

Oppgavesett 0

9. C-14 har en halveringstid på 5730 år.

- Hvor lang tid tar det å redusere en gitt mengde C-14 til 0,0001% (dvs $1/10^6$ del)
- I lys av svaret ovenfor, hvordan kan det forklares at mengden C-14 på jorda holder seg relativt konstant?

FASIT

Oppgave 9.

Vi ønsker å finne tiden (t) det tar å gå fra et strålenivå - f.eks målt ved antall kjerner N_0 (ved tiden t_0) til et strålenivå som er $1/10^6$ del av N_0 ; dvs $N = N_0 \cdot 1/10^6 = N_0 \cdot 10^{-6}$. Halveringstiden er kjent; $t_{1/2} = 5730$ år.

Benytter: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Vi skal finne t, vi kjenner forholdet mellom N og N_0 , og kan finne desintegrasjonskonstanten λ fra halveringstiden

Har at $\ln 2 = \lambda t_{1/2}$ Dvs: $\lambda = \ln 2 / 5730 \text{ år} = \underline{1.2097 \cdot 10^{-4} \text{ år}^{-1}}$

Benytter som så mange ganger før: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$$N/N_0 = (N_0 \cdot 10^{-6}) / N_0 = 10^{-6} = e^{-\lambda t} = e^{-\lambda \cdot t}$$

→ $10^{-6} = e^{-\lambda \cdot t}$ for flytta t ned fra eksponenten ved å ta ln:

$$\ln(10^{-6}) = \ln(e^{-\lambda \cdot t}) = \lambda \cdot t$$

→ $t = -\ln(10^{-6})/\lambda =$

→ $t = -(-13.8155) / 1.2097 \cdot 10^{-4} \text{ år}^{-1}$

$$= 114206,09 \text{ år}$$

Mengden C-14 er redusert til $1/10^6$ del i løpet av tiden $t \approx 114\ 000$ år

Oppgavesett 1

7 I et laboratorium arbeides det med den radioaktive isotopen Na-24. En dag skjer det et uhell med denne isotopen slik at labben blir forurenset. Strålenivået øker til 100 ganger det som kan aksepteres. Det besluttes å stenge laboratoriet inntil strålenivået kommer ned på et akseptabelt nivå. Halveringstiden til Na-24 er 15 timer. Hvor lenge må laboratoriet holdes stengt?

FASIT - Oppgave 7

(Na-24 (S#7 – eks 1990, oppgave 1b))

Vi ønsker å finne tiden det tar å gå fra et strålenivå (f.eks målt ved antall kjerner) som er 100 ganger akseptabel verdi til et strålenivå som er akseptabelt.

Dvs startnivået $N_0 = 100 \cdot N_{ok}$

og sluttnivået $N = N_{ok}$

Benytter som så mange ganger før: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$$N/N_0 = N_{ok} / 100N_{ok} = 1/100 = e^{-\lambda t}$$

Kvitter oss med eksponenten og tar ln:

$$\rightarrow \ln(1/100) = -\lambda t$$

$$\rightarrow t = -\ln(1/100) / \lambda$$

Har at $\ln 2 = \lambda t_{1/2}$ dvs at $\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = \ln 2 / 15 \text{ timer} = 0,04621$

$$\begin{aligned} \rightarrow t &= -\ln(0,01) / (\ln 2 / t_{1/2}) \\ &= -\ln(0,01) / 0,0462 \end{aligned}$$

t = 99,66 timer ≈ snaut 100 timer før labben kan åpnes igjen

8 Radiumisotopen Ra-226 har desintegrasjonskonstanten

$$\lambda = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$$

Jodisotopen I-131 har en halveringstid på 8,04 dager.

Avogadrostill (antall atomer i ett mol av et stoff) = $6,023 \cdot 10^{23}$

- Hva menes med aktiviteten til en radioaktiv prøve?
- Hva menes med et mol av et stoff?
- Finn aktiviteten til en prøve som inneholder 1 mg radium?
- Finn aktiviteten til en prøve som inneholder 1 mg jod?
- Hvorfor er det så stor forskjell mellom aktivitetene til 1 mg Ra-226 og 1 mg I-131?
- Som et ledd i ulykkesberedskapen oppfordres/pålegges ofte folk i områder omkring kjernereaktorer å ha tabletter av ikke-radioaktivt-iod i alle hjem. Hvorfor?

FASIT - Oppgave 8

Radium og Iod (S#4)

a) Aktiviteten angir antall desintegrasjoner pr. sekund, måles i Bq

b) Finn aktiviteten til en prøve som inneholder 1 mg radium?

