

T.F.V. 'Professor Francken'

Francken Vrij



DIMENSIE

FR@NKEN ONLINE / WERKEN BIJ SHELL
EEN KIJKJE BIJ ORGANISCHE HALFGELEIDERS & NANODEVICES
BORRELPRAAK / SPINTRONICA / SYMPOSIUM: 'BEELDVORMING'
PUMBAS PUZZEL PAGINA / DIMENSIE ONDER DE LOEP



Work for me

Hoe zou jij het vinden? Om jouw ideeën terug te zien in innovatieve en eigentijdse producten die over de hele wereld worden verkocht? Ook iets voor jou? Om mee te werken aan flat TV, DVD of trendy keukenapparaten, aan complete stadionverlichting of patiëntvriendelijke röntgenapparatuur? Geef je ideeën de ruimte en ga een stap verder dan de bekende weg. Met enthousiaste collega's, met de nieuwste technologieën, in dynamische markten en in een internationale omgeving, met een enorme diversiteit.

Voor meer informatie: www.philips.nl

PHILIPS

Let's make things better



Redactioneel

Iedereen zat er ongetwijfeld wel weer een beetje op te wachten. Zo omstreeks het midden van het collegejaar is het weer tijd voor de tweede editie van ons fiere verenigingsblad: de Francken Vrij. Glimmend van trots kunnen wij als commissie kijken naar het best gevulde nummer tot nu toe. Het Francken-Book-Of-Records kan uitgebreid worden met een pagina: Francken Vrij, de best gevulde editie: 36 pagina's, lettertype 8. En het is allemaal nog interessante tekst ook! Dankzij bijdragen uit verschillende richtingen kunnen jullie onder andere stukken gaan lezen over het doen en laten binnen vakgroepen, stand van zaken binnen commissies, hoe het is om te werken bij verschillende bedrijven en up-dates over de loop der verenging. In de nieuwe rubriek 'Postvak IN' staan twee interessante stukjes die wij in onze inbox vonden. Het geheel is een jasje van "Dimensies" gegoten. Als student Technische Natuurkunde, weten we namelijk allang dat het toekennen van dimensies aan processen een onmisbaar middel is om al onze slimme trucs uit te kunnen voeren. Toegeven, sommige gaan wat ver ¹ en zijn daardoor wellicht wat ongeloofwaardig ², maar dat mag de pret niet drukken. Zoals gewoonlijk (iedereen weet immers dat voor zich herhalende fenomenen geldt: 1x is uitzondering, 2x is gewoonte en 3x is traditie) beschrijft ons ere-lid Dhr. De Hosson weer een mooi stukje uit zijn dimensie en lezen we in Francken online de stand van zaken op computergebied. Kortom wij, als commissie, zijn weer vol van onszelf; geniet van deze tweede editie 2002-2003 en probeer hem uit te krijgen voor de komst van nummer 3.

- 1) Zo schijn je in de snaartheorie in 10-dimensies te moeten rekenen
- 2) volgens ons is de realiteit slechts in 4 dimensies te aanschouwen en moet er wat betreft de overige 6 toch ergens een foutje ingeslopen zijn...

De Redactie

In deze editie van de FranckenVrij:



Pumba's Puzzels

De Cindy-award: Wat kosten die artikelen ook al weer in de knaakland??

blz 13



blz 31

Een kijkje bij onderzoeksgroep Fysica van Nanodevices

Het bestuderen van electrisch transport in zeer kleine structuren

Een kijkje bij Onderzoeksgroep Fysica van Organische halfgeleiders

Wat zijn organische halfgeleiders en wat voor onderzoek wordt er naar gedaan?

blz 12

Activiteiten Symposium 2002

Francken symposium 2002: Beeldvorming in de natuurkunde

blz 15



Postvak IN: Dimensies

Een hoop verwarring in de natuurkunde

blz 35.

