

LABØVELSE 2  
Bestemmelse av halveringstiden til  $^{238}\text{mPa}$

KJ 250 Radiokjemi

høsten 2002

# DEL 1

## Teori

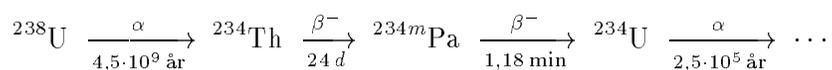
Fra labøvelse 1 har vi følgende sammenheng mellom en radioaktiv nuklide og dens datter:

$$A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1 (1 - e^{-(\lambda_2 - \lambda_1)t}) \quad (1.1)$$

og  $\lambda_2 \ll \lambda_1$  medfører:

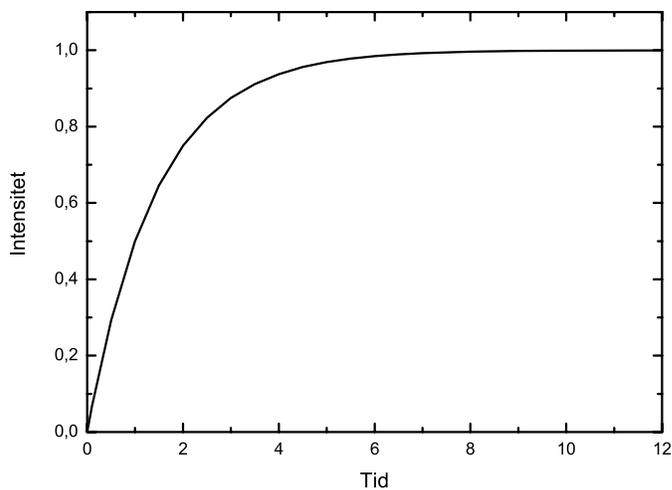
$$A_2 = A_1 (1 - e^{-\lambda_2 t}) \quad (1.2)$$

Når  $t$  settes uendelig stor i likning 1.2 vil  $A_2$  bli lik  $A_1$ , altså den maksimale mengde datter som kan gro inn er lik aktiviteten av moren. Setter vi halveringstiden til datteren,  $T_{1/2}(2)$ , inn i likningen ser vi at vi får femti prosent av morens aktivitet. Man kan ikke vente uendelig lenge på at likevekten skal innstille seg, men etter ti halveringstider  $10 T_{1/2}(2)$  vil det være produsert 99,9 % av datteren. Da sier vi gjerne at vi har radioaktiv likevekt. Figur 1.1 illustrerer hvordan mengden datter øker som funksjon av inngrøingstiden. Vi vet fra labøvelse 1 at det er radioaktiv likevekt i desintegrasjonsskjeden av  $^{238}\text{U}$ :

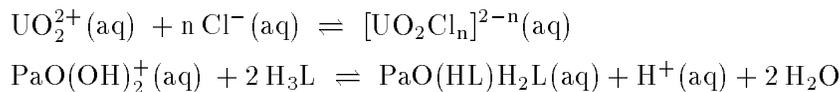


I denne labøvelsen skal dere lage en desitegrasjonsskurve for  $^{234m}\text{Pa}$  og ut i fra den bestemme nuklidens halveringstid. Dere skal lage en ionebytterkolonne, der protaktinium gror inn ved desintegrasjon av thorium. Deretter melker dere kolonnen og måler  $\beta$ -partiklene med en GM-teller.

Ionebytterkolonnen lages ved å utnytte at  $^{234}\text{Th}$  er i radioaktiv likevekt med moren,  $^{238}\text{U}$ . En uranløsning tilsettes kolonnen og ved tilsetning av saltsyre vil uran komplekseres og forlate kolonnen, mens thorium blir værende igjen. Sitronsyre ( $\text{H}_3\text{L}$ ) tilsettes så kolonnen for å kompleksere protaktiniumet som gror inn:



Figur 1.1: Inngroing av datteraktivitet som funksjon av  $T_{1/2}(2)$ .



