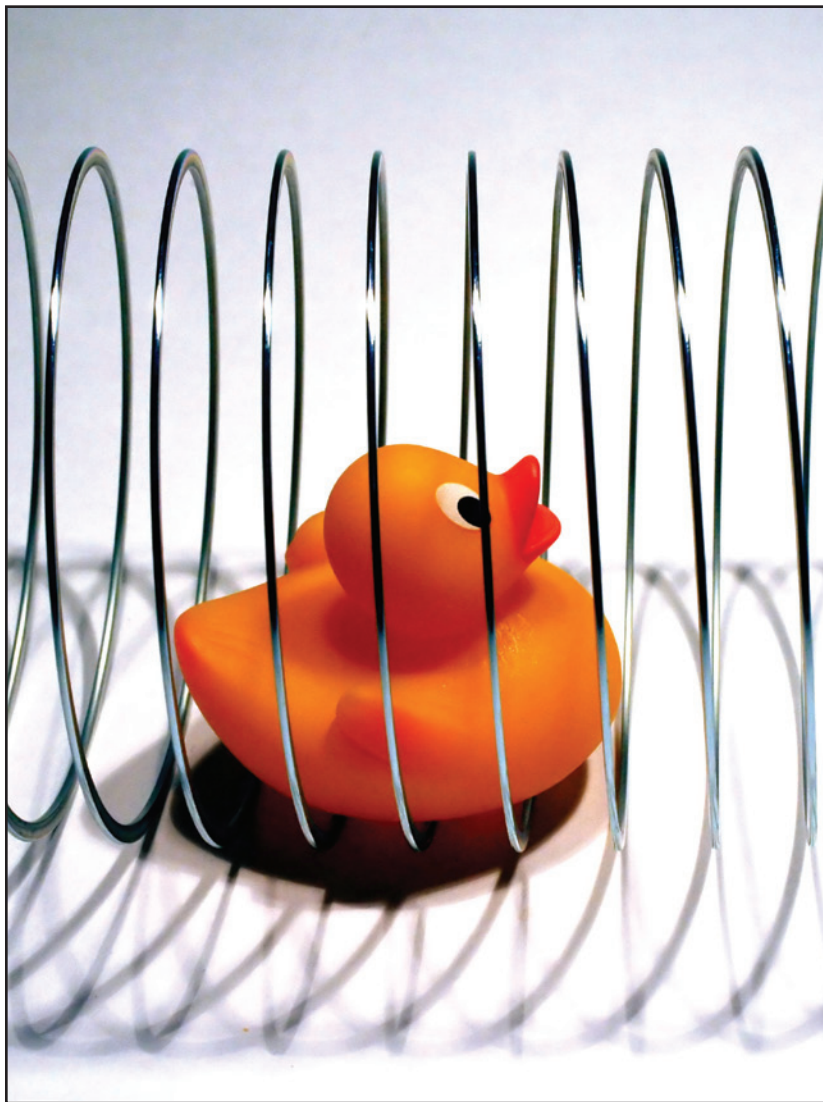


Francken Vrij



Jaargang 17, editie I



Kracht



Innovative Solutions START WITH THALES

Op het gebied van veiligheid is Thales één van de meest innovatieve bedrijven ter wereld. We bieden alle krijgsmachtonderdelen en civiele hulpdiensten de middelen om hun taken optimaal te kunnen uitvoeren. Onze producten kunnen overal ter wereld worden ingezet op vrijwel ieder type platform: te land, ter zee en in de lucht.

www.thalesgroup.com/nl

THALES

Smarter. Safer.

Inhoudsopgave

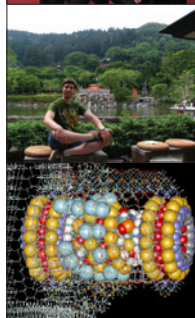


	4	Redactioneel en colofon	
<i>Van de voorzitter</i>	5	Krachtige overdondering	
	6	Verenigingsnieuws	
	9	Themastrip	
<i>Under the microscope</i>	11	Newton's second law: a serious headache!	
<i>Column</i>	16	De feminae	
<i>In het buitenland</i>	17	Osaka, Japan	
	24	Puzzel	
<i>Djim recenseert</i>	25	Weekdieren	
<i>De theoreet</i>	27	"Beam me up, Scotty"	
<i>Uit de oude doos</i>	31	Klein maar dapper	



Under the microscope

Pagina 11



In het buitenland

Pagina 17

Uit de oude doos

Pagina 31



Colofon

De Francken Vrij is het periodiek verenigingsorgaan van de Technische Fysische Vereniging 'Professor Francken' en wordt verspreid onder haar leden, sponsors en andere geïnteresseerden.

Jaargang:	17, 2012/2013
Nummer:	Januari 2013
Oplage:	Duizend
Volgend thema:	Goud
Deadline:	1 maart 2013
Hoofdredacteur:	Arjan Boerma
Redactie:	Marion Dam Steven Groen Djim Kanthers Paul Wijnbergen
Eindredacteur:	Guus Winter

Redactie-adres:

T.F.V. 'Professor Francken'
t.a.v. Francken Vrij
Nijenborgh 4
9747 AG Groningen
Telefoon: 050 363 4978
E-mail: franckenvrij@professorfrancken.nl

Met dank aan:

prof.dr. J.Th.M. de Hosson, ir. J.J. van den Berg, Tom Bosma,
Jasper Compaijen, Steven Groen, Djim Kanthers, Klaas Bernd
Over, Guus Winter en Paul Wijnbergen

Adverteerders:

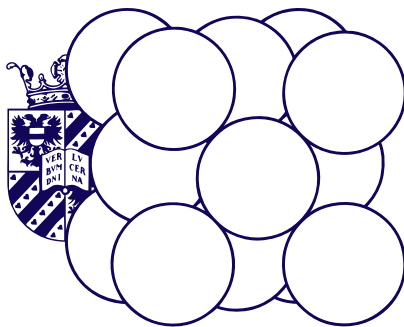
Thales 2, ASML 10, Café Karakter 35, Schut Meettechniek 36

Om te adverteren in de Francken Vrij kunt u contact opnemen met de bedrijvencommissaris van T.F.V. 'Professor Francken', via bedrijvencommissaris@professorfrancken.nl

Redactioneel

Eindelijk, hij is er! Door omstandigheden (lees: de Franckenalmanak, heb jij er al één?) is de eerste editie van jaargang 17 enigszins verlaat. Dit is de 49^e editie van de Francken Vrij, dus wellicht heeft het spel *juffen* ook iets met met de vertraging te maken.

In dit nieuwe (college)jaar heten wij onze twee nieuwe commissieleden, te weten Paul Wijnbergen en Steven Groen, van harte welkom. Dit jaar hoopt ook de vijftigste editie van de Francken Vrij uit te komen, die natuurlijk een gouden editie wordt. Het antwoord op de puzzel van de vorige editie is *Pierre Curie*. De winnaar is Douwe Siegersma! Douwe, je kunt je kilogram poedersuiker claimen bij Steven Groen.



Van de voorzitter

Krachtige overdondering

Tom Bosma



Hij is er weer, de nieuwe *Francken Vrij*. Deze is enigszins vertraagd vanwege de almanak, dat wel. Zo vertelde mijn stukje eerst over het feit dat we als bestuur inmiddels vier maanden aan de slag waren. Inmiddels is dat opgeklimmen tot dik zeven maanden. Onvoorstelbaar hoe snel het gaat.

We zijn nu ook bijna halverwege het academisch jaar; de meesten hebben inmiddels de kracht gevonden om vele ochtenden fris en fruitig in de collegebanken te gaan zitten – sommigen vinden in ieder geval de kracht om nog voor de middag het bed uit te kruipen en een select deel besteedt zijn kracht enkel voor de kiepbeweging van zijn rechter- dan wel linkerpols.

Als bestuur zijn we nu dus al een tijdje bezig. Ik moet zeggen dat ik behoorlijk veel nieuwe krachten heb ondervonden. Zo was ik voorheen onder de indruk dat bar-gevechten uit den boze waren en dat dit alleen gedaan werd door door en door slechte mensen uit de onderlagen van de maatschappij. Tegenwoordig weet ik wel beter en staan we op menig constitutieborrel dapper te duwen en te trekken. Als technisch natuurkundige moet je hierin pragmatisch zijn. Staan bijvoorbeeld twee bewakers, beide in tegengestelde richting,

loodrecht op jouw trekrichting te duwen, dan mag je concluderen dat je enkel hun massa mee hoeft te sjouwen en dat hun ontzettende krachten geen invloed zullen hebben.

Het begin van een nieuw collegejaar kan ook een krachtige impuls zijn. Zo konden we van veel van onze voorbereidingen in de zomer zien hoe ze terugbetaald werden tijdens de eerste weken. Inmiddels zijn alle commissies meer dan gevuld en goed aan de slag. Ook de eerstjaarscommissie is volgelopen met een aantal enthousiaste eerstejaars. Een goed voorbeeld van een uitkomst van soortgelijk enthousiasme is de veelbesproken, roemruchtige en lang geanticipeerde bitterballenborrel geweest.

