

Øvelse nr. 9: HENFALDSLOVEN

Formål

Formålet med øvelsen er:

- At eftervise henfaldsloven
- At bestemme halveringstiden for $^{137}_{56}\text{Ba}^*$.

Apparatur

Minigenerator, udtræksvæske, G-M rør, forstærker, LabQuest, LoggerPro

Teori

Situation m.m.: Se FysikABbogen 2, s. og note bagest i vejledningen.

At eftervise henfaldsloven (N står for antallet af ikke-henfaldne moderkerner):

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-kt}$$

er det samme som at eftervise (A står for aktiviteten):

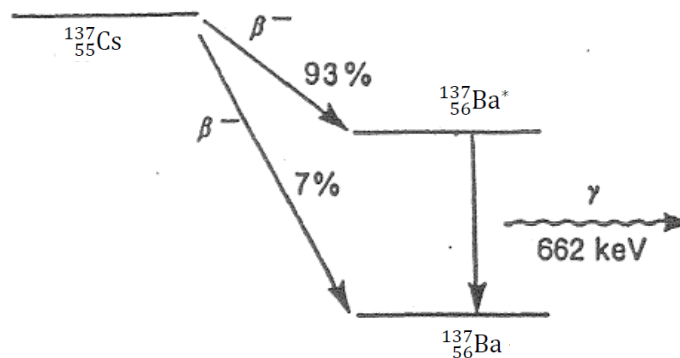
$$A(t) = A_0 \cdot e^{-kt}$$

og som igen er det samme som at eftervise (R står for tællehastigheden):

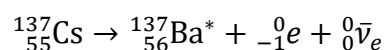
$$R(t) = R_0 \cdot e^{-kt}$$

Kilde

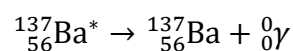
Kilden indeholder isotopen $^{137}_{55}\text{Cs}$, som er β^- radioaktiv med en halveringstid på 30 år.



I 93 % af tilfældene sker henfaldene efter følgende skema:

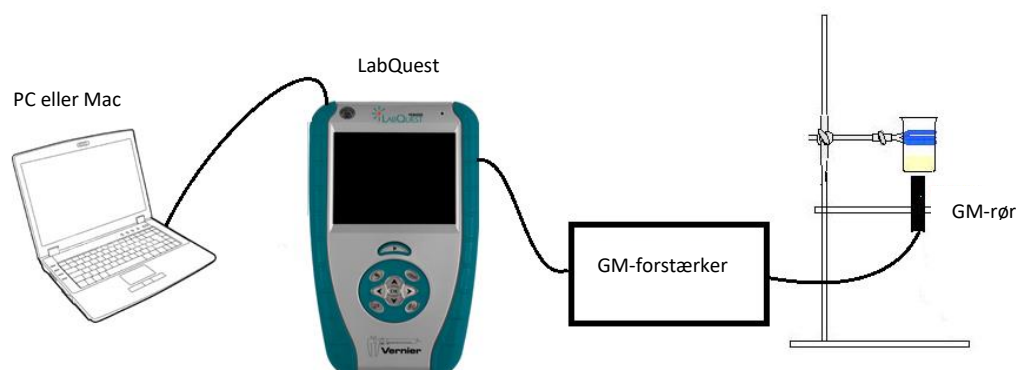


$^{137}_{56}\text{Ba}^*$ er ustabil, og henfalder ved udsendelse af gammastråling:



Halveringstiden for det sidste henfald er nogle få minutter.

Opstilling



**Indstilling af
LoggerPro** Se bilaget bagest i vejledningen.

Baggrundstrålingen:

Udførelse Før målingen med Ba-kilden måles intensiteten af baggrundsstrålingen. Der optages 10 målinger á 10 sekunder, 100 sekunder i alt.

**Data-
behandling** Baggrundsstrålings tællehastighed R_B bestemmes så ved at beregne gennemsnittet af ovenstående 10 målinger. Dette gøres nemmest ved at lade LoggerPro lave statistik over måledataerne. Afrund til nærmeste hele tal.

Måling af henfald af $^{137}\text{Ba}^*$:

Udførelse Det Ba, som skal bruges, skal udskilles fra Cs i minigeneratoren. Dette gøres ved at lade udtræksvæsken - en opløsning af NaCl i saltsyre - løbe gennem minigeneratoren, idet væsken opløser Ba men ikke Cs.

Malkning af minigeneratoren: Lad læreren gøre det for jer!

Når malkningen er overstået, og læreren har fjernet minigeneratoren, startes optagelse af data. Der måles i ca. 350 sekunder, svarende til godt to halveringstider.

**Data-
behandling** Baggrundstællehastighed R_B trækkes fra tællehastighederne $R_{\text{målt}}$:

$$R = R_{\text{målt}} - R_B$$

Der udføres en passende regression i Logger Pro.

Er henfaldsloven eftervist? Hvordan det?

