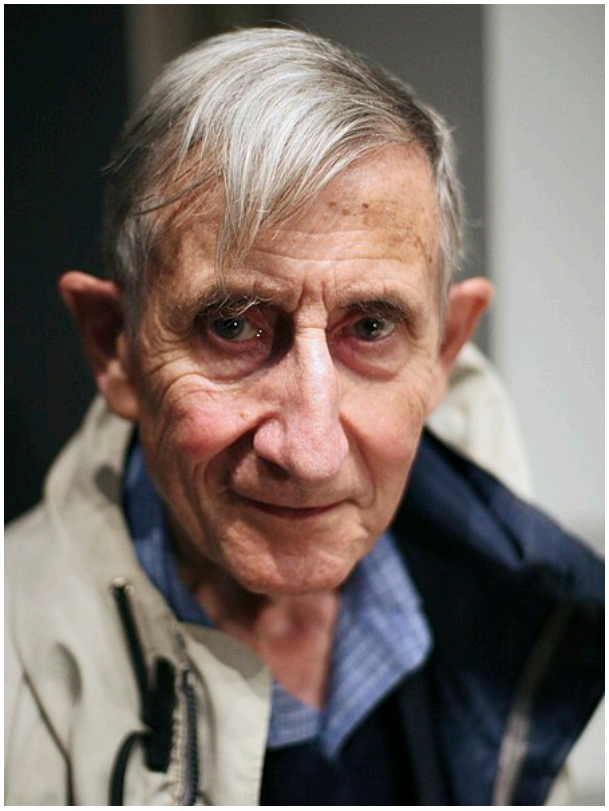
Freeman Dyson: een veelzijdig fysicus

Eind februari is Freeman Dyson op 96-jarige leeftijd overleden. Deze Brits-Amerikaanse natuurkundige speelde een belangrijke rol in de ontwikkeling van quantumelektrodynamica – de theorie die elektromagnetisme met quantummechanica verenigt. In dit artikel bespreek ik twee van de vele bijdragen van Dyson aan onze kennis – een binnen de theoretische natuurkunde, een ander op een heel ander terrein.



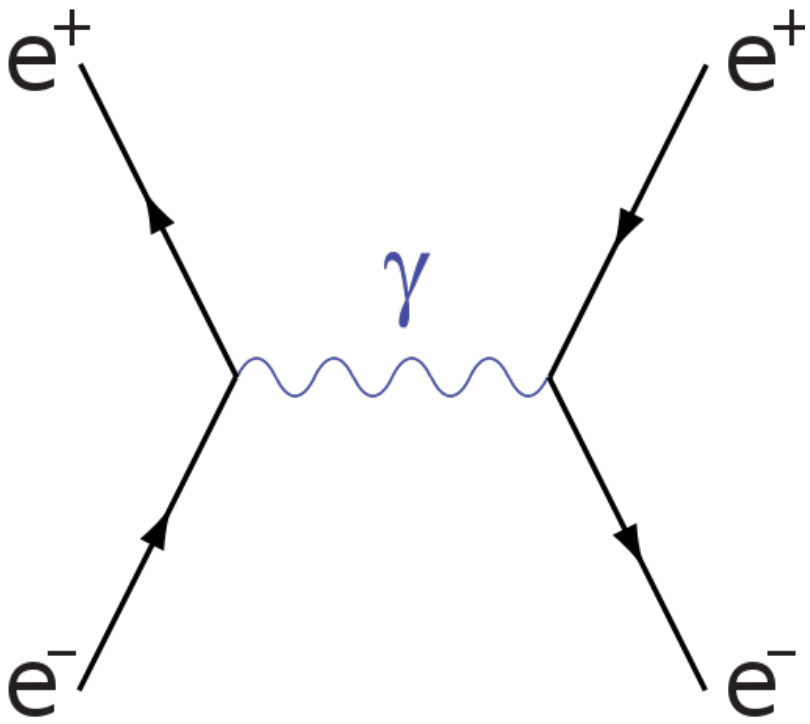
Afbeelding 1. Freeman Dyson.Foto: ioerror.

Freeman Dyson werd geboren in Engeland in 1923. Hij studeerde wiskunde in Cambridge, en werkte tijdens de Tweede Wereldoorlog voor de Royal Air Force als civiel wetenschapper. Na de oorlog begon Dyson aan zijn promotie aan de Cornell-universiteit in Amerika. Hij maakte

deze niet af, maar werd na enkele omzwervingen toch in 1951 al professor aan Cornell, een zeer uitzonderlijke prestatie. Kort na zijn aanstelling bij Cornell stapte hij over naar het Institute of Advanced Study in Princeton, waar hij de rest van zijn leven zou blijven.