Dit is meteen een mogelijkheid tot een wijze les binnen het thema kracht. Na twintig bitterballen zien deze bolle wonderdjes er namelijk nog steeds even prachtig uit, hetgeen je zal verleiden nog één te pakken. Je mag zien er op dat moment echter wel anders uit. Maar, omdat je niet loos met deze gepaneerde ragout in je hand wilt eindigen, zoek je alle kracht en doorzettingsvermogen om deze toch naar binnen te werken. Ik stel me zo voor dat het vaker op deze manier loopt in je studie.



Verenigingsnieuws

Een half jaar later

Guus Winter

Ik zal het verenigingsnieuws beperken tot een kort overzicht van de activiteiten die T.F.V. 'Professor Francken' in het afgelopen half jaar heeft georganiseerd, gecomplementeerd met een overdaad aan foto's.

Excursies en lezingen

Het afgelopen half jaar zijn Franckendelegaties op bezoek geweest bij optiehandelaar Optiver in Amsterdam en staalproducent Tata Steel in IJmuiden. Daarnaast hebben TNO uit Den Haag en Thales uit Hengelo respectievelijk een lunch- en borellezing gegeven.

Barbecues

Op 13 juni werd de traditionele eindejaarsbarbecue georganiseerd, gevolgd door de EK-wedstrijd Nederland - Duitsland. Maar laten we het daar maar niet meer over hebben. De nieuwe eerstejaars konden worden begroet op de septemberbarbecue, waar volop mensen, vlees en bier aanwezig waren.

Activiteiten

Interfacultair gala, spelletjesmiddag, filmavond *Inception*, Prominent in de Tent, tussentijdse ALV, jamsessie, pooltoernooi,





Expedition Strategy, ledenweekend, oefensessies, *crash-and-compile* competitie, Francken-Zaza-kerstgala en een kerstdiner.

Voor meer informatie zie het jaarverslag van bestuur 'Binnenstebuiten'.





Borrels

Gelukkig heeft het Franckenlid niet droog hoeven staan, dankzij de vele Karakter- en vrijdagmiddagborrels. Maar ook de

cocktail-, bitterballen-, Dies-, 'Limiet'-, buixiebestemmingbekendmakings- en Gro-ningse borrel.





Aankomend

De buitenlandse excursie gaat dit jaar naar Schotland, om preciezer te zijn Edinburgh en Glasgow. Als je dit nog niet wist is het helaas wel te laat, want de inschrijvingen zijn al gesloten.



THEMASTRIP

JosferandenBerg

"kracht"

Ondanks protesten van verschillende dierenrechtenorganisaties gingen dat jaar op de Olympische Spelen de nieuwe regels voor het onderdeel gewichtheffen van kracht.





How do you print 20 nm structures using 193 nm light waves?

Join ASML as a Physics Engineer to find out.

We bring together the most creative minds to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips. Our machines image billions of structures in a few seconds. And we intend to be imaging even more billions, because our latest technology will create microchip features of just 20 nm, using light waves of 193 nm. That's like drawing an extremely fine line using an oversized marker. So we need talented Physicists who can design, model and manipulate at nanometer levels.

If you're up for it, you'll be part of a multidisciplinary team with plenty of freedom to experiment and learn new skills.

www.asml.com/careers

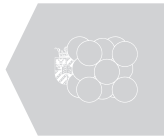
ASML

For students who think ahead

Under the microscope

Newton's second law: a serious headache!

prof.dr. J.Th.M. de Hosson



Many laws in phenomenological physics are based on the concept that a constant force or driving force will lead to a response which is stable in time. In fact, the entire framework of solid state mechanics, founded by Isaac Newton himself, is based on this principle (see Figure 1). The second law was published by Newton with *Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Straeter, Londini, Julii 5, 1687*, in his *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* and formulated as “*LEX II Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimatur.*” Indeed, for students at a classical university easy to translate, like: “The change in motion as produced by a force is directly proportional to the magnitude of the force, in the same direction as the force exerting along a straight line.” Noteworthy that (as far as I know) Newton never used the expression ‘momentum’, but only ‘motion’ and that on the first edition of his book the author’s name was written in the ablative *Isaaco Newtono* and not in the nominative as appeared much later.



Figure 1. Newton's first and second law

In my own field of applied physics-materials science, this concept of a constant force/time relation was believed to be true as well. For example, a constant force per unit of area will lead to a particular deformation response everywhere and at any time in the material; a constant driving force will lead to a certain velocity at each point of the interface and to recrystallization and transformation kinetics well described by phenomenological models (second year BaSc student, Calister's book page 355). For solid-state transformations displaying the kinetic behavior the fraction of transformation f is a function of time t following:

$$f = 1 - \exp(-kt^n) \quad (1)$$

where k and n are time-independent constants for a particular reaction. Another example is: a constant frictional load will generate a constant sliding velocity for two surfaces in contact, et cetera.

Headaches

Nevertheless, in recent times it has been demonstrated convincingly, albeit not systematically, that in many situations such a simple Newtonian concept does not apply. Typical examples



being the jerky motion of earthquakes; the flooding of land after dike failure; the jerky motion of dislocations when deforming a metal; the jerky motion of grain boundaries during recrystallization; the jerky formation of martensitic plates during thermal or mechanical loading; the jerky motion of interfaces during diffusional transformations in crystalline materials or the jerky (stick-slip) motion of surfaces in relative motion.

A critical examination of the widely scattered literature shows that the underlying physics of jerky motion has hardly been analyzed and that virtually all observations of jerky motion have been accidental. Jerky motion seems to be restricted to crystalline materials and to the displacement of essentially two-dimensional defects or discontinuities. The scale of the discontinuities varies over many orders both in dimensions (i.e. from kilometres to nanometres) and in time (centuries to sub-milliseconds). Also phenomenological sciences, such as geophysics, chaos theory, granular media, avalanches and jamming in traffic cannot be simply described by our Isaac Newtono.

An interesting question is whether there are scaling laws near the critical phenomenon of jerky-type motion that relates the characteristic length scale for some process to its characteristic time scale, according to:

$$\tau = \mathfrak{Z}(l^a) \quad (2)$$

The scaling law itself may critically depend on the relevant mechanism that is active on a particular size (nano, versus micro and macro) and therefore emphasis in our own research work lies on critical phe-

nomenon related to jerky-type motion affected by size-effects in defect interactions. We distinguish in our work phenomena in nanostructured materials and surfaces, homophase interfaces (grain-boundaries) and heterophase interfaces. Examples can be found in solid-solid phase transformations, i.e. transformations that occur within small systems or matrix grains that are constrained by external layers, as opposed for instance to nanosized precipitates forming within matrix grains of conventional or large size. These size-dependent changes often lead to novel structural and functional properties, in which scaling laws of a characteristic length scale versus its characteristic time scale near the corresponding phenomena of jerky-type motion will change.

As I already was referring to in Equation (1), the Russian mathematician Kolmogorov and American metallurgists Johnson, Mehl and Avrami independently formulated the first mathematical descriptions of isothermal solid-state phase transformation kinetics. These three essentially equivalent models predict the volume fraction converted as a function of time in a very large specimen, i.e. boundary effects are ignored and it follows that crystallites nucleate homogeneously throughout the bulk and grow at a constant rate under interfacial control. This concept has been used very successfully but it has only recently been found to break down under critical examination, for non-diffusional transformation or under thin film conditions. Interfaces seem to move in a jerky manner; i.e. observations reveal a segmental motion of the interface,

with segment length, stagnation period and maximum local velocity varying over several orders of magnitude. What determines the characteristic time scale τ and what affects the characteristic length scale l ? It should be pointed out that the experimental conditions required to observe jerky-type motion are most demanding since criteria of high spatial and time resolution have to be met simultaneously. It is therefore not surprising that the jerky nature of the transformation has gone unnoticed until very recently.

Another example of headaches by Isaac Newton's second law is the intriguing question why and how the characteristic length scale l is related to the characteristic time scale τ in friction. Since the time of Leonardo da Vinci, who was arguably the first engineer to study friction in detail, stick-slip phenomena at interacting surfaces have become an important branch of modern surface science and engineering. Due to the complexity of friction processes combining individual physical events between sliding surfaces, it is still, however, a challenge to understand the precise mechanisms of friction on a micrometer and even nano scale. Friction between two surfaces in relative motion is a complex phenomenon that involves phonon dissipation, bond breaking and formation, strain-induced structural transformation and local surface reconstruction, and adhesion. From a physics point of view, it is determined by short- and long range interactions between the surfaces. However, the underpinning mechanism of friction and the upscaling from atomic phenomena to microscopic effects are still

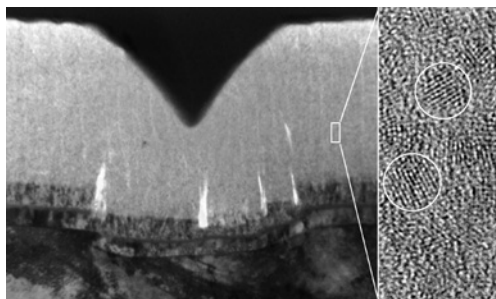


Figure 2. Cross-sectional transmission-electron micrograph of a nc-Ti/a-C:H nanocomposite, radius circle: 1 nm (see: A. Cavaleiro and J.Th.M. De Hosson, *Nanostructured Coatings*, New York, Springer Verlag, 2006, pp. 648)

not understood. The classical friction laws were discovered by Da Vinci and Guillaume Amontons, respectively, and were summarized much later by Charles Augustin Coulomb, who also contributed the third friction law. The three laws of friction describe that the friction force to resist sliding at an interface is proportional to the normal force between the surfaces, independent of the apparent contact area, and independent of the sliding velocity. In our own work we have shown in the past that ultralow friction can be tailored in nanocomposite materials (Figure 2) and the results point to a breakdown of the Coulomb friction law. These phenomena are closely related to stick-slip behavior; i.e. a more or less inactive state that is alternated by sudden movements like in a jerky-type of motion. Typically, a phase of distinct energy storage is followed by a sudden release of energy - the latter often by a rather fast dissipative motion. With subsequent stick-slip motion,

the stick or storage phases alternate with the slip or dissipative phase.

