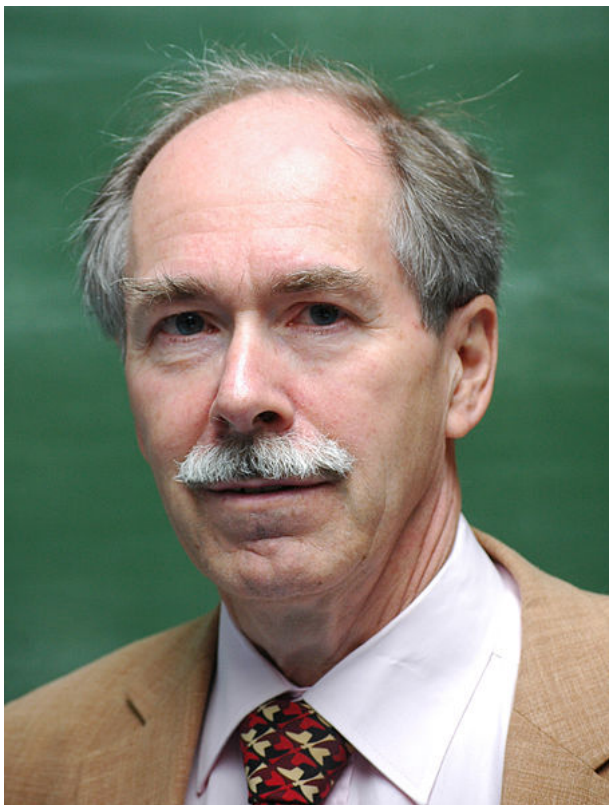


# Hoe word je een goede theoretisch natuurkundige?

**Vandaag wordt de bekende Nederlandse natuurkundige Gerard 't Hooft 73 jaar. Dit jaar is het ook nog eens twintig jaar geleden dat 't Hooft samen met Martinus Veltman de Nobelprijs won. Reden genoeg voor de Universiteit Utrecht om een conferentie over 't Hoofts vele onderzoeksonderwerpen te organiseren. En reden genoeg voor de QU-redactie om stil te staan bij een belangrijke vraag die 't Hooft zichzelf stelde: hoe word je een goede theoretisch natuurkundige?**



**Afbeelding 1. Gerard 't Hooft. Foto: G. 't Hooft.**

Het is alweer twintig jaar geleden, maar veel Nederlandse natuurkundigen herinneren het zich nog als de dag van gisteren: in 1998 wonnen Gerard 't Hooft en Martinus Veltman de

Nobelprijs voor hun werk aan de renormalisatie (oftewel: het 'berekenbaar maken') van de sterke kernkracht. Overigens waren 't Hooft en Veltman daarmee niet de laatste Nederlandse Nobelprijswinnaars: in 2010 won Andre Geim eveneens de Nobelprijs van de natuurkunde – al is zijn [afkomst zo gecompliceerd](#) dat de Nederlandse nationaliteit slechts een van de vele is die hem valt toe te kennen – en in 2016 won Ben Feringa de Nobelprijs voor de scheikunde. Hoe het ook zij, [Nederlandse Nobelprijzen](#) komen nu ook weer niet zo heel vaak voor, dus besloot de Universiteit Utrecht dit twintigjarig jubileum niet ongemerkt voorbij te laten gaan. Van 11 tot en met 13 juli wordt daarom een [conferentie georganiseerd](#) onder de titel 'From weak force to black hole thermodynamics and beyond'.

