

perio*diek

op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2009 nummer 3



In dit nummer

6 | Partir à l'aventure

Studeren in 't prachtige Parijs! Peter doet het gewoon en vertelt ons over de rare gewoontes van de Fransen. Beaucoup de plaisir!

11 | Planeetvorming in het Kapteyn

Wie wel eens door een sterrenrijker getuurd heeft, weet vast dat er behalve onze groene aarde nog een hoop andere dingen door de ruimte zweven. Maar hoe zijn al die hemellichamen ontstaan?

20 | Chuck Norris en Virtual Reality

Chuck Norris denkt in twaalf dimensies, Chuck Norris kan getallen delen door nul. Chuck Norris kan niezen met zijn ogen open, en er zijn deeltjes overal om ons heen die zich als hem dragen...

25 | Student en slaap

Slaap je wel genoeg? De meeste studenten kampen met een flink slaapttekort of een verschoven dag-nachtritme. Maar gelukkig kun je er wat aan doen! Zonnebaden bijvoorbeeld.



Redactioneel

De zomervakantie staat weer voor de deur en zoals elk jaar ben ik daar ook weer helemaal aan toe. Aan het einde van zo'n collegejaar ben ik in het algemeen doodmoe en overal even zat van en wil ik alleen nog maar lekker op vakantie gaan en veel uitrusten. Velen van jullie zullen er vast net zo over denken.

Gelukkig is er voor diegenen van jullie in deze perio een artikel te lezen over wat je juist wel en niet moet doen om te kunnen genieten van een goede nachtrust. Je maakt dan misschien wel minder kans om het breinwerk op te lossen, want dit is alleen weggelegd voor de goed oplettende en geconcentreerde lezer.

De perio is deze keer wel wat dunner dan je van ons gewend bent, maar dat maakt hem niet minder de moeite waard!

Zo heeft onze fanatieke scribent Roel Andringa weer een mooi natuurkundig artikel geschreven, nemen we een kijkje in het Kapteyn Instituut, gaan we pannenkoeken bakken met Marije en lezen we hoe het is om je master in Parijs te doen. En voor mensen die nog geen reisbestemming voor aankomende zomer hebben, brengt Roel Tempelaar je op de hoogte van alle leuke dingen die je kunt doen in Brazilië en Argentinië. Fijne vakantie!

Kim

Verder

- 4 In het nieuws
- 14 The bucket list
- 18 Technolotion
- 27 Taalproblemen
- 28 Marijes bakkerij
- 31 Breinwerk

Colofon

Hoofdredacteur
Kim van Oost

Redactie
Corine Meinema, Marije Bakker,
Femke van Seijen, Erik Weitenberg,
Willem Hendriks

Scribenten
Marten Veldthuis, Ellen Schallig,
Alexander Cardenas, Peter Bosma,
Roel Tempelaar, Roel Andringa

Met dank aan
Mark IJbema, Cees Draaijer, Inga
Kamp, Gjalt Bearda, Pim Puylaert,
Pjotr Svetachov, Samuel Hoekman

Adverteerders
EyeToEye (pag. 10), Schut (pag.
32), Shell (pag. 30)

Adverteren?
Neem contact op met bestuur@fmf.nl

Oplage 1200 stuks

Druk Scholma, www.scholma.nl

ISSN 1875-4546

De Periodiek is een uitgave van de Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging en verschijnt vijf keer per jaar. De redactie is te bereiken via perio@fmf.nl. De deadline voor de volgende Periodiek is 26 september.

In het nieuws

Slapend afvallen

Veel mensen willen graag slapend rijk worden. Maar alle mensen die hun best doen om af te vallen door te sporten en te diëten, zouden wellicht ook wel slapend wat gewicht willen verliezen. Dat laatste is makkelijker dan je denkt. Uit onderzoek is namelijk gebleken dat mensen die langer slapen vaak een lagere Body Mass Index hebben. Hoewel mensen die korter slapen vaak meer activiteit vertonen gedurende de dag en meer energie verbranden, blijkt toch dat mensen die langer slapen, minder wegen. Er zijn theorieën dat dit te maken heeft met stress (dit beïnvloedt het eetpatroon) en een ongebalanceerde productie van de twee hormonen ghreline en leptine (deze reguleren de eetlust), beide komen namelijk voor bij mensen met te weinig slaap.

noorderlicht.vpro.nl

Gamen is zo slecht nog niet

Veel mensen zijn van mening dat gamen slecht is voor jongeren, ze zouden er agressief en gewelddadig van worden. Toch zien sommige wetenschappers het nut van gamen wel in! Theoloog Frank Bosman ziet bijvoorbeeld allerlei religieuze tekens in games. Zo vindt hij dat de game *Fallout 3* een moderne versie



van het verlossingsverhaal is waarin je de wereld van zijn ondergang redt door middel van zuiverend water, wat volgens Bosman echt een christelijke verwijzing is. Met zijn onderzoek naar religieuze verwijzingen in games wil Bosman de mensen ervan overtuigen dat games en culturele en religieuze tradities best samen kunnen gaan.

kennislink.nl

Mannen sterven uit

Oxford-hoogleraar Bryan Sykes heeft ontdekt dat het stuk DNA dat mannen mannen maakt, beter bekend als het Y-chromosoom, te zwak is om te blijven bestaan. Het chromosoom is verantwoordelijk voor het aanmaken van het SRY-gen, het gen dat een foetus aanzet tot het ontwikkelen tot een jongetje. Zonder dit gen zouden er alleen nog vrouwen zijn. Sykes schat dat het Y-chromosoom over een jaartje of 125.000 uitgestorven zal zijn.

noorderlicht.vpro.nl

Geld opnemen met je vingertoppen

Biometrische technieken worden steeds betrouwbaarder: wellicht is het binnenkort mogelijk om geld op te nemen met een vingertop- of irisscan. Je hoeft nooit meer bang te zijn om je pincode of pasje kwijt te raken: je handen en ogen heb je altijd bij je! De grote nadelen zijn dat als de gegevens gekraakt zijn, je niet zo snel je eigen vinger of oog vervangt. En criminelen kunnen gemakkelijk een vingeraf-

druk kopiëren. Onderzoekers zijn nu bezig een manier te bedenken die er voor zorgt dat gegevens niet zomaar op straat komen te liggen.

kennislink.nl



Absoluut gehoor zit niet in de genen

Mensen met een absoluut gehoor kunnen zonder een referentietoon gemakkelijk en nauwkeurig de toonhoogte van een toon benoemen. Omdat een absoluut gehoor in Aziatische landen veel vaker voor komt dan in Europese en Amerikaanse landen, dacht men lange tijd dat het in de Aziatische genen zat. Maar dit is niet waar. Onderzoekers van de University of California hebben ontdekt dat een absoluut gehoor vaker voorkomt bij mensen die spreken met een toontaal. Dit is een taal waarin verschillende tonen in de uitspraak een verschil in betekenis maken, bijvoorbeeld het Vietnamees en het Mandarijn. Maar het helpt ook al enorm als je je kind al op vroege leeftijd kennis laat maken met muziek, want dan is het nog het gevoeligst voor de toonhoogtevarianties.

kennislink.nl

Depressief door tumor

Het is niet zo raar dat je depressief kunt worden als je hoort dat je kanker hebt. Zo'n levensbedreigende ziekte is niet niks om te verwerken. Maar misschien zijn de kankergezwellen zelf wel verantwoordelijk zijn voor de depressie? Dit is wat een in half mei gepubliceerd artikel suggereert. Onderzoek bij 24 ratten (12 met borstkanker, 12 gezonde) gaf aan dat de zieke ratten meer depressief gedrag vertoonden. Dit kan mede verklaard worden door een hoger cytokinegehalte in het bloed, dat een rol speelt bij afweer, maar in het brein voor afwijkend emotioneel gedrag zorgt.

scienecnow.sciencemag.org

Lichtgevende penseelaapjes

Voor het eerst is er een aapje gemaakt dat ingebouwde eigenschappen doorgeeft aan zijn nakomelingen. Japanse onderzoekers injecteerden via een virus een kwallengen voor groene fluorescentie bij embryo's van penseelaapjes. Ze lieten deze embryo's vervolgens in surrogaatmoeders groeien. De volgende generatie aapjes lichtte onder UV-licht groen op. Wetenschappers kunnen transgene aapjes gebruiken om onderzoek te doen aan menselijke ziekten als zij specifieke ziektegenen inbouwen. Hiermee wordt een gat gedicht tussen onderzoek aan transgene muizen en mensen. Het nadeel van de penseelaapjes is wel dat ze niet zo dicht bij de mens staan, waardoor onderzoek naar bijvoorbeeld hiv niet mogelijk is.

[nrc next](http://nrc.next)



Zo brutaal als een aap

Biologisch antropoloog Brandon Wheeler bestudeerde etende capucijneraapjes en zag iets raars. Aapjes met een lage rang maakten zonder aanleiding het waarschuwings-signaal voor roofdieren en terwijl de rest wegvluchtte, gapten zij het overgebleven voedsel. Dit kan betekenen dat de aapjes slimmer zijn dan wij denken en kunnen voorspellen hoe andere individuen op bepaalde prikkels reageren, maar sceptici zeggen dat ze misschien gewoon bang zijn voor de apen met een hogere rang en dat de geluiden een bijproduct zijn.

scienecnow.sciencemag.org

Muiscursor bewegen met je hersens

De muiscursor bestuur je met een muis, en de muis met je armen.



Maar wat als je armen verlamd zijn geraakt? De mannen van Neuroolutions hebben daar een oplossing voor. Zij kunnen nieuwe, nauwkeurige elektroden implanteren, precies op je hersenen. Aangesloten op een computer kunnen de signalen geanalyseerd worden. Testpersonen van wie de armen verlamd waren, konden zo na enige oefening prima de muiscursor besturen. Een kunstarm of -been bewegen is slechts een klein stapje verder.

technologyreview.com



Nieuwe vorm van RSI

Nooit tijd gehad om een goed geval van RSI te ontwikkelen omdat je sociale leven je je kostbare computertijd ontnam? Geen nood; je kunt nu iets soortgelijks krijgen van telefoneren. Een groeiend aantal mensen ontwikkelt de telefoonelleboog, veroorzaakt door extreem lange en talrijke telefoongesprekken. De zenuw die beschadigd raakt door het buigen van je elleboog gaat naar je ringvinger en pink, die dan gaan tintelen bij patiënten.

cnn.com

Partir à l'aventure

DOOR PETER BOSMA

Schrijf een tekst van ongeveer tweehonderd woorden met als onderwerp ‘*partir à l’aventure*’. Zo luidde de eerste e-mail die ik ergens in oktober van mijn docente Frans kreeg. Ik schreef iets over vakanties, haast bij gebrek aan beter. Het echte ‘op avontuur gaan’ was immers nog maar net begonnen. Inmiddels zijn we ruim een halfjaar verder en biedt de perioredactie mij een herkansing. In het Nederlands nog wel. Alhoewel ik met het Frans inmiddels aanzienlijk minder moeite zou hebben. Minder moeite dan zes maanden geleden, welteverstaan.

