

De ontdekking van... Jan Smit

Van een potentiële carrière als Mick Jagger-lookalike hoeft onze eigen Jan Smit het niet te hebben: ook in het onderzoek heeft hij zijn sporen wel verdiend. Scoop nam een kijkje in de werkkamer van deze theoretische fysicus (van alle gemakken voorzien, er staat zelfs een bed!).

— Marianne Hoogeveen

Toen een aantal jaren geleden de rubriek 'De Ontdekking van...' ontstond, met het idee om medestudenten eens een goede indruk te geven van het toponderzoek dat door sommige docenten gedaan wordt, was de allereerste kandidaat Jan Smit. Omdat een van de bedenkers van de rubriek bij hem afstudeerde is daar toch van afgezien, en is een andere docent geïnterviewd. Gelukkig kan dit nu worden rechtgezet. Deze keer nemen we een duik in de wondere wereld van de deeltjesfysica en de carrière van de man die absoluut niet mag ontbreken in het lijstje 'ontdekkingen van...'



Jan Smit

"Ik ben een van die rare studenten uit de 60-er jaren die heel lang over de studie gedaan heeft, maar toch wel hard gewerkt heeft."

Mick Jagger met een bed op zijn kamer

Prof. Dr. Jan Smit is werkzaam op het ITF, maar in dienst van FOM. Hij geeft het vak 'Particles and Fields' voor de master Theoretical Physics. Zoals het een goede 'Ontdekking van...'-kandidaat betaamt, snelt zijn faam hem vooruit: volgens sommigen zou je hem op een eilandje kunnen zetten met een paar pennen en heel veel papier, en dan zou hij zonder verdere hulpmiddelen de gehele quantumveldentheorie opnieuw afleiden. Soms kan hij zich erover verbazen dat niet iedere student op hetzelfde niveau kan meepraten.

Op de middelbare school was Jan van alle markten thuis. Hoewel hij het plan opvatte om radiotechni-

cus te worden, kreeg hij ineens het idee om toch maar naar de universiteit te gaan. "Heel raar, mijn ouders stonden toch wel een beetje paf".

"Eerst wilde ik Scheikunde en Natuurkunde doen. Dat was teveel. Toen ben ik steeds dieper de theoretische natuurkunde ingegaan, op een gegeven moment werd ik een beetje een *nerd*, wat ik nooit had willen worden. Maar anders komt er niets uit je vingers"

Flower-powertijd van de deeltjesfysica

"Ik ben een van die rare studenten uit de 60-er jaren die heel lang over de studie gedaan heeft, maar toch wel hard gewerkt heeft. Ik ben begonnen in 1960 en in 1969 pas afgestudeerd. De laatste 4 jaar na mijn kandidaats heb ik eigenlijk redelijk hard gewerkt, maar zo ging dat. Hoewel toen zeven jaar normaler was."

Na de studie kreeg Jan een promotieplaats bij prof. Wouthuysen. Dat was geen succes:

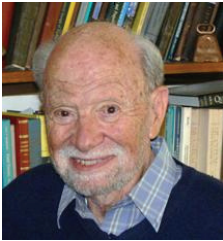
"Het was een onderwerp dat mij niet zo lag en in de onderwerpen die ik wel leuk vond kreeg ik niet veel begeleiding, dus ik was een beetje voor mezelf aan het klooiën in de theorie."

In die tijd waren er andere onderwerpen die Jan wel wisten te boeien. Er werd gewerkt aan veldentheorieën die zwakke, sterke en electromagnetische wisselwerking beschreven. Dit resulteerde later in het Standaardmodel. Martinus Veltman richtte het Landelijk Seminarium op, waarin maandelijks de problemen in de veldentheorie besproken werden. Er waren problemen met renormalisatie van de zwakke interacties (zie kader).

Promotie aan 'Schwinger Source Theory'

Toen prof. Finkelstein, een vriend van prof. Wouthuysen, naar Amsterdam kwam, maakte Jan kennis met hem en is spoedig daarop naar de Verenigde Staten vertrokken om daar bij hem te promoveren aan UCLA. Het onderwerp was de zogenaamde 'Schwinger Source Theory', vernoemd

naar Julian Schwinger. Eind jaren '40 was door Schwinger, Feynman en Tomonaga QED op poten gezet. Schwinger was hoogleraar aan UCLA, en Finkelstein was nogal van hem onder de indruk. Zoals meer Nobel-laureaten was deze man behalve erg belangrijk ook een beetje eigenzinnig, en de bronnentheorie is altijd een buitenbeentje gebleven. Hoewel de promotie van Jan Smit over bronnentheorie moest gaan, was hij daar "na een half jaar ook wel op uitgekeken". "Ik was natuurlijk wel een vrij eigenwijs figuur en ik was ook vrij oud. Ik was getrouwd, had twee kinderen, noem maar op."