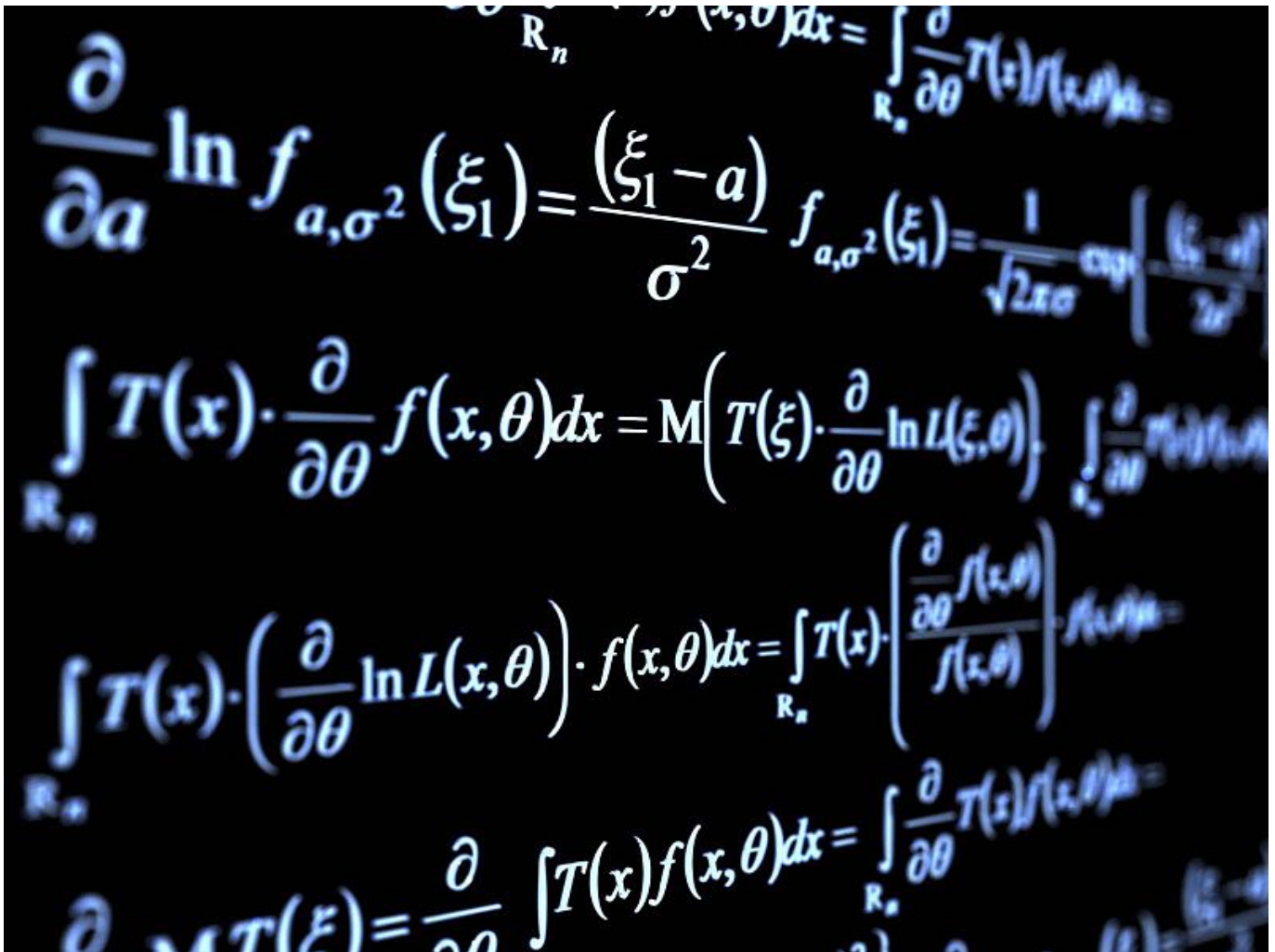
## Veelzijdige natuurkunde

De titel van de conferentie toont de veelzijdigheid van 't Hooft: hij heeft zich beziggehouden met de [quantumveldentheorieën](#) die de zwakke en de sterke kernkracht beschrijven, maar ook met zwarte gaten en de vraag hoe de onderliggende zwaartekrachtstheorie verenigd kan worden met de quantummechanica. In 2016, toen 't Hooft 70 werd, schreven we al eens een [artikel waarin enkele van zijn prestaties in die verschillende vakgebieden werden toegelicht](#).

Beginnende fysici – en scholieren en studenten die hopen natuurkundige te worden – kunnen natuurlijk alleen maar dromen van een dergelijke veelzijdige en productieve carrière. Dromen is daarvoor natuurlijk niet voldoende: wie een goede theoretisch natuurkundige wil worden heeft naast het nodige talent in de exacte vakken ook een flinke dosis doorzettingsvermogen nodig. Want wat moet je eigenlijk doen om een goede theoretisch natuurkundige te worden?