Quantumelektrodynamica

Eind jaren 40 waren natuurkundigen druk bezig met het verenigen van elektromagnetisme, de theorie die de interactie tussen elektronen en fotonen beschrijft, met quantummechanica, en ook Freeman Dyson bemoeide zich hiermee. De theorie die uit dit onderzoek is voortgekomen staat nu bekend als *quantumelektrodynamica*, vaak afgekort als QED. Aan de ene kant bedacht Richard Feynman, professor aan Cornell, een elegante manier om QED te beschrijven aan de hand van bepaalde diagrammen. Aan de andere kant hadden Julian Schwinger en Sin-Itiro Tomonaga ook een ingewikkeldere, wiskundige beschrijving van QEDgevonden. Het was Freeman Dyson, toen nog promovendus, die zich realiseerde dat deze beschrijvingen equivalent waren. Dit werk was zo belangrijk dat Feynman, Schwinger en Tomonaga in 1965 de Nobelprijs kregen voor deze ontdekking. Ook al deelde Dyson niet in deze prijs, zijn werk leverde hem wel een positie als hoogleraar op.



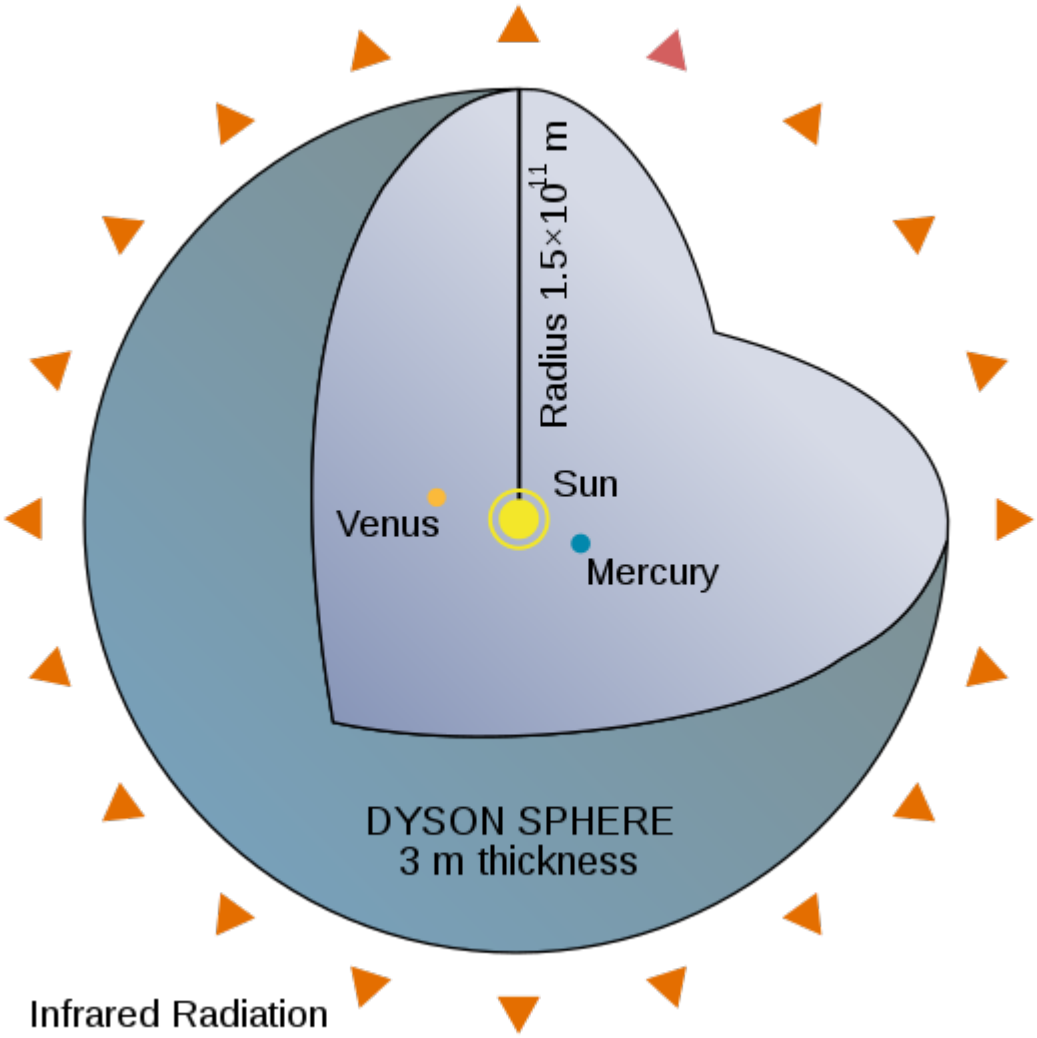
Afbeelding 2. Een Feynmandiagram.Voorbeeld van een Feynmandiagram (tijd loopt van links naar rechts). Hier annihileren een elektron (e^-) en een positron (e^+) elkaar om een foton (γ) te creëren. Dit foton vormt vervolgens weer een elektron-positron paar. Om aan te geven dat positronen de antideeltjes van elektronen zijn, wijzen de pijlen op hun lijnen in tegengestelde richting ten opzichte van de tijd. Afbeelding: ChasEpstn.

