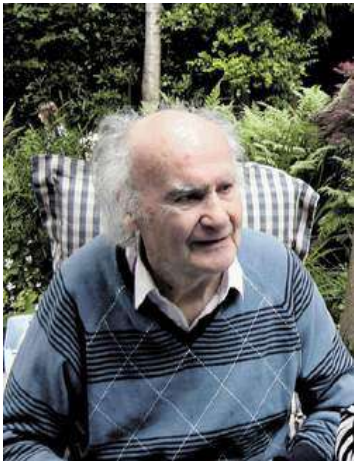


Serendipiteit: wie weet

Van de redactie (NLJ 19-01-1996)



Het was al op televisie in het programma Noorderlicht en ook het Eindhovens Dagblad nam het prompt over: temperatuurafhankelijkheid van het verval van radioactief materiaal, tegen alle bestaande wetenschappelijke inzichten in. De toenmalige Nat.Lab.-medewerker dr. Otto Reifenschweiler nam dit verschijnsel waar toen hij aan neutronen buizen werkte en daarbij titaan- titriumverbindingen gebruikte. Nu, ongeveer dertig jaar later, hebben Amerikaanse onderzoekers belangstelling voor dit fenomeen aan de dag gelegd. Experimenten worden herhaald en in het voorjaar hoopt men te weten of Reifenschweiler toen iets baanbrekends op het spoor kwam. Als dat zo is, dan is het een mooi staaltje van serendipiteit: bezig zijn met het ene onderzoek en totaal iets anders ontdekken. In elk geval zagen we oud-collega Reifenschweiler op televisie trots in het Amerikaanse laboratorium rondstappen.

Prachtig natuurlijk, zo'n belangstelling voor vroeger werk. De redactie houdt u op de hoogte.

*Onderstaand artikel verscheen in Delta [jaargang 28, nummer 35](#) 21 november 1996
Onafhankelijk universiteitsblad van de technische universiteit Delft*

Het raadsel van Reifenschweiler

In de Studium Generale-reeks 'Het Raadsel in de Wetenschap' hield prof. dr. M.J.A. de Voigt onlangs een lezing in het Techniek Museum over de opmerkelijke onderzoeksresultaten van de natuurkundige Otto Reifenschweiler op het gebied van kernprocessen. De Voigt is hoogleraar kernfysische technieken aan de TU Eindhoven. Van zijn voordracht hieronder een ingekorte weergave.

Kernprocessen worden volgens fysici beheerst door twee belangrijke krachten in de natuur, namelijk zwakke wisselwerking en sterke wisselwerking. We denken dat andere krachten bij kernprocessen geen of een onbeduidende rol spelen. Zelf ben ik dan ook sceptisch dat je op een andere manier dan door die twee krachten effect kunt uitoefenen op kernprocessen, zoals radioactief verval.

Rondom een atoomkern suizen op grote afstand elektronen, net zoals in een planetenstelsel. Bijna alle massa van het atoom is in de kern geconcentreerd. Dat atoomkernen, die zich verhoudingsgewijs heel ver van elkaar bevinden, invloed op elkaar kunnen uitoefenen is moeilijk voor te stellen. Daarom zal ik eerst iets vertellen over kernprocessen en algemene krachtwerking. Daarna behandel ik een meting die ogenschijnlijk een grote invloed van buitenaf op een kernproces registreert.

Er zijn vier kernkrachten te onderscheiden. De eerste is de zwaartekracht. Als we twee protonen, de kleinste kerndeeltjes, zeer dicht bij elkaar brengen, op een afstand van 10-15 meter, dan trekken die elkaar aan met een zwaartekracht van 10-34 Newton. Dat is verwaarloosbaar klein. Dat komt omdat die protonen zo licht zijn.

De zwakke wisselwerking, de tweede kracht die we onderscheiden, vinden we alleen in de atoomkern zelf terug. Wanneer twee protonen een onderlinge afstand hebben van 10-15 meter dan is de kracht die ze op elkaar uitoefenen 1 Newton, dat is gelijk aan de zwaartekracht van 1/10 kilogram massa. Vergeleken bij de zwaartekracht tussen twee protonen is dat dus vele malen meer.

De derde kracht noemen we de elektromagnetische kracht. Dat is de kracht die elektrische ladingen op elkaar uitoefenen. Voor twee geladen protonen op een afstand van 10-15 meter bedraagt deze 50 Newton.

De laatste kracht die we onderscheiden is de sterke wisselwerking. Deze verzorgt de binding van de

atoomkern en heeft een grootte van maar liefst 100.000 Newton. Hieruit halen we kernenergie.

Invloed

Een atoomkern heeft een afmeting van 10-15 meter. Het atoom zelf, dus de kern met de elektronen die eromheen zweven, heeft een diameter van 10⁻¹⁰ meter. De afstand van de elektronen tot de kern is honderdduizend keer groter dan de afmeting van de kern zelf. Om van twee atomen die naast elkaar zitten de twee kernen te laten wisselwerken, moeten zij dus in krachtwerking een afstand overbruggen die honderdduizend maal groter is dan de afmeting van hun kernen.

