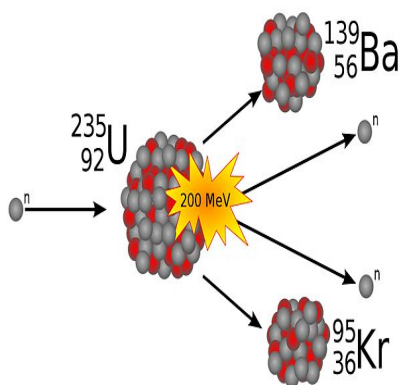




Lise Meitner

Beschrijving

Kernsplijting is het fysische proces waarbij zeer grote atomen zoals uranium zich splitsen in paren van kleinere atomen. Dit is wat kernbommen en kerncentrales mogelijk maakt. Maar jarenlang geloofden natuurkundigen dat het energetisch onmogelijk was om atomen zo groot als uranium (atoommassa = 235 of 238) in tweeën te splitsen.

Dat veranderde allemaal op 11 februari 1939, met een brief aan de redacteur van *Nature* – een vooraanstaand internationaal wetenschappelijk tijdschrift – die precies beschreef hoe zoiets kon gebeuren en het zelfs kernsplijting noemde. In die brief gaf natuurkundige *Lise Meitner*, met de hulp van haar jonge neef *Otto Frisch*, een fysische verklaring van hoe kernsplijting zou kunnen gebeuren. Het was een enorme sprong voorwaarts in de kernfysica, maar zelfs tot op de dag van vandaag blijft *Lise Meitner* obscuur en grotendeels vergeten. Ze werd uitgesloten van de overwinningviering omdat ze een joodse vrouw in Nazi Duitsland was. Haar verhaal is een triest verhaal.



Lise Meitner (1878-1968) in 1900

Een korte levensloop

De kans om een wetenschappelijke opleiding te volgen kreeg Meitner in 1897. In dit jaar werd de wet opgeheven die in het toenmalige *Oostenrijk-Hongarije* vrouwen verbood te studeren aan een universiteit, een verbod dat in die tijd wereldwijd in de meeste landen gebruikelijk was. Op advies van haar vader rondde ze eerst haar opleiding tot docent Frans af om verzekerd te zijn dat ze in haar eigen levensonderhoud kon voorzien.

Met de hulp van een lokale privé-docent wist ze door hard werken de achtjarige opleiding van het *Akademisches Gymnasium Wien* ter voorbereiding op het universitaire toelatingsexamen in twee jaar af te ronden. Hier gaf ze aan dat ze filosofie als realistische vervolgstudie zag. Kort voor haar 23ste verjaardag trad ze als een van de weinige vrouwelijke studenten toe tot de *Universiteit van Wenen*.

Ludwig Boltzmann

In een lezing in 1963 vertelde Meitner hoe ongebruikelijk het was voor een vrouw, colleges aan de universiteit te volgen. Geïnspireerd door professor *Ludwig Boltzmann*, een van de meest vooraanstaande natuurkundigen van dat moment, besloot Meitner zich na haar eerste jaar volledig op natuurkunde te richten. Boltzmann stimuleerde Meitner vanwege haar grote talent. Hij was getrouwd met de wiskunde- en natuurkundelerares *Henriette von Aigentler* die met zeer veel moeite en hulp van Boltzmann lessen op de universiteit had mogen volgen. Voor hem betekende vrouw zijn dus niet per se dat ze niet logisch kon denken, wat bij andere wetenschappers lange tijd een gangbare gedachtegang was.

Meitner promoveerde op 1 februari 1906 summa cum laude bij *Franz Serafin Exner* met een dissertatie over warmtegeleiding in niet-homogene lichamen. Ze was hiermee de tweede vrouw die aan die universiteit promoveerde in de natuurkunde, maar als vrouwelijke onderzoeker kreeg ze nauwelijks werk. Uiteindelijk schreef ze *Marie Curie* aan, maar die bleek geen positie vrij te hebben voor Meitner.

Om geld te verdienen besloot ze weer Franse les te gaan geven op een middelbare school. Na de zelfmoord van Boltzmann werd ze de assistent van *Stefan Meyer*, die Boltzmann's werk waarnam. Ze werkte een jaar voor Meyer, waarin ze veel leerde over kernfysica. Ze publiceerde een aantal wetenschappelijke artikelen over radioactiviteit: *Über Absorption von $\hat{I}^{\pm}$ - und $\hat{I}^2$ -Strahlen* en *Über die Zerstreuung von $\hat{I}^{\pm}$ -Strahlen*.