It is rather simple to describe stick-slip behavior in mechanical models, but in real processes, the interpretation of stick-slip processes, in terms of their underlying mechanisms, is not trivial at all. System parameters such as speed and displacement vary over several orders of magnitude. The problem is greatly reduced if the repeated stick-slip motion is 'locked' by an external periodicity, which can be an external force at a certain driving frequency as well as a spatial periodic corrugation. In the latter case, the slip length is fixed. In general, fea-

tures of stick-slip motion like slip length, slip speed and the behavior just prior to slip all are sensitively correlated, making the whole process hard to analyze solely from the resulting motion, unless in-situ dynamical methods are developed.

Headaches cured?

Back to our Isaac Newton: as a matter of course we realize that Newton's second law referred to the 'net force' and not simply to the 'external force' as many students may think. Interestingly, jerky motion seems to have been underlying many dynamic phenomena in materials, notwithstanding the

Figure 3. December 7th 2012: Jerky motion!



Figure 4. *Festschrift*, editors Paul Bronsveld and Henk Kubbinga



Epilogue

fact that the scientific community was not fully aware of it. This has all to do with resolutions on length and time scales. In particular in our group we focus on spatiotemporal phenomena, with questions like: first, is there a correlation length and time scale above which jerkiness becomes unlikely and second, is there a basic length scale in the direction of jerky motion. Do we have to add to the external net force by Isaaco Newtono other contributions, e.g. correlations, internal force fields and gradients and should we reformulate the second law as:

$$F_{\text{ext}} + \langle F_{\text{int}}(\vec{r}, t) \rangle + F_{\text{cor}}(\vec{r}, t) + \partial F(\vec{r}t) \quad (3)$$

What do you think? Examples can be found in transformations that occur within nano-structured materials systems or matrix grains that are constrained by external layers, as opposed for instance to nanosized precipitates forming within matrix grains of conventional or large size.

Obviously also students and even professors follow spatiotemporal phenomena and jerky type behavior; e.g. at the occasion of a 35 year professorship a party was held (Figure 3) in a rather jerky manner and even a *Festschrift* was published by the editors Paul Bronsveld and Henk Kubbinga (Figure 4).¹ It is a real state-of-the-art collection and it contains 26 papers, to highlight particular aspects of Materials Science. Michael Ashby, University of Cambridge, opens the series with his sagacious multi-objective analysis of the optimization process in designing and selecting materials. He has sent the wholehearted words: "Congratulations on surviving 35 years as a professor. Knowing you, I'm expecting at least another 35!". Okay, we will do so, but not in a jerky fashion. Tons of thanks to the Francken club students for the unforgettable, memorable and enjoyable December 7th!



1: If you are interested in the *Festschrift* please drop me a note.

Zoals de ondertitel misschien al doet vermoeden, gaat het volgende over vrouwen. De grote vraag is alleen wat er over vrouwen te vertellen valt. Persoonlijk begrijp ik eigenlijk vrij weinig van het andere geslacht en dat terwijl ik met aardig wat vrouwen omga. Afzeiken is een cliché en de hemel in prijzen ook. Daarom zal ik maar wat zaken uitlichten die ik de laatste tijd heb meegemaakt die niet anders te typeren zijn dan typisch vrouwengeneuzel.

Zo wil het dat ik een jonge dame ken die, telkens wanneer ik vraag hoe het met haar gaat, uitgebreid begint te vertellen over met wie zij allemaal omgaat en regelt. Dan denk ik: "Uh ja, maar dat vroeg ik niet". Snapt ze dan niet dat ik die informatie echt totaal niet interessant vind? Ik vond het maar typisch, want als ik aan een vriend vraag hoe het gaat, krijg ik standaard het verwachte antwoord "goed". Dat is dan meestal wel een *conversation killer*, maar ook *to the point*. Een ander meisje wat ik sprak deed mij toch ook wel zeer verbaasd staan. Ik vroeg haar nog of ze toevallig nog ging sporten bij de ACLO. Het antwoord was nee, omdat een ander meisje hetzelfde ging doen en dat meisje haatte haar dan weer ofzo, maar dat was dan weer niet zeker... Je kan de rest wel invullen. Of niet, want meestal ben ik dan ook al afgehaakt. Volgens mij is dit in ieder geval weer zo'n typisch gevalletje van

vrouwelijkheid. Als man heb ik dit soort vetes nooit, of ze duren twee dagen. Dit kan echter ook aan mij liggen.

Tot slot zat ik laatst aan mijn maandelijks diner in de IKEA met mijn huisgenoten. Al-lemaal heel aardig, maar daarbij wordt vaak het niveau tot ver onder peil gebracht en de flauwste grappen worden daar gemaakt. Vandaar dat we naar de IKEA gaan, want thuis moet je uiteraard op stand blijven. Nu wil het dat er een jongedame mee was laatst. Zij is vrijwel het tegenovergestelde van ons. Bij haar is het huis wel netjes en zo en flauwe grappen zal je niet snel horen. Nu zei ze dat ze het zowaar gezellig vond en dat ze misschien nog wel een keer mee wilde. Ik wist niet wat ik hoorde, want dat had ik totaal niet verwacht. Blijkbaar had ik de vrouw totaal verkeerd ingeschat en dat gebeurt mij niet vaak. Vrouwen blijven mij verbazen.

Mocht iemand één van de gevallen kunnen uitleggen, waardoor ik tot een ander inzicht kom, laat het mij dan weten. Bij dezen nodig ik je dan van harte uit voor een kopje koffie in de Franckenkamer. Mochten er ook vrouwen zijn die mijn verbazing delen, mogen ze het ook laten weten.



In het buitenland

Osaka, Japan

Klaas Bernd Over



Voor de SLEF van twee jaar terug had ik al het idee om voor mijn industriële stage naar Japan te gaan. Veel kennis van het land had ik niet, het was meer een gevoel. Ik wou wel weten hoe het er echt aan toe ging in het land van de rijzende zon. Afgelopen februari werd het tijd om hier harder achteraan te gaan: ik was helaas al te laat voor de inschrijving voor het Frontier Lab-programma in oktober. Gelukkig leven we in Nederland en hoewel ambtenaren de reputatie hebben om niet meer moeite te doen dan strikt noodzakelijk, is deze reputatie toch niet helemaal verdiend. Dankzij

de inzet van een aantal mensen binnen de universiteit, waaronder Jodien Houwers en Engel Vrieling, en een vrij risicovolle bluf van professor Bart Kooi kreeg ik een stageplek binnen de universiteit van Osaka. Dit was begin maart, op voorwaarde dat ik zou vertrekken in mei.

Na een stressvolle twee maand voorbereiding kwam ik halverwege mei aan in Osaka. Eén van de dingen die direct op vielen was dat mensen zich toch echt wat strikter aan de regels houden. In het begin had ik het gevoel dat het heel extreem was, maar in



de loop der maanden kwam ik er achter dat ook in Japan er ruimte is voor nuance. Mensen nemen hun taak zeer serieus en hoewel ze nooit tegen de regels ingaan, proberen ze altijd te helpen als dat kan. Dat ontzettende plichtsbesef, in combinatie met vaak de oprechte bedoeling om andere mensen te helpen, is toch wel één van de dingen die ik erg mooi vind aan Japan. Ook het enorme gevoel van veiligheid is erg aangenaam. Japan is veruit de veiligste en eerlijkste maatschappij die ik gezien heb. Het klopt dat er veel corruptie is in de bovenlagen van de maatschappij, maar de dagelijkse dingen waar mensen zich aan zouden kunnen ergeren en de zogenaamde agressie op straat zijn er niet. Helemaal niet? Nou ja, eigenlijk springen alleen de *exchange students* af en toe uit de ban.

Er is eigenlijk nergens graffiti, en ik heb hier naar lopen zoeken. Je hebt kleine bibliotheken op de stations, waar je gratis kan lezen en de boeken worden niet gesloopt of gestolen. Reclame is gemaakt van papier en hangt los van railingen. Er is zo belachelijk veel wat kapot gemaakt zou kunnen worden en daarom niet in Nederland bestaat. Hufterproof is een woord dat niet voorkomt in de Japanse taal.