Als je in Parijs gaat studeren aan de Université Pierre et Marie Curie (kortweg: Paris VI), en Frans is niet je moerstaal, dan krijg je de mogelijkheid het vak Frans te volgen. Twee uurtjes per week, 3 EC's per semester. En die kans grijp je aan, want Fransen hangen aan hun taal. Colleges, huishoudelijke mededelingen, tentamens, dictaten: Frans, Frans, Frans, Frans.

Op het eerste gezicht misschien afschrikwekkend, maar het went gauw. En van een kleine uitdaging is nog nooit iemand minder geworden. Waarschijnlijk dacht ik dat ook toen ik een aantal jaren geleden het plan opvatte om mijn master (Technische Natuurkunde) niet aan de RuG, maar in Parijs te gaan doen. Als je zoiets wilt, is het daadwerkelijke gaan overigens niet het moeilijkste. In het kort komt het hier op neer: je schrijft je in Groningen uit, elders weer in, en klaar is Kees. Leve het BaMa-stelsel, wat dat betreft.

Als Rémi

Tegen mijn verwachtingen in vond ik vervolgens ook snel een plek om te wonen. Mooi in het centrum met twee andere internationale studenten en Monsieur de R., mijn inwonende huisbaas en fulltime privéleraar Frans. Vervolgens regel je dingetjes als verzekeringen, een bankrekening en een mobiel nummer, waarna je avontuur echt kan beginnen.

In mijn geval kwam ik toen ongeveer tot de ontdekking dat ik, afgezien van huisgenoten, alleen was. Was ik in Groningen nog gewend om elke avond met iemand anders een vorkje weg te prikken, in Parijs kende ik

letterlijk niemand. En aangezien de colleges pas in oktober beginnen, zou dat ook nog wel even duren. Erg? Ach, het geeft te denken. En in Parijs hoef je je, al ben je alleen, niet gauw te vervelen.

Opbouw van een Parijs' semester

Toen die colleges eenmaal begonnen, merkte ik dat het systeem niet erg anders is dan in Nederland: hoorcolleges afgewisseld met werkcolleges. Met dien verstande dat men er hier vanuit gaat dat iemand met een gezonde spanningsboog het wel twee uren zonder pauzes volhoudt. Verder is er halverwege het semester voor de meeste vakken een tussentoets, waarvan het cijfer, mits positief, met een zeker gewicht meeweegt in het eindresultaat. Zowel colleges als tussentoetsen zijn niet verplicht, maar het wordt aanbevolen deze wel te bezoeken. Zeker als je bedenkt dat alle tentamens van een semester in één week worden gepland.

Dat laatste betekende voor mij vijf tentamens in de eerste week na de kerstvakantie. Ofwel: garantie voor geen succes. Alhoewel ik enigszins buiten de waard gerekend had; je kunt je semester (en daarmee alle vakken) halen als het gewogen gemiddeld cijfer voldoende is. Als ik dat had geweten, had ik meer tentamens bezocht. Nu had ik een aantal nullen staan, en dat weegt er behoorlijk in.

Desalniettemin haal je de vakken die je voldoende hebt afgelegd en volgt er aan het eind van het collegejaar (eind juni) één herkansingsweek per semester. In mijn geval blijft het bij één week, want de tweede

tentamenreeks is net afgerond en ik heb hem met mijn geüpdatede kennis wel gewoon gehaald.

Natuurkundige kennisquiz

Overigens was niet alleen mijn kennis van het examenreglement bijgeschaafd, maar ook mijn algemeen natuurkundige bachelorbasiskennis. Aangezien ik in Nederland niet de voorbeeldigste student was, schortte het daar namelijk nog een beetje aan. En uit de tentamens die ik in het eerste semester wel had gemaakt, maakte ik op dat dat onhandig is.

Het tentamen betreft hier in Parijs namelijk een soort algemeen natuurkundige kennisquiz (niet te letterlijk, het is zeker geen meerkeuze), met een niet al te diepgaande (maar wel inzicht vereisende) nadruk op toepassingen van het vak waar je het tentamen voor maakt. Erg leuk, grijpbaar bovendien, maar minder plezierig als je de basis ontbeert. Daarnaast maakt dat de tentamens, die op zich al lijkig zijn, simpelweg niet te finishen.

Parijs vs. Groningen

Over het algemene niveau van de vakken ten opzichte van dat in Groningen, kan ik trouwens weinig zeggen. Niet alleen omdat ik in Nederland niet altijd alle colleges volgde. Meer omdat ik op basis van de ervaringen die ik wel heb, het idee heb dat het onderwijs hier vooral erg anders is. Zo zijn mijn werkcollegedocenten vaak geen PhD-studenten maar wetenschappelijke medewerkers of professoren. Aan de andere kant heb ik dit jaar, Master 1 zoals dat heet, veel vakken die ik in Nederland in het tweede en/of derde jaar van mijn bachelor al eens gedaan had. Er bestaat dan ook de mogelijkheid om met je Nederlandse bachelor in het tweede jaar van de master in te stromen, maar dat gaat niet zomaar. Je moet sterke cijfers en dito argumenten (in het Frans) hebben.

Tegelijkertijd worden voorgenoemde vakken hier naar mijn idee – Parijs is volgens velen de (Europese) hoofdstad van de wiskunde – fundamenteeler en diepgaander behandeld. Veelal vanuit een buitengewoon theoretische basis.

Ten slotte zou je kunnen zeggen dat er qua academische grondhouding meer wordt verwacht van de studenten. Zo volgen de meeste docenten geen boek in het bijzonder (en geven dus al helemaal niet aan dat je bladzijde zoveel en zoveel en hoofdstuk x of y wel kunt skippen), maar tippen ze een aantal boeken. Daarnaast is er soms een dictaat, maar niet zelden moet je het gewoon doen met de eindtermen. Wordt daarvan één en ander niet in de colleges behandeld (te eenvoudig



Onder de lens “Le savoir n'est pas une marchandise” (kennis is geen koopwaar) staken de docent-onderzoekers



of – daar ben ik inmiddels ook ruim mee bekend – er wordt gestaakt), dan is dat geenszins een garantie dat het niet op het tentamen verschijnt. Het voordeel is wel dat een studie zonder boeken goedkoper is. Een extra meevaller naast het collegegeld, dat hier nog geen zevende deel van dat in Nederland bedraagt.

Socializen op een soirée

Dat laatste is op zich maar goed ook. Parijs is geen goedkope stad. Er is weliswaar een flinke huursubsidie vanuit de Franse overheid, waardoor ik netto net zoveel voor mijn kamer betaal als in Groningen, maar een biertje in een kroeg is duur. Minstens tien keer zo duur als tijdens het piekuur op de FMF-borrel. En na een aantal maanden heb je vrienden gemaakt, en dan lonken die barren en terrasjes toch wel eens.

Het goedkope alternatief bestaat (zeker in studentenkringen) gelukkig ook. Dat alternatief heet *soirée*. Bij iemand thuis, vaak zonder reden, neem mee wie je wilt en vooral ook een flesje of een hapje. Een avond vol

gezelligheid en interessante ontmoetingen verzekerd. De meeste soirées zijn in het weekend en dat is relaxed, want door de week ben ik inmiddels *en stage*.

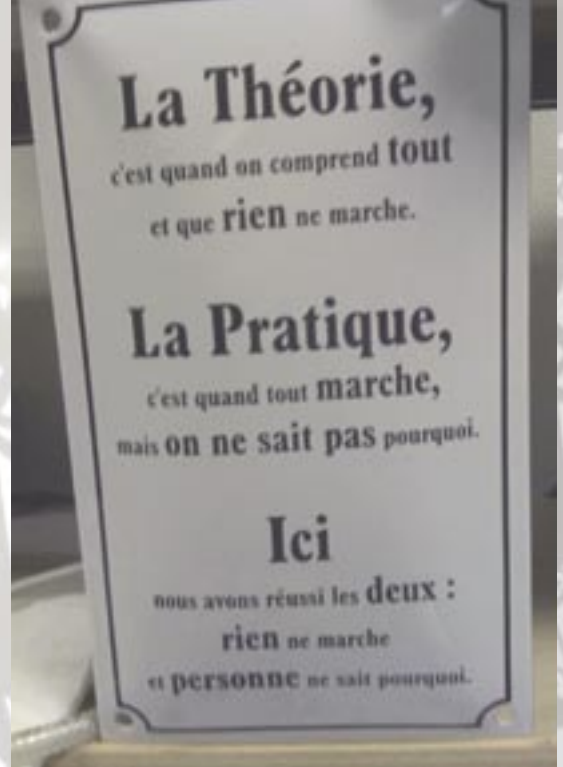
En stage

Hetgeen hier een integraal deel (zes weken, 12 EC's) uitmaakt van het eerste jaar van de master. Je kunt kiezen tussen het bedrijfsleven en de universiteit, en in totaal uit zo'n honderd stagevoorstellen. Ik wilde niet te ver weg en zodoende ben ik terechtgekomen bij het Institut des NanoSciences de Paris, waar ik een klein onderzoekje doe naar ftalocyaninemoleculen op een met waterstof gecoat silicium(100)-oppervlak. Deze organische moleculen zijn van dezelfde familie als de moleculen die zorgen voor het zuurstoftransport in bloed. Het doel van het project is dan ook om uit te vinden hoe deze moleculen zeer verdunde gassen absorberen, wat de actieve delen zijn en of het gebruikte substraat (in dit geval dus silicium) een invloed heeft. Preciezer: of de manier waarop de moleculen zich organiseren op het substraat van invloed is.

