



Begreper og definisjoner

- Atomnummer - antall protoner i kjernen (Z)
- Isotoper - atomer med samme Z men uolikt anta,, nøytroner (N)
- Massetall: $A = Z + N$
- Isobarer: Atomer med samme A , men ulike Z (og N)
 - e.g. ^{81}Zn , ^{81}Ga , ^{81}Ge
- (Isotoner - atomer med samme N men ulike Z)
- Nuklide: atomtype karakterisert av spesifikk N og Z
- Nukleon, proton eller nøytron
- Isomer, atomer av en spesiell nuklide i speselt langlivet eksitert tilstand forskjellig fra grunntilstanden



Isotoper

	^{17}F	^{18}F	^{19}F	^{20}F	^{21}F	^{22}F	^{23}F	^{24}F
	64.5s	1.82h	stabil	11.0s	4.4 s	4.2 s	2.3 s	0.3 s
	β^+	β^+	100%	β^-	β^-	β^-	β^-	β^-

- Fluor isotoper finner man på følgende masser; 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, totalt 12.
 - ▶ ^{19}F er eneste stabile F isotop
 - ▶ ^{18}F og ^{17}F er β^+ -aktive
 - ▶ Alle øvrige er β^- -aktive
- ^{16}F er **ubundet**, d.v.s. denne nukliden eksisterer ikke. Denne posisjonen kalles "proton drip-line". Alle lettere F-isotoper er også ubundet
- ^{28}F er ubundet, det er også ^{30}F og alle tyngre F-isotopers. ^{28}F og ^{30}F er rett over "nøytron drip-line"



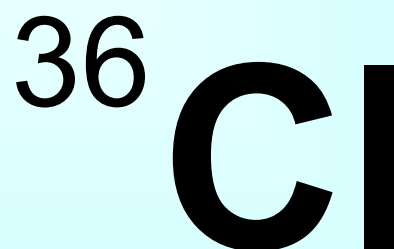
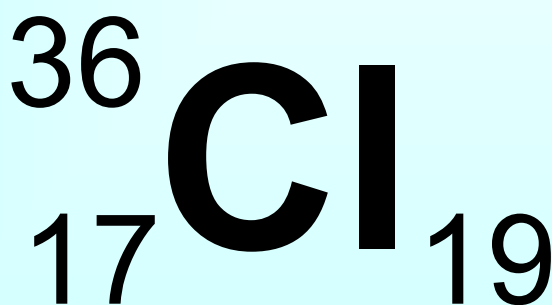
Notasjon



- A - massetall
- Z - protontall
- N - nøytrontall
- X - kjemisk betegnelse

Eksempel:

Eller:



Bruk ikke: ~~Cl-36~~ eller ~~Cl³⁶~~



Energier og enheter

- 1 eV (electron-volt) = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J
- 1 keV = 10^3 eV
- 1 MeV = 10^6 eV
- 1 GeV = 10^9 eV
- 1 TeV = 10^{12} eV
- ~eV - kjemisk binding
- ~keV - bindingsener for indre skall elektroner i tunge grunnstoffer
- 511 keV elektron hvilemasse
- ~MeV - energier i enkle nukleære prosesser
- ~200 MeV -fissjonsenergier
- 0.94 GeV - nukleonets hvilemasse (proton eller nøytron)



Desintegrasjon og tid

- **Antagelser:**
- 1. Vi har et antall N radioaktive atomer av samme nuklide
- 2. Sannsynligheten for henfall er uavhengig av deres forhistorie
- 3. De henfaller uten å vekselvirke med omverdenen
-
- Hva blir desintegrasjonshastigheten som funksjon av tiden ?



Desintegrasjonsloven

Betrakt et tidsintervall Δt . I løpet av dette vil et antall atomer $-\Delta N$ (positivt tall) henfalle. Vi antar at Δt er så lite at $-\Delta N \ll N$

Da er:

$$-\Delta N \propto \Delta t \quad \text{og}$$

$$-\Delta N \propto N \quad \text{(antagelse 3)}$$

$$\text{altså: } -\Delta N = \lambda N \Delta t$$

$$\text{eller: } -dN = \lambda N dt \quad \text{i.e. } -dN/N = \lambda dt$$

Integrasjon:

antagelse 2

$$\int_{N_0}^N -dN/N = \int_{t=0}^t \lambda dt = \lambda \int_{t=0}^t dt$$

gir $-\ln(N/N_0) = \lambda t$ eller

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

(som 1. Ordens kjemisk reaksjon)



Desintegrasjon og antall atomer

Konstanten λ er decaykonstanten, karakteristisk for hver nuklide og uttrykker **sannsynligheten pr.tidsenhet for at ett atom skal henfalle**. Dermed er produktet

$$\lambda N \equiv D$$

uttrykk for antall desintegrasjoner pr. Tidsenhet, eller desintegrasjonshastigheten for den aktuelle nukliden. Som for første ordens kjemisk reaksjon har vi:

$$\lambda = \ln(2)/T_{1/2}$$

Det sees også lett at for enkel desintegrasjon er:

$$D = D_0 e^{-\lambda t}$$

der D_0 er desintegrasjonshastigheten ved $t=0$



Enhet

- Enhet for desintegrasjons-
hastighet: 1 becquerel = 1 Bq
- 1 Bq = 1 desintegrasjon pr sekund
- 1 kBq = 10^3 Bq
- 1 MBq = 10^6 Bq
- 1 GBq = 10^9 Bq
- 1 TBq = 10^{12} Bq
- 1 PBq = 10^{15} Bq
-
- **Desintegrasjonshastighet bør
spesifiseres til en bestemt nuklide,
eller til total verdi.**



Desintegrasjonshastighet og masse

Total mengde of Pu i verden i 1992 var omtrent 1100 tonn. Beregn desintegrasjonshastigheten, anta at all Pu er ^{239}Pu , halveringstid 24 000 år.

1) Antall mol:

$$n = 1.1 \cdot 10^9 / 239 = 4.6 \cdot 10^6$$

2) Antall atomer:

$$N = N_A \cdot n = 6.022 \cdot 10^{23} \cdot 4.6 \cdot 10^6 \\ = 2.8 \cdot 10^{30}$$

3) $D = \lambda N = N(\ln 2) / T_{1/2} =$

$$2.8 \cdot 10^{30} \cdot (\ln 2) / (24000 \text{ (y)} \cdot 3.16 \cdot 10^7 \text{ (s/y)}) =$$

$$2.5 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$$



Miljøaspekt

Karahavet er omtrent 2000 km langt, 500 km bredt og 200 m dypt.

Totalvolum: $V = 200 \cdot 500\ 000 \cdot 2000\ 000 = 2 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$.

Antar: Noen får tak i all verdens Pu, løser det i salpetersyre og dumper det i Karahavet, der det ikke sedimenterer.

Spesifikk aktivitet; $2.5 \cdot 10^{18} \text{ Bq} / 2 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 = 12500 \text{ Bq/m}^3 = 12.5 \text{ Bq/l}$