In de kantine zijn er mensen die hun telefoon gebruiken om een plekje te claimen. Ze gaan daarna eten kopen en verwachten dat het ding er nog ligt als ze terug komen; het is een zeldzame gebeurtenis, maar het komt voor. Vrouwen lopen rustig met open handtas door de stations heen. Een zakkenroller uit Parijs is hier binnen een week miljonair.

Ook zie ik nergens groepjes hangjongeren.

Een keer zag ik jongeren samenkomen in het park. Een stuk of dertig zonder enige vorm van begeleiding. Hangjongeren kan je ze eigenlijk niet noemen, want ze waren gezamenlijk groepsdansen aan het oefenen. Ik hoorde van een Roemeense die hier als kleuterjuf werkt dat ze vanaf jongs af aan wordt verteld dat Japanse kinderen zich moeten aanpassen aan de groep. Een kind in Nederland dat iets fout doet wordt verteld dat het een eigen verantwoordelijkheid heeft. Een kind in Japan wordt verteld dat het een verantwoordelijkheid heeft ten opzichte van de groep. Keerzijde hiervan is dat pesterijen heel moeilijk zijn aan te pakken, want het is de wil van de groep om iemand te pesten, dus je doet niet iets verkeerd als je daar aan mee doet.

Japan is minder dichtbevolkt dan ik had gedacht. De steden zijn echt enorm groot, maar behalve het centrum is de dichtheid van bebouwing ongeveer gelijk aan die van Haren. Als je een half uur met de trein reist naar het centrum van Osaka stopt de bebouwing nooit, maar alleen dichterbij het centrum worden de gebouwen hoger.

Verder had ik gedacht dat Japan een zeer efficiënt land zou zijn, maar eigenlijk is het een van de minst efficiënte landen ooit. Ook had ik gedacht dat mensen heel inefficiënt werken en de halve dag slapen, maar dat is eigenlijk niet waar. Mijn medestudenten maken langere dagen dan ik in Nederland, maar komen lang niet altijd om 9 uur binnen. Als ze hier zijn werken ze eigenlijk vrij hard met weinig echte pauzes. De inefficiëntie van het land zit meer in de grotere organisatie. Ze hebben overal mensen voor in dienst. Grasmaaien bijvoorbeeld. In

Nederland heb je twee Harry's in een karretje die met een bakje koffie in de hand over het terrein heen crossen; gras dat is gemaaid wordt automatisch opgezogen in een zak achter het karretje. In Japan heb je veertien man. Zes die grasmaaien met de bosmaaier, zes die de zaak aanharken en in zakken doen en twee die plastic opspannen of zelf omhoog houden bij de stoep zodat voorbijgangers geen gras tegen zich aankrijgen. In Japan heb je heel veel van dat soort baantjes.

Af en toe waan ik me in een communistische maatschappij. De gebouwen zijn grijs, er zijn ontzettend veel mensen met kleine baantjes en de programma's op tv zijn vrij patriottisch. Dit valt op in de kleine dingen. Japanse sporters worden gepresenteerd als superhelden en er wordt veel nadruk op gelegd dat ze Japans zijn. In het conflict met China over een eilandengroep zie je beelden van Japanners die de Japanse vlag op het eiland hijsen.

Doordat er zoveel mensen zijn met vrij kleine baantjes hebben studenten behoorlijk maatschappelijk aanzien. Als ik vertel aan mensen dat ik natuurkunde studeer aan Osaka University word ik met veel ontzag aangekeken. Mijn Japanse medestudenten zijn zich hier van bewust en werken daar ook naar. Ze weten echt ontzettend veel. Het enige waar ze slecht in zijn is kennis uit zichzelf combineren. Als ik vraag hoe ik een probleem moet oplossen komen ze met een antwoord. Als ik vervolgens vraag waarom die methode klopt kijken ze me glazig aan. Nadat ze hier een kwartier over hebben nagedacht, komen ze terug met een perfecte uitleg.



De Japanse taal leren heb ik na drie weken opgegeven. De stage kost behoorlijk wat tijd en ik wilde ook wat van het land zien en een sociaal leven hebben. Nu ik een paar maanden verder ben heb ik daar wel wat spijt van, want je merkt dat net als in Nederland je veel meer gedaan krijgt als je de taal van het land spreekt. Vooral in augustus was het af en toe best confronterend, want op dat moment waren we met acht mensen in de *dormitory* en iedereen sprak Japans behalve ik. Gelukkig is het Engels van mijn begeleider goed. Het enige punt waar het nog wel eens mis kan gaan is de non-verbale communicatie. Een voorbeeld hiervan is zijn verzoek "To analyse the dif-



fraction pattern of the sample". Ik dacht dat hiermee bedoeld werd dat ik, aan de hand van het concept dat elektronengolven een kristal doorkruisen, een formule moest opstellen wat het diffractiepatroon dat ik kreeg zou kunnen verklaren. Wat hij bedoelde is: kijk in een boek met duizenden geanalyseerde kristalstructuren en bekijk de meest kloppende met behulp van een softwareprogramma. Speel vervolgens hamertje-tik en we hebben de kristalstructuur ontrafeld.

Dit verschil in wat ik doe en wat er van mij verwacht leidt voor beide partijen soms tot frustratie. Zij doen echt hun best om mij een duidelijke opdracht te geven en de begeleiding is erg goed, maar door een cultuurkloof komt de bedoelde boodschap

niet altijd helder genoeg aan.

Dit brengt mij op het volgende punt als verschil tussen Osaka University en Groningen. Hier is de professor echt veel machtiger. Er zit een enorm verschil tussen alle vakgroepen. Ik heb verhalen gehoord van groepen waar de studenten maandag binnenkomen en gedurende de week op het lab verblijven, af en toe een paar uur slapen op hun bureau en dan weer verder werken. Er zijn hier scheikundegroepen die niet met rubberen handschoenen werken, omdat de professor dat niet nodig vindt. Aan de andere kant zijn hier groepen waar de professor bij je thuis komt om kippensoep voor je te maken als je ziek bent. Groepen opereren dus ook zeer autonoom. Waar we in Groningen een centrale ict/bhv/vei-

ligheidscoördinatie hebben, wordt dit hier door de goepen tot op een behaalde hoogte allemaal zelf geregeld. Dit zorgt voor behoorlijk wat inefficiëntie. Mijn *assistant professor* is bijvoorbeeld twee dagen bezig geweest om een printer op het netwerk aangesloten te krijgen, terwijl in Groningen je iemand van IT zou kunnen bellen die het binnen een half uur fikst.

In het dagelijks leven voel ik me af en toe echt een beroemdheid. Je wordt hier toch wel meer aangekeken als blanke man van bijna twee meter. Dat is bijzonder fijn als je uitgaat, maar toch wat minder als je merkt dat bejaarden bang voor je zijn. Ik heb letterlijk meegemaakt dat ik in de trein stapte, overhemd aan en aktetas in de hand. Toen ik ging zitten trok de Japanse vrouw tegenover mij haar handtas dicht naar zich toe, heel raar. Wel heb je alle ruimte in de trein, want nooit gaat iemand naast je zitten.

Japanners zijn wat dat betreft redelijk wat vooroordelen tegenover *gaijin* (blanken), maar er moet wel bijgezegd worden dat dit natuurlijk ergens vandaan komt. Blanken en andere niet-Japanners zijn inderdaad veel luidruchtiger en zorgen relatief vaak voor overlast. Het zijn de kleine dingen waar het duidelijk van wordt. Bejaarden die bang voor je zijn, bordjes waarop staat dat je voorzichtig moet fietsen, waarbij overduidelijk een blanke man met pet op een Japans omaatje van de sokken rijdt. Instructies voor wat te doen bij een aardbeving en blanken als ontzettend naïef en dom worden afgebeeld, of dat het je geweigerd wordt als potentiële huurder omdat je geen Japanner bent (ook al spreek je vloeiend Japans). Eén van de studenten

hier vond zijn fiets volledig in elkaar getrapt met een briefje erbij: "*Gaijin go home*". Zijn Japans was niet bijzonder goed en toen hij hiervan aangifte wou doen dacht de politie eerst dat hij zelf de fiets kapot gemaakt had en uit schuldbesef zich kwam aangeven. Dat zijn dan wel weer de mindere dingen aan Japan.

Behalve dat is het hier vrij fijn vertoeven. Ik ken inmiddels behoorlijk wat mensen in Osaka, maar helaas geen Japanners. Ik zit tussen alle programma's in en heb daardoor geen *host family*: een Japans gezin waar je eens in de twee weken mee op excursie gaat. Dat was wel leuk geweest, want je krijgt wel minder mee van de Japanse cultuur als je alleen maar omgaat met buitenlandse studenten. Wel is het een fijne groep. Op Facebook is er altijd wel iemand die een plan heeft en je komt op die manier op veel meer plekken dan je zelf zou lukken. Willekeurige bierfestivals in Minoh. Vuurfestival in Kyoto. Weekend naar de tempelstad Koyasan in de bergen.