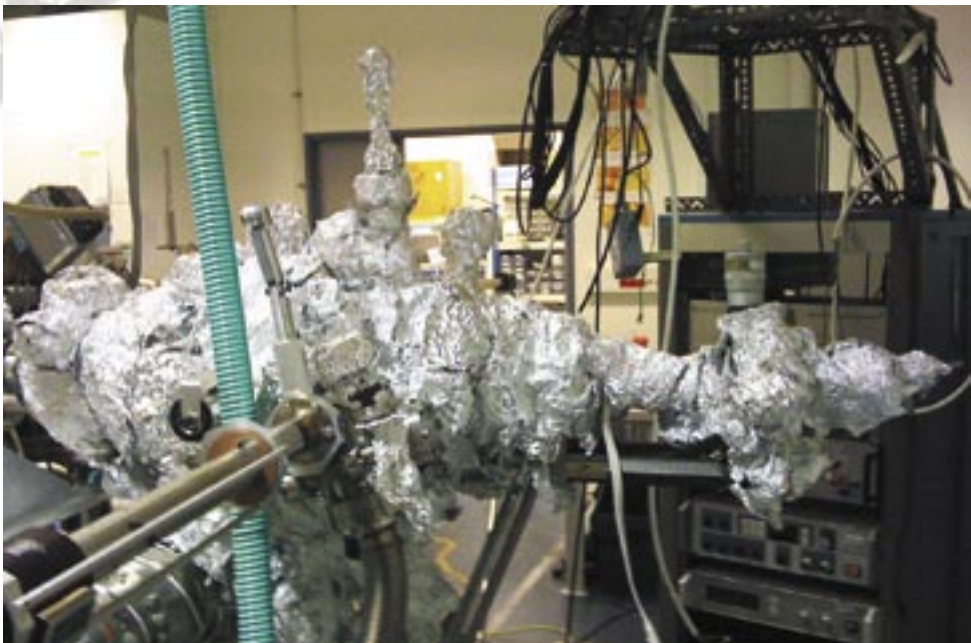
Om één en ander in beeld te brengen wordt gebruik gemaakt van scanning tunneling microscopy en om interactie met andere deeltjes te voorkomen, gebeurt dat onder ultrahoog vacuüm. Inmiddels zit ik in de derde week, en voornamelijk ben ik vooral met dat vacuüm bezig geweest. De Franse stagiairs voldoen wat dat betreft aan het clichébeeld, en zijn niet veel meer dan voetvolk. Ook al blijft men buitengewoon vriendelijk, als je iets gevraagd wordt, weet je dat je niet veel keus hebt.

Een goed vacuüm is voor het welslagen van het experiment van groot belang, en zodoende moet de hele opstelling 'ontgast' worden. Dit gebeurt door verhitten, en daarbij moet de warmte natuurlijk niet verloren gaan. Op de foto hieronder zie je de bovenste van vier door mij aangebrachte lagen van ellendig kleine stukjes hergebruikt aluminiumfolie.

Aan de andere kant: de Parijse begintijd is half tien, ik mocht in verband met bezoek rustig een dagje vrij nemen, ik mag mijn verslag in het Engels schrijven en een driegangmenu in de kantine heb je al voor €2,50. Bovendien beginnen we, als alles goed gaat, volgende week met meten. Ik hoop het van harte, maar bovenstaande foto maakte ik ook in mijn lab...



Alhoewel, hoe het ook lopen moge, ik vermaak me toch wel. Het avontuur is nog niet eens halverwege, en nu al meer dan de moeite waard. Er is dan ook nog veel meer te vertellen, maar mijn ruimte (hier) is beperkt. Voor de rest (verhaaltjes met een iets andere insteek) moet je het online doen: peterbosma.blogspot.com. Venez m'accompagner à l'aventure, vous êtes les bienvenus(e)s! •



**BEN JIJ DE
SUPERHELD
DIE WIJ
ZOEKEN?**

**Agile development,
architecture & troubleshooting**

www.eyetoeye.nl

- **Nuchter vakmanschap**
- **Creatieve oplossingen**
- **Korte lijnen, informeel**
- **Passie en betrokkenheid**

Rozenburglaan 9
9727 DL Groningen

T (050) 317 66 77

E info@eyetoeye.nl



**EyeToEye
Informatica**

Planeetvorming in het Kapteyn

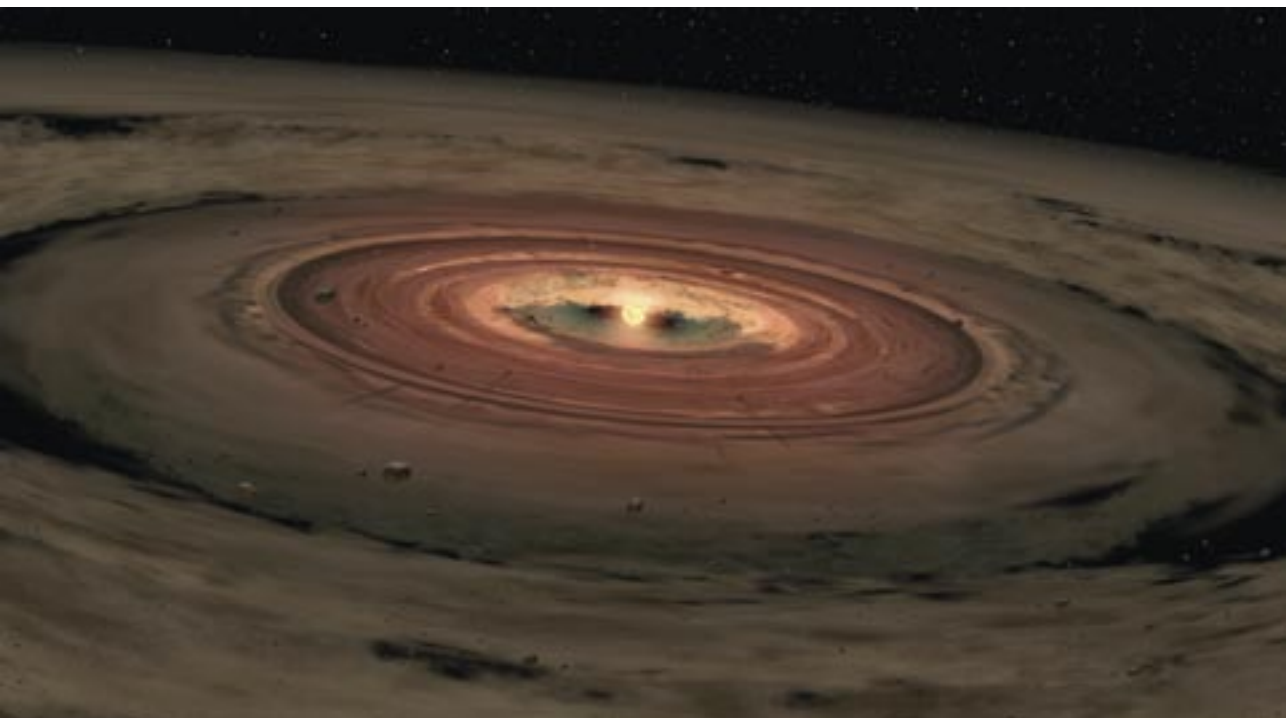
DOOR CORINE MEINEMA EN ELLEN SCHALLIG

Onderzoek in het Kapteyn Instituut wordt vooral gedaan op het gebied van sterrenstelsels. Niet alleen de stelsels als geheel, maar ook de afzonderlijke componenten worden bestudeerd. Een belangrijk onderdeel is het interstellair medium (ISM): de kraamkamer van sterren. Wat Inga Kamp van de groep Star Formation and Interstellar Medium vooral bezighoudt, is hoe uiteindelijk planeten uit deze wolk van materie ontstaan.

Sterren worden gevormd in het interstellair medium, ruim gezegd het gas (losse deeltjes) en stof (klompjes moleculen) dat zich in ophopingen tussen de sterren bevindt. Door de zwaartekracht vallen deze stof- en gasdeeltjes naar elkaar toe, dit is het begin van een ster. Omdat de oorspronkelijke materie een bepaald hoekmoment heeft en dit hoekmoment behouden moet blijven (behoudswet), gaan de ster en de omliggende materie draaien. Door deze draaibeweging wordt de materie in een schijf gedrukt: de protoplanetaire schijf.

Protoplanetaire schijven

De toekomst van deze schijf is afhankelijk van de massa van de ster. Uit de schijf kunnen planeten ontstaan, maar een schijf rond een zware (en dus hete) O- of B-ster wacht een ander lot. Deze O- en B-sterren zenden heel veel hoogenergetische straling uit. Door deze straling wordt de schijf warmer, en krijgen de deeltjes dus meer kinetische energie. De deeltjes aan de buitenkant van de schijf, die dus het zwakst aan de ster gebonden zijn, kunnen dan zoveel kinetische energie krijgen dat ze uit



Een ster met protoplanetaire schijf



De Orionnevel is de dichtstbijzijnde plek waar massaal stervorming (dus ook protoplanetaireschijfvorming) plaatsvindt.

de baan van de schijf ontsnappen, zodat de schijf uiteindelijk 'verdampt'. Ook als er zo'n zware ster in de buurt staat van de nieuwe ster, zorgt deze ervoor dat de schijf wordt weggeblazen. Deze gebeurtenissen zijn goed te bestuderen in bijvoorbeeld de Orionnevel.

Bij lichtere sterren blijft de protoplanetaire schijf wel intact en kunnen planeten ontstaan. De stofdeeltjes van ongeveer een micrometer klonteren steeds meer samen, en hier wordt uiteindelijk een planeet uit gevormd. Het vervelende is alleen dat niet te detecteren is hoe dit precies gebeurt.

De grootte van een deeltje is te detecteren met straling die ongeveer dezelfde golflengte heeft als het deeltje groot is. Radiostraling van verscheidene centimeters is nog te zien, maar een langere golflengte is zeer moeilijk

te meten. Daarom zijn de 'stofdeeltjes' pas weer te zien als ze in een grote planeet zijn samengedrukt en deze met behulp van de zwaartekracht kan worden waargenomen. Het enige moment waarop je indirect de tussenliggende brokjes kunt meten, is wanneer twee brokken op elkaar botsen en er weer kleine stofdeeltjes vrijkomen.

Niet alleen de detectie van de vorming geeft problemen, ook het proces achter de vorming van een planeet wordt nog niet volledig begrepen. Kleine fragmenten smelten samen tot een groter brokstuk wanneer ze botsen, maar grotere brokken hebben zulke grote relatieve snelheden dat een botsing ze weer kleiner zal maken. Hierdoor zou je verwachten dat er geen brokstukken groter dan ongeveer een meter zouden zijn, maar toch hebben wij een aarde. Hoe dit kan, is tot nog toe een raadsel.

Modelleren

Een protoplanetaire schijf leeft een paar miljoen jaar en het is natuurlijk onmogelijk om gedurende deze hele periode te observeren. In plaats daarvan worden modellen gemaakt van deze schijven. Inga Kamp heeft zich hier de afgelopen jaren mee bezig gehouden. Om deze modellen zo natuurgetrouw mogelijk te maken, moeten ze zoveel mogelijk met waarnemingen vergeleken worden.

Naast de manier waarop deze brokjes uitgroeien tot planeet, is ook de chemische samenstelling van de schijf interessant. Er is alleen een groot probleem: de protoplanetaire schijf bestaat voor het grootste gedeelte uit gas. Van het stof weten we wel ongeveer hoe dat evolueert. We kunnen dit goed nabootsen in het lab en de fysica hierachter is te begrijpen. 99 procent van de schijfmassa komt echter van het gas, en daar weten we nog niet zoveel over. Het gas bestaat uit heel veel verschillende moleculen met elk hun eigen rotatie-, vibratie- en elektronische overgangen.