De diagrammen die Feynman bedacht staan tegenwoordig bekent als *Feynmandiagrammen*. Ze geven niet alleen weer hoe een botsing tussen bepaalde deeltjes plaatsvindt, maar leiden ook tot bepaalde rekenregels om dit proces door te rekenen. In eerste instantie begrepen Feynmans collega's niet allemaal hoe deze methode werkte en kreeg hij veel kritiek. Dit kwam doordat de afleiding van Feynman gebruik maakte van het zogenaamde padintegralen, waarvan veel natuurkundigen toen nog niet wisten hoe ze die moesten gebruiken. Dyson was een van de eerste natuurkundigen na Feynman die deze diagrammen wel wist toe te passen, en ze ook kon uitleggen in termen van technieken die al bekend waren. Dit zorgde ervoor dat veel natuurkundigen overstapten van het formalisme van Schwinger en Tomonaga naar dat van Feynman, omdat het veel eenvoudiger en intuïtiever was om deze Feynmandiagrammen te gebruiken. Tegenwoordig zijn er zelfs computeralgoritmes die dit formalisme kunnen gebruiken om deze botsingsprocessen tot in detail door te rekenen.

De Dysonbol – sciencefiction of wetenschap?

De interesses van Dyson waren echter veel breder dan de deeltjesfysica. Zo bestudeerde hij samen met Hugh Montgomery het verband tussen eigenwaarden van toevalsmatrices en nulpunten van de Riemann-zètafunctie. Wat Dyson ook fascineerde, is hoe een geavanceerde samenleving sterrenstelsels zou koloniseren. Zo speculeerde hij dat men genetisch gemodificeerde bomen zou kunnen maken die op kometen kunnen groeien, en dat deze bomen de komeet zo leefbaar voor astronauten kunnen maken. Ook stelde hij de ultieme energiebron, de zogenaamde *Dysonbol*, voor. De energievraag van ver ontwikkelde samenlevingen zou namelijk zo groot zijn dat ze evenveel energie nodig hebben als een ster uitstraalt. Om deze energie op te vangen zouden ze een enorme bolschil kunnen bouwen die de ster volledig omvat, en zo alle uitgestraalde energie kan opnemen. Voor aardbewoners stelde Dyson voor dat in de toekomst Jupiter kon worden opgebroken in stukken om de bolschil te vormen. Hierbij merkte hij op dat de opwarming van deze bolschil ervoor zou zorgen dat deze aan de buitenkant warmtestraling zou uitzenden, wat door buitenaards leven zou kunnen worden gedetecteerd. We zouden dit dus kunnen gebruiken om buitenaards

leven te zoeken.



Afbeelding 3. Een Dysonbol.Afbeelding: Bibi Saint-Pol.

Kortom, Freeman Dyson was een natuurkundige die meer interesses dan alleen zijn vak had. Aan het begin van zijn carrière heeft hij geholpen bij het begrijpen van quantumelektrodynamica via Feynmandiagrammen. Later was hij niet alleen gefascineerd door sciencefiction zoals kolonisatie van sterrenstelsels, maar droeg hij ook bij aan zaken zoals de oorlog in Vietnam (als pacifist) en de discussie rondom klimaatverandering. In 2012 publiceerde hij zelfs nog, op 88-jarige leeftijd, een paper over speltheorie in biologie. Op 96-jarige leeftijd is hij uiteindelijk op ongelukkige wijze overleden aan complicaties na een val.