Massen til Ra-226 = 226 amu

Vi veit at aktiviteten er gitt som produktet av desintegrasjonskonstanten λ og antall atomer N
 $A = \lambda \cdot N$

Vi må finne N (λ er oppgitt til $1,4 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$)

Går vegen om avogadrostill og mol for å finne antall atomer i 1 mg Ra-226.

$$\text{Finner antall mol: Antall mol} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 226 \text{ g/mol} = 4,424779 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Ett mol inneholder N_A atomer

$$\rightarrow \text{antall atomer} = \text{Antall mol} \cdot N_A \cong 6,023 \cdot 10^{23} \text{ atomer/mol}$$

$$\rightarrow N_{(\text{Ra-226})} = (1 \cdot 10^{-3} / 226) \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \text{ atomer} = \underline{2,665 \cdot 10^{18} \text{ atomer}}$$

Når vi har antall atomer N og desintegrasjonskonstanten λ kan vi finne aktiviteten:
 $A = -dN/dt = \lambda \cdot N = 1,4 \cdot 10^{-11} \cdot 2,665 \cdot 10^{18} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ atomer /sek}$

→ 1 mg Ra-226 har en aktivitet på $3,7 \cdot 10^7 \text{ Bq}$

kunne også i dette spesialtilfeller brukt definisjonen av 1 Ci:

1 gram radium = 1 Ci (definisjon av Ci) = $3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

$$\rightarrow \underline{1 \text{ mg Ra-226 har en aktivitet på } 3,7 \cdot 10^7 \text{ Bq}}$$

d) Finn aktiviteten til en prøve som inneholder 1 mg jod?

På samme måte som for radium så trenger vi N og λ . I tilfellet for Ra-226 var λ oppgitt, i dette tilfellet må vi beregne den ut fra andre opplysninger.

Vi finner antall atomer først – går fram på samme måte som for Ra-226:

Massen til I-131 = 131 amu.

1 mg I-131 utgjør derfor følgende mengde mol. $1 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 131 \text{ g/mol} = 7.6336 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

Antall atomer = mol $\cdot N_A = 7.6336 \cdot 10^{-6} \cdot 6.023 \cdot 10^{23} \text{ atomer/mol}$

→ $N_{(I-131)} = 7.6336 \cdot 10^{-6} \cdot 6.023 \cdot 10^{23} \text{ atomer} = \underline{4.5977 \cdot 10^{18} \text{ atomer}}$

Finner desintegrasjonskonstanten ut fra oppgitt halveringstid.

$$\ln 2 = \lambda \cdot t_{1/2}$$

NB! Aktivitet er pr sekund → må oppgi halveringstida i pr. sekund

→ $\lambda = \ln 2 / (8,04 \text{ dager} \cdot 24 \text{ t/dag} \cdot 60 \text{ min/t} \cdot 60 \text{ sek} \cdot \text{min}) = \ln 2 / 694656 \text{ sek} = \underline{9,98 \cdot 10^{-7} \text{ sek}}$

Når vi har antall atomer N og desintegrasjonskonstanten λ kan vi finne aktiviteten:

$$A = \lambda \cdot N = 9,98 \cdot 10^{-7} \cdot 4,5977 \cdot 10^{18} = 4,59 \cdot 10^{12} \text{ atomer /sek}$$

→ 1 mg I-131 har en aktivitet på $4,6 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$

e) I ett mg lod er det nesten dobbelt så mange atomer I-131 som det er Ra-226 på grunn av forskjellene i atomvekter, men det kan ikke forklare en aktivitetsforskjell på $\approx 1 \cdot 10^5$.

Den viktigste faktoren ligger i halveringstidene.

Ra-226: $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 1,4 \cdot 10^{11} \approx 1600 \text{ år}$

I-131: $t_{1/2} = 8,04 \text{ dager}$

I-131 må desintegreere raskere (dvs ha høyere aktivitet) for å rekke å dø bort.

f) Som et ledd i ulykkesberedskapsplanen oppfordres/pålegges ofte folk i områder omkring kjernereaktorer å ha tabletter av ikke-radioaktivt-iod i alle hjem. Hvorfor?

Iod, både radioaktivt og ikke-radioaktivt søker til skjoldbruskkjertelen.

I-131 er et fissionsprodukt og vil kunne slippe ut i atmosfæren i forbindelse med et ukontrollert utslipp.

Tilsetning av stabilt-iod vil bidra til å fortrenge I-131 og dermed redusere opptak av I-131 i skjoldbruskkjertelen.