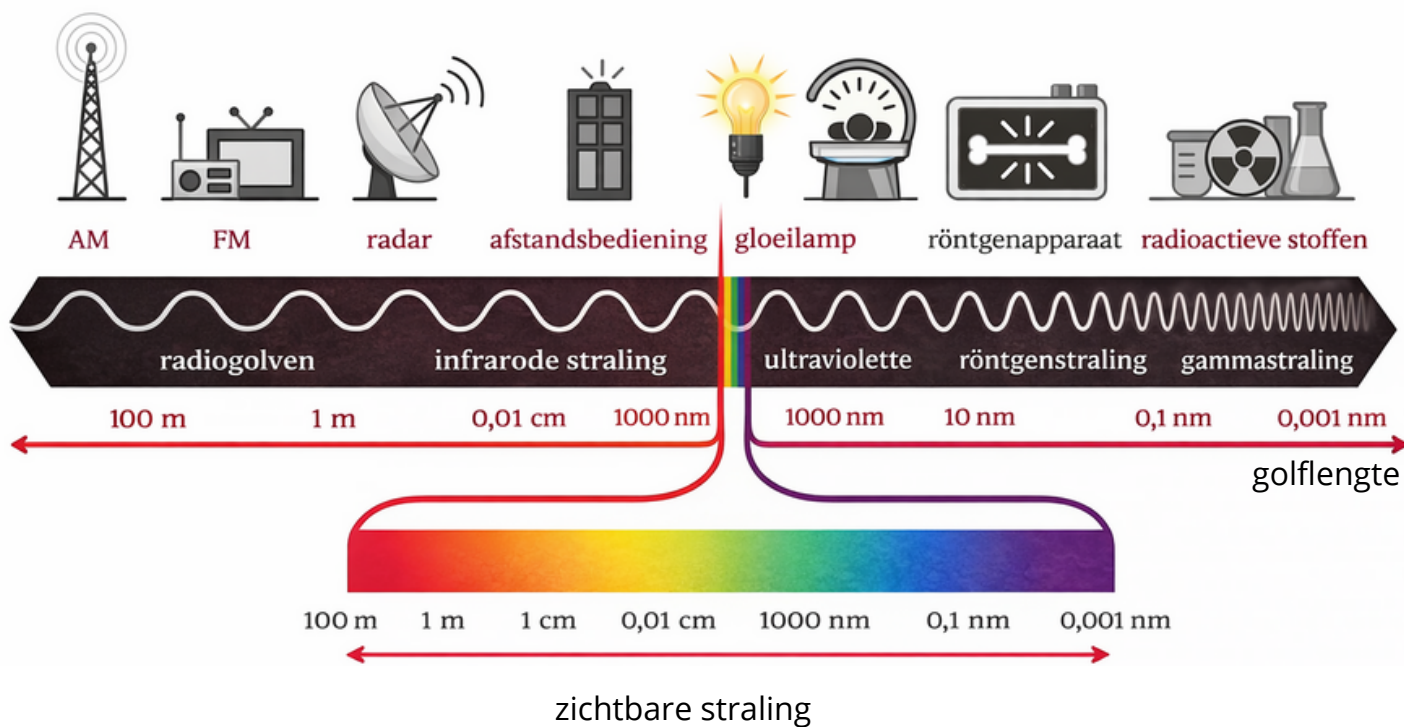


Straling

Hoofdstuk 5 Deel 1

Polaris Havo 3



Electromagnetische golf

Een golf van elektrische en magnetische trillingen die zich met de lichtsnelheid door de ruimte voortplant.

Elektromagnetische straling:

- Bestaat uit elektromagnetische golven
- Heeft golflengte, frequentie en golfsnelheid
- Heeft geen tussenstof nodig
- Golfsnelheid in vacuüm = lichtsnelheid ($3,0 \times 10^8$ m/s)

Verband golflengte en frequentie:

Hoe groter de frequentie, hoe kleiner de golflengte

$$f \uparrow \rightarrow \lambda \downarrow$$

Golflengte (λ): afstand tussen twee toppen

Frequentie (f): aantal trillingen per seconde

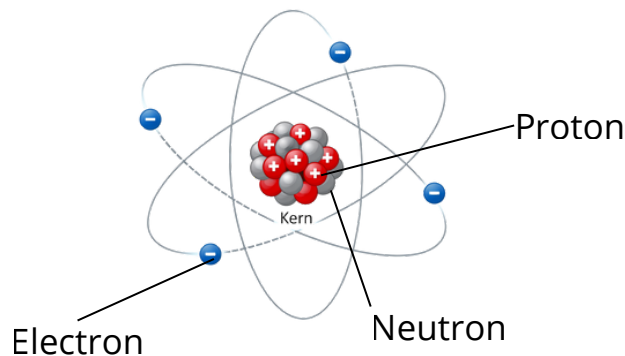
Notatie koolstof atoom

aantal kerndeeltjes
(**massa getal**)

= som van protonen en neutronen in de kern

aantal protonen
(**atoomnummer**)

Bepaald om welke atoomsoort het gaat



Isotoop

atomen van hetzelfde element met een verschillend aantal neutronen en dus een ander massagetal.

Voorbeeld: koolstof

C-12: 6 protonen, 6 neutronen

C-14: 6 protonen, 8 neutronen

Beide zijn koolstof, maar verschillende isotopen

→ Isotopen = zelfde element

→ Verschil zit alleen in neutronen

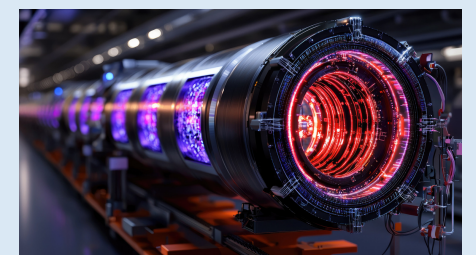
→ Sommige isotopen zijn stabiel

→ Andere zijn radioactief

Zware atomen

De atoomsoorten vanaf atoomnummer 92 worden kunstmatig gemaakt.

gebeurt in grote versnellers waarna ze met hoge snelheid op kernen van andere atoomsoorten botsen.

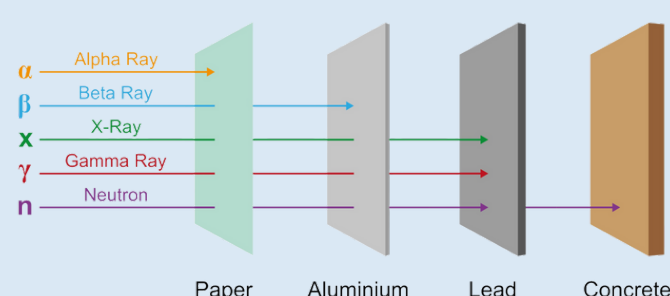


Soorten kernstraling

Alfastraling (α): heliumkern
(2 protonen + 2 neutronen)

Bètastraling (β): elektron

Gammastraling (γ): hoogenergetisch foton
(elektromagnetische straling)



Radioactieve stoffen



instabiele atoomkernen stralen zelf straling uit om stabiel te worden.

De straling komt uit de atoomkern en heet daarom **kernstraling**.

Medische isotopen

Medische isotopen worden kunstmatig geproduceerd in een kernreactor, zoals in Petten. Door radioactief verval ontstaan isotopen (bijv. Mo-99 → Tc-99) die in ziekenhuizen worden gebruikt voor diagnose en behandeling.

Straling

Hoofdstuk 5 Deel 2

Polaris Havo 3

Radioactief verval

Als een isotoop kernstraling uitzendt, zeg je dat deze vervalst.

dit proces heet radioactief verval

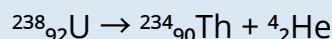
Wat gebeurt er bij verval?

De atoomkern verandert
De kern probeert stabiel te worden

Vervalvergelijking

Alfaverval: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$

- α -straling bestaat uit een heliumkern
- Een heliumkern bevat:
 - 2 protonen
 - 2 neutronen
- Zie je ${}_2^4\text{He}$ → dan weet je: alfa-verval



Wat gebeurt er bij alfa-verval?

- Atoomkern zendt een heliumkern uit
- De kern verliest:
 - 2 protonen
 - 2 neutronen

Gevolgen voor de kern

- Massagetal (A): -4
- Atoomnummer (Z): -2
- Het element verandert

Wanneer treedt alfa-verval op?

