

Schending van pariteitsbehoud in 'Hardball Physics'

Commentaar door Jos Engelen

1 april 2021

In een merkwaardig, maar voor zover we kunnen nagaan, authentiek document getiteld 'Hardball Physics' [1] doet L.W. Alvarez verslag van zijn ervaringen met een aantal collega's die net als hij werkzaam waren aan het front van de hoge-energiefysica in de jaren '50 en '60 van de 20e eeuw. Alvarez was verbonden aan het 'Radiation Laboratory' van de Universiteit van Californië, Berkeley. (Later het Ernest O. Lawrence Radiation Laboratory en Lawrence Berkeley National Laboratory). In 1968 kreeg hij de Nobelprijs voor Natuurkunde: "for his decisive contributions to elementary particle physics, in particular the discovery of a large number of resonance states, made possible through his development of the technique of using hydrogen bubble chamber and data analysis". Alvarez overleed op 1 september 1988, het jaar waarin twee van de collega's die in bovengenoemd artikel aan de orde komen, Jack Steinberger en Mel Schwartz (samen met Leon Lederman) de nobelprijs kregen voor de ontdekking van het muon-neutrino. Hij heeft deze Nobelprijs dus niet meer meebeleefd. Steinberger en Schwartz komen in 'Hardball Physics' uitgebreid aan de orde: Steinberger in negatieve zin, Schwartz in kritische zin, maar met de laatste is Alvarez altijd bevriend gebleven en hij nomineerde hem voor de Nobelprijs (hij zegt niet wanneer): 'I nominated Mel for a Nobel prize for his important contribution to the discovery that there is a muon neutrino.'

Eén van de verhalen van Alvarez vertel ik hier, de andere volgen later. We schrijven 1957, T.D. Lee en C.N. Yang hebben schending van pariteitsbehoud in zwakke wisselwerkingen geopperd in een artikel dat medio 1956 werd gepubliceerd. Voor de experimentele waarneming ervan suggereren ze bestudering van beta-verval, muon verval of het verval van Λ hyperonen. Meestal wordt de voorspelling van pariteitsschending in een adem genoemd met de experimentele bevestiging in beta-verval van ^{60}Co door Wu, Ambler et al. Vrijwel op hetzelfde moment zagen Lederman et al. pariteitsschending in muon verval. Veel minder bekend is de experimentele bevestiging van pariteitsschending in Λ verval. Alvarez betoogt dat deze belangrijke experimentele bevestiging het beroemd geworden experiment van Wu, Ambler et al met gemak had kunnen verslaan, als de pion bundel in Berkeley (bij het Bevatron, een 6,2 GeV proton synchrotron) een jaar eerder beschikbaar was geweest voor het 'associated production' experiment met het 10 inch waterstof bellenvat. Maar het Bevatron had maar één bundelstation en dat was in gebruik door het experiment dat gericht was op de ontdekking van het anti-proton. Alvarez vertelt hoe hij de voor zijn groep gereserveerde bundeltijd niet opeiste omdat het anti-proton experiment van meer belang was. Hoe en of dit een verband heeft met de late instal-

latie van het 10 inch bellenvat in de π^- -bundel (een experiment waar Alvarez zelf niet rechtstreeks bij betrokken was maar dat wel binnen zijn groep viel) wordt niet duidelijk. In elk geval werd het experiment in 1957 geïnstalleerd en in de zomer van dat jaar lieten de resultaten ervan onmiskenbaar schending van pariteitsbehoud in Λ -verval zien. De derde en belangrijke onafhankelijke bevestiging van de voorspelling van Lee en Yang (die al in hetzelfde jaar, 1957, een jaar na hun theoretische artikel, de Nobelprijs ontvingen). Mel Schwartz bezocht Berkeley die zomer en kreeg de resultaten onder ogen. Hij was post-doc bij Steinberger in Columbia en vertelde dat zij ook een bellenvat experiment hadden uitgevoerd (bij het Cosmotron van Brookhaven) en geen aanwijzing vonden voor pariteitsschending in Λ -verval. Alvarez beweert dat Steinberger zijn data nooit geanalyseerd had, als Schwartz hem niet verteld had over het overtuigende, maar nog niet gepubliceerde, resultaat uit Berkeley. Maar waar hij lang over uitweidt is dat Steinberger et al. de Berkeley-groep nog bijna voorbij was gestreefd in het publiceren van de resultaten, om alsnog een primeur te kunnen claimen. Hij vertelt verderop in 'Hardball Physics' hoe Steinberger eerder, in 1951, een meting van de werkzame doorsnede van $\pi^+d \rightarrow pp$ eerder gepubliceerd kreeg dan de groep van Marshak (Rochester), omdat hij in Columbia rechtstreeks toegang had tot de editors van Physical Review. Er wordt zelfs beweerd dat Steinberger zijn metingen pas deed nadat hij het manuscript van de Rochester groep gezien had, deze bewering is door 'derden' als voetnoot aan 'Hardball Physics' toegevoegd.

Over Steinberger oordeelt Alvarez dus niet positief, over Schwartz is hij mild. Hij illustreert hun goede verhouding als volgt: 'Several years ago Mel, in his capacity as president of Digital Pathways, Inc. , designed a microprocessor to compute in real time the numbers to be displayed on the 'Vision Analyzer' an optometric measuring device that was manufactured and sold by Humphrey Instruments, Inc., of which I was chairman of the board and principal stockholder.'

Wat vond Steinberger bij het heranalyseren van de Λ -verval data? Het is een prachtig verhaal, vind ik.

De manier waarop de meting gedaan werd is als volgt: de bestudeerde reactie is $\pi^- p \rightarrow \Lambda K^0$. In het CM-systeem wordt een vlak gedefinieerd door het inkomende π^- en het geproduceerde Λ -hyperon. In de geselecteerde events vervalt dit volgens: $\Lambda \rightarrow p\pi^-$. De impuls van het vervalpion wordt vervolgens op een as geprojecteerd die loodrecht staat op het eerder genoemde vlak: het pion kan t.o.v. dit vlak 'naar boven' of 'naar beneden' gaan: een op-neer asymmetrie duidt op schending van pariteitsbehoud. De bellenvatfilm, opgenomen in Brookhaven, werd over drie groepen verdeeld om te scannen en te meten en uiteindelijk werden de data natuurlijk gecombineerd om het Λ -verval waar het om ging te onderzoeken. Het totale sample bestond uiteindelijk uit 263 events. De drie groepen waren Columbia, Brookhaven en Bologna/Pisa. Nadat Schwartz had gemeld dat in Berkeley een duidelijke asymmetrie werd gezien, bekeken Steinberger et al. hun data opnieuw en wel de drie datasets afzonderlijk: in elk van de datasets zagen ze een asymmetrie: in de Amerikaanse datasets de ene kant op, in de Italiaanse dataset de andere kant op, zodat in de gecombineerde data geen significant signaal overbleef. Het verhaal (door Alvarez verteld) wil nu dat de Italiaanse groep een extra spiegel in de projectieapparatuur van de bellenvatfilm had, waardoor ze metingen deden aan het

spiegelbeeld van de film en zo het verkeerde teken van de asymmetrie vonden. Na correctie vond ook de Steinbergergroep een significante asymmetrie, die tot opluchting van Alvarez na (maar slechts twee weken na) de resultaten van de Berkeley-groep gepubliceerd werd.

Referenties

[1] www.nikhef.nl/~h02/alvarez-hb.pdf