Max Planck

In Wenen leken er geen verdere carrièremogelijkheden te zijn en na een ontmoeting met de natuurkundige *Max Planck*, professor aan de *Humboldtuniversiteit van Berlijn*, besloot ze de mogelijkheden te beproeven in *Berlijn* een positie te verwerven. Haar plan was om daar één of enkele semesters te blijven. Planck stond haar als tweede vrouw toe zijn colleges over theoretische fysica bij te wonen, die alleen voor mannelijke studenten toegankelijk waren, een uitzondering die ze had te danken aan haar scherpe geest (de eerste vrouw die Planck had toegelaten was de eveneens briljante denker *Elsa Neumann*).

INSTITUT INTERNATIONAL DE PHYSIQUE SOLVAY

SEPTIÈME CONSEIL DE PHYSIQUE -- BRUXELLES. 22-29 OCTOBRE 1937



Photo Benjamin Couprie

H. A. KRAMERS			N. F. MOTT			G. GAMOW			P. BLACKETT			M. COSYNS		
E. STAHEL			P. A. M. DIRAC			J. ERRERA								
E. HENRIOT			F. JOLIOT			W. HEISENBERG			E. T. S. WALTON			P. DEBYE		
F. PERRIN			M ^{lle} I. JOLIOT			N. BOHR			A. JOFFÉ			M ^{lle} CURIE		
E. SCHRÖDINGER									O. W. RICHARDSON			Lord RUTHERFORD		
									P. LANGEVIN			Th. DE DONDER		
												L.		

Absents : A. EINSTEIN et Ch.-Eug. GUYE

Het Solvay Congres dat Meitner bijwoonde (zittend 2e van rechts).
Verder op de foto Dirac, Heisenberg, Bohr, Fermi, Pauli, Schrödinger, Curie, Rutherford, en de Broglie. Einstein ontbrak toen de foto genomen werd.

Enrico Fermi

Aan de universiteit in Berlijn maakte ze kennis met *Otto Hahn*. Ze werkte met hem samen nadat in 1934 de Italiaanse natuurkundige *Enrico Fermi* over transuranen had gepubliceerd. Door elementen met langzame neutronen te bombarderen had hij met zijn groep elementen geproduceerd met een hoger atoomgetal, waarbij steeds een $\frac{1}{2}$ -deeltje werd uitgezonden. Fermi veronderstelde dat hij door uranium te bombarderen met neutronen, elementen geproduceerd had met een atoomgetal groter dan 92.

Door het opkomende nationaalsocialisme in Duitsland ondervond Meitner steeds meer moeilijkheden in vrijheid aan de universiteit te werken. Ze werd gedwongen de gele Jodenster te dragen en ze was regelmatig doelwit van grove opmerkingen en fysiek geweld. Na de annexatie (*Anschluss*) van Oostenrijk in maart 1938 door Duitsland besloot ook Meitner te vluchten voor het naziregime. Met de hulp van de Nederlandse fysici *Dirk Coster*, *Peter Debye* en *Adriaan Fokker* wist ze op 13 juli ternauwernood Nederland te bereiken, vanwaar ze via Denemarken doorreisde naar Zweden.

Niels Bohr

In Denemarken werkte ze korte tijd samen met *Niels Bohr*, maar besloot toch het aanbod uit Stockholm aan te nemen en eind augustus vertrok ze naar Zweden. Op het Nobel-instituut van *Manne Siegbahn* in Stockholm zette Meitner met de weinige middelen die ze tot haar beschikking had haar onderzoekswerkzaamheden op het gebied van de kernfysica voort. Van Siegbahn kreeg ze weinig ondersteuning wegens diens vooroordelen over vrouwen in de wetenschap.

De kerstvakantie van 1938 bracht Meitner door in de Zweedse stad *Kungälv* waar ook haar uit Kopenhagen overgekomen neef *Otto Frisch* aanwezig was. Kort daarvoor had ze bericht uit Berlijn ontvangen waarin Hahn melding maakte van het feit dat hij en *Strassmann* tijdens het bombarderen van uraniumkernen met langzame neutronen het lichtere element barium, met atoomnummer 56, hadden geproduceerd. Een resultaat dat hij echter niet kon verklaren, mede omdat het uiteenvallen van een atoomkern op theoretische gronden als ondenkbaar werd beschouwd.

Op basis van het druppelmodel van onder meer Niels Bohr concludeerden Meitner en Frisch dat de kern zo heftig verstoord wordt door het invallende neutron dat de oorspronkelijke druppel splijt in twee kleinere druppels. Zo werden ze de eersten die verklaarden hoe een atoomkern kon splijten.

Vloeistofdruppelmodel

Meitner baseerde haar splitsingsargument op het vloeistofdruppelmodel van de nucleaire structuur. Dat is een model dat de krachten die de atoomkern bij elkaar houden, vergeleek met de oppervlaktespanning die een waterdruppel bij elkaar houdt.