De enige manier om de verschillende soorten gas te detecteren, is om naar de straling te kijken die door de verschillende moleculen wordt uitgezonden. Elk molecuul zendt straling uit op zijn eigen karakteristieke golflengtes en we interpreteren deze straling met behulp van modellen. De modellen geven de chemische samenstelling aan en we kunnen uit de straling de fysieke structuur van de schijf, zoals de dichtheden en temperaturen op verschillende plekken, afleiden.

Wetenschappers hebben nog geen goed idee hoe de schijfstructuur er precies uitziet, en dus wat de omstandigheden zijn waarin de planeten uiteindelijk kunnen vormen. Met behulp van modellen zoekt Kamp uit welke schijfstructuur en chemische compositie het best bij de reeds gedane waarnemingen past en welke waarnemingen in de toekomst cruciaal zullen zijn om het proces van planeetvorming beter te begrijpen.

Kamp probeert te achterhalen hoe het gas uit de schijf verdwijnt. In ons zonnestelsel hebben we namelijk nauwelijks gas tussen de planeten. Waar is dat gebleven? De planeet Jupiter is een gasreus en is gevormd uit het gas van de schijf. Maar hoe dat precies in zijn werk ging,

is nog niet achterhaald. Ook is niet uit te sluiten dat een fractie van het gas uit de schijf verdwenen is en niet in een van de gasplaneten terecht is gekomen.

Herschel

De op 14 mei gelanceerde satelliet Herschel zal proberen licht op deze zaken te schijnen door meer dan 250 protoplanetaire schijven te observeren. Naast een groot aantal andere verschijnselen zal de satelliet naar het gas in de schijven kijken, en dan vooral naar de spectraallijnen van koolstof, zuurstof, koolstofmonoxide en water. Hieruit zijn de massa, temperatuur en de dichtheid van het gas af te leiden. Als dit bij verschillende schijven bekend is, valt er meer te zeggen over de evolutie van het gas in de protoplanetaire schijf en over de tijdschaal waarin gasreuzen vormen.

De waarnemingen van de Herschelsatelliet moeten worden geïnterpreteerd met de modellen. De schijf is voor veel golflengtes optisch dik en dit betekent dat je op die golflengte alleen de buitenkant van de schijf kunt zien. Je moet dus met de samenstelling van de buitenkant iets proberen af te leiden over wat er zich binnen in de schijf afspeelt!

De satelliet kijkt (met een lage spectrale resolutie) naar een hele reeks schijven om een globaal beeld van de vorming van planeten te krijgen. Als er interessante objecten gevonden worden, dan kan er met een ander instrument (HIFI, gebouwd bij SRON in Groningen) met hoge spectrale resolutie beter gekeken worden naar die paar objecten. Met deze hogere resolutie (en langere integratietijd) kan uit de spectraallijnen van de geselecteerde moleculen nog meer informatie over de schijf afgeleid worden, zoals de dynamica en de locatie van het gas binnen de schijf. Nu maar hopen dat er een aantal mooie protoplanetaire schijven gevonden wordt...

Inga Kamp doet dit onderzoek natuurlijk niet in haar eentje aan het Kapteyn Instituut. Verscheidene andere professoren, promovendi en enkele medewerkers van SRON onderzoeken met haar mee in dit spannende veld. Lijkt het je leuk om meer over dit onderwerp te weten of er misschien zelfs onderzoek naar te doen? Schroom dan vooral niet om contact op te nemen! •

The bucket list

DOOR ROEL TEMPELAAR

Op 15 december 2007 ging in Hollywood een film in première, getiteld *The Bucket List*. De acteurs Morgan Freeman en Jack Nicholson vertolken hierin twee terminaal zieke mannen, die een lijst hebben opgesteld van dingen die zij beogen te volbrengen voordat zij het loodje leggen (*before they kick the bucket*). De film verhaalt over de *road trip* waarin dit tweetal zijn lijstje afwerkt.

Een bucket list kan zeer goed van pas komen. Het legt je vast op concrete doelen en geeft zo een zekere richting aan het leven. Het doet je realiseren dat het leven kort is, en dat het vooruitschuiven van levenswensen een zonde is. Echter, als rechtgeaard bèta zie ik altijd ruimte voor verbetering, zo ook als het gaat om het concept 'bucket list'. Het stellen van doelen schept verwachtingen, wat mogelijk resulteert in diepe teleurstellingen. Om nog maar te zwijgen over de stress die gepaard gaat met de realisatie van de lijstonderdelen. Deze narigheden kunnen worden omzeild door achteraf een bucket list samen te stellen. Ook op deze manier genereer je het gevoel dat je iets hebt bereikt, zonder voornoemde nadelen.

Met dit idee in het achterhoofd heb ik de Grote Buitenlandse Excursie naar Brazilië en Argentinië onder de loep genomen. Daarbij kwam ik op een selectie activiteiten die op een gemiddelde bucket list niet zouden misstaan...

De GBE vormde namelijk een uitgelezen mogelijkheid om nieuwe ervaringen op te doen. Het is fantastisch om een tijdje ondergedompeld te zijn in een vreemde cultuur, om te schipperen met een onverstaaanbare taal en veel indrukwekkends te zien. Wat dat betreft hoort de GBE eigenlijk in zijn totaliteit thuis op menigeens bucket list. •



*Zwemmen in de zee
van Santos*

Een duik in de zee bij het Braziliaanse plaatsje Santos. Voor wie de Hollandse Noordzee gewend is, vormt dit een verademing. Het water heeft een aangenaam warme temperatuur, en de hoeveelheid aan schelpen en rare zeebeestjes is klein. De concentratie zout daarentegen is wat aan de hoge kant. Graag had ik na afloop lekker in de zon gelegen, doch de plaatselijke hoogbouw hulde het strand in schaduw.



Caiprinha drinken aan een zwembad tussen de palmbomen

Een GBE is geen vakantie! Laat daarover geen misverstand bestaan! Geheel ten bate van de wetenschap heb ik mezelf, na onze aankomst in het hostel van Foz do Iguaçu, met een Caiprinha in een strandstoel aan het zwembad onder de palmbomen genesteld. Intussen kondigde de zonsopgang het einde van een zinderende herfstdag aan.

Een kokosnoot (bijna) leegdrinken

Op de straten van São Paulo worden kokosnoten verkocht. De verkoper hak met een scherp mes de top van de noot, en vervolgens kan de inhoud middels een rietje worden opgedronken. De 'kokosmelk' is opvallend doorzichtig, en de eerste slok smaakt erg verfrissend. De tweede slok ook. Het verzadigingspunt is echter weldra bereikt. Uiteindelijk blijkt de kokosnoot erg veel inhoud te bevatten, die bovendien voortvarend de weg naar je blaas weet te vinden. Enfin, nadien was ik nog een tijdje bezig om de noot, en later de inhoud, kwijt te raken.



De koepel van een kernreactor betreden

Hier moet enige nuance worden aangebracht. De koepel was intern een grote bouwput, en van een reactor was nog geen sprake. Dit alles bood meteen de mogelijkheid om de betonnen koepel eens van de andere kant te bezichtigen. Het gaat hier om de reactor-in-aanleg Atucha II. Men bezigt zich met de aanleg sinds 1980, en sindsdien hebben politieke en logistieke factoren voor een behoorlijke vertraging gezorgd. Volgens de laatste ramingen zal de reactor medio 2010 in gebruik worden genomen.





Fietsen door Buenos Aires

Deze activiteit behoort eigenlijk niet tot de lijst van dingen om te doen voordat je de pijp uitgaat, maar eerder terwijl je de pijp uitgaat. Argentijnen leren autorijden van eigen familie, en bij hun rijexamen plaats ik mijn twijfels. Het verkeer in Buenos Aires wordt gekenmerkt door creativiteit. De inwoners weten een vierbaansweg moeiteloos te promoveren tot zesbaansweg, door spiegel-aan-spiegel naast elkaar te rijden. De claxon wordt vaker bediend dan de koppeling. Enfin, temidden van dit geweld hebben wij een enerverende fietstocht door de Argentijnse hoofdstad gemaakt.

Atabaque spelen in een favela

Een bijzonder warm onthaal kregen wij tijdens ons bezoek aan twee sloppenwijken (favela's) van São Paulo. De bewoners toonden zich trots op hun eigen initiatieven en zelfgebouwde huizen. We sloten de dag af met een groot Capoeira-feest. Uiteindelijk heb ik daar mijn handen blauw geslagen op de Atabaque, een typisch Braziliaanse trommel.



Met een speedboot onder de watervallen van Iguazú doorvaren

Tijdens ons bezoek aan het Argentijnse deel van het park Iguazú hadden wij het genoeg om met een speedboot onder de watervallen door te varen. Nadat iedereen zijn camera en andere hydrogevoelige toebehoren in waterdichte zakken had weggestopt, trok de boot richting de waterval. In eerste instantie werden we omgeven door een nevelig watergordijn, dat almaar intenser werd. Ten slotte werden we getraakteerd op een volle lading water, die in no-time iedereen tot op de draad doorweekte. Om het af te leren is deze waterdoop een tweetal keren herhaald.





Als een echte gaucho paardrijden over de Argentijnse steppe

Goed, 'als een echte gaucho' is misschien wat overdreven, evenals 'over de Argentijnse steppe'. Maar we hebben wel degelijk paardgereden. Persoonlijk lag ik enigszins met mijn paard Avion in conflict over wie nou eigenlijk de touwtjes in handen had. Echter, vergeleken met de hengsten van collega-deelnemers was het beestje redelijk mak. Twee tochten over de landerijen waren genoeg voor een behoorlijke lading zadelpijn.

Eenvijfde liter Ballantines wegtikken tijdens de terugvlucht

TAM Airlines zorgt goed voor haar passagiers. Toen ik na het diner om een glas whisky vroeg, vulde de stewardess een limonadeglas met Ballantines 12 Years Old, om dat vervolgens met een warme glimlach te overhandigen. Het sluimerende brakke gevoel van de volgende dag wijd ik achteraf geheel aan de jetlag.

Grote Buitenlandse Excursie

Eens in de twee jaar vindt er een Grote Buitenlandse Excursie (GBE) plaats met een bestemming buiten de grenzen van Europa. Zo is er in 2005 afgereisd naar China en Maleisië, in 2007 waren Zuid-Korea en Taiwan het reisdoel, en dit jaar waren dat Brazilië en Argentinië. De reisgroep bedraagt 25 studenten en 2 stafleden van de universiteit. De excursie beslaat circa drie weken die zijn ingevuld met een wetenschappelijk en cultureel programma. De organisatie van de GBE ligt in de handen van een enthousiaste commissie. Het opzetten en uitvoeren van de reis vormt een leuk en leerzaam proces. Lijkt het je leuk om plaats te nemen in de commissie van de GBE 2011? Neem dan contact op met het GBE-stichtingsbestuur (reisburo@fmf.nl).



Wireless communicatie invoeren

DOOR TECHNOLOGION B.V.

Draadloze technologie duikt in steeds meer producten op. We zien het echter vooral in consumentenproducten waar het gemak en comfort biedt. Waarom gaan de industrie en de zakelijke markt niet in hetzelfde tempo mee in deze draadloze trend?

