



Achtergrondinformatie

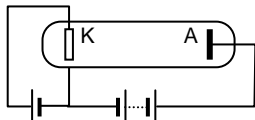
Ontdekking van röntgenstraling en radioactiviteit

Ruim honderd jaar geleden waren straling en radioactiviteit onbekende begrippen. Niemand wist dat elk levend wezen voortdurend bloot staat aan onzichtbare straling, die overal op en in de Aarde aanwezig is en waaraan je niet kunt ontsnappen.

Röntgenstraling



Figuur 1 – Wilhelm Conrad Röntgen.



Figuur 2 – Gasontladingsbuis.

Daar begon verandering in te komen toen in 1895 Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) min of meer bij toeval de later naar hem genoemde röntgenstraling ontdekte. In 1895 werkte Röntgen aan stroomgeleiding door gassen bij een lage druk, een onderwerp dat in die tijd erg in de belangstelling stond. Het apparaat waarmee hij deze experimenten deed, bestond uit een glazen buis met aan de ene kant als kathode een gloeidraad en aan de andere kant als anode een metalen plaatje (zie figuur 2). Dat plaatje kon gedurende ongeveer een seconde op een spanning van enkele tienduizenden volt worden gebracht. Bij een normale atmosferische druk van 1000 mbar ($10,0 \cdot 10^3$ Pa) gaat er bij zo'n spanningsstoot geen stroom door de buis lopen, maar bij een lagere druk van enkele tientallen mbar wel – en dan licht het gas in de buis op. Dat komt doordat de elektronen, die door de verhitte gloeidraad zijn uitgezonden, worden versneld in het elektrisch veld dat ontstaat door de spanning over de gloeidraad en het plaatje. Bij voldoende snelheid kunnen deze elektronen de gasatomen in een aangeslagen toestand brengen. Bij terugval naar de grondtoestand zenden deze gasatomen licht uit. Röntgen zag echter nog meer: als de buis oplichtte, lichtte ook een stuk gesteente (bariumplatinocyanide) op dat daar toevallig in de buurt lag. Dat gebeurde zelfs toen hij het apparaat in zwart papier had gewikkeld.

Omdat Röntgen een uiterst nauwkeurige en kritische experimentator was, probeerde hij op allerlei manieren een 'normale' verklaring voor zijn wonderlijke waarneming te vinden. Maar toen dat niet lukte, moest hij wel tot de gewaagde veronderstelling komen dat de elektronen, als ze op de glaswand of het plaatje van de buis botsten, een tot dan toe onbekende straling opwekken. Deze straling zou het stukje gesteente dan doen oplichten. Al experimenterende ontdekte hij dat deze straling dwars door papier, dunne plaatjes metaal en hout heen ging en niet werd afgebogen door een spiegel, zoals dat met 'normaal' licht het geval is. Omdat hij niet wist wat de aard van deze straling was, noemde hij het *X-straling*: de 'X' staat in de wiskunde voor 'onbekende'. Later is men het ook röntgenstraling gaan noemen.

De medische wereld realiseerde zich al snel wat een geweldig hulpmiddel deze techniek was voor het zichtbaar maken van botten in het menselijk lichaam: drie maanden na de ontdekking werd de röntgenfotografie voor het eerst in een kliniek toegepast. Misschien wel de beroemdste röntgenfoto is die van 1895, die Röntgen maakte van de hand van zijn vrouw (zie figuur 3).

In 1901 ontving Röntgen voor zijn ontdekking de eerste Nobelprijs voor natuurkunde.

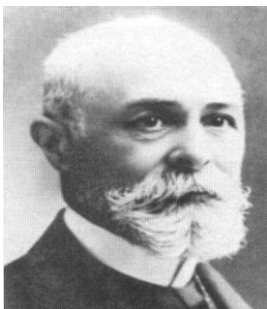


Figuur 3 – De röntgenfoto die Röntgen in 1895 maakte van de hand van zijn vrouw.

Radioactiviteit

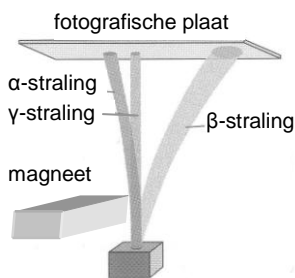
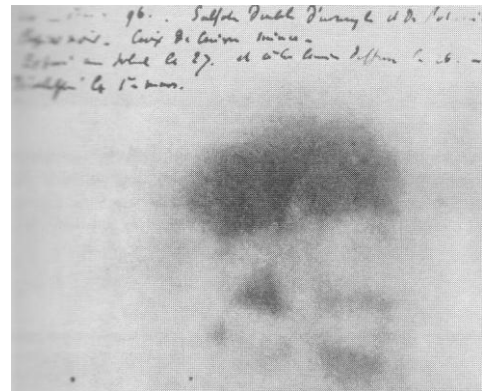
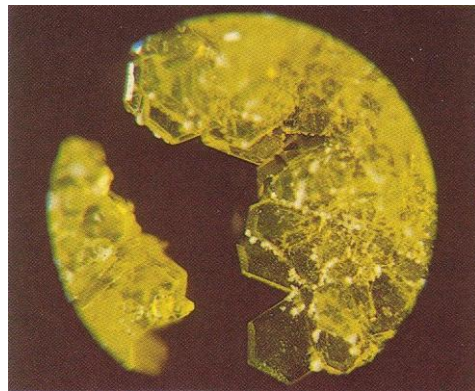
Het verschijnsel radioactiviteit werd kort na Röntgens ontdekking in 1896 eveneens bij toeval ontdekt door Antoine Henri Becquerel (1852-1908). Bij zijn onderzoek ging Becquerel door op de ontdekking van de X-straling door Röntgen. Hij veronderstelde dat wat Röntgen had gevonden op de een of andere manier te maken had met het verschijnsel *fluorescentie*: na absorptie van zonlicht zouden bepaalde materialen de geabsorbeerde energie kunnen uitzenden in de vorm van X-straling. Hij onderzocht dit door onder andere een uraanzout (kaliumuranielsulfaat) aan zonlicht bloot te stellen en dan bovenop een in zwart papier gewikkelde fotografische plaat te leggen. Hij verwachtte dat op deze platen na het ontwikkelen een zwarting te zien zou zijn, veroorzaakt door emissie van X-straling door het uraanzout.