Ze merkte op dat de oppervlaktespanning van een atoomkern afneemt naarmate de lading van de kern toeneemt. Het kan zelfs de nulspanning benaderen als de nucleaire lading erg hoog is, zoals het geval

is voor uranium (lading = 92+).

Door het ontbreken van voldoende nucleaire oppervlaktespanning zou de kern in twee fragmenten kunnen splitsen wanneer deze wordt geraakt door een neutron¹ en waarbij elk fragment zeer hoge niveaus van kinetische energie meevoert.

Meisner merkte op: *“Het hele splitsingsproces kan dus op een in wezen klassieke [natuurkundige] manier worden beschreven.”* Ze legde verder uit waarom haar wetenschappelijke collega's het bij het verkeerde eind hadden.

Transuranium elementen

Toen wetenschappers uranium met neutronen bombardeerden, geloofden ze dat de uraniumkern, in plaats van te splitsen, enkele neutronen opving. Deze gevangen neutronen werden vervolgens omgezet in positief geladen protonen en transformeerden zo het uranium in de steeds grotere elementen op het periodiek systeem der elementen. Dit werden *“transuranium”* of voorbij uranium elementen genoemd.

Irene Joliot-Curie's idee

Sommige mensen waren sceptisch dat neutronenbombardementen transuranium elementen zouden kunnen produceren, waaronder *Irene Joliot-Curie* de dochter van *Marie Curie* en Meitner. Joliot-Curie had ontdekt dat een van deze nieuwe vermeende transuranium elementen zich in feite chemisch net zo gedroeg als radium, het element dat haar moeder had ontdekt. Joliot-Curie suggereerde dat het misschien gewoon radium was (atoommassa = 226) dat afkomstig was van het met neutronen gebombardeerde uranium. Radium is een element dat iets kleiner is dan uranium.

Lise Meitner's idee

Meitner had een alternatieve verklaring. Ze dacht dat het element in kwestie, in plaats van radium, eigenlijk barium zou kunnen zijn een element met een chemie die sterk lijkt op die van radium. De kwestie van radium versus barium was erg belangrijk voor Meitner omdat barium (atoommassa = 139) een mogelijk splitsingsproduct was volgens haar theorie van gespleten uranium, maar radium niet. Radium was gewoon te groot (atoommassa = 226).

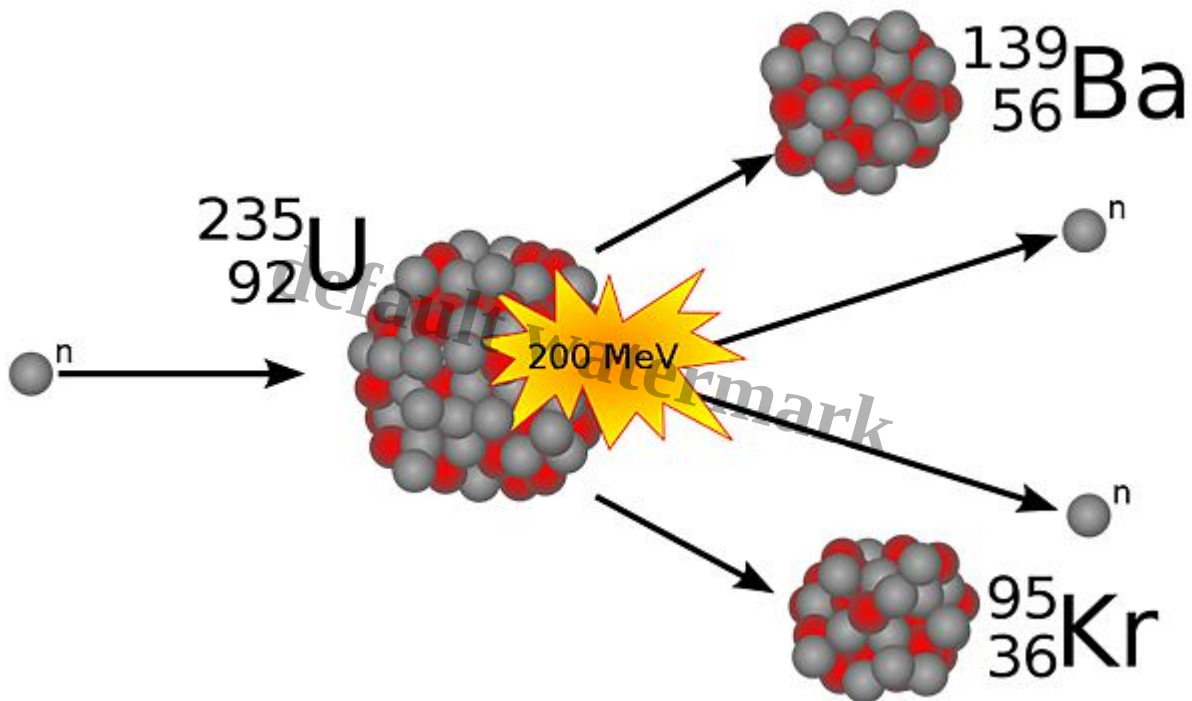


Lise Meitner en Otto Hahn in Berlin in 1913

Otto Hahn's bijdrage

Meitner drong er bij haar chemicus-collega *Otto Hahn* op aan om te proberen de monsters van het uraniumbombardement verder te zuiveren en te beoordelen of ze in feite uit radium of barium bestonden. Hahn gehoorzaamde, en hij ontdekte dat Meitner gelijk had: het element in het monster was inderdaad barium, niet radium.