Bestem halveringstiden $T_{1/2}$ og sammenlign med tabelværdien.

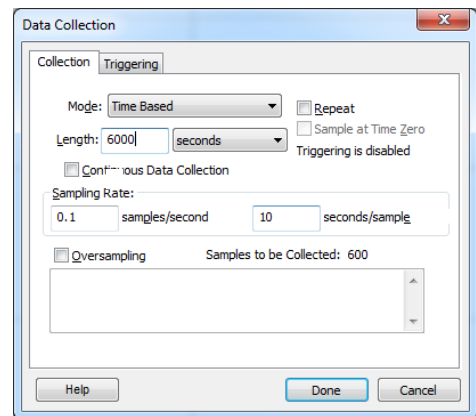
Konklusion Formulér selv passende konklusion.

Indstilling af LoggerPro

Tryk på uret, og se efter, om vinduet, der popper op, er udfyldt således:

Hvis ikke, rettes værdierne til.

Dette bevirker at, der tælles i 10 sekunder ad gangen og i alt i 600 sekunder (10 minutter), men man kan afbryde undervejs.



Lidt ekstra vedr. kilden

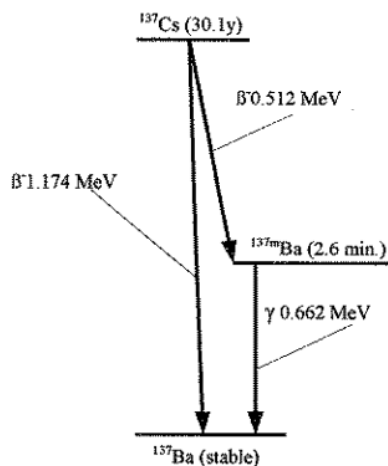
General Information

The Cs/Ba-137m Isotope Generator is designed to demonstrate the properties of radioactive decay. Based on the original Union Carbide design, it offers exceptional performance combined with ease of use and safe operation. This product is exempt from USNRC and State licensing and requires no special handling, storage or disposal requirements. A small quantity ($<10\mu\text{Ci}$) of radioactive Cs-137 is

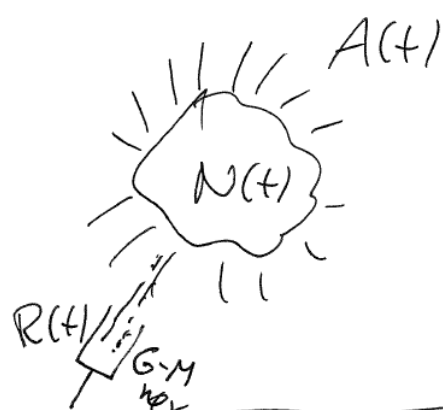
bound on a special ion exchange medium. The Cs-137 parent isotope beta decays with a 30.17y half-life to produce Ba-137m which in turn decays with a 2.55min. half-life, generating a 661.6 keV gamma ray emission. This gamma ray may be readily detected using a GM or scintillation radiation detector. An eluting solution is used to selectively extract the Ba-137 isotope from the exchange medium leaving the parent Cs-137 isotope in place to regenerate more Ba-137. Equilibrium is re-established in less than 1 hour.

Approximately 30 minutes after elution, the residual activity of the Ba-137 solution has decayed to less than 1/1000 of its original activity making it safe for normal disposal.

When used with the eluting solution supplied, bleed through of the Cs-137 parent isotope is less 50 Bq/ml. In order to maintain correct chemical stability, it is important to use only the correct eluting solution. Additional solution may be ordered as part ELSN or prepared by the user as 0.9% NaCl in 0.04M HCl. When making solution, use distilled or DI water to avoid unwanted mineral contamination.



Talletal



$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$A(t) \propto N(t)$$

$R(t) = \text{talletal pr. tid}$

R: En bestemt brøkdel af A registreres

Der må altså også gælde, at:

$$R(t) \propto A(t)$$

og dermed

$$R(t) \propto N(t)$$

dvs.