Deze veronderstelling bleek niet juist te zijn, zoals duidelijk werd toen hij dit experiment op 26 en 27 februari 1896 deed terwijl het in Parijs bewolkt was en er dus geen effect zou mogen zijn. Om de een of andere reden besloot hij de platen toch te ontwikkelen. Tot zijn verbazing zag hij scherpe afbeeldingen van de brokken uraanzout op de fotografische plaat (zie figuur 5). Die konden dus niet door fluorescentie veroorzaakt zijn, maar moesten het gevolg zijn van een tot dan toe onbekende eigenschap van het uraanzout. Verdere experimenten toonden aan dat deze brokken *uit zichzelf* verschillende soorten straling uitzenden. Becquerel gebruikte daarbij een apparaat met een magnetisch veld waarvan de veldlijnen loodrecht op de uitgezonden straling staan (zie figuur 6). In het algemeen geldt



Figuur 4 – Antoine Henri Becquerel.

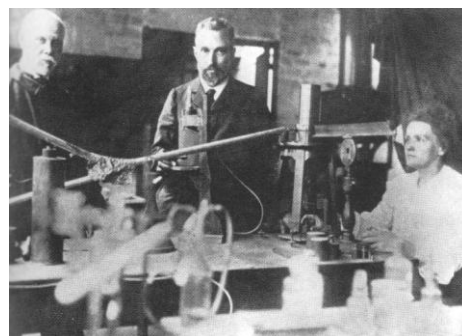
dat bewegende geladen deeltjes in een magnetisch veld worden afgebogen in een richting die loodrecht staat op de richting van het veld en op de bewegingsrichting van het deeltje. Positief en negatief geladen deeltjes worden in tegengestelde richtingen afgebogen. Becquerel ontdekte op die manier dat er drie soorten deeltjes worden uitgezonden: positief geladen, negatief geladen en neutrale deeltjes.



Figuur 5 – De door Becquerel gebruikte uraanverbinding kaliumuranylsulfaat (links) en de historische opname van de zwarting van een fotografische plaat (rechts). Deze zwarting werd verkregen nadat de straling van de uraanverbinding dwars door zwart papier en aluminiumfolie heen op de fotografische plaat had ingewerkt.

Figuur 6 – Meetopstelling van Becquerel voor het aantonen van de verschillende soorten straling.

Ernest Rutherford (1871-1937) gebruikte een vergelijkbaar apparaat om het doordringend vermogen van de deeltjes te onderzoeken. Daarbij bleek dat de positief geladen deeltjes al door een paar centimeter lucht worden afgestopt. De negatief geladen deeltjes gaan door enkele decimeters lucht en kunnen ook een dun plaatje aluminium doordringen. En de neutrale deeltjes worden zelfs nog niet door een veel dikkere laag lood gestopt. Rutherford noemde de drie componenten respectievelijk alfa-, bèta- en gammastraling.



Figuur 7 – Het echtpaar Curie-Sklodowska, met links op de foto hun amanuensis.

Deze ontdekkingen waren voor het echtpaar Pierre Curie (1859-1906) en Marie Curie-Sklodowska (1876-1934) aanleiding om naar andere stoffen met soortgelijke eigenschappen te zoeken. Inderdaad konden zij uit ruw uraanerts twee andere elementen – polonium en radium – extraheren, waarvan vooral het laatste zeer actief was. Zij ontdekten ook dat als deze straling op een elektrisch geladen voorwerp viel, de lading er geleidelijk uit wegglekte. De Curies noemden het vermogen van bepaalde stoffen om deze doordringende straling uit te zenden 'radioactiviteit'.

Structuur van de materie

Aan het begin van de twintigste eeuw waren er dus vier soorten straling bekend: röntgenstraling, die kan worden opgewekt door versnelde elektronen op een stuk materiaal te laten botsen, en de alfa-, bèta- en gammastraling, die spontaan door bepaalde stoffen worden uitgezonden. Om de ware aard van deze laatste drie te begrijpen moesten de natuurwetenschappers uit die tijd echter meer te weten zien te komen over de structuur van de materie en de bouw van de atoomkern.

Bron

- van der Woude, A. & R.J. de Meijer (2003), *Radioactiviteit*. Wetenschappelijke Bibliotheek deel 77, Natuurwetenschap & Techniek.