Nu is het zo dat de invloedssfeer van de zwakke en sterke wisselwerking bijzonder kort is. Die treedt als het ware niet buiten de kern. Willen ze invloed uitoefenen dan zullen die twee atomen zo dicht in elkaar moeten schuiven dat de kernen elkaar raken. Door middel van verwarmen kan men atomen zo dicht tegen elkaar aan persen dat de elektronenbanen in elkaar overlopen. Onder normale omstandigheden - dus kernreactoren en versnellers uitgezonderd - zullen de kernen elkaar vrijwel nooit bereiken.

Er is ook nog sprake van energie waarmee atomen gebonden zijn. De atoomkern is gebonden met een energie van miljoenen elektronvolt. De energie waarmee de elektronen rondom een kern zijn gebonden varieert tussen één en duizend elektronvolt. Dat is een verschil in energie van duizend tot één miljoen. We praten dus over omgevingen van atomen die duizend tot een miljoen keer zwakker zijn dan de energie die te maken heeft met de kern zelf.

De chemische invloed op kernprocessen is welhaast uit te sluiten. Nu is het zo dat in de natuur wel vaker vreemde zaken worden waargenomen. Is het nu volstrekt onmogelijk, dat een chemische omgeving een kernproces kan beïnvloeden? Het antwoord is ontkennend, want er zijn wel degelijk metingen geweest waarbij er van enige invloed sprake was.

Zo is er het zogeheten 'electroncapture'-proces, waarbij één van de elektronen in de binnenbanen van dat atoom, gevangen wordt in de kern. Dat is merkwaardig, want het elektron zit op enorme afstand van de kern. En toch kan die op een gegeven moment door een of andere omstandigheid in die kern gevangen worden door een proces dat lijkt op radioactiviteit. Het blijkt gepaard te gaan met een verandering in de elektronenschil en enigszins afhankelijk te zijn van de chemische omgeving waarin dat atoom zich bevindt. Deze invloed, zoals ze al lang geleden is gerapporteerd in de literatuur, bedraagt een paar procent. Het is dus niet helemaal uitgesloten dat andere processen invloed kunnen hebben op kernprocessen. En hiermee kom ik op het grote raadsel.

Tritium

Een wetenschapper van reputatie werkte dertig jaar geleden in het Philips natuurkundig laboratorium in Eindhoven onder leiding van de beroemde prof.dr. Casimir. Hij heet dr. Otto Reifenschweiler en heeft recentelijk zijn resultaten gepubliceerd.

In het laboratorium deed hij destijds proeven om de gasontladingsbuis, een lichtbuis, beter te laten ontsteken. Daartoe bracht hij er een radioactieve stof in dat ioniseert. Hij moest het op veilige wijze in de buis brengen. Het was toen al bekend dat tritium, een isotoop van waterstof, heel gemakkelijk absorbeert in bijvoorbeeld titanium.

Tritium zendt elektronen uit en heeft een halveringstijd van 12,3 jaar. Dat betekent dat na die tijd de helft van het element is vervallen. Het is een gevaarlijke stof, vooral als je het inademt. Titanium is een stof die bij opdamming tegen een glaswand lijkt op een roetlaagje.

Hij bracht dus tritium in het titanium en ontdekte dat als hij dit mengsel in een bepaalde verhouding verhitte de radioactiviteit van tritium afnam.

Eerst dacht hij dat hij tritium kwijtraakte waardoor hij minder radioactiviteit waarnam. Hij heeft

proeven gedaan om dat te controleren. Bij verdere verhitting constateerde hij opmerkelijk genoeg dat de radioactiviteit weer terugkwam. Zijn veronderstelling dat hij tritium was verloren ging dus niet op, want het kan niet plotseling terugkomen. Hij moest aannemen dat er iets met het tritium gebeurde.

Daarna heeft hij de verhouding tussen titanium en tritium gevarieerd. Bij iedere hoeveelheid tritium die hij erbij bracht, bleek de radioactiviteit volgens het boekje toe te nemen. Bij een bepaalde verhouding nam de radioactiviteit echter af, om vervolgens weer toe te nemen als er meer tritium werd toegevoegd.

Het experiment is heel eenvoudig. Op het ogenblik worden er in Amerika pogingen gedaan om het onder veel betere omstandigheden met moderne apparatuur te herhalen. Het gaat dus om afnemende radioactiviteit bij verwarming.

Welke conclusie kunnen we hieruit trekken? Als het aantal tritium-atomen constant blijft, moet de 'vervalswaarschijnlijkheid' veranderen. Dat is de waarschijnlijkheid waarmee tritium vervalft ofwel de radioactiviteit. Vervalswaarschijnlijkheid is het omgekeerde van de halveringstijd. Dat betekent dus dat de levensduur moet toenemen, wat wil zeggen dat het tritium niet halveert in 12,3 jaar, maar in pakweg twintig jaar.

Dit is een interessant gegeven. Eigenlijk kan het niet, want tritium-atomen zitten veel te ver van elkaar om een dusdanige invloed op elkaar uit te oefenen dat de radioactiviteit verandert. Vandaar het grote raadsel.

Bewerking: Mannus van der Laan