Draadloos internetten, bellen, downloaden en uploaden waar en wanneer je maar wilt. Het kan, het is leuk en het is handig. Maar we zien het toch vooral in de traditionele communicatiemarkt van telefonie en internet. Andere draadloze applicaties beperken zich tot de consumentenmarkt. In de industrie is de penetratie van draadloos een stuk minder. Bovendien ontbreken voor deze markt de echt nieuwe technieken. Een consument kan dagelijks zijn mobiele telefoon, PDA en andere elektronica aan een oplader hangen. En als ons mobieltje een keer geen bereik heeft, bellen we later opnieuw. Maar de meetapparatuur van een fabriek moet op elk moment betrouwbaar zijn uit te lezen. Een korte storing kan een complete fabriek platleggen.

De zakelijke, en vooral de industriële, markt stelt veel hogere eisen aan communicatie dan de consument. Snelheid, betrouwbaarheid en energievoorziening zijn

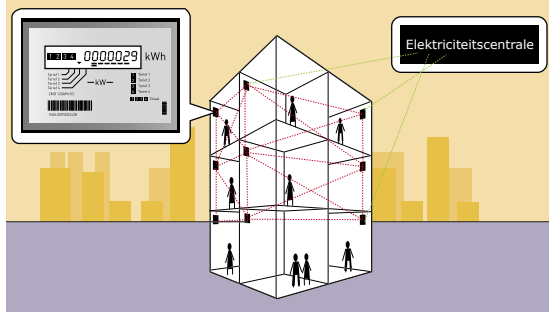
dan ook de grootste knelpunten om draadloze technologie in te voeren in een professionele omgeving. Afhankelijk van de situatie kan ook de prijs een knelpunt zijn. Natuurlijk biedt het ontbreken van een draadje ook voordelen, zoals flexibiliteit en comfort. Maar in een stationair machinepark maakt een draadje meer of minder weinig uit. Ook de communicatie van de machine naar het bedieningsorgaan of regelpaneel is daarom meestal bedraad. Het comfort is vooral te behalen aan de gebruikerskant, met draadloze communicatie naar een PDA die de operator bij zich draagt. Daarop ziet hij essentiële procesparameters en alarmen bij afwijkende situaties. De feitelijke meet- en regeltechniek is nog steeds met draden verbonden, maar de laatste stap van machine naar mens verloopt draadloos. Bovendien zit onder deze aanpak ook een vangnet. Als de verbinding met de PDA wegvalt, blijft de regeling voor het machinepark gewoon doordraaien. Alleen moet de operator nu naar de machine toe om de status te checken.

SMS'ende auto's

GSM is een succesvolle draadloze techniek. We kunnen ons geen leven meer zonder mobiele telefoon voorstellen. En we gebruiken hem niet alleen om te telefoneren, maar ook om kleine pakketjes data te versturen: een SMS. Dit zou een uitstekende techniek zijn voor vele professionele toepassingen. Een autoleasebedrijf zou per SMS wekelijks de kilometerstanden van haar wagenpark kunnen uitlezen. Elke auto krijgt dan wat apparatuur, met een ingebouwde GSM-module en SIM-kaart. Deze techniek is al beschikbaar. Het probleem is echter dat het GSM-netwerk te duur is voor dit soort toepassingen, zeker als je op jaarbasis slechts enkele tientallen SMS'jes verstuurt. Telefoonbedrijven verkopen hun telefoons onder de kostprijs omdat ze verdienen aan de belminuten. Maar aan een auto die een keer per week een SMS verstuurt, valt weinig te verdienen. De werkelijke kosten van GSM-communicatie zijn te hoog om deze toepassing rendabel te maken.



Door middel van draadloze toepassingen zouden bedrijven altijd kunnen beschikken over actuele cijfers uit bijvoorbeeld het eigen wagenpark.



Een mesh-netwerk kan de installatie van bijvoorbeeld veel energiemeters vereenvoudigen.

De waarde van de informatie is bepalend

Naarmate de waarde van de te verzenden informatie toeneemt, kan een technologie eerder economisch haalbaar worden. Bij het innen van tol of een kilometerheffing gaat het al snel om honderden euro's per auto per jaar. Apparatuur hiervoor mag dan ook wat meer kosten. Direct dient zich de volgende vraag aan: hoe wordt deze apparatuur in de auto van energie voorzien? Het apparaat moet gaan communiceren met apparatuur langs de weg. Als dat apparaat slechts een paar keer per week wat bytes verzendt, zoals in het voorbeeld van het leasebedrijf, kan het op een batterij werken die een paar jaar meegaat. Dan is een volledig draadloos systeem mogelijk dat klein genoeg is om achter de voorruit te plakken. De installatie is daarmee een fluitje van een cent. Zodra een apparaat permanent aan moet staan, zoals het geval zal zijn bij kilometerheffing, heeft het voeding nodig. De installatie wordt dan ook een ander verhaal. Het is een groot verschil of mensen iets thuisgestuurd krijgen wat ze als een soort sticker achter de voorruit kunnen plakken, of dat ze naar de garage moeten om iets te laten inbouwen, zoals bij een carkit.

Mesh-netwerken

Bij de industriële sensornetwerken bestaat momenteel veel belangstelling voor mesh-netwerken. Zo'n netwerk bestaat uit een aantal intelligente knopen: processors met een bepaalde functie, die draadloos kunnen communiceren. Deze communiceren vooral met hun burens om zo stap voor stap verder te komen. Hier en daar zijn wat geavanceerdere knopen met bijvoorbeeld internettoegang. Microsoft ziet hierin een oplossing om dunbevolkte gebieden, met een slechte infrastructuur, te voorzien van internet. Niet elke knoop heeft een eigen internetaansluiting, maar via-via komt er toch een internetverbinding tot stand. Het mesh-netwerk moet hiervoor wel voldoende dichtheid hebben met meerdere toegangen tot internet. Want als bijvoorbeeld een heel

netwerk uiteindelijk via één knoop aan het internet hangt, is de kans te groot dat een deel van het netwerk geen verbinding heeft ten gevolge van een kleine storing.

In bepaalde omstandigheden kan een mesh-netwerk (ook in onze Westerse omgeving) handig zijn. Bijvoorbeeld een flatgebouw waar alle energiemeters met elkaar communiceren via een meshnetwerk. Deze toepassing is geschikt omdat het statisch en voorspelbaar is en de onderdelen dicht bij elkaar zitten. Het hoeft niet real-time, er is geen haast en de energievoorziening is geen probleem. Als de communicatie een keer niet lukt, wordt opnieuw geprobeerd de gegevens uit te lezen. Voordeel is dat als het draadloos kan, je punten wint op het gebied van installatietechniek. Wireless communicatie is mooi, leuk en meestal handig. Het moge duidelijk zijn dat we in ons dagelijks leven steeds meer afhankelijk worden van draadloze toepassingen. Wie eenmaal een mobiele telefoon of een TomTom heeft, wil deze niet meer kwijt. Maar het biedt vooral comfort. En het kent serieuze bezwaren op het gebied van betrouwbaarheid, snelheid, energievoorziening en kosten. Voor consumententoepassingen valt daar goed mee te leven. Daar wordt nog wel geaccepteerd dat iets even niet werkt. In de industrie ligt dat geheel anders. Draadloze technologie zal daarom niet snel worden toegepast in primaire regellussen waar systemen inherent veilig moeten zijn. Als er al wireless communicatie in industriële toepassingen wordt gebruikt, zal het zitten in de gebruikersinterface. De laatste stap tussen mens en machine wordt gemaakt met draadloze technologie waarmee informatie van en naar een mobiele bedieningsunit wordt overgebracht. In de machine zelf heeft draadloos weinig voordelen, en vooral veel nadelen. •

Referenties

Dit artikel is overgenomen uit Objective, het magazine van Technolution over innovatie en technologie.

Zoek jij een gevarieerde stage of baan bij een bedrijf dat toepassingen van technologie en automatisering ontwikkelt? Dan is Technolution misschien wel iets voor jou! Meer weten? Ga eens naar technolution.nl/uitdaging of mail Hilko Kooistra, jobs@technolution.eu.

Chuck Norris en Virtual Reality

DOOR ROEL ANDRINGA

De term *virtual reality* is geïntroduceerd door de Franse toneelschrijver Antonin Artaud in zijn toneelstuk *Le theatre et son double*, waarin hij theater beschrijft als “la réalité virtuelle”. [1] In de fysica heb je ook een dergelijk concept, maar dan in de vorm van deeltjes. Er hangt, vooral in populairwetenschappelijke literatuur, vaak een waas van mystiek omtrent virtuele deeltjes.

Ze zijn verantwoordelijk voor immense krachten. Ze zouden energiebehoud schenden. Zo zijn ze er, en voor je het weet zijn ze alweer weg. Ze zouden zelfs sneller dan het licht gaan! Eigenlijk lijken ze op het eerste gezicht alle fysische wetten aan hun laars te lappen. Het is dan ook verre van overdreven om te zeggen dat virtuele deeltjes de Chuck Norrisdeeltjes van de natuurkunde zijn. Daarom komt er in deze perio een korte uiteenzetting over waar deze deeltjes vandaan komen, wat ze nou precies doen, maar ook wat ze niet doen.

Amplitudes en padintegralen

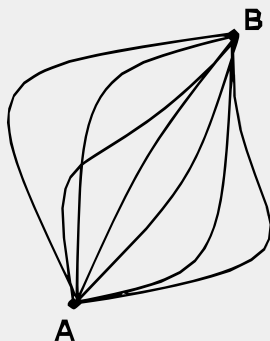
Om te begrijpen waar virtuele deeltjes hun oorsprong hebben, moet er even in de kwantumveldentheorie worden gegraven. Oplettende perio-lezers konden de vorige keer al lezen dat we velden $\phi(x, t)$ nodig hebben om de kwantumfysica en de speciale relativiteitstheorie te verenigen. Deze velden kunnen van alles beschrijven: positronen, elektronen, protonen, fotonen, etcetera. In de kwantumfysica worden vaak amplitudes uitgerekend; als we een bepaalde toestand 1 hebben, vertelt de ampli-



Figuur 1. Virtuele deeltjes, de Chuck Norrisdeeltjes van de kwantumveldentheorie. “When Chuck Norris speaks, everyone listens. And dies.”

tude ons namelijk wat de kans is dat we toestand 2 na een tijd T verkrijgen. In de kwantumveldentheorie blijken dit soort amplitudes uitgedrukt te worden in termen van padintegralen over de desbetreffende velden $\phi(x, t)$. Een wiskundig nette formulering van deze specifieke padintegralen ontbreekt nog steeds, maar in woorden vertelt het padintegraalformalisme ons dat als we zo'n amplitude willen uitrekenen, we alle mogelijke paden tussen de twee toestanden moeten laten meetellen! In de populairwetenschappelijke literatuur wordt dit wel eens vertaald met "een deeltje legt alle mogelijke paden tussen A en B af," wat eigenlijk een nogal dubieuze uitspraak is. De lijntjes kunnen we niet zomaar opvatten als klassieke paden, omdat de deeltjes ook als golven worden beschreven. Hetzelfde geldt voor de Feynmandiagrammen die we later zullen tegenkomen.