Het was Gerard 't Hooft zelf die een aantal jaar geleden besloot om deze vraag eens goed en grondig te beantwoorden. De aanleiding daarvoor was overigens dat hij vooral wilde voorkomen dat er meer [slechte theoretisch natuurkundigen](#) zouden komen. Net als veel andere natuurkundigen krijgt 't Hooft regelmatig goedbedoelde e-mails van natuurkundeliefhebbers die beweren fouten gevonden te hebben in de relativiteitstheorie of de quantummechanica. Negen van de tien keer (en waarschijnlijk zelfs vaker) gaat het bij zulke mails om een begripsverwarring bij de schrijver zelf; een verwarring die zijn oorsprong vindt in het feit dat theorieën als de relativiteitstheorie en de quantummechanica slecht aansluiten bij onze intuïtie van alledag. Niet verbazend natuurlijk, als je bedenkt dat die intuïtie zo geëvolueerd is dat we in staat zijn in een gematigd sterk zwaartekrachtsveld

speren naar wilde beesten te gooien - niet zo dat we het gedrag van elektronen of zwarte gaten 'aanvoelen'.



Afbeelding 2. Hoe word je een goede theoreet? Naast veel wiskunde zijn er nog talloze andere onderwerpen die je als theoretisch natuurkundige goed moet beheersen. Afbeelding: [Wallpaper](#).

## Een website

't Hooft besloot dus eens op een rijtje te zetten wat je als theoretisch natuurkundige eigenlijk allemaal moet leren om de verschillende moderne natuurkundetheorieën te begrijpen - en meer dan dat: om ze zo tot in de puntjes te beheersen dat je er zelf aanvullingen of correcties op kunt maken. 'Op een rijtje' is daarbij een flink understatement, want het rijtje van 't Hooft groeide uit tot een [website van vele pagina's lang](#). Zo behandelt de website onderwerpen als

- Basis-wiskunde
- Klassieke mechanica
- Elektromagnetisme
- Thermodynamica
- Quantummechanica
- Relativiteitstheorie
- Supersymmetrie en supergravitatie
- ...

...en nog een vijftiental andere onderwerpen. Bij elk onderwerp wordt een groot aantal referenties gegeven die bestudeerd kunnen worden. Indrukwekkend – en voor wie aan het begin van zijn carrière als natuurkundige staat misschien zelfs afschrikwekkend; alleen het doorlezen van de diverse bronnen (de website vermeldt zo veel mogelijk leerstof die online beschikbaar is) kost de nodige jaren – laat staan het echt beheersen ervan. Maar ja, het vak van theoretisch natuurkundige is nu eenmaal net als ieder ander vak iets waar je veel voor zult moeten leren.

Natuurlijk is het voornaamste doel van de website niet dat een enthousiaste amateur aan het begin van de lijst begint en tien jaar later als volleerd fysicus het project afsluit – al zou dat in principe kunnen. Veel nuttiger is de site nog als die op twee niveaus gebruikt wordt: allereerst als overzicht van wat je als goed theoretisch fysicus zou *moeten* weten (en daar heeft zelfs de ervaren natuurkundige iets aan), en ten tweede om in de diepte te duiken in dat specifieke onderwerp waar je op een bepaald moment het meest in geïnteresseerd bent – omdat je er een bepaalde vraag over hebt, omdat je er een profielwerkstuk over schrijft, of omdat je op de Quantum Universe-website een interessant artikel hebt gelezen en nu meer wilt weten.

Zet '[How to become a GOOD theoretical physicist](#)' dus vooral in de bookmarks, en besteed zo nu en dan een regenachtige zondagmiddag aan het een of andere interessante onderwerp. Wellicht levert het over nog eens twintig jaar een volgende Nederlandse Nobelprijswinnaar op!

*In de zomerperiode verschijnen de Quantum Universe-artikelen éénmaal per week, op vrijdag. Vanaf september is de redactie weer terug van alle conferenties en vakanties, en*

*verschijnen de artikelen weer tweemaal per week, op dinsdag en vrijdag.*