$$R(t) = R_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Altså at vise

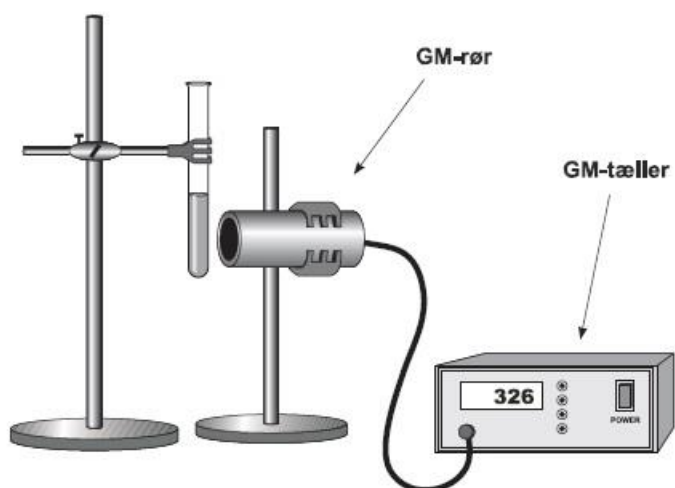
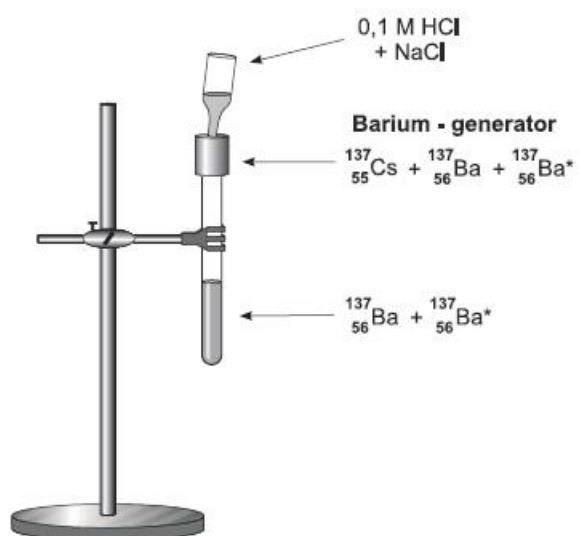
$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

er det samme

som at vise

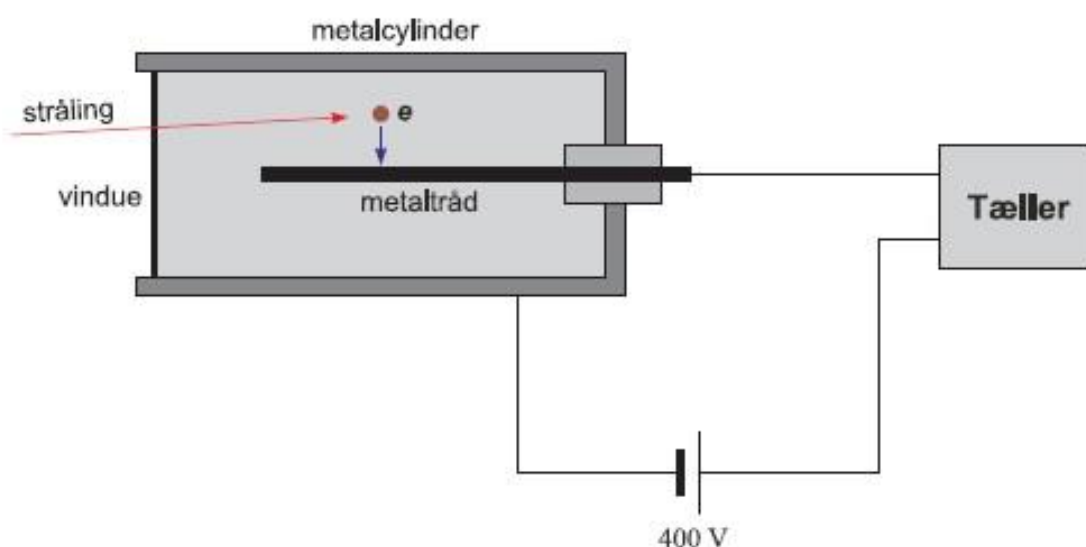
$$R(t) = R_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Forsøgsopstilling (*kilde: Erik Vestergaard*):



Geiger-Müller-rørets virkemåde

Et Geiger-Müllerrør med tæller er et apparat, som er i stand til at detektere (måle) radioaktiv stråling. Røret består af en cylinder, som i den ene ende har et vindue (membran), hvorigennem der kan passere stråling. Inde i cylinderen er der en gas under lavt tryk. Længs metalcylinderens akse er der en metaltråd, som er isoleret fra cylinderen. Der er en stor spændingsforskel mellem cylinder og metaltråd, og metaltråden har det højeste potentiale.



Når α - eller β -stråling passerer igennem vinduet ind i cylinderen, så vil strålingen *ionisere* nogle få gasmolekyler langs dens bane. De således frigjorte elektroner accelereres ind mod metaltråden på grund af spændingsforskellen. Elektronerne vil på deres vej ind mod metaltråden ionisere mange flere gasmolekyler. Derved skabes der en kort elektrisk puls, som kan registreres via elektriske kredsløb i tælleren. Der går en lille *dødtid*, typisk af størrelsen 0,1 ms, før tælleren igen er klar til at registrere en ny puls. Dette betyder, at ved meget store tællehastigheder skal korrigeres tællertallene for dødtid.

GM-røret er ikke helt så effektivt overfor gammastråling, som jo er *elektromagnetisk stråling*, dvs. fotoner. Her vil kun omkring 1% af fotonerne blive registreret. Gammafotonernes ioniserende evne foregår især ved, at de frigør elektroner fra metalrørets inderside.