

RADIUM EN DE ATOOM-ONTBINDINGS- THEORIE.

Voor den scheikundige is wel de meest verrassende uitkomst van het radium-onderzoek tot dusverre geweest, dat een element uit een ander kan geboren worden.

Naar bekend is, wordt dit althans aangenomen voor het helium, dat — naar het eerst RAMSAY en SODDY vonden, en later door verschillende andere onderzoekers bevestigd is, — uit de emanatie ontstaat door het radium uitgezonden. De gronden, waarop men aanneemt dat hierbij het radium-atoom een langzame ontbinding ondergaat, en de voorstelling, die men zich met behulp der elektronentheorie van de manier vormt waarop helium ontstaat, is bereids in mijn vroeger opstel over radium (Jaarg. 1904, p. 161—182) uiteengezet. ¹⁾

Van andere transmutaties, die weliswaar niet even vast staan als die van radium in helium, maar toch met min of meerder recht vermoed worden, zij vooreerst herinnerd aan de constante verhouding waarin radium en uranium in tal van mineralen voorkomen. (Zie Jaarg. 1905, Bijblad p. 27.) Dit wijst op een evenwichtstoestand, die begrijpelijk wordt als men 't eene (radium) door partieele ontleding van 't andere (uranium) ontstaan denkt. ²⁾

¹⁾ Zie ook het artikel van Dr. C. H. KETNER: „De electronen en het vraagstuk van de Oerstof”, Jaargang 1905, p. 74 en verv.

²⁾ In „Nature” van 20/9 1906 vindt men een aanduiding van A. MELLANCE, volgens welke omgekeerd uranium uit radium zou kunnen ontstaan. Voor dit laatste het atoomgew. 258 aannemend (door RUNGE en PRECHT uit de spectraallijnen berekend,) wijst hij er op, dat, na aftrek van 't gewicht van 5 at. He (5×4), daarvan 238, d. i. het atoomgew. van radium overblijft. Nu is deze gissing om verschillende redenen veel minder gelooflijk dan de omgekeerde, — doch dat zij gemaakt wordt is een waarschuwins-

Van twee zijden is voorts nog het vermoeden uitgesproken, dat ten slotte uit het radium nog lood zou ontstaan. BOLTWOOD oppert dit denkbeeld op grond hiervan, dat alle radio-actieve mineralen dit metaal bevatten, en RUTHERFORD hierop, dat van het radium-atoom, na verlies der emanatie-producten (Ra A, Ra B, enz.), waarvan vijf α -partikels (voor helium gehouden) uitzenden, er ten slotte een element moet overblijven van 't atoomgewicht $225 - 4 \times 5 = 205$, wat dat van lood nabij komt. Dit zou dan het eindproduct der ontbinding zijn, en als zoodanig in de radio-actieve mineralen achterblijven.

Ten slotte zij nog aangestipt, dat SODDY tusschen twee elementen, die in de natuur steeds gepaard voorkomen, een genetischen samenhang vermoedt. Zijn van de moederstof de atomen stabiel, dan moet op den langen duur een evenwicht tot stand komen tusschen de hoeveelheden van beide elementen. Zulk een oorzakelijk verband zou — meent hij — b.v. gedacht kunnen worden tusschen tantalium en niobium, tusschen zilver en lood.

Door de verbazende langzaamheid waarmede de atoom-ontbinding (althans bij het radium) plaats grijpt, wordt het experimenteele onderzoek over transmutatie zeer bemoeijkt. Dit verklaart dan ook waarom er tot nog toe zoo weinig met zekerheid van bekend is en men zich, zooals uit de boven vermelde gevallen te zien is, veelal met gissingen behelpt. Naar SODDY opmerkt, zou men naar middelen moeten zoeken om die atoom-ontbinding te verhaasten. Hij zelf heeft een methode uitgewerkt, waardoor men in staat is nog een tweeduizendsten kubiekcentimeter argon of helium aan te toonen. Hij wil nu oude munten en andere metalen voorwerpen, waarvan de ouderdom bekend is en die sedert aan geen hooge temperaturen blootgesteld waren (waardoor emanaties vervluchtigd konden zijn), op genoemde elementen onderzoeken.