De bevinding van Hahn suggereerde dat de uraniumkern in stukken was gesplitst â?? twee verschillende elementen met kleinere kernen waren geworden â?? precies zoals Meitner had vermoed.



De splitsing van uranium door een neutronenbombardement

Joodse vrouw

Meitner had de held van de dag moeten zijn, maar helaas is dat niet wat er is gebeurd. Meitner had twee problemen: ze was een jood die met behulp van Nederlandse collega's was gevlucht naar Zweden vanwege de jodenvervolging in Nazi-Duitsland, en ze was een vrouw. Ze had een van deze obstakels voor wetenschappelijk succes kunnen overwinnen, maar beide bleken in die tijd onoverkomelijk.

Meitner werkte als Hahns academische gelijke toen ze samen op de faculteit van het *Kaiser Wilhelm Instituut* in Berlijn zaten. In alle opzichten waren ze jarenlang goede collega's en vrienden. Tot de Nazi's de samenwerking van Joden en niet-Joden lastiger maakten hun werksamenwerking, hoewel niet ideaal, was nog steeds zeer productief. De ontdekking van barium was de nieuwste vrucht van die samenwerking.

Maar toen het tijd was om te publiceren, wist Hahn dat de samenwerking met een joodse vrouw hem zijn carrière in Duitsland zou kosten. Dus publiceerde hij zonder haar, waarbij hij ten onrechte

beweerde dat de ontdekking uitsluitend was gebaseerd op inzichten die hij had verkregen uit zijn eigen chemische zuiveringswerk. Het inzicht dat door Meitner was bijgedragen, speelde slechts een onbeduidende rol. Dit alles ondanks het feit dat hij er niet eens aan zou hebben gedacht om barium uit zijn monsters te isoleren als Meitner hem niet had opgedragen dit te doen.

Kernsplittingsbrief

Hahn had echter moeite zijn eigen bevindingen uit te leggen. In zijn publicatie bracht hij geen plausibel mechanisme naar voren over hoe uraniumatomen waren gesplitst in bariumatomen. Maar Meitner had de verklaring wel. Dus een paar weken later schreef Meitner haar beroemde kernsplittingsbrief aan de redacteur, waarin ze ironisch genoeg het mechanisme van Hahn's ontdekking uitlegde.

Zelfs dat hielp haar situatie niet. Het Nobelcomité kende de Nobelprijs voor scheikunde van 1944 toe *voor de ontdekking van de splitsing van zware kernen* aan Hahn.

Paradoxaal genoeg verscheen het woord *splitsing* nooit in de oorspronkelijke publicatie van Hahn, aangezien Meitner de eerste was die de term bedacht in de daarna gepubliceerde brief.

Sindsdien woedt er een controverse over de ontdekking van kernsplijting, waarbij critici beweren dat het een van de ergste voorbeelden is van flagrant racisme en seksisme door het Nobelcomité.

In tegenstelling tot een andere prominente vrouwelijke kernfysicus wiens carrière haar voorafging Marie Curie werden de bijdragen van Meitner aan de kernfysica nooit erkend door het Nobelcomité.

Ze blijft onbekend bij het grootste deel van het publiek.

Toch erkenning

Na de oorlog bleef Meitner in Stockholm en werd Zweeds staatsburger. Later in haar leven besloot ze om het verleden te laten rusten. Ze maakte weer contact met Hahn en de twee tachtigers hervatten hun vriendschap. Het Nobelcomité heeft zijn fout nooit erkend, maar de onderwaardering van Meitner werd gedeeltelijk verzacht in 1966. In dat jaar kende het Amerikaanse ministerie van Energie haar, Hahn en Strassmann gezamenlijk de prestigieuze *Enrico Fermi Award* toe *voor baanbrekend onderzoek in de natuurlijk voorkomende radioactiviteit en uitgebreide experimentele studies die leiden tot de ontdekking van kernsplijting*.

De twee decennia late erkenning kwam net op tijd voor Meitner. Zij en Hahn stierven binnen enkele maanden na elkaar in 1968; ze werden allebei 89 jaar oud.

¹ Een neutron is een ladingloos subatomair deeltje

Datum aangemaakt

2023/05/23