Dit is een vorm van het superpositieprincipe dat we bijvoorbeeld ook uit de statistische fysica kennen. Daarin correspondeert één gegeven macroscopische toestand met energie E , druk P , temperatuur T en aantal deeltjes N , met een groot aantal verschillende deeltjesconfiguraties, dus middel je hierover. De precieze motivatie voor de padintegraal in de kwantumveldentheorie wordt bijzonder mooi uiteengezet in het eerste hoofdstuk van [2], en ietwat formeler in hoofdstuk 9 van [3].



Figuur 2. In de kwantumveldentheorie worden bij de amplitude $A \rightarrow B$ alle mogelijke paden tussen A en B meegewogen.

De vorm van zo'n amplitude $Z[\phi]$ is dan:

$$Z[\phi] = \int [D\phi] e^{iS[\phi]} \quad (1)$$

Je ziet dat de maat voor de integraal er heel fancy uitziet. Dat is om te benadrukken dat je niet meer integreert over een simpele variabele x of t , maar over een veld ϕ dat op zijn beurt weer kan afhangen van de plaats x en de tijd t ! Elk pad wordt gewogen met de fasefactor $e^{iS[\phi]}$, waarbij $S[\phi]$ de zogenaamde actie van je theorie is. Ruwweg kun je dan stellen dat paden die te veel van het klassieke pad afwijken, elkaar uitdoven via interferentie. Deze uitdrukking voor $Z[\phi]$ ziet er bedrieglijk eenvoudig uit, maar vrijwel alle dynamica en meetbare grootheden van de kwantumveldentheorie zitten ingesloten in dit ene object!

Perturberen kun je leren

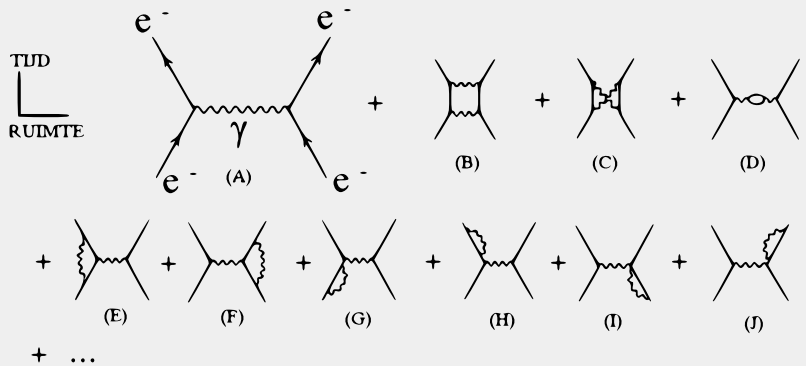
Functionaalintegralen zijn vaak lastige beestjes en in het algemeen kunnen we ze niet exact uitrekenen.¹ Als fysici iets niet exact kunnen uitrekenen, richten ze zich vaak in wanhoop tot Taylorexpansties. Deze padintegralen zijn niet bepaald een uitzondering daarop. Elke term in zo'n expansie blijkt heel mooi te kunnen worden getekend als een deeltjesproces, en dit zijn de beroemde Feynmandiagrammen.

Nou wil je een fysisch verstrooiingsproces beschrijven, zoals de elektromagnetische interactie tussen twee elektronen. Twee elektronen e^- komen elkaar tegen, ze interacteren via de elektromagnetische kracht, en ze gaan weer verder met hun dagelijkse bezigheden. De benodigde informatie is de desbetreffende velden ϕ en de actie $S[\phi]$ van je theorie die de interacties en dynamica beschrijven. Deze stop je vervolgens in je padintegraal en je gaat rekenen. De expansie van de amplitude $Z[\phi]$ blijkt je dan in termen van Feynmandiagrammen iets als figuur 3 (op de volgende pagina) te geven.

In diagram (A) wordt slechts één foton γ uitgewisseld tussen de elektronen, in (B) en (C) zijn dat er al twee, en in (D) fluctueert het foton in een virtueel elektron e^- en een positron e^+ voordat het weer verder gaat als

1. Zelfs Chuck Norris niet.

Figuur 3. Twee elektronen die via de elektromagnetische interactie interacteren. De virtuele (Chuck Norris) deeltjes zijn als golfjes getekend, de elektronen als doorgaande lijntjes. In diagram (D) fluctueert het virtuele foton γ in een virtueel elektron-positron paar (het cirkeltje).



een foton. In de diagrammen (E) tot en met (J) zendt één van de elektronen een foton uit en absorbeert het voor of na de interactie weer. De stippeltjes aan het eind geven de overige oneindig veel termen aan waarin, hoe verder je in je expansie komt, des te meer fotonen worden uitgewisseld.

Je ziet dat in dit padintegraalformalisme een interactie wordt beschreven als de uitwisseling van deeltjes. Maar uit je berekeningen volgt dat deze interne² deeltjes niet meer per se hoeven te voldoen aan de relativistische uitdrukking voor energie, $E^2 - p^2 = m^2$! Je ziet dit ook in de Feynmandiagrammen waar sommige virtuele fotonen wel door de ruimte, maar niet door de tijd lijken te bewegen. Dit in tegenstelling tot de externe elektronen waartussen we de interactie beschrijven. Dit is geen probleem, aangezien die virtuele deeltjes zich altijd intern in het Feynmandiagram bevinden, en niet in een begin- of eindtoestand. We kunnen dus niet direct de virtuele deeltjes meten maar alleen hun inwerking op de deeltjes die we wel rechtstreeks kunnen meten. Wel geldt dat hoe meer de energie van het virtuele deeltje afwijkt van de relatie $E^2 - p^2 = m^2$, des te kleiner de desbetreffende amplitude van één term in je ontwikkeling, en dus één diagram, wordt. Virtueel zijn komt dus wel met een bepaalde prijs!

Chuck Norris versus Steven Seagal

Zo'n virtueel deeltje kan, afhankelijk van de interactie die het beschrijft, een bepaalde spin en massa bezitten; daarin verschilt het niet van reële deeltjes. De spin bepaalt of de resulterende kracht aantrekkend of afstotend is tussen twee ladingen, en de massa bepaalt de reikwijdte van de kracht. Bij de elektromagnetische kracht noemen we de virtuele deeltjes dus fotonen; deze hebben spin 1, wat blijkt te impliceren dat de kracht tussen gelijke ladingen afstotend is en tussen ongelijke ladingen aantrekkend. Het virtuele foton is ook massaloos, wat impliceert dat de reikwijdte van de kracht oneindig is. Dit wisten we al van de klassieke Maxwellvergelijkingen, waarin de elektrische potentiaal omgekeerd evenredig met de afstand is. De 'fotonen' van de zwakke kernkracht, die vaak 'zwakke vectorbosonen' worden genoemd, blijken echter erg zwaar te zijn; zo'n honderd keer zwaarder dan het proton! Daardoor is de reikwijdte van deze kracht ook erg kort. Zie voor een voorbeeld figuur 4.

Merk trouwens op dat de sterkte van de interactie wordt bepaald door de koppingsconstante in je interactie, en niet door de spin en massa van het desbetreffende boson. Met Chuck Norris zou dus een veel sterkere

2. Intern staat voor de positie waarin de virtuele deeltjes in je Feynmandiagram voorkomen. Extern staat voor de deeltjes waartussen de interacties plaatsvinden en die we rechtstreeks meten.

koppelingsconstante corresponderen dan met Steven Seagal. De sterke kernkracht heeft een ietwat subtieler verhaal en wordt nu even gelaten voor wat het is.

Reële en virtuele fotonen

Op dit punt worden sommige mensen toch wat ongemakkelijk. Fotonen zijn toch reëel en direct waarneembaar? Fotonen als zijnde lichtdeeltjes hebben inderdaad een welbepaalde energie; ze zijn gewoon reëel en direct meetbaar. Een voorbeeldje hiervan is Comptonverstrooiing, waarbij een reëel elektron een reëel foton absorbeert en weer uitzendt. De clou is dus dat deeltjes zowel virtueel als reëel kunnen zijn.

Ook het elektron-positronpaar in diagram (D) van figuur 3 blijkt geen eenduidige energie te hebben, en is dus ook virtueel, in tegenstelling tot de reële elektronen

waartussen we de interacties beschrijven! Echter, voor dit fluctueren moet het foton wel wat moeite doen en hoe meer van zulke fluctuaties in je diagrammen voorkomen, des te minder dragen de diagrammen bij aan de totale amplitude $Z[\phi]$ van je interactie. Dat is maar goed ook, anders zou je amplitude niet eens convergeren!³ Om onze elektron-elektroninteractie te beschrijven kunnen we met een paar diagrammetjes al een vrij nauwkeurig antwoord krijgen. Dat is fijn, want de berekeningen zijn een stuk vervelender dan de gemiddelde belastingaangifte.

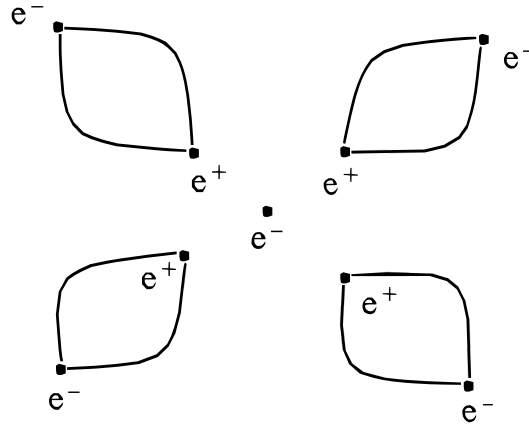
Het vacuüm

In de vorige perio werd al opgemerkt dat het vacuüm een zee van creatie en annihilatie is; iets wat experimenteel geverifieerd is door Hendrik Casimir.[2] Deze fluctuaties hebben ook invloed op de meetbare eigen-



Figuur 4. Massalozes fotonen (links) versus zwakke massieve vectorbosenen (rechts). Het gewicht bepaalt de reikwijdte.

3. De ‘moeite’ die hier wordt genoemd noemt een natuurkundige ‘actie’. Het convergeren van je amplitude hangt af van een aantal zaken. Daarmee staan we op het punt om het subtiel en nogal ingewikkelde domein van de renormalisatie te betreden waarmee je de oneindigheden wegwerkt die in het algemeen veldentheorieën teisteren. In het geval hierboven vormen de puntjes in figuur (3) gelukkig een oneindig convergente reeks. Merk op dat volgens [4] Chuck Norris tot oneindig heeft geteld – twee keer.