Dat brengt mij bij festivals en feesten in Japan. Die zijn groot en druk, met extreem veel politie. Om 6 uur is er niets, om 7 uur stroomt iedereen van heinde en verre samen dat je op de koppen kan lopen. Tussen 7 en 10 is er een festival. Om 11 uur gaat iedereen naar huis en om 12 uur is het stil... Volledig stil. Best bizar, maar wel handig. Niemand raakt echt dronken, wat ook wel bizar is. In Nederland heb je altijd groepen mensen die katjelan zijn. Niet in Japan.

Japanners lijken wat dat betreft vrij grijze muizen, maar dat valt wel mee. Alleen is uit de ban springen vrij gereguleerd. Je hebt de karaokehuizen waar je voor weinig geld

*Het is wat dat
betreft echt
een land van
extremen.*

helemaal los kan gaan. De spelletjeshallen in Osaka en de clubs in Osaka en Umeda: allemaal indoor en niemand heeft er last van. Zorgen dat niemand last van je heeft gaat ver: als ik s'avond om een uurtje of 8 naar huis fiets van het lab is er altijd iemand de zijn auto aan de kant van de weg heeft geparkeerd en daar saxofoon aan het oefenen is, op zaterdag is er iemand in het park ergens opera aan het oefenen.

De buitenlandse studenten houden zich niet altijd aan de sociale code. Tijdens feestjes op de *dormitory* komt de politie standaard rond een uurtje of 12 langs om tegen de rokers te zeggen dat ze naar bin-

nen moeten. Een keer was extreem. Het was een donderdagavond en we zaten buiten met vier mensen, een kleine radio en een kat. Zelfs de politie keek om zich heen of er niet meer was.

Als Japanners willen opvallen dan gebeurt het ook goed. Of ze hebben

extreme kleding aan of ze tunen hun auto. Niet een paar lullige spoilertjes, maar hele auto is verbouwd, inclusief felle neonlampen onder de wagen. Het is wat dat betreft echt een land van extremen.

De universiteit is een uitzondering. Studenten hebben normale kleding aan. Soms een beetje netter dan in Nederland, maar geen overhemd met das. De mensen die naar hun werk gaan hebben echter allemaal een pak aan of een overhemd. Hoewel ze wegens electriciteitsbesparing, in verband met het energietekort door Fukushima, geen

das meer hoeven te dragen.

Dat is maar goed ook, want de zomer in Japan is extreem warm. Het is erger dan Indonesië. Ik weet niet waarom, maar het werd nooit koel. Van mei tot en met begin oktober was het boven de 25 graden, zowel overdag als s'nachts. Ik kon niet bewegen zonder te zweten. De luchtvochtigheid was extreem. In het begin werd er nog wel een poging gedaan om energie te besparen door geen airco te gebruiken, maar gelukkig zag iedereen na een week of twee in dat dit zinloos was.

Wij Nederlanders zijn kennelijk een reislustig volkje. Ik ben al met een paar vrienden uit Nederland een week naar Tokyo geweest en verder komt Bas volgende week langs en dan gaan we waarschijnlijk naar Kyoto toe. Verder kreeg ik een miltje van Sjoerd die in november komt. De wereld is klein.

Wat ik wel mis aan Nederland is het eten. Ik mis vooral kaas en drop. Ze hebben hier nauwelijks kaas of het is schreeuwend duur. Pakje boursin, 7 euro alstublieft. 100 gram snijkaas, 8 euro. Spek (jawel, die 50-cent-versie), 5 euro. Japan is verder überhaupt geen goedkoop land. Er is wel veel prijsverschil tussen de verschillende gebieden. De supermarkten van Tokyo zijn veel goedkoper dan die in Osaka. Ik dacht eerst dat ik de prijzen niet goed onthouden had, maar er zit echt 2,5 euro verschil in prijs. Waarom? Geen idee.

Sommige alledaagse dingen hebben ze hier ook niet. Theedoeken bijvoorbeeld zijn nergens te krijgen. Ook hoeslakens met elastiek hebben ze niet. Wel is het hebben van een rijstkoker essentieel, want de rijst



hier is geen snelkookrijst en de rijst mislukt volledig als je hem probeert te koken op de Nederlandse manier.

Op dit moment heb ik nog een kleine maand te gaan. Ze zijn hier zeer tevreden over de experimentele resultaten en de ideeën die ik heb, maar de verwerking gaat helaas veel trager dan ik zou willen. Nog een kleine maand hard werken en dan zit

het er op. Ik denk dat ik vrij tevreden terug kan kijken op mijn tijd hier, maar ik moet nog wel een keer terug gaan. Japan heeft zeer veel mooie dingen om te zien. Tijdens een stage ben je toch vaak in het lab en dan is het wat lastig om rond te reizen. Hier permanent wonen zou ik hier niet kunnen, maar ik wil hier zeker nog wel een half jaar langer zijn. Dan om rond te reizen. 🍄

Beste Franckenleden, jullie denken misschien dat jullie het huidige bestuur door en door kennen, maar er zijn toch nog wel dingen die jullie nog niet weten over onze vier lieflijke bestuursleden Bauke, Guus, Sjoerd en Tom. Via deze logische quiz kunnen jullie er achterkomen wat hun favoriete Teletubby¹, hun favoriete Harry Potterspreuk², en hun favoriete activiteit in de Franckenkamer³ zijn. Deze informatie kunnen jullie je met behulp van de volgende hints eigen maken.⁴ E-mail je oplossing voor I maart naar franckenvrij@professorfrancken.nl en maak kans op een dvd.

1: Van groot naar klein: Die stofzuiger, Tinkywinky, Dipsy en Po

2: *Alohomora*, *Petrificus totalis*, *Wingardium leviosa* en *Licitatione ignavi!*

3: Gamen, jassen, proberen reëelste borrelaar te worden en sjaars

4: Scrabblepunten: A, E, N, O: 1 – D, I, R, S, T, U: 2 – G, K, L, M:

3 – B, F, H, J, P, V: 4 – C, W, Z: 5 – X, Y: 8 – Q: 10

- De favoriete Teletubby van het bestuurslid dat van jassen houdt, levert niet 18 punten op bij Scrabble.
- Guus heeft een zwak voor *Dipsy*
- Het bestuurslid dat van sjaars houdt, roept graag *Licitatione ignavi!*
- Bauke en degene die *Wingardium leviosa* gebruikt, hebben beide niet de ambitie reëelste borrelaar te worden.
- De spreuk *Alohomora*, die sloten opent, wordt frequent gebruikt door Bauke.
- De favoriete Teletubby van het bestuurslid dat graag reëelste borrelaar zou worden, levert bij Scrabble meer dan zes keer zoveel punten op als de favoriete Teletubby van Sjoerd.
- Het bestuurslid dat van de kleinste Teletubby houdt, houdt natuurlijk ook van sjaars.

	Dipsy	Die stofzuiger	Po	Tinkywinky	Alohomora	Licitatione ignavi!	Petrificus totalis	Wingardium leviosa	Gamen	Jassen	Reëelste borrelaar	Sjaars
Bauke												
Guus												
Sjoerd												
Tom												
Gamen												
Jassen												
Reëelste borrelaar												
Sjaars												
Alohomora												
Licitatione ignavi!												
Petrificus totalis												
Wingardium leviosa												

Djim recenseert

Weekdieren

Djim Kanters



Weeddieren zijn op een gemiddelde dag niet gauw onderwerp van discussie. Voor de mensen die niet helemaal thuis zijn in de weekdieren een korte introductie. Weekdier (*Mollusca*), niet te verwarren met dieren als de eendagsvlieg, is de stam van acht onderliggende klassen waarvan de bekendste drie de slakken, de tweekleppige en de inktvissen zijn.

Weekdieren zijn zacht uitgedrukt (is dat een grap die werkt?), niet bepaald de elite van het dierenrijk. Op het land zijn ze vertegenwoordigd met de slak, een hulpeloos dier waarvan een deel zich nog probeert te profileren met een nutteloos huisje, terwijl de rest zelfs dat achterwege laat. Ze zijn traag, slijmerig en verzamelen zich over het algemeen op het fietspad, vet onhandig. Weekdieren moeten het niet van hun landsoorten hebben.

Om het goed te maken, moeten ze het dus hebben van hun nattere stamgenoten. Dit zijn bijvoorbeeld zeeslakken, praktisch hetzelfde als landslakken alleen heb je er minder last van. Maar ook oesters en mossels. Dit zijn in principe gewoon slakken, waarvan de toch al zo beperkte vaardigheid om op eigen kracht voort te bewegen ook nog is afgenomen.¹ Het enige trucje dat de oester/mosselvariant bezit, is het vervaardigen van parels, en zelfs dat doen ze nauwelijks.

1: "Dit is evolutionair gezien allemaal juist" ~ Darwin Jr.

Djim recenseert

Enkele keren per decade heeft de Francken Vrijredactie het geluk om een verlicht persoon in haar midden te hebben. De wereld om ons heen is voor hen een zee van inzicht, in plaats van een sluier van waanzin. Djim licht het tijpje van de sluier op.