Colofon

De *Francken Vrij* is het periodiek verenigingsorgaan van de T.F.V. 'Professor Francken' en wordt verspreid onder haar leden, sponsors en andere geïnteresseerden. De redactie dankt een ieder die heeft bijgedragen aan het verschijnen van dit nummer er wenst iedereen veel plezier bij het lezen.

jaargang: 7, 2002/2003
 Nummer: 2, maart
 Oplage: 400
 Druk: Alba
 (Groningen)

Volgende thema: impuls
 Deadline: 10-05-2003

Francken Vrij Commissie / redactie

Hoofdredacteur: Reinier
 Kaptein
Vormgeving: Auke-siúk
 Nutma,
 Erik Koop

Redactie-adres:

T.F.V. 'Professor Francken'
 t.a.v. Francken Vrij
 Nijenborgh 4
 9747 AG Groningen
 tel. (050) 3634978
 e-mail. franckenvrij@professorfrancken.nl

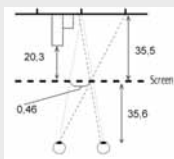
Met dank aan:

Marten Frantzen, Prof. dr. J.Th .M. de Hosson, Johan van der Heide, Timon Lely, Dennis Westra, Prof. dr. Paul W. M. Blom, Friso Jedema, Hubert Heersche, Prof. dr. ir. B. van Wees, Arthur Schraven, Sense Jan van der Molen, Ingrid Luijkx, Tim van Elst en anderen.

Voorplaat:

Stereogram:
 Francken in de
 3^e dimensie.

N.B. 90°
 draaien met de
 kok mee en
 scheel kijken! (afstanden in cm).



Ideeen?

Als redactie vernemen wij graag van de lezers op welke punten het blad verbeterd zou kunnen worden. Heb je suggesties of ideeën, wil je zelf misschien actief meewerken aan de volgende editie, laat het ons dan weten.

Inhoud

<i>Redactioneel</i>	03.
<i>Van de voorzitter</i>	05.
Dimensie onder de loep	06.
Bestuursmededeling	09.
<i>Fr@nken Online: forums en isketech</i>	10.
<i>Een kijkje bij onderzoeksgroep Fysica van organische halfgeleiders</i>	12.
<i>Pumba's Puzzel Pagina</i>	13.
Activiteiten Symposium 2002: Beeldvorming	15.
<i>Postvak In Twee Franckenleden op de evenaar</i>	19.
<i>Sponsor Colofon / Agenda</i>	21.
<i>Borrelpraat</i>	22.
<i>Postvak In Spintronica: Spelen met tollende electronen</i>	23.
Excursie commissie: Dimensieloos?	28.
<i>Werken bij Shell</i>	29.
Buitenlandse excursie 2003	30.
<i>Een kijkje bij Onderzoeksgroep Fysica van Nanodevices</i>	31.
<i>Postvak In Dimensies</i>	35.

Nuttige Adressen

T.F.V. 'Professor Francken'

Nijenborg 4
 9747 AG Groningen
 tel. (050) 3634978
 e-mail: bestuur@professorfrancken.nl
 web. www.professorfrancken.nl

Commissies

Betabedrijvendagen: commissie@beta-bedrijvendagen.nl

Borrel: borrelcie@professorfrancken.nl

Computer / Web: compucie@professorfrancken.nl

Excursie Binnenland: excursie@professorfrancken.nl

Excursie Buitenland: excursion@professorfrancken.nl

Foto: fotocie@professorfrancken.nl

Franckenvrij: franckenvrij@professorfrancken.nl

Introductie: introductiecommissie@professorfrancken.nl

Symposium: symposium@professorfrancken.nl

Verenigingen

FMF: (050) 3634948 / bestuur@fmf.nl

G.T.D. Bernoulli: (050) 363 4399 / info@gtdebernoulli.nl

De Chemische Binding: (050)3634117 / bestuur@chemische-binding.nl

Vakgroepen (secretariaat)