Het is opmerkelijk dat de even koene als verrassende gevolgtrekking, door RAMSAY en SODDY getrokken uit het spectroscopisch onderzoek van de emanatie uit radiumzout, door de wetenschappelijke wereld zoo grif, bijna zonder eenige tegenspraak, is aangenomen. Want al werd de mogelijkheid van 't ontstaan van een element uit een ander in theorie ook door niemand betwijfeld, een eeuwen lange ervaring scheen er toch tegen te pleiten. Steeds bleken tot nog toe de van tijd tot tijd met grooten ophef aangekondigde transmutaties alleen tot stand gekomen in de verbeelding der vermeende ontdekkers.

Eerst onlangs, na drie jaar en nadat verscheidene onderzoekers

tot dezelfde slotsom gekomen waren, daagde een bestrijder op, en wel een natuurkundige van groot gezag: LORD KELVIN.

Zijn in de »Times« van 9 Augustus l.l. opgenomen bestrijding lokte een in de kolommen dier krant gevoerd debat uit tusschen hem en den scheikundige ARMSTRONG aan de ééne, en LODGE, STRUTT, SODDY en nog eenigen aan de andere zijde. Een verslag hiervan gaf SODDY in »Nature« van 20 Sept. De strijd liep niet alleen over den oorsprong van helium, dat uit radiumzout te voorschijn komt, doch ook over de bron der zonne- en aardwarmte, die velen tegenwoordig in het radium zoeken. Ik bepaal mij in het volgende alleen tot het eerste punt.

Lord KELVIN ontkende, dat door de productie van helium uit radium de gradueele omzetting van een element in andere bewezen zou zijn, als ook dat de atoomtheorie daardoor meer werd gedeerd dan door de oorspronkelijke ontdekking van helium in cleveït. Klaarblijkelijk bedoelde hij daarmee te zeggen, dat hij helium, evenals in cleveït, ook in het radiumpraeparaat als zoodanig voorhanden aannam. Uit zijn repliek aan STRUTT bleek, dat Lord KELVIN de continueele ontwikkeling van helium uit het radiumzout als een feit aannam, doch niet dat, als alle helium daaruit verwijderd was, er na een tusschenpoos weer een nieuwe voorraad kon uitkomen. Dit lokte het betoog van SODDY uit, dat dit laatste vaststond. Want helium komt voort uit de emanatie en dat deze laatste werkelijk in het radium telkens opnieuw ontstaat kon niet betwijfeld worden. Want de verwijdering der emanatie wordt gekenmerkt door veranderingen in de radio-activiteit, met name in de β -stralen, die ter zelfder tijd verdwijnen waarop de emanatie staakt. Het herstel der radio-activiteit eischt steeds een bepaald tijdsverloop en valt saâm met dat van de emanatie, die daarna ten allen tijde opnieuw verkrijgbaar is. Er moet dus in den boezem van het zout een verandering plaats hebben, en 't eenige waarover men twisten kan is de vraag van welken aard dit proces en de emanatie is, waaruit het helium te voorschijn komt.

Dit voorname punt, waarop de atoom-ontbindingsleer (»disintegration-theory«) berust, te weten, dat er in den boezem van een radio-actieve stof een aanhoudende verandering plaats grijpt, is niet verder betwist geworden.

Wat nu de belangrijke vraag betreft van welken aard de verandering zou zijn waardoor het helium te voorschijn komt, geeft Lord KELVIN in zijn latere artikels daarover een andere meening ten beste, dan men uit zijn eerste uitspraak vermoeden zou. Hij denkt

zich het helium in het radiumzout niet geoccludeerd, zooals dat in cleveit het geval is, maar chemisch gebonden.

Met beroep op de hierboven vermelde gissing van RUTHERFORD, dat lood het eindproduct der ontleding zou kunnen zijn, oppert hij het denkbeeld dat radium een heliumverbinding zou kunnen wezen en wel misschien een van 1 atoom lood met 5¹⁾ atomen helium.