Robert Finkelstein

"Jan Smit was indeed my Ph.D. student, although a better way to put it is that I was fortunate to be his thesis advisor..."

Intussen ging Jan verder met waar hij in Nederland al mee was begonnen: de problemen met anomalieën waar de veldentheorie op dat moment mee kampte. Hij liet zich inspireren door Kenneth Wilson (Cornell University), die een nieuwe interpretatie had van renormalisatie, gebaseerd op de theorie van fase-overgangen.

Sander Bais: "Al als promovendus ontdekte hij onafhankelijk van Wilson en Polyakov de roosterformulering van de ijktheorieën. Dat was een superbelangrijke ontdekking omdat theorieën zoals QCD niet op een andere wijze echt aangepakt kunnen worden."

Strijd tegen schoonheid

Wanneer je in de veldentheorie een berekening wilt doen van de waarschijnlijkheid van een type interactie krijg je er vaak een oneindigheid uit, waar je fysisch niets mee kunt (zie kader). Om dit te voorkomen, bedacht Jan dat wanneer je de normale ruimte (continuüm) vervangt door een rooster met eindige grootte en eindige roosterafstand, je die oneindigheden weg kunt werken. Dan kun je de computer sommaties laten uitvoeren om (niet-perturbatieve) berekeningen te doen. Vervolgens kun je de limiet naar een continue, heel grote ruimte nemen, om zo de werkelijkheid na te bootsen. Zijn promotor, Finkelstein, en Schwinger waren

daar niet erg van gecharmeerd. Zodra je namelijk de ruimte discretiseert, heb je geen Lorentz-invariantie meer. "Lorentz invariantie was een soort heilig iets en als je dat dan breekt... mijn promotor moest er niets van hebben, Schwinger moest er niets van hebben..."

Fermionverdubbeling

In 1973 liep Jan tegen een probleem aan: een veld waarmee een fermion wordt beschreven beschrijft op een rooster meer dan één deeltje. Dit probleem heet fermionverdubbeling, hoewel in meer dimensies het aantal deeltjes ook meerdere keren verdubbeld wordt. Ontmoedigd hierdoor heeft Jan zijn resultaten niet gepubliceerd. Hij had niet door dat hij al iets heel belangrijks had gedaan. "Ik was niet zo politiek bewust."

In 1974 publiceerde Kenneth Wilson een artikel over het onderwerp waar Jan mee bezig was geweest. "Dat was een grote klap". Terwijl Jan zijn bevindingen probeerde te toetsen door storingsrekening te doen met Feynman diagrammen had Wilson het over 'confinement'. "Dat was een heel belangrijk begrip waar men toen mee bezig was, maar het ging een beetje langs me heen, ik had er nog niet zoveel over gehoord." In 1982 won Kenneth Wilson de Nobelprijs voor de natuurkunde voor zijn beschrijving van faseovergangen.

Toen heeft Jan zich gestort op zijn oorspronkelijke promotie-onderwerp: bronnentheorie. De roosters werden in zijn uiteindelijke scriptie wel genoemd, maar niet veel meer dan dat.

De roosters weer opgepakt

Hij keerde weer naar Nederland terug vanwege een aanstelling bij de FOM die hij voor zijn promotie aangeboden had gekregen. "Ik was recalcitrant en ik ging toen aan Regge polen werken. Dat onderwerp was in vergelijking een beetje onder mijn niveau. Ook ging ik kijken wat die deeltjesfysici nou eigenlijk aan het doen waren, die waren toen naar bellenvatfoto's aan het kijken." Maar gelukkig heeft Jan de roosters niet lang links laten liggen. Op een bepaald moment begon de methode aan te slaan, en in 1976 werd er door een Amerikaanse groep van SLAC (Stanford Linear Accelerator Center) over gepubliceerd. In een college had Sidney Drell van SLAC, "nogal een *big shot*", het over de fermionmethode die Jan eerder al had geprobeerd, maar waarbij hij op problemen was gestuit. Bij het ITF greep hij een promotiestudent bij de kladden:

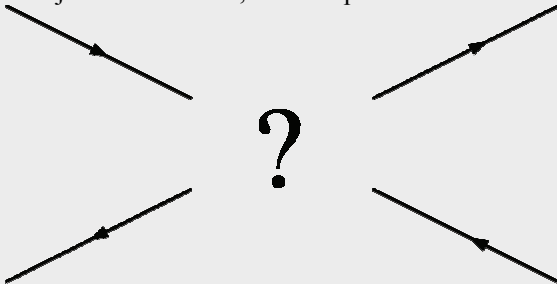
Luuk Karsten. Toen ze eenmaal hun eerste resultaten opgeschreven hadden was het even lastig om het gepubliceerd te krijgen. “Die mensen van SLAC waren erg afhoudend. We hadden in een artikel gezegd dat hun methode fout was. Toen kregen we de wind van voren, wat me erg verbaasde als broekie, want ‘ze zijn toch blij als je iets oplost’... Maar ze hadden hun status er een beetje aan ontleend. Ze hadden er drie artikelen over gepubliceerd met veel nadruk.” Jan en Luuk hebben het natuurlijk wel gepubliceerd gekregen, en daarna hebben ze nog een vruchtbare samenwerking gehad. Luuk zag in dat het fermionverdubbelingsprobleem eigenlijk de oplossing was van een ander probleem: anomalieën. Rond 1972 had men bedacht dat anomalieën tussen verschillende fermiontypes tegen elkaar weg kunnen vallen. Het rooster

genereerde die types, zodat alles anomalie-vrij was. De ironie wilde dat Jan juist begonnen was aan de roosters omdat hij niet geloofde in zulke wegval mechanismen!

Onderhand kwam de roostermethode helemaal van de grond, en er konden numerieke simulaties gedaan worden. Uit simulaties van QCD kwamen heel makkelijk gebonden toestanden zoals glueballs, protonen, hadronen, mesonen en resonanties. Er waren nog steeds problemen met fermionen, maar met QCD en QED kon je die omzeilen door de gegenereerde extra fermionen een oneindig grote massa te geven. Dan kun je ze niet observeren, dus is dat probleem opgelost, maar je breekt wel de chirale symmetrie. Dat kon niet in het geval van de zwakke interactie, “daar zijn chirale aspecten belangrijk”.

Divergenties en renormalisatie

De experimenten die je in de hoge-energiefysica kunt doen zijn botsingen tussen deeltjes in een deeltjesversneller. Hierbij worden twee geladen deeltjes door een magneetveld versneld, tot ze met hoge snelheid tegen elkaar botsen in een detector. Je weet welke deeltjes je liet botsen en welke impuls die deeltjes hadden, en je meet daarna welke deeltjes eruit kwamen, en de impuls.



Echter, wat er precies gebeurde tijdens de botsing kun je niet met zekerheid zeggen. In theorie kunnen allerlei virtuele deeltjes zijn ontstaan en weer verdwenen. Wat je experimenteel kunt meten is de waarschijnlijkheid dat een zeker paar deeltjes een zeker ander paar deeltjes oplevert, door hetzelfde experiment heel vaak te herhalen. Nu wil je in je theorie deze waarschijnlijkheid ook kunnen berekenen door de waarschijnlijkheden van alle mogelijke manieren waarop dit gebeurt bij elkaar op te tellen. Wat je dan verwacht is dat het meest simpele geval het vaakst voorkomt, en dat gevallen met allerlei extra virtuele deeltjes minder vaak voorkomen.

Wat je zeker niet verwacht is dat een bepaald vervalstype een oneindige waarschijnlijkheid heeft!

Toch is dat wat je als uitkomst krijgt wanneer je ‘naïef’ de waarschijnlijkheden van alle mogelijke tussenprocessen bij elkaar op gaat tellen. Een reden hiervoor is dat hoewel energie behouden moet zijn voor alle meetbare deeltjes, de virtuele deeltjes die in de tussentijd ontstaan elke impuls kunnen hebben. Aangezien je dan moet integreren over alle impulsen kan die integraal divergeren.

Renormalisatie in QED

De oplossing van dit probleem heet renormalisatie. In Quantum Electrodynamica (QED) kun je de divergenties nog betrekkelijk eenvoudig omzeilen door het bijstellen van bijvoorbeeld de lading en massa van de deeltjes. Werk hieraan leverde Schwinger, Tomonaga en Feynman een Nobelprijs op.