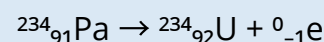
- Kern te zwaar
- Bijvoorbeeld uranium, radium, polonium, plutonium

Kort stappenoverzicht bij α -verval:

1. Lees Z van het oorspronkelijke atoom
2. Trek 2 af → nieuw Z
3. Zoek dat Z in het periodiek systeem
4. Dat element is Y

Bètaverval: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$

- Bèta-straling bestaat uit een elektron
- heeft geen kerndeeltjes
- heeft lading -1
- heeft massagetal 0
- Zie je ${}_{-1}^0e$ → dan weet je: bèta verval



Wat gebeurt er bij bèta verval?

- Neutron → proton
- Er wordt een elektron uitgezonden (bètastraling)
- Bèta = neutron → proton = Z + 1

Gevolgen

- Massagetal (A): blijft gelijk
- Atoomnummer (Z): +1
- Element verandert (opzoeken via Z)

Wanneer treedt bèta verval op?

- Kern te Neutronrijk
- Bijvoorbeeld Cobalt-60, Koolstof-14, Thorium-234

Kort stappen overzicht bij β -verval:

1. Massagetal blijft gelijk
2. Atoomnummer +1
3. ${}_{-1}^0e$ staat rechts
4. Nieuw element opzoeken via Z

Verschil α , β en γ verval

Alfa- en bèta-verval

- De kern zendt deeltjes uit
- Het aantal protonen en neutronen verandert
- Er ontstaat een nieuw element

Gamma-verval

- De kern zendt alleen energie uit
- Geen verandering in:
 - aantal protonen
 - aantal neutronen
- De atoomsoort blijft hetzelfde

α en β : kern verandert → nieuw element
 γ : kern blijft gelijk → alleen energieverlies

Halveringstijd

de tijd waarin de hoeveelheid radioactieve stof halveert.

Na 1 halveringstijd → 50% over
Na 2 halveringstijden → 25% over
Na 3 halveringstijden → 12,5% over

Belangrijk om te onthouden:

- De halveringstijd is kenmerkend voor de stof
- Elke radioactieve isotoop heeft een eigen halveringstijd
- Minder stof → lagere activiteit

Activiteit van een radioactieve stof =
Het aantal kernen dat per seconde vervalst.

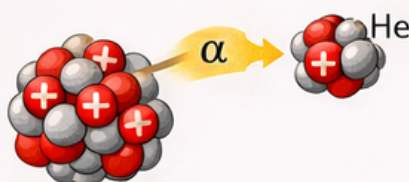
eenheid = Becquerel (Bq)

Elke halveringstijd halveert de activiteit.



RADIOACTIEF VERVAL

ALFA-VERVAL

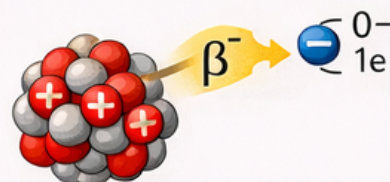


Instabiele kern

Nieuwe, lichtere kern

Kern zendt **heliumkern** uit
(α -deeltje, ${}_2^4\text{He}$)

BÈTA-VERVAL

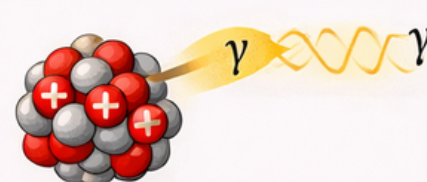


Instabiele kern

Nieuwe kern

Kern zendt **elektron** uit
(β^- -deeltje, ${}_{-1}^0e$)

GAMMA-VERVAL



Instabiele kern

Dezelfde kern

- Kern zendt **alleen straling** uit (γ)

Geigenteller

een apparaat dat ioniserende straling meet.

als er straling op de meter valt gaat er een kleine stroom lopen → je hoort een tik.



Meer tikken per seconde = meer straling.

Straling

Hoofdstuk 5 Deel 3

Polaris Havo 3

Rekenen met halveringstijd

Stap 1 – Deel steeds door 2

Begin bij 100% en deel door 2 tot je het gevraagde percentage bereikt.

Stap 2 – Tel het aantal halveringen

Stap 3 – Vermenigvuldig met de halveringstijd

Aantal dagen = aantal halveringen $\times$ halveringstijd

In een ziekenhuis wordt een patiënt geïnjecteerd met de radioactieve stof jood-131.

