

Citation:

P.M. Endt, Levensbericht J. Chadwick, in:
Jaarboek, 1974, Amsterdam, pp. 199-201

Levensbericht van

Sir James Chadwick

(20 oktober 1891–24 juli 1974)

door P. M. Endt

Op 24 juli 1974 overleed op 82-jarige leeftijd het buitenlands lid van onze afdeling Sir James Chadwick.

Chadwick werkte bij Rutherford, eerst in Manchester waar hij in 1911 afstudeerde en later in het Cavendish laboratorium in Cambridge. In 1935 werd hij hoogleraar in Liverpool. Gedurende de eerste wereldoorlog was hij geïnterneerd in Berlijn (waar hij Geiger had bezocht), gedurende de tweede wereldoorlog leidde hij de Britse groep kernfysici, die meewerkte aan het Manhattan Project, waaruit de kernreactor en de atoombom voortkwamen. Na de oorlog was hij Master of Gonville and Caius College in Cambridge.

Het belangrijkste werk van Chadwick is zonder twijfel de ontdekking van het neutron gepubliceerd als „Letter to the Editor” in Nature op 27 februari 1932, waarvoor hem in 1935 de Nobelprijs voor natuurkunde werd verleend. Een overzicht van dit en voorgaand onderzoek van Chadwick verscheen van de hand van G. J. Sizoo in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde 3 (1936) 1. Hieronder worden hieruit enige hoogtepunten aangehaald.

Allereerst (1914) is Chadwick de ontdekker van het continue betaspectrum. In een vroeger stadium waren al discrete lijnen waargenomen door fotografische registratie van magnetisch geanalyseerde betaspectra, maar we weten nu dat deze corresponderen met conversie-elektronen behorende bij gammaovergangen, die volgen op de betaovergang. Het continue spectrum, verschijnend als een brede donkere vlek, was vermoedelijk toegeschreven aan imperfecties in de plaat of in het ontwikkelproces. Door Chadwick werd geen fotografische plaat gebruikt om het magnetisch geanalyseerde spectrum door te meten maar een Geigerteller of ook een kleine ionisatiekamer. Het continue karakter van het betaspectrum heeft grote moeilijkheden opgeworpen. Men heeft getwijfeld aan de behoudswetten van energie en impulsmoment. De moeilijkheden werden door Pauli formeel opgelost door te postuleren dat gelijktijdig met het elektron een neutrino wordt uitgezonden, een deeltje met halfvallige spin (als het elektron) en met rustmassa nul. Het bestaan van het neutrino is pas zeer recent experimenteel aangetoond.

In de jaren kort na de eerste wereldoorlog heeft Chadwick er zich op toegelegd om de precisie op te voeren van de door Rutherford geïnitieerde experimenten over de verstrooiing van alfadeeltjes door atoomkernen. Deze proeven leidden in 1920 tot de bepaling van de kernladingen van koper, zilver en platina met een nauwkeurigheid van $\frac{1}{2}\%$ à 1% , waarmee de door de Nederlander Van den Broek gemaakte onderstelling kon worden bevestigd, dat de kernlading (uitgedrukt in elementairladingen) gelijk moest zijn aan het rangnummer van het element in het periodiek systeem. Ook werden afwijkingen van de zuivere Coulomb-verstrooiing (aan lichte kernen) geconstateerd, een van de eerste aanwijzingen

voor het bestaan van aantrekkende kernkrachten. Uit dit alles werd een redelijk inzicht verkregen over de hoogte en de plaats van het maximum van de potentiaalbarrière, die de kern omringt.

Nauwelijks minder interessant waren de proeven, samen met Rutherford, over de kunstmatige transmutatie van elementen, speciaal de reactie waarbij door alfadeeltjes protonen uit de kern worden vrijgemaakt. De waarneming, dat dergelijke reacties al kunnen optreden bij energieën van de alfadeeltjes beneden de top van de Boulombbarrière is onverklaarbaar op basis van de klassieke mechanica. Pas de golfmechanica kon dit „tunnelen” begrijpelijk maken.

De ontdekking van het neutron heeft een ingewikkelde voorgeschiedenis, ingeleid in 1930 door proeven van Bothe en Becker, die waarnamen dat bij de beschieting van verschillende lichte elementen (vooral beryllium en borium) door alfadeeltjes een uiterst doordringende straling wordt geproduceerd, door hen geïnterpreteerd als bijzonder energierijke gammastraling. Door het echtpaar Joliot-Curie werd aangetoond dat deze straling in staat is uit waterstofhoudende stoffen (paraffine en cellofaan) protonen vrij te maken met energieën van enkele MeV. Door toepassing van de behoudswetten van energie en impuls kan dan gemakkelijk aangetoond worden, dat de stralingsquanta daartoe de (onbegrijpelijk hoge) energie van vele tientallen MeV moeten hebben. Ook Chadwick nam, in de Wilsonkamer, deze terugstootkernen waar, niet alleen van waterstof maar ook van bijv. stikstof en zuurstof, en hij gaf tevens (in de reeds eerder aangehaalde Letter in Nature) de goede verklaring: „The difficulties disappear however, if it be assumed that the radiation consists of particles of mass 1 and charge 0, or neutrons”. De Letter werd spoedig gevolgd door een uitvoerig artikel, waarin een veel betere schatting werd gegeven van de massa van het neutron. Bovendien werd hierin al het vermoeden uitgesproken, dat neutronen een bestanddeel vormen van vrijwel alle kernen.

Dat kernen bestaan uit protonen en neutronen en niet uit protonen en elektronen, leverde de oplossing van twee merkwaardige tegenstrijdigheden verbonden met de laatste onderstelling. Elektronen kunnen eenvoudig niet in een zo kleine ruimte als het kernvolume worden ondergebracht, omdat de onzekerheidsrelatie het product van de uitgebreidheid van het golfpakket en van de impuls beperkt. Hierdoor zouden de elektronen een onmogelijk grote impuls (en dus energie) moeten hebben. De tweede moeilijkheid heeft te maken met de kernspin. De kern stikstof-14, met 14 protonen en 7 elektronen, dus een oneven aantal deeltjes met halfvallige spin, zou zelf ook een halfvallige spin moeten hebben, terwijl uit optische metingen bekend was, dat de spin heeltallig moest zijn.

Nog twee belangrijke vondsten van Chadwick moeten worden genoemd uit het zo vruchtbare jaar 1934.

Nadat Anderson in 1933 positrons had ontdekt als bestanddeel van de kosmische straling, werd kort daarna door verschillende groepen, o.a. door Chadwick, Blackett en Occhialini gevonden dat deze ook kunnen worden geproduceerd door het bombarderen van materie met harde gammastraling uit radioactieve bronnen. Dit bleek paarvorming te zijn, waarbij de energie van het gammaquantum wordt gebruikt om een elektron en positron te formeren.

Dan werd, tesamen met Goldhaber, het kernfoto-effect gevonden, de reactie waarbij gammastraling neutronen of protonen uit de kern (i.c. deuterium)

vrijmaakt. Het betrof hier een bijzonder gelukkige keus omdat van alle stabiele kernen alleen voor deuterium de drempelenergie voor het foto-effect kleiner is dan de energie van de gebruikte gammaquanta (afkomstig uit ThC”).

Door de benoeming van Chadwick tot buitenlands lid eerde de Akademie de gehele Engelse school, die naar uit het bovenstaande moge blijken, in zo belangrijke mate heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van de kernfysica.