In de vrije natuur produceert slechts 1 op de 10.000 van deze beestjes een parel, en doet hier ook nog eens verscheidene jaren over. Niet bepaald spectaculair dus.

Het laatste redmiddel van de weekdierstam is dan ook zijn sterkste: de inktvis. Over de inktvis kan ik louter positief zijn. Er werd in de tijd van de Vikingen al met angst gesproken en geschreven over de Kraken. Een gigantisch wezen dat volledige schepen, als ze

Figuur 1. De vernietigende kracht van de Kraken wordt meestal sterk overdreven.





Figuur 2. Zei u penis?

zijn pad kruisten, met bemanning en al kon verslinden. De Kraken is naast angstaanjagend dodelijk ook nog eens machtig geschapen. Een diepzee-inktvis heeft namelijk in verhouding met zijn lichaamslengte de grootste fluit van alle mobiele dieren (1:1). Hij is in het gehele dierenrijk tweede na de sessiele (immobiele) rankpootkreeft.² Dit betekent voor de Kraken een jongeheer van rond de 15 meter.

Naast kwaadaardig en fors geschapen, bezit de inktvis ook nog bovennatuurlijke gaven.

Naast kwaadaardig en fors geschapen, bezit de inktvis ook nog bovennatuurlijke gaven. Paul, de voorspellende inktvis kon de winnaar van een wereldkampioenschapswed-

strijd bepalen, door simpelweg voor het bakje eten met de bij het winnende land horend vlaggetje te kiezen. Met een score van acht uit acht toonde Paul aan dat inktvissen niet alleen helderziend zijn, maar dat ze ook nog eens de vlaggen van vele landen herkennen. Niet verkeerd voor een dier dat over het algemeen niet boven water komt.

Al met al een groots dier dat (bijna) alle tekortkomingen van zijn stamgenoten goedmaakt. Opsommend kom ik voor het weekdier uit op een gemiddelde van 5,3. Voor de inktvis het verdrietige gevolg van opgescheept zitten met een stelletje rand-debielen als slakken.

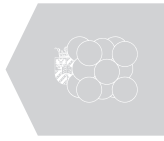


2: Volgens Randy Marsh in de aflevering *T.M.I.*

De theoreet

“Beam me up, Scotty”

Jasper Compaijen



Er moest maar weer eens een theoreet geschreven worden. Althans, dat zullen ze wel gedacht hebben bij de redactie. Trouwens, dat zullen alle lezers van de Francken Vrij wel gedacht hebben. Maar hoezo schrijf ik dit opeens? Tja, dat zou ik zelf jaren geleden ook niet gedacht hebben. In de voetstappen treden van grote theoreten als Dennis, Bas, en Roel... daar word ik eigenlijk een beetje angstig van. Maar goed, we zullen zien of ik de kracht in me heb.

Kracht, dat is het thema van dit nummer. Als je dan gevraagd wordt een stukje rond dit thema te schrijven, sla je aan het denken: wat is nu de leukste kracht die ik ken? Wellicht is het een soort van beroepsdeformatie, maar optische krachten zijn toch wel ontzettend gaaf.

Optische kracht, dat is inderdaad niet een van de huis-tuin-en-keukenkrachten die je in het dagelijks leven aan het werk ziet, maar een kracht die te maken heeft met het feit dat je dingen überhaupt ziet. Voor een theoreet is het natuurlijk altijd een feest om te mogen schrijven over minuscule kleine fysische effecten, waar je praktisch gezien geen drol van merkt. In dit geval zijn er echter wel degelijk toepassingen, maar daar gaan we het natuurlijk niet over hebben in *De theoreet*.

De reden dat wij dingen kunnen zien, is het feit dat ze licht weerkaatsen. Iedereen weet

dat je licht kan beschrijven als fotonen en dat deze fotonen een $\hbar k$ impuls met zich meedragen die gelijk is aan $\hbar k$, waarbij $\hbar$ de constante van Planck gedeeld door 2π is en k de golfvector. Het feit dat fotonen een bepaalde impuls hebben, zorgt ervoor dat licht objecten vooruit kan duwen. Deze kracht wordt de *scattering force* genoemd. Normaal gesproken merken we hier niets van, om de simpele reden dat de impuls van de fotonen erg klein is. Echter, als de betreffende objecten erg licht zijn (bijvoorbeeld moleculen) of geen bijna weerstand ondervinden (bijvoorbeeld in de ruimte), heeft deze kracht wel degelijk effect. Nu zou je kunnen denken, is dat nu echt de gaafste kracht die je kan verzinnen, iets voortstuwen door er dingetjes tegen aan te schieten?

Natuurlijk niet! Naast deze redelijk triviale kracht, bestaat er nog een andere kracht die met licht kan worden uitgeoefend. Deze kracht kan eenvoudig worden afgeleid uit de welbekende Lorentzkracht en wordt gebruikt bij het zogenaamde *optical trapping*: de positie van (kleine) objecten manipuleren met een laser.

Voor bolletjes die kleiner zijn dan de golflengte van het licht waarmee ze bestraald worden, is de puntdipoolbenadering meestal voldoende. Dit wil zeggen dat we het bolletje vervangen door een puntdipool. Een dipool bestaat uit een positieve



en een even grote negatieve lading, een bepaalde afstand bij elkaar vandaan (meestal wordt d gebruikt). Het dipoolmoment is dan $\mathbf{p} = q\mathbf{d}$. De Lorentzkracht voor deze twee ladingen wordt gegeven door

$$\mathbf{F} = q \left(\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2 + \frac{d(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2)}{dt} + \mathbf{B} \right)$$

Gebruik makend van de infinitesimale afstand tussen de ladingen voor puntdipolen, kunnen we $\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2$ herschrijven als $((\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2) \cdot \nabla) \mathbf{E}$. Als we ons vervolgens realiseren dat de lading keer de afstand tussen de ladingen gelijk is aan het dipoolmoment en aannemen dat de optische respons van het deeltje lineair is, dat wil zeggen $\mathbf{p} = \alpha \mathbf{E}$, krijgen we

$$\mathbf{F} = \alpha \left[(\mathbf{E} \cdot \nabla) \mathbf{E} + \frac{d\mathbf{E}}{dt} \times \mathbf{B} \right]$$

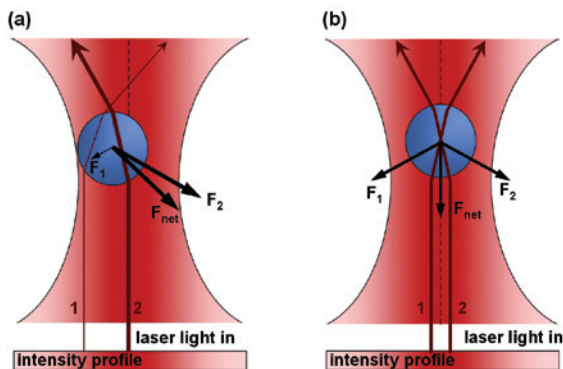
Hierbij geeft α aan hoe eenvoudig het bolletje te polariseren is. Door vervolgens gebruik te maken van een beetje vectoranalyse en de Maxwellvergelijkingen, kunnen we de laatste stap maken. Ik zal hier alleen het antwoord geven, de weg ernaar

toe is een mooie oefening voor de geïnteresseerde lezer:

$$\mathbf{F} = \alpha \left[\nabla \left(\frac{E^2}{2} \right) + \frac{d}{dt} (\mathbf{E} \times \mathbf{B}) \right]$$

De laatste term lijkt erg op de Poynting-vector en zegt iets over het vermogen van onze lichtbron per eenheid van oppervlak en tijd. Voor lasers is het vermogen over de tijd redelijk constant en mogen we deze term gelijk aan nul stellen. De eerste term geeft echter iets interessants: er blijkt een kracht op het deeltje te werken die gericht is langs de gradiënt van het elektrische veld van een lichtbron. Dit betekent dus dat, wanneer je met een laser op een deeltje schijnt, dit deeltje een kracht zal ervaren die hem naar het midden van de laserbundel trekt (want daar zullen we doorgaans de hoogste intensiteit vinden). We hebben dan natuurlijk nog steeds te maken met het feit dat de fotonen tegen het deeltje aan duwen, dus het deeltje zal zich (langzaam) stroomafwaarts bewegen (Figuur 1). Door gebruik te maken van meerdere laserbundels kan deze kracht tegengewerkt worden

Figuur 1. a) Het deeltje ondervindt een kracht in de richting waarin de intensiteit toeneemt, dus richting het midden van de bundel. b) Als het deeltje in het midden van de bundel zit, zal de resulterende kracht richting de bron zijn.



It appears to be some sort of primitive tractor beam, Captain...



en het deeltje op zijn plek gehouden worden. Dit soort opstellingen worden *optical tweezers* genoemd.