For å bestemme halveringstiden brukes følgende relasjon:

$$R = R_0 e^{-\lambda t} \tag{1.3}$$

Ved å ta den naturlige logaritmen til likning 1.3 blir

$$\ln R = \ln R_0 - \lambda t \tag{1.4}$$

Plottet på et semilogaritmisk papir kan vi behandle dette som en rett linje med stigningstall  $k = -\lambda$ . Slik kan vi finne halveringstiden til  $^{234\text{m}}\text{Pa}$ .

## DEL 2

# Laboppgave og rapportskjema

### 2.1 Prosedyre for å lage i stand $^{234m}\text{Pa}$ -generator

1. Sett inn et tellekort med preparatskål i telleren og start en bakgrunnsmåling.
2. Lag en kationbytterkolonne av Dowex 50-4. Ta ut litt ionebyttermateriale, 4-5 g er nok, og slem det opp i 2 M HCl. Fyll så opp ionebytterkolonnen til rundt 2 cm.
3. Løs ca. 2 g uran i 10 mL 2 M HCl og fyll løsningen på kolonnen. La løsningen renne igjennom kolonnen av egen tyngde. Etterfyll med 10 mL 2 M HCl. Ta vare på løsningen i et begerglass. *Uranresten skal tømmes på egen avfallsflaske.*
4. Eluer kolonnen med 2 M HCl, inntil det ikke lenger er mulig å påvise uran med  $\text{NaAc} + \text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)$  løsning. *Samle opp vaskevannet i en avfallsflaske.*
5. Eluer deretter kolonnen med 5 % sitronsyreløsning til all HCl er fjernet fra kolonnen. Dette tester du med  $\text{AgNO}_3$ -løsning.
6. Fyll opp resarvoaret i kolonnen med sitronsyreløsning og lukk den med en kork.
7. Etter ca. 10 minutter vil  $^{234m}\text{Pa}$  ha grodd inn.
8. Ta av korken og benytt en trykkluftballong til å ta ut 20 dråper i en telleskål. Skålen skal være montert på et tellekort som du får av veileder.
9. Sett på korken igjen og begynn telling så raskt som mulig.

### 2.2 Telleprosedyre

Du skal gjøre *to* måleserier der du teller i 1 minutt og venter i 30 sekunder, målingene skal pågå inntil tellehastigheten er konstant. Det vil den være etter ca. 12 minutter. Etter en serie telles restaktiviteten i 5 minutter. Fyll ut måletallene i tabellene nedenfor og regn ut telletall korrigert for bakgrunn og bestem usikkerheten.

### 2.2.1 Bakgrunnsmåling

TELLETALL: = \_\_\_\_\_ tellinger

TELLETID: = \_\_\_\_\_ sekunder

TELLEHASTIGHET: = \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ cpm

### 2.2.2 Måleserie 1

tid	N	$N - N_b$	$\sigma$

RESTAKTIVITET: = \_\_\_\_\_ tellinger  $\Rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ cpm

### 2.2.3 Måleserie 2

tid	N	$N - N_b$	$\sigma$

RESTAKTIVITET: = \_\_\_\_\_ tellinger  $\Rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ cpm

## 2.3 Beregninger og fremstilling av data

### 1. Desintegrasjonskurve

Plott målepunktene, etter å ha korrigert for bakgrunnen på en semilogaritmisk papir (utdeles av veileder). Merk av usikkerheten i målepunktene dine på grafen.

### 2. Bestemmelse av halveringstiden

Bestem halveringstiden ved bruk av linjal, og estimer usikkerheten i verdien:

3. Beregning av dekontaminasjonsfaktoren,  $\frac{{}^{234\text{m}}\text{Pa}}{{}^{234}\text{Th}}$ . Dekontaminasjonsfaktoren bestemmes ved beregne forholdet mellom aktiviteten av  ${}^{234\text{m}}\text{Pa}$  ved isolasjon og aktiviteten av preparatet etter at  ${}^{234\text{m}}\text{Pa}$  har død ut, - denne aktiviteten tilskrives  ${}^{234}\text{Th}$ . Differansen mellom bakgrunnstillingen og restaktivitetsmålingen gir deg thoriumaktiviteten. Du skal oppgi svaret med usikkerhet.