In een laatste »Times«-artikel, van de hand van LODGE, waarmee dit debat eindigde, spreekt deze zijn voldoening uit, dat men tot dit alternatief gekomen is: »Is radium een element of een verbinding?« Men kan, meent SODDY, die vraag vooralsnog onbeslist laten, en zich hiermee tevreden stellen, dat allen het met het volgende eens zijn: radium verkeert in een staat van voortdurende verandering, welke innig verband houdt met zijn radio-activiteit en die de ontwikkeling van helium en het vrijkomen van een verbazend groote, doch bepaalde hoeveelheid energie tengevolge heeft.

SODDY vindt het kenmerkend, dat geen chemicus op 't idee gekomen is, dat radium een verbinding zou kunnen zijn, en dit denkbeeld bewaard bleef voor een physicus.

Inderdaad zal men moeten toestemmen, dat de samengesteldheid van het radium, en meer bepaald uit lood en helium, weinig waarschijnlijk is, en bovendien de aan radium geconstateerde verschijnselen geenszins opheldert.

Wat vooreerst dit laatste punt betreft, de gissing van Lord KELVIN houdt alleen rekening met de eindproducten, onder totale miskennis van de gradueele afbraak. De talrijke andere producten, de vluchtige emanatie en de niet-vluchtige lichamen, die zich kond doen door de hun eigen radio-activiteit, de langzaam veranderende latere producten, waarvan polonium één is, dat chemisch aan tellurium verwant is, zooals de moederstof aan baryum, dat alles wordt daardoor geheel onbegrijpelijk. De aard van de α , β en γ stralen en hun oorsprong blijven onverklaard. Het feit, dat radio-activiteit, om de goed gekozen

¹ Lord KELVIN schreef in zijn opstel in de »Times« vier inplaats van vijf, doch verbetert die schrijffout in »Nature« van 27 Sept. Tevens schrijft hij daarin het denkbeeld, dat radium uit lood en helium zou bestaan, aan RUTHERFORD zelve toe, die in zijn boek over »Radio-activity« als bestanddeelen (»ingredients«) van radium mogelijk lood en stellig helium zou genoemd hebben.

Dit moet evenwel een misverstand zijn, aangezien R., blijkens zijn talrijke tijdschrift-artikels, ijverig voorstander van de atoom-ontbindingstheorie is, en de emanatie, bijgevolg ook helium, uit de afbraak van het radium-atoom ontstaan laat.

uitdrukking van Mevr. CURIE te bezigen, een atomistische eigenschap is, onafhankelijk van den verbindingsstoestand van het radio-actieve element, wordt geheel voorbijgezien.

Wat het eerste punt aangaat, de onwaarschijnlijkheid dat radium een helium-verbinding zou zijn, kan men de mogelijkheid toegeven, (helium is tot nog toe alleen in vrijen staat bekend,) dat genoemd element zich met lood kan vereenigen, maar *niet* dat radium zoodanige verbinding zijn kan. Want er is geen enkele chemische verbinding, die bij hare ontleding ook maar in de verste verte zulk een ontzettende hoeveelheid warmte doet vrijkomen als noodig is ter verklaring, dat 1 gram radium-zout per uur 100 cal. levert, zonder dat het nog merkbaar iets aan gewicht verloren heeft. En een verbinding met zooveel latente energie zou in een voorbeeldeloos langzame zelfontbinding verkeerden, en dat geheel onafhankelijk van temperatuur en druk!

Ongetwijfeld is het dit geheel ongewoon karakter van de verandering in radium-zout dat de scheikundigen weerhouden heeft om deze als een gewone chemische ontleding te beschouwen. Het moest — zoo werd het algemeen opgevat, — een ontbindingsproces zijn van nog nooit waargenomen aard, en zoo scheen een dissociatie in de atomen zelve aannemelijk, waarvan men zich door middel van de juist ter goeder ure op *physisch* terrein geboren elektronen-theorie een geloofbare voorstelling kon vormen. De ongewone verschijnselen, door de baanbrekende ontdekking van BECQUEREL waarneembaar geworden, eischten, naar men inzag, ook een ongewone verklaring.

Er was nog een laatste reden, die wellicht in de oogen van vele scheikundigen de meest overtuigende was en geen twijfel deed opkomen aan de elementaire natuur van het radium.

