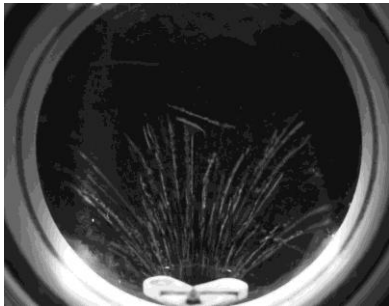


### Het nevelvat

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 'streep' 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  $\alpha$ 's en  $\beta$ '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  $\alpha$ 's en  $\beta$ 's bepalen.

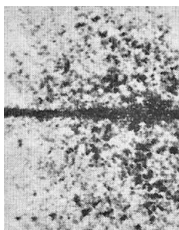


Op deze foto zijn twee 'families' van  $\alpha$ -sporen te zien.

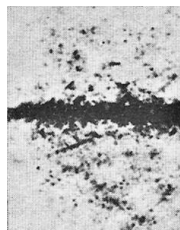
**a** Verklaar dat de sporen abrupt eindigen.

**b** Welke conclusie kun je trekken uit het feit dat er twee 'families' te zien zijn?

► Op deze kleine foto's zie je het begin en het einde van een spoor in een fotografische plaat onder de microscoop.



begin van het spoor



einde van het spoor

- c** Wanneer maakt een  $\alpha$  veel ionisaties per mm, bij veel  $E_k$  of bij weinig  $E_k$ ?
- d** Schets een grafiek waarin je verticaal het aantal ionisaties per mm uitzet en horizontaal de afstand tot de bron van de  $\alpha$ -straler.
- e** Schets de  $d(E_k)$ -grafiek ( $d$  is hierin de dracht van een  $\alpha$ ).

### Paarvorming en annihilatie

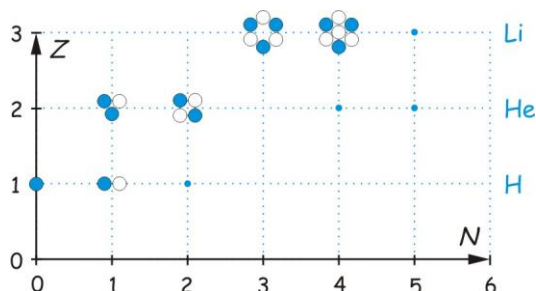
Na de vondst van het positron ontdekte men dat ook protonen en neutronen antideeltjes hebben. Deze *antimaterie* ontstaat bij botsingen tussen deeltjes die zeer veel energie bezitten. Bij die botsingen komt massa tevoorschijn terwijl energie 'verdwijnt'; dus precies het omgekeerde van wat er bij een kernreactie gebeurt. Dit noemen we *paarvorming*. Protonen uit kosmische straling bezitten genoeg energie om bij botsingen met protonen in de atmosfeer proton/antiproton-paren te vormen.

Ieder deeltje blijkt een antideeltje te hebben. De massa's zijn precies even groot maar de ladingen zijn tegengesteld. Antineutronen hebben andere magnetische eigenschappen dan het gewone neutron. Alleen het foton is zijn eigen antideeltje. Een antideeltje leeft niet lang. Als het binnen het bereik van zijn antideeltje komt, dan verdwijnen ze beide en gaat hun massa over in stralingsenergie. Als een positron en een elektron elkaar ontmoeten, verdwijnen ze binnen  $10^{-7}$  s en worden er twee (soms drie)  $\gamma$ 's uitgezonden. We noemen dit *annihilatie*. Als het paar vrijwel geen snelheid had, schieten de twee  $\gamma$ 's in precies tegengestelde richtingen uit elkaar.

- a** Toon aan dat een proton minstens 1,9 GeV moet bezitten om bij een botsing met een ander proton een proton/antiproton-paar te kunnen produceren.
- b** Bereken de energie van de twee  $\gamma$ 's die ontstaan als een elektron en een positron annihilieren.

### 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:  $^1\text{H}$  (waterstof H),  $^2\text{H}$  (deuterium D) en  $^3\text{H}$  (tritium T). De laatste is niet stabiel.



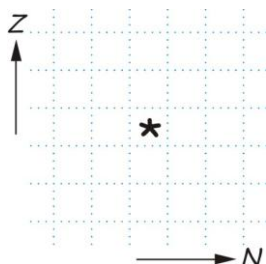
**a** Geef in een grotere kernkaart alle isotopen weer die in tabel 25 genoemd worden van Be, B en C.

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

► Op een stukje van de kernkaart is de plaats van de kern  $^A_Z\text{X}_N$  gegeven met \*.

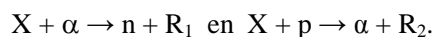
**c** Neem de figuur over en bepaal de plaats van het reactieproduct als deze kern uitzendt:

- een  $\alpha$ -deeltje
- een elektron
- een proton
- een neutron
- een foton
- een positron
- een deutron  
(de kern van deuterium).



**d** Geef ook elektronvangst aan. Dat wil zeggen dat de kern een elektron opneemt uit de elektronenwolk.

►  $R_1$  en  $R_2$  zijn de reactieproducten bij deze beschietingsreacties:



**e** Geef de posities aan van  $R_1$  en  $R_2$  t.o.v. \*.