We hebben nu gezien dat we deeltjes vooruit en opzij kunnen bewegen, maar het wordt natuurlijk pas echt spannend als we dingen naar ons toe kunnen trekken door er met licht op te schijnen. Na wat ik hierboven allemaal geschreven heb, lijkt het bijzonder onlogisch dat dit mogelijk is en dat is ook vele jaren de consensus geweest. Toch is er vorig jaar een *Nature Photonics Letters* van Jack Ng (Baptist University, Hong Kong) verschenen waarin keurig werd aangetoond dat het theoretisch mogelijk is

om een zogenaamde *tractor beam* te ontwerpen. Voor de ingenieurs-in-spe onder ons: dit heeft niets met de koplamp van een tractor te maken, maar het gaat hier om een lichtbundel die het mogelijk maakt om deeltjes aan te trekken. In het betreffende artikel doen de auteurs de afleiding voor een zogenaamde *Bessel beam*. Dit is een lichtbundel die een radiaal intensiteitsprofiel heeft dat wordt beschreven door een eerste orde cilindrische Besselfunctie. Ze geven echter aan dat het dit niet per se nodig is, maar de afleiding eenvoudiger maakt. Nu heb ik wel eens begrepen dat techneuten niet per se heel gelukkig wor-

den van Besselfuncties, dus zal ik me hier slechts beperken tot het fysische principe. Zoals eerder aangegeven, kunnen wij objecten zien doordat ze licht reflecteren. Dit doen ze echter niet alleen in de richting van ons oog, maar in principe in alle richtingen. Voor de bovengenoemde *scattering force* kan je aantonen dat hij proportioneel is aan $(\cos \theta_0 - \langle \cos \theta \rangle)$, waarbij θ de hoek is waaronder het licht gereflecteerd wordt en θ_0 de hoek die de impuls van de fotonen heeft ten opzichte van de propagatierichting van de bundel. Voor een gewone vlakke golf geldt $\cos \theta_0 = 1$ en is het dus niet mogelijk om een negatieve *scattering force* te krijgen. Een *Bessel beam* heeft echter de eigenschap dat de impuls een hoek maakt t.o.v de propagatierichting en door deze hoek goed te kiezen kan de *scattering*

ten is dit *optical pulling* nog niet experimenteel geverifieerd, maar in principe is er geen reden dat dit niet zou lukken. Het lijkt een ieder geval een erg waardevolle toevoeging voor de gereedschapskist van iemand die veel bezig is met optische manipulatie.

Voordat mensen dit als bevestiging gaan zien voor hun idee dat ze in hun slaap opgebeamd worden door aliens; deze kracht is dus echt heel erg klein en de afleiding is alleen correct voor deeltjes die behoorlijk kleiner zijn dan de golflengte van het gebruikte licht. Als onze buitenaardse burens dit allemaal al wel voor elkaar hebben gekregen, dan is er wat mij betreft nog steeds hoop. Er wordt namelijk ook erg hard gewerkt aan het ontwikkelen van optische-ontzichtbaarheidsmantelsmetamaterialen. Dit zijn materialen die zo samengesteld worden, dat ze bepaalde exotische elektromagnetische eigenschappen krijgen. In theorie is het mogelijk om een dekentje te ontwerpen dat de hypotetische *tractor beam* mooi om je heen weet te sturen, zodat je met een gerust hart kunt gaan slapen. Voor als iemand nu denkt, daar ga ik hard aan werken en een hoop geld mee verdienen in de webshop van Niburu, het blijft wel *mijn* idee met alle gevolgen van dien. En hierbij rust de theoreet zijn koffer. 

Voor als iemand nu denkt, daar ga ik hard aan werken en een hoop geld mee verdienen in de webshop van Niburu, het blijft wel mijn idee met alle gevolgen van dien.

force wel negatieve waarden aannemen. Dit betekent dat in dit geval meer fotonen in voorwaartse richting gereflecteerd worden dan achterwaarts. De fysische oorsprong van dit effect ligt in de interferentie van multipooltoestanden die aangeslagen kunnen worden in het deeltje. Naar mijn we-

Uit de oude doos

Klein maar dapper

prof.dr. J. Th. M. De Hosson



Op het moment dat ik dit schrijf zijn we nog twee dagen en drie nachten af van het Franckensymposium 'Fysica onder de loep', met als *Leitmotif* 'nanotechnologie en micromechanica'. Het is dan ook niet verwonderlijk dat mij voor deze *Francken Vrij* eveneens nanotechnologie als thema werd opgedragen. Nanotechnologie is bijna een soort *buzzword* van de negentiger jaren. Iedereen claimt wel een beetje nano te zijn of te worden: macro is out en nano is in.

Ook de recent gehonoreerde RUG NWO-toponderzoekschool Materiaalkunde heeft in haar toekomstig programma een ruime plaats ingeruimd voor de nanotechnologie. Het voorstel van het MSC¹ bestaat in totaal uit drie zogenaamde *thrust*-gebieden (alweer zo'n *buzzword*). Ik citeer:

"The first thrust will concentrate on the design of organic molecules containing addressable functional groups and the organization of these in self-assembled structures on metallic or semi-conducting surfaces. This approach employs techniques under development in organic chemistry and biochemistry, like protein engineering, to come to eventually useable devices on a nanometer scale. The core of this thrust will be centered on two new professorial chairs at the cross-disciplinary fields of molecular bio-organic materials."

1: Het Materials Science Centre (MSC) heet nu het Zernike Institute for Advanced Materials.

Dat klinkt toch wel spannend: er gaat niets boven Groningen! Naast deze mooie woordjes klinkt natuurlijk een kritische vraag van een aankomend ingenieur: wat is dat dan precies en wat kunnen we er mee?

Een interessante kijkdoos op dit gebeuren, of- schoon hier en daar wel wat futuristisch, vormt het boek van K. Eric Drexler², *Nanosystems*, uit het begin van de negentiger jaren.

Het handelt over fundamentele principes van de moleculaire machientjes, *nanodevices* en nanocomputers. Het zou allemaal in staat zijn tot een aantal, schier onvoorstelbare technisch-fysische hoogstandjes, zoals computers met 10^{16} instructies s^{-1} W^{-1} , compacte 10^{15} MIPS parallele computersystemen, nanomechanische systemen bij 109 Hz, electromechanische vermogensconversie bij $> 10^{15}$ $W m^{-3}$ en macroscopische componenten met belachelijke treksterktes van 2×10^{10} GPa (dit laatste wordt door de auteur dezes betwijfeld).

Zijn er fysische beperkingen aan al dit *nanobuzz*? Het is daarbij interessant nog een even terug te grijpen op AN4-Q. Be-

Uit de oude doos

In dit goudenjubileumjaar blikken we terug op een aantal hoogtepunten uit de vorige bijna vijftig edities van de Francken Vrij. Dit artikel verscheen oorspronkelijk in jaargang 3, nummer 2, precies 14 jaar geleden.

2: K.E. Drexler, *Nanosystems*, Wiley, New York, 1992

staat er een bovenlimiet aan de frequentie waarmee enig fysisch systeem in een andere toestand kan worden gebracht? Het antwoord is ja en de frequentielimiet is evenredig aan de totale energie E van het systeem boven de grondtoestand E_0 :

$$v_{\perp} \leq \frac{4(E-E_0)}{h}$$

Een geïsoleerd systeem van een elektron op een potentiaal van 1 V boven zijn grondtoestand kan nooit sneller van toestand wisselen dan met een frequentie van 1 eV $h^{-1} = 1$ PHz (ongeveer 1 per femtoseconde). Er zijn ook materiaalkundige beperkingen voor de huidige computersnelheden. De meest energie-efficiënte computers in VLSI-CMOS fabricage slaan bits op in knopen van capaciteiten van 30 fF; bij een spanning van 1 V. Alle energie $E = 0.5CV^2 = 1.5 \times 10^{-14}$ J kan omgezet worden in warmte wanneer de device wordt geschakeld en dan $\frac{E}{kT} \ln(2) = 1.7 \times 10^6$ bits aan entropie bijdraagt. Hierdoor kan de chip alleen succesvol opereren bij een temperatuur beneden de smelttemperatuur van de Al-draadjes (660°C) die eraan vast zijn gezet! Het is uiteraard niet de bedoeling hier een gedetailleerd overzicht te geven van al deze ideeën en voorspellingen. Ik wil slechts een nanovoorbeeldje geven en wel omdat we onlangs eventjes iets moesten onderzoeken voor de materiaalkeuze van een tandwiel. Deze komen wel degelijk voor in de nanotechnologie, maar eerst iets over tandwielletjes. Tandwieltransmissies hebben tot doel het veranderen van een vermogen met bepaalde waarden van hoeksnelheid en moment, in een vermogen met geheel

andere waarden van hoeksnelheid en moment. In de macroscopische wereld kan dit op verschillende wijzen worden bereikt, bijvoorbeeld door riemoverbrengingen, hydraulische en kettingoverbrengingen. Het is een beetje een bizar vak dat gekenmerkt wordt door een bijna overmatige invloed van normalisaties. Alle normen worden internationaal vastgesteld maar ook voortdurend herzien of uitgebreid door *ISO Technical committee 60 Gears*. Er bestaan daarentegen ook weer nationale normen zoals *NEN*, *DIN* en *AGMA*. Deze overvloed aan informatie aan normen leidt soms tot verwarring, vooral wanneer een te vroege normalisatie verdere ontwikkelingen eerder remt dan aanmoedigt. Na veel geplus en gezocht heb ik toch een definitie van een tandwieloverbrenging gevonden die algemeen wordt geaccepteerd en is genormaliseerd:

“Een samenspel van twee lichamen draaiend om ten opzichte van elkaar niet (uitsluiting van nokmechanismen) verplaatsende ashtilijnen, waarbij het ene lichaam bij elke draaiing het andere lichaam tot draaien dwingt door het opvolgend contact van elementen (tanden) van elk van beide lichamen.”

