

6. Fra det første uttrykket har vi

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda \cdot dt$$

Vi integrerer fra starttid $t=0$ til tiden t . Når $t=0$ er $N=N_0$.

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda(t - 0)$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t$$

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

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

Når $t=T_{1/2}$ (halvveringstiden) er $N = N_0 / 2$. Vi får da:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda \cdot T_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T_{1/2}}$$

$$-\ln 2 = -\lambda \cdot T_{1/2}$$

$$\underline{\underline{\ln 2 = \lambda \cdot T_{1/2}}}$$

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?

Vi ønsker å finne tiden, t , 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, N_{aksept} .

Dvs startnivået $N_0 = 100 \cdot N_{\text{aksept}}$

og sluttnivået $N = N_{\text{aksept}}$

Sammenhengen mellom N og N_0 er: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Vi har da at: $N/N_0 = N_{\text{aksept}} / 100 N_{\text{aksept}} = 1/100 = e^{-\lambda t}$

Vi kvitter oss med eksponenten ved å ta ln på begge sider:

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

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

Desintegrasjonskonstanten kan skrives som: $\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = \ln 2 / 15 \text{ timer} = 0.04621 \text{ timer}^{-1}$

Vi setter dette inn i (1): $t = -\ln(1/100) / \lambda = -\ln(0.01) / (0.0462 \text{ timer}^{-1}) = 99.6 \text{ timer}$

Det tar 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. Avogadro tall (antall atomer i ett mol av et stoff) = $N_A = 6.023 \cdot 10^{23}$
- 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?

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

c) Atom-massen til Ra-226 = 226 u. Vi vet 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 veien om Avogadros tall og mol for å finne antall atomer i 1 mg Ra-226.

Finner antall mol: Antall mol = $1 \cdot 10^{-3} \text{ g} / (226 \text{ g/mol}) = 4.424 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

Ett mol inneholder N_A atomer = $6.023 \cdot 10^{23}$ atomer

Antall atomer i 1 mg Ra:

$$N_{\text{Ra}} = 4.424 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot N_A = 4.424 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 6.023 \cdot 10^{23} \text{ atomer/mol} = 2.665 \cdot 10^{18} \text{ atomer}$$

$$\text{Aktiviteten til 1 mg Ra: } A = \lambda \cdot N_{\text{Ra}} = 1.4 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1} \cdot 2.665 = 3.7 \cdot 10^7 \text{ Bq}$$

d) Atom-massen til I-131 = 131 u

Antall mol i 1 mg I-131: $10^{-3} \text{ g} / 131 \text{ g/mol} = 7.633 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

Antall atomer i 1 mg I-131:

$$7.633 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot N_A = 7.633 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 6.023 \cdot 10^{23} \text{ atomer/mol} = 4.5977 \cdot 10^{18} \text{ atomer}$$

Desintegrasjonskonstanten = $\ln 2 / t_{1/2} = \ln 2 / (8.04 \text{ dager} \cdot 24 \text{ timer/dag} \cdot 3600 \text{ s/time}) = 9.98 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

Aktiviteten til 1 mg I-131: $A = \lambda \cdot N = 9.98 \cdot 10^{-7} \cdot 4.5977 \cdot 10^{18} \text{ Bq} = 4.59 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$

- e) I ett mg I-131 er det nesten dobbelt så mange atomer som det er i Ra-226 på grunn av forskjellene i atomvekter, men det kan ikke forklare en aktivitetsforskjell på $\approx 10^5$. Den viktigste faktoren ligger i halveringstidene.
- Ra-226: $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = \ln 2 / (1.4 \cdot 10^{-11}) \approx 1600 \text{ år}$
- I-131: $t_{1/2} = 8.04 \text{ dager}$
- I-131 må desintegrere raskere (dvs ha høyere aktivitet) for å rekke å dø bort.
- f) Iod, både radioaktivt og ikke-radioaktivt, søker til skjoldbruskkjertelen. I-131 er et fisjonsprodukt 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.