Het Standaardmodel en renormalisatie

Waar QED de veldentheorie is die de electromagnetische interactie beschrijft, wordt de sterke interactie beschreven door QCD (Quantum Chromodynamica). Hierbij is ‘kleur’ het equivalent van elektrische lading, maar kleurlading komt in drie varianten voor. Een ander verschil is dat de veldquanta, gluonen, ook onderling interactie hebben. Het Standaard Model, dat QCD, QED met de zwakke interacties unificeert, is nog ingewikkelder, en het kostte veel moeite om technieken die halverwege de vorige eeuw waren ontwikkeld om QED te renormaliseren uit te breiden tot deze theorie. Daarvoor kregen 't Hooft en Veltman de Nobelprijs.

Huidig onderzoek

In de jaren '90 is hij zich bezig gaan houden met dynamische triangulatie, een soort methode om de ruimtekromming die je bij gravitatie hebt te discretiseren door er driehoekjes overheen te leggen. Tegelijkertijd is hij zich bezig gaan houden met quantumvelden uit evenwicht. Sinds de laatste vijf jaar past hij zijn opgedane kennis toe op het vroege heelal. "Op een gegeven moment lijkt alles wat nieuw is toch weer op wat je al wist. Het zijn vast heel belangrijke problemen, maar ik heb geen zin om helemaal in zo'n sub-probleem te duiken. Ik vind het veel leuker om de fysica die ik nu ken toe te passen, en het vroege heelal is ideaal. Daar heb je alle fysica voor nodig!"

Belangrijkste ontdekking volgens Jan

Wat was de belangrijkste ontdekking?

"'t Hooft en Veltman waren eigenlijk wel..."

Ik bedoelde UW belangrijkste ontdekking

"Internationaal is dat de rooster-ijktheorie *business*, maar ik vind wat ik in de quantumgravitatie gedaan heb ook heel mooi."

Graag geziene gast

Sander Bais: "Bij zijn bezoek aan India afgelopen jaar hadden zijn bewonderaars ter plaatse (d.w.z. heel India) een wetenschappelijk feest voor zijn 60^{ste} verjaardag georganiseerd! Hij is al heel lang een gelauwerde spreker op de Lattice conferenties, die al vanaf de jaren '80 jaarlijks plaatsvinden overal ter wereld."

Helden

Behalve voor Wilson heeft Jan ook een diep respect voor Martinus Veltman.

"Veltman had een hele *down-to-earth* aanpak die mij ook geïnspireerd heeft. Als een idee overslaat bij je, dat is belangrijk. Veltman is ook een groot man, een groot fysicus."

"'t Hooft is een *wizard* die veel gedaan heeft. Asymptotische vrijheid heeft hij ook eigenlijk als eerste gedaan, maar niet gepubliceerd. Komt in de beste kringen voor".

Martinus Veltman: "Jan Smit is een van mijn meer gewaardeerde collega's. Hij heeft unieke bijdragen geleverd aan ijktheorieën op een rooster, in feite is hij zoiets als 's werelds beste deskundige betreffende zwakke wisselwerkingen op een rooster. Ik zie hem regelmatig, en de enige negatieve trend die

ik heb waargenomen is dat hij voortdurend probeert mij tegen te spreken. Maar misschien is dat ook wel een specifiek Nederlandse vorm van een compliment!"

Voor de fans

In zijn kamer op het ITF kunnen studenten goed terecht voor vragen (over natuurkunde). De ervaring van veel studenten is dat hij erg toegankelijk is en beschikbaar voor vragen. Dan moet je niet op het verkeerde moment binnen komen stormen, want het kan zijn dat hij tussendoor een uiltje knapt op zijn bed (hoewel hij dat ook schijnt te kunnen op de grond met een opgerolde trui als hoofdkussen). Als je daar rondkijkt, kun je zijn schilderwerk bewonderen, resultaat van een van zijn hobby's.

Scoop heeft helaas niet kunnen ontfutselen waar we Jan swingend en luchtgitaar-splendend tegen het lijf kunnen lopen, maar als je je kersverse held eens goed in actie wilt zien kun je proberen lid te worden van de besloten sociëteit 'De Kring' bij het Kleine-Gartmanplantsoen. Jan zingt daar de sterren van de hemel in het Kring-koor.

Bedankt

Scoop wil Jorn Mossel, Gideon Koekoek, Anders Tranberg, Mischa Sallé, Sander Bais, Martinus Veltman, Robert Finkelstein en natuurlijk Jan Smit bedanken voor hun hulp.



Jan Smit

Linksonder staat een stilleven tegen de muur, door Jan gemaakt.