In zijn chemisch gedrag vertoont het radium de grootst mogelijke overeenkomst met het element baryum, waarvan het, voor zoo verre bekend, alleen verschilt door iets geringere oplosbaarheid van sommige zouten, door zijn hooger aequivalent- (bijgevolg: atoom-) gewicht en door zijn eigen spectrum.

Dit laatste vertoont lijnen, die aan geen ander bekend element toekomen, doch is toch tevens zóó, dat hierdoor aan het radium, evenals door zijn atoom-gewicht, een plaats in het periodieke stelsel wordt aangewezen in de groep Ca, Sr, Ba.

Dit alles overwegende, komt het mij niet waarschijnlijk voor dat de gissing, dat radium een lood-helium-verbinding, althans samengesteld zou zijn, bij de scheikundigen bijval zal vinden. Wellicht

moet men in die hypothese ook niet veel meer zien dan een vluchtig opgekomen gedachte. Voorshands heeft het radium evenveel recht om tot de elementen te worden gerekend als de andere, nog niet ontlede, zoo genoemde grondstoffen. Elk van deze heeft toch slechts een voorloopig recht op die benaming.

Wat het radium betreft, moet men toegeven, dat het tot nog toe uitvoeriger fysisch dan chemisch onderzocht is. Doch als, waarop gegrond uitzicht bestaat, men eerstdaags over grootere hoeveelheden zal kunnen beschikken, zal daarin spoedig verandering komen en wellicht ook het radium in vrijen staat afgezonderd worden. Mogelijk zullen er dientengevolge wijzigingen noodig blijken in de thans geldige radium-theorie. Doch tot zoolang schijnt mij die van de atoom-ontbinding de best bruikbare.

den Haag, Oct. 1906.

R. S. Tj. M.

N A S C H R I F T.

Zoals te wachten was heeft RUTHERFORD, uit wiens woorden door Lord KELVIN afgeleid was, dat hij radium voor een verbinding van helium en lood hield, in »Nature«, Nr. van 25 Oct., zijne bedoeling nader toegelicht.

Het blijkt daaruit, dat Lord KELVIN weliswaar juist geciteerd had, maar dat het door hem aangehaalde niettemin een eenigszins andere beteekenis krijgt, als men het goed in zijn verband leest.

R. maakt dat duidelijk door verschillende aanhalingen uit zijn boek »Radioactivity«. Ik bepaal mij er toe daaruit het volgende mede te deelen: »...radium, voor zoover onderzocht, heeft zich in alle opzichten een element betoond. Het heeft een goed gekenmerkt eigen spectrum, en er is geen reden voor de onderstelling, dat het geen element zou zijn, in den gewoonlijk aan die uitdrukking gehechten zin. Volgens de theorie, dat de radio-elementen atomistische desintegratie ondergaan, moet helium beschouwd worden als een bestanddeel van het radium-atoom, of in andere woorden het radium-atoom is opgebouwd uit deelen (»parts«) waarvan één althans het helium-atoom is.«

En iets verder :

»'t Is niet onwaarschijnlijk, dat vele van de zoogenoemde chemische elementen blijken zullen helium-verbindingen te zijn, of in andere woorden, dat het helium-atoom een van de secundaire eenheden »(secondary units)« is, waaruit de zwaardere atomen zijn opgebouwd.«

Ik voor mij ben het met deze voorstelling van RUTHERFORD, die ik met groote verbazing las, (in zijn vroegere opstellen trof ik ze niet aan,) in 't geheel niet eens. Zijn theorie is halfslachtig. Radium is een element (in tegenwoordig geldenden zin,) en toch eigenlijk weer geen element, want zijn atoom is een helium-verbinding. Wat hij een atoom belijft te noemen zou dan veeleer een molecule zijn. Rationeeler komt het mij voor in 't radium-atoom geen atomen van helium, noch van andere elementen (lood) *gepraeformeeerd* aan te nemen. Veel gelooflijker schijnt het, dat bij de afbraak van het radium-atoom de elektronen (waaruit alle atomen gedacht worden te bestaan, in hoeveelheden evenredig aan de atoomgewichten,) zich op andere wijzen groepeeren, en dat daarom juist het helium bij voorkeur ontstaat, omdat in het atoom daarvan de elektronen in een bij uitstek stabiel evenwicht komen.

R. S. Tj. M.