Figuur 5: Vacuümpolarisatie van het elektron. De virtuele positronen e^+ worden aangetrokken door het reële elektron in het midden, terwijl de virtuele elektronen e^- worden afgestoten.

schappen van deeltjes, zoals de lading en de massa. Voor de lading is dit vrij intuïtief te verklaren.

Rondom een reëel elektron zullen constant virtuele deeltjes worden gecreëerd, waaronder virtuele elektronen en positronen. Dit is enigszins schematisch afgebeeld in figuur 5. Hoewel ze virtueel zijn zal een reëel deeltje wel met ze interacteren; het virtueel-zijn sloeg er immers alleen op dat de deeltjes niet direct meetbaar zijn en niet aan de gebruikelijke energiecondities voldoen! Hoewel de virtuele deeltjes maar kort bestaan, zal het reële elektron de positieve deeltjes naar zich toetrekken en de negatieve deeltjes juist afstoten. Hierdoor wordt de eigenlijke lading van het reële elektron ‘afgeschermd’. Dit effect noemt men vacuümpolarisatie: het vacuüm als een kolkende zee van virtuele geladen deeltjes polariseert het elektron, en dit verandert de effectieve eigenschappen van het reële deeltje.

De naïeve Binas-lading e is dus niet gelijk aan de fysische lading eF die in je interacties voorkomt. Dit is een belangrijke eigenschap van de kwantumveldentheorie: de velden en hun eigenschappen die je in je theorie stopt zijn eigenlijk vrij naïef en niet de zaken die je ook daadwerkelijk meet. Dit is de basis voor het renormalisatieproces van het standaardmodel, waarvoor Gerard 't Hooft en Martinus Veltman in 1999 de Nobelprijs hebben gewonnen. Hetzelfde verschijnsel zie je in de vastestoffysica, waarin elektronen een effec-

tieve massa hebben die in het algemeen verschilt van de Binaswaarde door interacties met de atoomroosters waarin die elektronen zich bevinden.

Conclusies

We hebben gezien dat deeltjes zowel reëel als virtueel kunnen zijn. Reële deeltjes komen voor in de begin- en eindtoestanden van je processen en zijn direct meetbaar. Het superpositieprincipe vertelt je dat je bij een interactie ‘alle mogelijkheden’ moet laten meetellen met een bepaalde weegfactor. In deze mogelijkheden worden interacties beschreven door deeltjes die niet aan de gebruikelijke energievoorwaarde lijken te voldoen; deze noemen we virtueel. Het lijkt zo alsof ze energiebehoud en causaliteit schenden, maar ze zijn niet direct meetbaar en daarom geven deze deeltjes geen problemen voor de fysica. In tegenstelling tot Chuck Norris, die het periodiek systeem teniet heeft gedaan door alleen het element van verrassing te erkennen [4]. •

Referenties:

- [1] Wikipedia
- [2] A. Zee, *Quantum field theory in a nutshell*
- [3] M. Peskin, D. Schroeder, *An introduction to quantum field theory*
- [4] www.chucknorrisfacts.com
- [5] math.ucr.edu/home/baez/physics/Quantum/virtual_particles.html

Figuren:

1. www.chucknorrisfacts.com
3. content.answers.com/main/content/img/McGrawHill/Encyclopedia
4. images.learnsugar.com

Student en slaap

DOOR ALEXANDER CARDENAS

Meestal hebben studenten geen tijd om fatsoenlijk te slapen en geen zin om fatsoenlijk te koken. Jammer eigenlijk, want je kunt je veel beter voelen als je daar iets meer aandacht aan besteedt. Wist je dat zelfs het licht van het ledje van je laptop of computer al invloed kan hebben op je nachtrust?

Onze interne biologische klok volgt het ritme van de zon en de maan en het lengen en krimpen van de dagen. Maar hoe weet onze interne klok eigenlijk hoe laat het is? Het licht dat op je huid valt, regelt de productie van het hormoon melatonine, en daardoor wordt je biologische klok geregeld. Het heeft ook invloed op je afweersysteem en op de afgifte van neurotransmitters zoals serotonine. Melatonine is erg bepalend voor hoe je slaapt en hoe je je voelt.

We kunnen tegenwoordig vrij nauwkeurig aanwijzen waar ons biologische klokje zich bevindt, namelijk in een speciaal deel van de hersenen, de hypothalamus. De hoeveelheid licht die via de ogen op de hypothalamus valt, bepaalt of het sein gegeven wordt om het 'slaaphormoon' melatonine aan te maken of de aanmaak juist te stoppen. Melatonine heeft zijn piekproductie in het donker en wordt heel weinig gemaakt in het licht.

Melatonine als Klaas Vaak

Melatonine is een soort 'Klaas Vaak' die alle lichaamsfuncties, behalve het afweersysteem, op een lager pitje zet. Melatonine zorgt er zelfs voor dat de celdeling tijdelijk stopt. Het afweersysteem wordt door melatonine juist geactiveerd. Ook kun je zonder een goede portie melatonine niet lekker slapen. Om melatonine aan te maken zijn twee zaken van belang. Het moet absoluut donker zijn. Een klein beetje licht, vooral dat van halogeenlampen en beeldschermen, onderdrukt de aanmaak van melatonine meteen. Onderschat die kleine beetje licht niet, want ze hebben meetbaar invloed op de hoeveelheid melatonine die wordt aangemaakt!

Alleen in het donker slapen is echter niet genoeg. Om melatonine aan te maken is ook serotonine nodig. De productie van serotonine wordt onder invloed van zonlicht opgevoerd. Goed slapen betekent dus regelmatig buiten zijn.

Slaap donker, leef licht

Om zoveel mogelijk in de pas te lopen met onze interne biologische klok is het belangrijk om het natuurlijke dag- en nachtritme te volgen. Dit betekent vooral dat je in de winter niet laat televisie moet kijken of achter het beeldscherm moet zitten. Als de zon onder is, probeer dan het licht te dimmen of steek kaarsen aan. Probeer zoveel mogelijk met het licht op te staan. In de winter kan een lichtwekker bijdragen aan het overdag ontvangen van voldoende licht.

Wat als je niet netjes slaapt?

Als je het licht niet uitdoet, wordt serotonine nooit melatonine. Korte nachten en weinig slaap leiden tot:

- verminderde melatonineafgifte waardoor de immuunfuncties van de witte bloedcellen verminderen.
- vermindering van één van de sterkste antioxidanten in ons lichaam (melatonine).
- weinig prolactineproductie 's nachts en te veel overdag, terwijl dit juist omgekeerd moet zijn. Gevolg hiervan is dat er minder NK- en T-cellen zijn waardoor het afweersysteem minder goed functioneert. Tevens kan dit een ontregeling van het eetlustmetabolisme veroorzaken.
- verminderde groeihormoonproductie en daardoor verminderde reparatie van het celmetabolisme.

Kunstlicht, de pil, schildkliermedicijnen, bèta-blokkers, marihuana, alcohol, koffie en chocolade hebben een slechte invloed op je nachtrust. Niet doen dus!

Hopelijk heb je wat opgestoken van dit artikel. Ik heb in ieder geval geprobeerd om zo goed mogelijk uit te leggen wat je juist wel en niet moet doen om verzekerd te zijn van een goede nachtrust. Vanaf nu kunnen alle FMF'ers dus goed uitgerust op college verschijnen! •

Referenties

- www.desportdietetist.nl/

Tech-Invert®

You
can
make
it
Happen

Tech-Invert is a **young** company specialized in making you believe you are seeing an advertisement, but actually you are solving the brain work for this magazine. We have years of **experience** and can make fake advertisements like no other. Would you like a **career** in such **business** or would you like to solve the brainwork? Then join our dynamic team and maybe we can help you with a stunning career! Take a look at our promotional video at youtube.com/watch?v=Yu_moia-oVI. Maybe you're the person we are looking for! Send your CV and promotional video experience to us and we might invite you for a job interview.

Tech Invert®
Oude Gracht 44 1015 BG
Amsterdam
tel. 020 3124816
fax. 020 3124818
www.tech-invert.com



Taalproblemen

DOOR MARTEN VELDTHUIS

“Hmm, ik verveel me. Laat ik eens een nieuwe programmeertaal proberen.” Dit is een wat extreme karakterisatie van hoe ik erbij kom zo nu en dan nieuwe talen uit te proberen. En ik sta daar niet alleen in.

Veel informatici vinden het leuk om zo nu en dan een nieuwe taal uit te proberen. Soms voor een paar uur, soms blijft het plakken en werk je er maanden later nog regelmatig mee. Elke programmeertaal heeft zo zijn eigen uitgangspunten, idiomen, paradigma's en stijl. De beste manier om eens iets nieuws te ervaren, is door een andere taal in te duiken.

Lisp

Lisp is een van de oudste talen, uit 1958 om precies te zijn, die nog steeds wordt gebruikt. Hoewel dit misschien ook geldt voor andere talen uit die tijd – Fortran en COBOL – zijn er wel redenen om eens naar Lisp te kijken, anders dan “we hebben nog oude code liggen die we moeten onderhouden”. Reddit is oorspronkelijk in Lisp geschreven, evenals een deel van de Yahoo Store software. In 2003 is laatstgenoemde software vervangen door C-code, voornamelijk omdat Yahoo niet genoeg Lisp-programmeurs kon vinden om het nog verder door te ontwikkelen. De broncode bevat echter nog steeds grote stukken Lisp, omdat het te ingewikkeld bleek om sommige stukken te vervangen. Vervolgens hebben ze een eigen Lisp-parser geschreven om in hun programma op te nemen, hiermee de Tenth Rule of Programming van Lisp-hacker Philip Greenspun bevestigend: “Any sufficiently complicated C or Fortran program contains an ad hoc, informally-specified, bug-ridden, slow implementation of half of Common Lisp.”

De kracht van Lisp is dat het heel aanpasbaar is. Hierdoor had het al vroeg ondersteuning voor bijvoorbeeld object-georiënteerd programmeren (OOP). Het Common Lisp Object System kon simpelweg als library ontwikkeld worden, en omdat het een externe bibliotheek was, was het makkelijker up-to-date te houden met nieuwe ideeën. Pas toen bleek dat OOP een blijvertje was, en de meeste innovaties wel gedaan waren, is het opgenomen in de Common Lisp-standaard. Lisp-hackers noemen meestal het macro-systeem van Lisp als een van de unieke features. Een Lisp-programma wordt eigenlijk

twee keer doorlopen. Ten eerste is er macro-expansion time, waarin alle macro's worden uitgevoerd. Daarna pas is de echte runtime zoals je kent van andere talen. Een macro is in feite een Lisp-functie die Lisp-code oplevert. Tijdens de macro-expansion fase worden alle aanroepen naar macro's vervangen door de code die ze opleveren.

