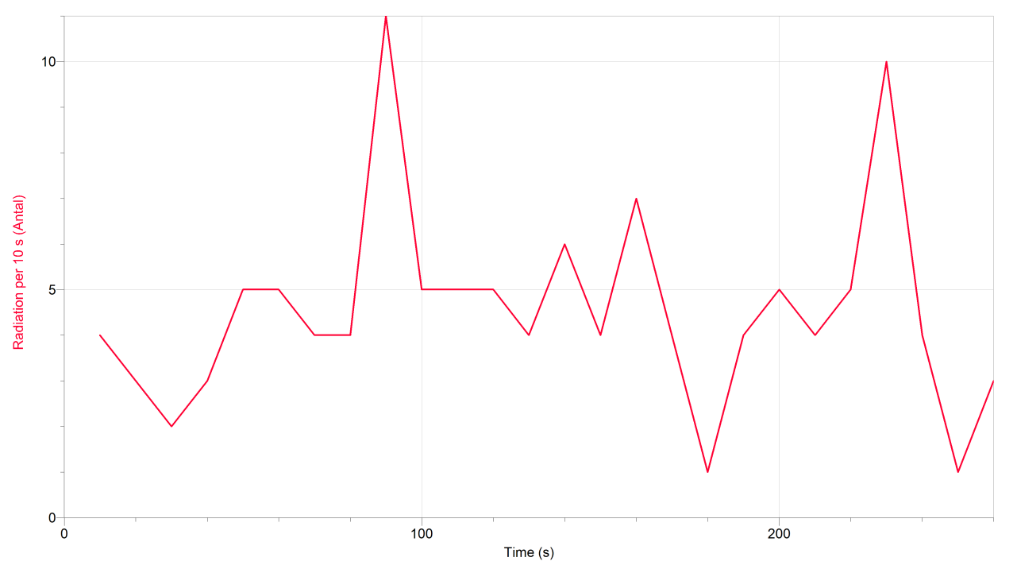
## Mulige data fra forsøget

Forsøgsopstillingen vil formentlig ligne noget i retningen af:

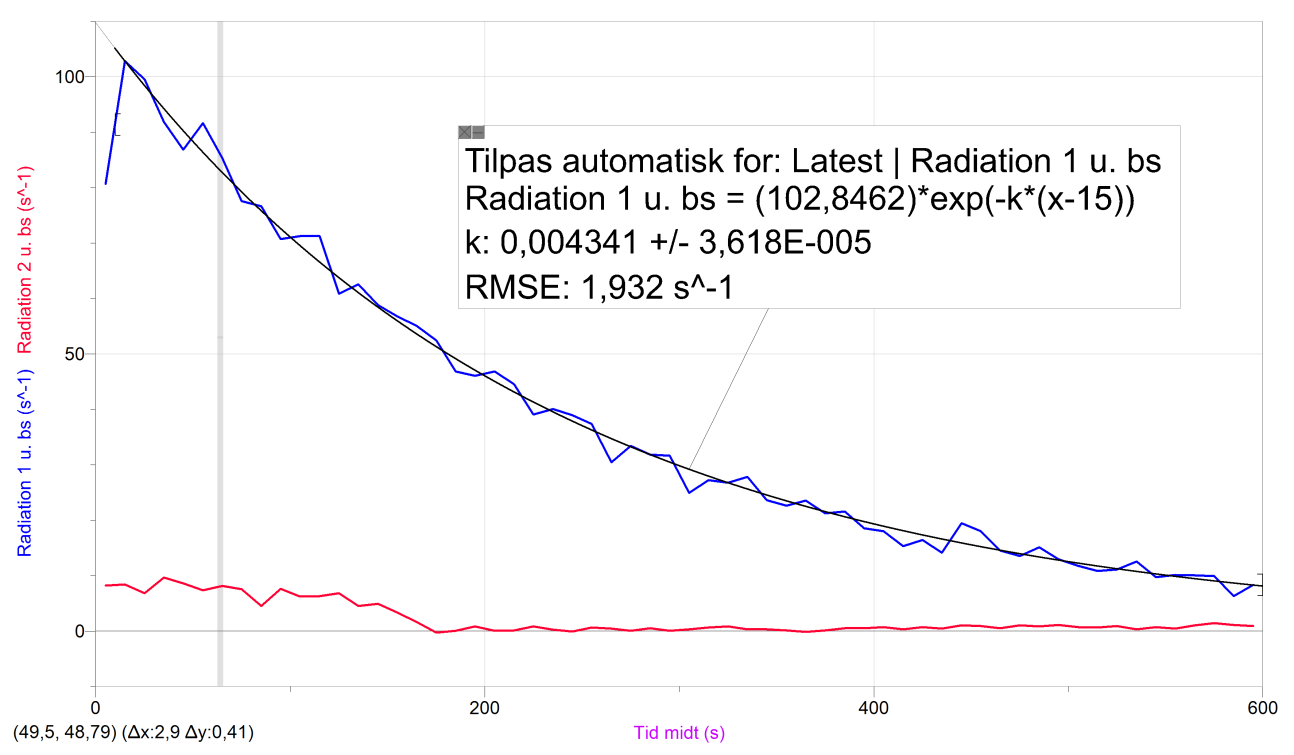


(Dog skal Geiger-müller rørerne være placeret i samme afstand fra kilden.)

Inden forsøget sættes i gang har eleverne formentligt målt noget baggrundsstråling ligesom på nedenstående graf.



Og efterfølgende har målt med de to geiger-müller rør på den ukendte prøve. Fra rør A får de målt den direkte stråling fra kilden uden beskyttelse. Dette er den blå kurve nedenfor. Fra denne kan eleverne lave en eksponentielregression og finde halveringstiden. Eleverne tester også, med rør B, om strålingen sammenlignet med rør A målingen, er reduceret på baggrund af en blyplade (5 mm) som er sat imellem. Dette er den røde kurve nedenfor. Eleverne kan se at de til at starte med faktisk er en højere stråling, end den egentlige baggrundsstråling, hvorfor eleverne kan konkludere at noget af radioaktiviteten kan komme igennem blypladen (gamma stråling). Strålings niveau er dog kraftigt reduceret i forhold til hvad den rene prøve viser.



|  |  |
| --- | --- |
| **Stof + halveringstid** | **Procentvis afvigelse** |
| Se-79 (Kan stamme fra medicinalindustrien) | Den procentvise forskel viser sig at være ca. 48 %, hvilket er ret højt fra den exciterede 79-Selen tabelværdi |

Eleverne vil herefter lave en sammenligning med de forskellige mulige isotoper. Her skal de selv opsøge viden omkring de forskellige isotoper og udpege synderen. Se nedenfor.

|  |  |
| --- | --- |
| Rb-90 (Kan stamme fra fyrværkeribranchen) | Her er den procentvise afvigelse ca. 62 %, hvilket også er meget højt for den exciterede 90-Rb |
| Ba-137 (Kan stamme fra hospitaler med Røntgen, Ultralyd og MR-skannere) | Her er den procentvise afvigelse kun ca. 4 %, hvilket gør det til en mulig kandidat, ift. hvilken isotop, som den ukendte kilde kunne være. |

|  |  |
| --- | --- |
| Ra-213 (Kan stamme fra hospitaler med kræft behandling, livsfarligt i store doser) | Den procentvise forskel her er meget stor, hvilket fortæller noget om at det ikke er denne kilde. |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| At-221 (Kan stamme fra militære anlæg og bruges til biologiske våben) | Den procentvise afvigelse er omkring , men At henfalder med henfald, hvilket udelukker den som kandidat, idet kilden godt kunne passere blypladen. |

Endeligt kunne eleverne forsætte med at arbejde yderligere med opgaverne. Men vores tanke er at de som minimum skulle være nået hertil.