Na hoeveel dagen is 12,5% over?

Uitwerking:

50% $\rightarrow$ 1 halvering

25% $\rightarrow$ 2 halveringen

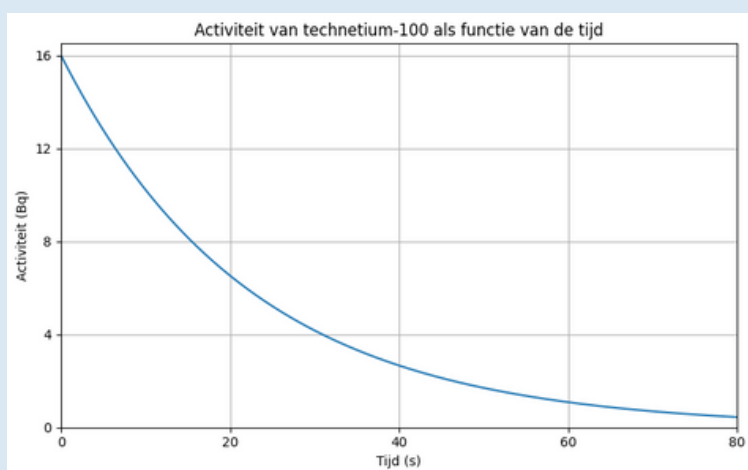
12,5% $\rightarrow$ 3 halveringen

Halveringstijd jood-131 = 8 dagen

$3 \times 8 = 24$ dagen

Na 24 dagen is er nog 12,5% jood-131 over

Diagram halveringstijd



In het diagram wordt de activiteit van technetium-100 uitgezet tegen de tijd.

bepaal de halveringstijd van technetium-100.

Uitwerking:

De activiteit op $t = 0$ is 16×10^4 Bq. Na één halveringstijd is de activiteit gehalveerd naar 8×10^4 Bq.

In het diagram lees je bij 8×10^4 Bq een tijd af van ongeveer 16 sec.

De halveringstijd van technetium-100 is dus ongeveer 16 sec.

Ouderdom bepalen met isotopenbepaling

Uit de verhouding tussen een radioactieve en een stabiele isotoop kun je bepalen hoeveel tijd er is verstreken sinds het verval begon.

Voorbeeld (koolstofdatering)

- C-14 vervalt, C-12 blijft gelijk
- Halveringstijd C-14 = 5730 jaar
- Minder C-14 t.o.v. C-12 $\rightarrow$ ouder materiaal



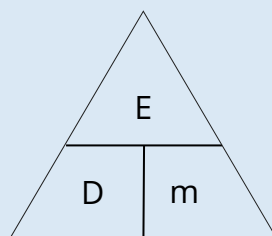
Rekenen met stralingsdosis

Stralingsdosis (D) = opgenomen energie per kilogram

E = Opgenomen energie (J)

m = Massa weefsel (kg)

D = Stralingsdosis (J/Kg)



Beschermen tegen straling

Er zijn drie manieren om je te beschermen tegen ioniserende straling:

1. Tijd beperken

Hoe korter je wordt blootgesteld, hoe minder straling je opneemt.

2. Afstand vergroten

De hoeveelheid straling neemt af met het kwadraat van de afstand tot de bron

3. Afschermen

Materialen zoals lood, beton of staal houden (een deel van) de straling tegen.

Ioniserende straling

Straling met voldoende energie om elektronen los te maken uit atomen of moleculen.

Stralingsdosis

Stralingsdosis geeft aan hoeveel stralingsenergie per kilogram lichaam wordt opgenomen.

Hoe groter de dosis, hoe groter het risico op schade

De **effectieve stralingsdosis** houdt rekening met stralingstype en weefselgevoeligheid.

Stralingslimiet = Maximale hoeveelheid straling waaraan een mens blootgesteld mag worden.

Limiet = 1 mSv per jaar en 20 mSv per jaar op werk

Bq meet de hoeveelheid straling, Sv meet het effect op het lichaam.

Straling meten

Een badge bevat materiaal dat de energie van straling absorbeert $\rightarrow$ uitlezen $\rightarrow$ stralingsdosis bepaald

Dosimeter

Meet hoeveel straling iemand ontvangt.