Common Lisp

Het is echter een beetje jammer dat de Lisp-wereld nogal ingewikkeld is. Er waren, en er zijn in zekere zin nog steeds, vele implementaties van de taal Lisp, en elk had zijn eigen set standaard meegeleverde methoden. Niet alle verschillende implementaties van de taal hadden functies voor alles, en de functienamen verschilden vaak. Op een gegeven moment heeft men besloten dat dat wel een beetje een bende aan het worden was en zo is Common Lisp geboren. Dit is in feite een specificatie voor implementaties. Het resultaat is helaas ongeveer vergelijkbaar met webbrowsers. 90% van Common Lisp werkt overal hetzelfde, maar in details is het soms subtiel afwijkend van de standaard. Bovendien hebben verscheidene implementaties uitbreidingen op de standaard die anderen je niet bieden.

En deze Common Lisp-specificatie is eigenlijk de enige documentatie die voor deze taal bestaat, ook wel de Common Lisp HyperSpec genoemd. Hetgeen helaas inhoudt dat het uitzoeken van welke functie je voor iets kunt gebruiken net zo prettig is als een HTML-tag zoeken in de W3C-specificatie voor HTML.

Al met al vind ik Common Lisp zeker wat hebben. De elegantie trekt me wel, maar om het uiteindelijk echt in gebruik te nemen is wat moeizaam. De overvloed aan implementaties maakt het moeilijk kiezen. Eigenlijk zou iemand Lisp onder de loep moeten nemen en het wat moderner moeten maken. Dit is waar Clojure in beeld komt, maar daarover de volgende keer meer. •

Referenties

- PCL: gigamonkeys.com/book

Marijes Bakkerij

DOOR MARIJE BAKKER

Op een melige vrijdagavond besluit Marije samen met driekwart van haar bestuursgenootjes pannenkoeken te bakken. Creatief als het bestuur is, worden de platte schijven met allerlei ingrediënten opgeleukt en hopelijk ook opgelekkerd. Marije besluit de twee spreekwoordelijke vliegen in één klap te slaan en de verschillende pannenkoeken in deze rubriek aan bod te laten komen.

Marije brengt eerst samen met Kim een bezoek aan een dicht bij Cees gelegen supermarkt.

Intussen kijken Cees en Niels naar het sportjournaal. In de winkel aangekomen zoeken Marije en Kim alle schappen af naar pannenkoekwaardige ingrediënten. Kattenvoer en tamps worden zonder pardon afgekeurd, maar appels, bananen, rozijnen, kaas, spek, kaneel, stroop en natuurlijk poedersuiker komen wel door de keuring. Bij het schap met de verschillende soorten pannenkoekenmix wordt gekozen voor zowel het zogenaamde tiensecondenbeslag (waarbij je alleen nog water hoeft toe te voegen) als voor mix waaraan nog eieren en melk moeten worden toegevoegd. Omdat er bij Cees thuis twee hongerige mannen zitten te wachten, lijkt één pak pannenkoekenmix namelijk niet genoeg.

Zodra de boodschappen gedaan zijn, wordt begonnen met het bakken van de pannenkoeken. Om niet te moeilijk te beginnen, wordt eerst de mix gepakt waaraan slechts water toegevoegd hoeft te worden. Als voorzitter der FMF neemt Cees ook bij het maken van het beslag de leiding op zich. Hij voegt water toe aan de mix en maakt een smeug beslag. Terwijl Cees lekker met een garde in dit mengsel roert, doen Kim en Marije het bij de rubriek horende en altijd spannende snijwerk. Appels, bananen en ananas worden aan het mes onderworpen. Bij gebrek aan een kaasschaaf wordt ook de kaas met het mes in subkaasjes verdeeld. Zodra zowel het snijwerk als het beslag klaar is, wordt er flink geëxperimenteerd met verschillende pannenkoeken.



Appel-rozijn-kaneelpannenkoek

Kim en Marije beginnen met een appel-rozijn-kaneelpannenkoek. Een dikke klodder van het beslag gaat in de flensjespan en het bakken kan beginnen. Helaas heeft Marije een beetje te veel beslag in de pan gedaan en lijkt het onmogelijk om van zo'n dikke laag beslag een pannenkoek te bakken. In een nieuwe poging wordt een kleinere hoeveelheid beslag in de pan gedaan.

Kim voegt hier fanatiek stukjes appels en rozijnen aan toe. Zodra de pannenkoek goudbruin gebakken is, wordt deze over twee bordjes verdeeld. Daarna wordt de smakelijk aandoende schijf van een laagje kaneel voorzien en besprenkeld met poedersuiker. Terwijl de twee meiden smikkelen van deze goed geslaagde pannenkoek, kijken ze toe hoe Niels en Cees hun ogen van de tv wenden en zich naar de keuken begeven. Aldaar laten ze zien dat ook zij hun mannetje in de keuken staan.





Kaas-spekpannenkoek

De twee mannen zijn niet zo dol op zoete pannenkoeken als Kim en Marije, en daarom besluiten ze om een stoere kaas-spekpannenkoek te bereiden. Eerst weet Cees een mooi dun laagje van het tiensecondenbeslag in de pan te schenken. Vervolgens verdelen ze lappen spek en dikke plakken kaas over het beslag. Terwijl Niels het bakproces monitort en Cees foto's maakt, verandert het beslag rap in een overheerlijke, hartige pannenkoek. Stroop en poedersuiker toevoegen is overbodig; de kaas en het spek geven smaak genoeg aan de pannenkoek!

Gedurfd banana-ananaspannenkoek

Terwijl het mannelijke bakduo nog aan het smullen is, gaan Kim en Marije door met de volgende ronde. Deze keer wordt voor een iets minder gebruikelijke combinatie gekozen. Zowel banaan als ananasschijven worden aan de stroperige vloeistof toegevoegd. Omdat het bakken voornamelijk uit wachten bestaat, besluit Kim om te kijken of ook zij kan wat in films altijd lukt: de pannenkoek de lucht in gooien en weer opvangen in de pan. Kim zou Kim niet zijn als ze niet het grootste gedeelte van de pannenkoek wist op te vangen. Aangezien dit ronde, platte gerecht de maagjes redelijk vult, is het niet zo erg dat een klein stukje pannenkoek op de vloer eindigt.

Met twee smullende meiden op de achtergrond gaan Niels en Cees vervolgens weer aan de slag, of beter, aan het beslag! Het tiensecondenbeslag is bijna op. Het wordt dus tijd voor het beslag waaraan je zelf nog eieren en melk moet toevoegen. Omdat Cees wel houdt van kliederen in de keuken, neemt hij de taak op zich het beslag te maken. Nadat hij nog een paar restjes eierschaal uit het beslag heeft gevist, is het klaar om gebruikt te worden voor het bakken van pannenkoeken. Omdat de meeste ingrediënten al verwerkt zijn in de pannenkoeken van het tiensecondenbeslag, worden nu nog een paar naturelpannenkoeken gebakken.

Bij het doen van dit vergelijkend warenonderzoek komt het bestuur toch tot de conclusie dat beslag waar je zelf veel voor moet doen, resulteert in lekkerdere pannenkoeken. Gelukkig kunnen smakelijke toevoegingen als ananas en spek veel goedmaken! Nadat het bestuur nog een paar pannenkoeken heeft gebakken en gegeten, zijn de bestuursmagen verzadigd. Er kan geen pannenkoek meer bij!

Wel is er nog ruimte voor een toetje. Een heerlijke stroopwafelpudding wordt dan ook nog gretig verorberd! De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid groente hebben we met deze maaltijd niet binnengekregen, maar voor een keer zijn pannenkoeken toch wel ontzettend lekker! •



De penningmeester der FMF verheugt zich over het succesvolle resultaat van zijn kookkunsten

TECHNICAL & COMMERCIAL GRADUATES

There are three ways to get a job with Shell. It's up to you to decide which one works best for you. Whichever path you take, you can expect plenty of training and career choices once you arrive. So you can develop your potential, and together we can help build a responsible energy future.

Internships

You can experience Shell directly through a paid student internship, which can last anything from eight weeks up to a year. Shell internships are a fully assessed route into Shell where you will gain first-hand experience of what it's like to work with a global company.

Gourami Business Challenge

This is a one week challenge for final year students, where you'll work as part of a team to develop a business plan for Shell in the fictional country of Gourami. The challenge simulates situations that arise in the energy industry and gives you a chance to make strategic decisions and recommendations.

Shell Recruitment Day

Here we'll explore how well you cope with various business scenarios – assessing your capacity to analyse critical issues and identify the wider implications, as well as your aptitude for dealing with change and driving your own learning, and your ability to identify and influence key stakeholders.

Think further. Visit www.shell.com/careers and quote ref. xxx when you apply. Shell is an equal opportunity employer.



Oud Breinwerk

DOOR GRAAF TEL

Bij het vorige breinwerk was ik benieuwd naar hoe vaak de wijzers van de klok precies over elkaar heen staan tussen 12:00 uur en 24:00 uur (inclusief de twee overlappingen 12 uur 's middags en 's nachts). Dit gebeurt 12 keer. Dit kun je oplossen met behulp van een klokje, of door slim te redeneren.

Ook wilde ik van je weten hoeveel enen ik geturfd had. Ik begon met turven toen ik op mijn digitale klok 23:59:59 zag staan, elke seconde turfde ik het aantal enen tot ik de volgende dag net voor 12:00:00 's middags in slaap viel. Dat waren er 37440 in totaal.

Maar bij tellen kunnen veel foutjes worden gemaakt. Mai, Ivar en Erika deden het echter perfect! Ivar won de loting. Gefeliciteerd, je krijgt een klok! •



Nieuw Breinwerk

DOOR WILLEM HENDRIKS

Geen rekenen, geen raadsel, geen puzzel. Om het breinwerk op te lossen, zul je beter moeten lezen dan je nu aan het doen bent. Mocht je zo'n goede lezer zijn, stuur dan je oplossing voor 26 september op naar perio@fmf.nl. •





Schut Geometrische Meettechniek is een internationale organisatie met vijf vestigingen in Europa en de hoofdvestiging in Groningen. Het bedrijf is ISO 9001 gecertificeerd en gespecialiseerd in de ontwikkeling, productie en verkoop van precisie meetinstrumenten en -systemen.

Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de sfeer is informeel met een "no nonsense" karakter.

Wij zijn continu op zoek naar uitbreiding van de technische verkoop, software support en ontwikkeling van onze 3D meetmachines. Hierbij gaat het om functies zoals **Sales Engineer**, **Software Support Engineer**, **Software Developer (C++)**, **Electronics Developer** en **Mechanical Engineer**. Een combinatie van functies is ook mogelijk. Voor deze functies zijn ook stageplaatsen beschikbaar.

Open sollicitaties:

Open sollicitaties zijn altijd welkom.
Voor echt talent is er altijd ruimte.

Voor meer informatie kijk op www.Schut.com en Vacatures.Schut.com, of stuur een e-mail naar Sollicitatie@Schut.com.