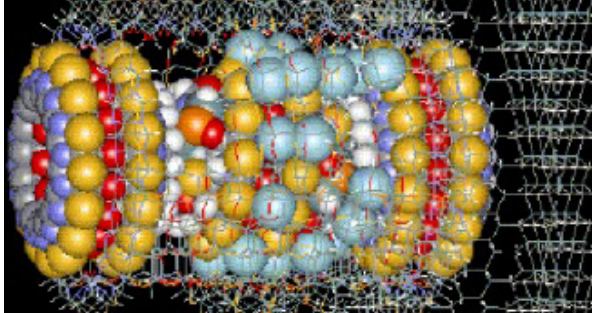
Terug naar de nanotandwielen. Op nanoschaal kunnen we natuurlijk niet meer denken in termen van een materiaal als een continuüm en moeten we afdalen tot de dimensies van de atomen en moleculen. Hier hebben we eerder te maken met een supermolecuul dan met een fijn verdeelde vaste stof. Om de werking van onze macroscopische tandwielen te kunnen herleiden op nanoschaal dienen derhalve slimme schaaltransities te worden uitgevoerd, dat

wil zeggen van millimeters, via micrometers naar nanometers. De verschillen zijn zeer dramatisch. MoS_2 wordt veelvuldig in de macrowereld gebruikt als smeermiddel bij tandwielen maar voor systemen, die zelf de afmeting hebben van nanometers, zal MoS_2 een smerig prutje zijn dat de werking van nanotandwielletjes eerder zal belemmeren dan bespoedigen. Ook andere effecten zoals vibraties, elektrische krachten en thermische expansies die op macroschaal te tolereren zijn kunnen wel eens desastreuze gevolgen hebben op een efficiënte overbrenging op nanoschaal.

Veel onderzoek op dit terrein bevindt zich nog in een exploratief stadium van biomoleculaire engineering waarin computermodelering de boventoon voert. Onlangs is het gelukt een nanomachine met tandwielletjes te ontwerpen^{3,4} waarbij neonatomen zouden kunnen worden verpompt (zie Figuur 1). Deze voldoet eigenlijk weer niet aan onze macroscopische definitie van een tandwiel omdat er slip kan optreden. De moeilijkheidsgraad ligt in de complexiteit van de supramoleculaire chemie om deze nano-machientjes ook daadwerkelijk te kunnen fabriceren. Dat het mogelijk moet zijn is wel duidelijk. De natuur heeft het al lang geleden bewezen!

14 years later

Surprise, surprise to write a comment (of course within less than a 1/2 day notice from our dear Guus) on what I wrote 14



Figuur 1. Neonnanopomp en -tandwiel. Uit Ref. 4.

Terugblik

Professor De Hosson blikt kort terug wat er de afgelopen 14 jaar is gebeurd op het gebied van nanotechnologie

years ago on nano's. Indeed many promises were made in 1998, but did we keep our promises? I would say only partly. Scientists are always enthusiastic, and of course they should be excited in particular about their own research and yes, we dream – almost without any boundary conditions and rather sloppy as is a natural state of a dream – about many future applications. As a result, society may become disappointed in the end because so little became true. Nevertheless, do not worry; at least we generate energy and derivatives of energy, i.e. force fields.

Around 1998 we made the visionary argument that materials, if made nanocrystalline, would have a number of appealing physical characteristics of potential significance for structural and functional applications. This followed, quite plausibly, from what was known about the extraordinary strength of materials. Compared with conventional coarser grained materials, the benefits that may be derived from nanostructuring include ultrahigh yield and fracture

3: K.E. Drexler, R. Merkle, Second generation planetary gear, Nanotechnology Conf., October 1995, Palo Alto, USA., Nanotechnology, 9 (1998)

4: T. Cagin et al 1998 Nanotechnology 9 143 doi:10.1088/0957-4484/9/3/002

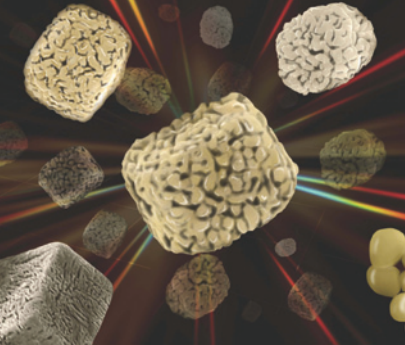


Figure 2. *Nanoporous nanocube* (Eric Detsi)

strengths, and possibly superplastic formability at low temperatures and/or high strain rates. These provocative thoughts stimulated wide-

spread interest in the materials properties and novel mechanisms of nanostructured materials over the past two decades.

In a flashback I must say that unfortunately most of the experimental findings documented in this period were not representative of intrinsic material response, due to the problems and difficulties associated with preparing full-density and flaw-free nanocrystalline samples. Improvements in materials processing have led to enhancements in properties, but yet still further refinements are needed.

In particular we were much too optimistic in the 'quality of nano's'. In evaluating and optimizing the performance of a nanostructured material, it is essential to control the defect content as well as the microstructure or perhaps more precisely the 'nanostructure'. In particular, grain size distribution, the distribution of interface misorientation angles, residual stresses and internal strains are among the important structural features. In the past, the low modulus of nanostructured materials has been attributed to the unusual grain-boundary structures present but this phenomenon is also influenced by defect structure, such as porosity. Further, it can be anticipated that control of the nano-

structured size distribution is extremely important in the experimental design of nano materials. We have underestimated these points 14 years ago.

In fact, as far as I can see, major breakthroughs in the last 14 years due to nano's were in bio-pharmaceutical industry (drug-delivery), not so much in applied condensed matter physics. So, we were overshooting the marks a bit, but we had a lot of fun. You may ask yourself: what interesting question are left and appealing for the forthcoming 14 years?

In the period 2009-2011 I was heavily involved in the formulation of the so-called 'Dutch Research Agenda'⁵, an initiative of the Royal Netherlands Academy under the charismatic and superb leadership of its president Robbert Dijkgraaf (now director of the Princeton Institute for Advanced Study, USA). In total 49 unanswered questions were composed in fields in which major advances might be expected and in which Dutch scientists play a leading role internationally. The keywords here were 'fascination and passion' (not money!). We have spelled out four exciting questions on length-scale transitions in materials design, on behavior of complex living material, on quantum computing, and finally on some self-healing materials we are involved ourselves. Let's dream a bit about all those new nano's, e.g. about our superlative a *nanoporous nanocube* (Figure 2).



5: The Dutch Research Agenda, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, KNAW, 2012 (ISBN: 978 90 6984 635 4)

FEESTJE?

WIJ DENKEN GRAAG MEE



Café Karakter is de ideale locatie voor:

- (Afstudeer) borrels of (verjaardags) feesten
- Activiteiten en/of borrels van je (studie) vereniging
- Bedrijfsfeesten en -borrels

KIJK VOOR MEER INFORMATIE OP: **WWW.CAFEKARAKTER.NL**

**KLEINE PELSTERSTRAAT 6
GRONINGEN
T: 06-50670178**

C A F E
KARAKTER
WWW.CAFEKARAKTER.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.

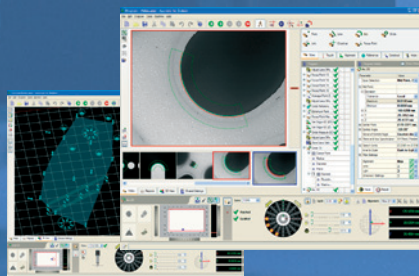
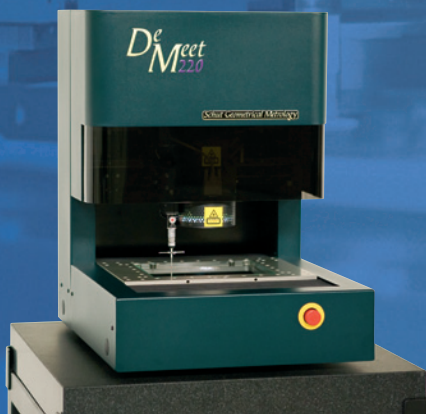
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de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

Op onze afdelingen voor de technische verkoop, software support en ontwikkeling van onze 3D meetmachines werken mensen met een academische achtergrond. Hierbij gaat het om functies zoals **Sales Engineer, Software Support Engineer, Software Developer (C++)**, **Electronics Developer** en **Mechanical Engineer**.

Er zijn bij ons ook mogelijkheden voor een technisch interessant **stage-** of **afstudeerproject**. Dit kan in overleg met de docent worden afgestemd.

Open sollicitaties zijn ook zeer welkom. Voor echt talent is altijd ruimte.

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



APPROVE
for DeMeet

