

Het nevelvat

Veel nieuwe deeltjes zijn in het begin van de 20e eeuw ontdekt in het nevelvat van Wilson. Hij onderzocht de vorming van wolken en ontdekte dat waterdamp bij voorkeur condenseert om stofjes en ... ionen. Denk maar aan de 'wolkstreep' die een straaljager maakt als hij door oververzadigde waterdamp vliegt. Deze ontdekking bracht hem op het idee een detector te maken voor ionen en dus voor kernstraling. Hij bracht een radioactieve bron in een vat, gevuld met verzadigde damp en vergrootte plotseling het volume. De damp kreeg dus meer ruimte en koelde daardoor sterk af. Dat laatste effect is sterker dan het eerste, zodat de damp oververzadigd raakte. Elk aanwezig ion vormde de kern voor een druppeltje. Ook om de ionen die door de straling gevormd werden, ontstonden dus druppeltjes. In het nevelvat (wilsonvat) zie je dus niet de α 's en β 's zelf, maar de sporen die ze achterlaten in geïoniseerde lucht. Door foto's te maken van de sporen en die onder een microscoop te onderzoeken, kon men de druppels in een spoor tellen. Omdat bekend was dat één ionisatie gemiddeld 34 eV kost, was zo de energie van α 's en β 's bepalen.



Op deze foto zijn twee 'families' van α -sporen te zien.

- a** Verklaar dat de sporen abrupt eindigen.
b Welke conclusie kun je trekken uit het feit dat er twee 'families' te zien zijn?

Antimaterie

In 1930 gebruikte Anderson een nevelvat om 'secundaire elektronen' in kosmische straling te onderzoeken. Dat zijn elektronen die in de atmosfeer worden vrijgemaakt door energierijke deeltjes die vanuit de kosmos komen. In het nevelvat was een magnetisch veld aangebracht zodat er kromme sporen ontstonden, waarmee hij massa en lading kon berekenen. Hij vond daarbij ook sporen die afkomstig leken te zijn van omhoog bewegende elektronen – niet van omlaag bewegende protonen, want die sporen zien er heel anders uit. Verder onderzoek toonde aan dat het om positieve elektronen moest gaan die omlaag bewogen. Deze *positronen* worden ook wel *anti-elektronen* genoemd.

Later ontdekte men dat ieder deeltje zijn *antideeltje* heeft. In kosmische straling zijn bijvoorbeeld *antiprotonen* gevonden. Die hebben dezelfde massa als een proton, maar een lading $-e$. Een positron wordt aangeduid met 0_1e en een antiproton met ${}^{-1}_1p$.

Als twee protonen botsen, kan het gebeuren dat er na afloop van de botsing drie 'gewone' protonen zijn en één antiproton. Bij deze *paarvorming* worden de twee nieuwe deeltjes gevormd uit de kinetische energie van de twee oorspronkelijke protonen. Hierbij pas je de wet van Einstein over energie en massa toe: $E = mc^2$.

Omgekeerd helpen een deeltje en zijn antideeltje elkaar om zeep door bij een ontmoeting hun massa in pure energie om te zetten.

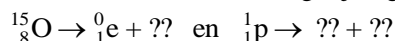
a¹ Zoek de massa van een proton op in tabel 7.

a² Bereken hoeveel energie voor deze paarvorming nodig was.

b Hoeveel energie komt er vrij als jij met je 60 kg ooit een antimens van 60 kg ontmoet?

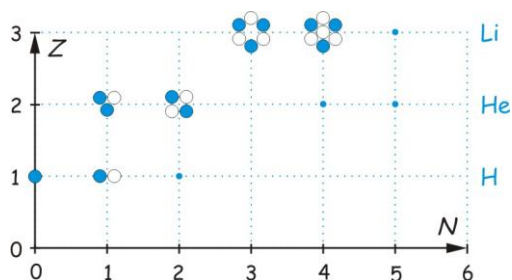
► In tabel 25A zie je soms β^+ staan; bijvoorbeeld bij ${}^{15}_8\text{O}$. In de kern wordt dan een proton in een neutron omgezet.

c Maak deze twee vervalvergelijkingen af:



De kernkaart

In het periodiek systeem staan alle isotopen van één element in één vakje. In het volgende diagram, de *kernkaart*, worden de isotopen apart aangegeven. Verticaal zetten we het aantal protonen in de kern (Z) uit en horizontaal het aantal neutronen (N). Radioactieve isotopen zijn met een stip aangegeven. Van het eerste element zijn drie isotopen bekend: ${}^1_1\text{H}$ (waterstof H), ${}^2_1\text{H}$ (deuterium D) en ${}^3_1\text{H}$ (tritium T). De laatste is niet stabiel.



a Geef in een grotere kernkaart alle isotopen weer die in tabel 25 genoemd worden van Be, B en C.

b Teken hierin de lijn (de *isobaar*) waarop alle kernen liggen met $A = 10$.