Physics of Organic Semiconductors: (050) 3634843 /
 M.H.Derix@fwn.rug.nl

Nanofysica: (050)3634974 / R.A.Nieborg@phys.rug.nl

Materiaalkunde / Micromechanica: (050)3634898 /
 I.de.Hosson@phys.rug.nl

Biomedische Technologie: (050)3634732 /

J.E.G.van.Leeuwen@phys.rug.nl

Computational Physics: (050)3634950 / deraedt@phys.rug.nl

Geacht Franckenlid,

Inmiddels zijn we al weer geruime tijd gevorderd in het nieuwe jaar. We kunnen met plezier terugkijken op een zeer geslaagd symposium, mede dankzij de voortreffelijke samenwerking tussen de verschillende commissies. De computercommissie assisteerde bij het afstellen van de techniek, terwijl de borrelcommissie de koffie inschonk en de daarbij behorende hapjes presenteerde. Ondertussen zorgden de symposiumcommissie er samen met de dagvoorzitters Prof. De Hosson en Prof. Duijfhuis dat het programma in goede banen werd geleid. Ik denk dat we rustig kunnen stellen dat deze dag het begrip 'Franckensymposium' een dimensie hoger heeft getild.

Vervolgens is de eerste vrijdag na de kerstvakantie gebruikt om 2003 eens goed in te luiden; de champagne vloeide rijkelijk op de nieuwjaarsborrel. De heer Bron is deze avond extra in het zonnetje gezet (het was zijn laatste Francken-nieuwjaarsborrel in functie) en de welbekende sigaren ontbraken niet. Rond de tijd dat deze Francken Vrij uitkomt, heeft de excursie naar de Nederlandse Aardolie Maatschappij reeds plaatsgevonden en zal er wat meer duidelijk zijn over de mogelijke excursie naar de European Space Agency te Noordwijk. De binnenlandse excursiecommissie is druk bezig de nodige regelingen te treffen om bij dit high-tech bedrijf back-stage te gaan kijken. Daarnaast kunnen de ouderejaars studenten in hun handjes wrijven, want op het ogenblik is het bestuur bezig een samenwerking op te zetten met Corus (British Steel & Koninklijke Hoogovens). Dit bedrijf is reeds sponsor van de vereniging en is voornemens een nacht te organiseren voor enkele tientallen geselecteerde technische studenten uit

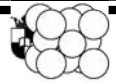
Nederland onder de naam "Corus by Night". Houd de publicatieborden in de gaten en informeer af en toe bij het bestuur naar de laatste nieuwtjes! Een tipje van de sluier oplichtend, kan gezegd worden dat een programma van lunch tot lunch inclusief overnachting verwacht kan worden, geheel verzorgd, met als tegenprestatie het in teamverband oplossen van een casus door de studenten.

Het is ook op andere fronten genieten geblazen voor de meer bedrijfsgerichte studenten onder ons. De bèta-bedrijvendagencommissie is namelijk al geruime tijd bezig om ook dit jaar een groots evenement neer te zetten. Naar alle waarschijnlijkheid zullen er 4 dagen met presentaties, workshops, sollicitatiecursussen, gesprekken en cases georganiseerd worden. Deze dagen zullen verspreid over mei en juni plaatsvinden. Houd ook dit in de gaten.

Het is natuurlijk niet alleen rust en ontspanning binnen de gelederen, er moeten ook serieuze dingen gebeuren. De tijd gaat snel en het bestuur en haar commissies zijn alweer over de helft van hun periode in functie. Met uitzondering van de buitenlandse excursiecommissie natuurlijk, die de laatste hand legt aan de organisatie rondom de reis naar Barcelona en Madrid. Maar dit neemt niet weg dat er zo langzamerhand alweer rondgekeken wordt naar jonge, frisse en actieve mensen om de commissies en het bestuur te versterken en uiteindelijk op te volgen. Ga dus eens bij jezelf te rade wat je aan zou spreken en onthoud: kijk niet alleen wat de vereniging voor jou kan betekenen, maar ook wat jij voor de vereniging kan betekenen. Tot ziens op de Franckenkamer!

Marten Frantzen





De N-dimensionale ruimte: Een vingeroefening in plakken

Inleiding

De opdracht van Reinier, Erik en Auke, de redactie van Francken Vrij, dat mijn stukje deze keer over 'dimensies' moest gaan, deed mij onmiddellijk denken aan mijn wiskunde leraar toen ik in het eindexamenjaar gymnasium-b zat. Het was 1968, het later veel besproken jaartje van de revolutie, maar dat hadden we toen nog helemaal niet zo in de gaten. We hadden wel wat anders aan ons hoofd. Toentertijd waren de meeste leraren op het gymnasium gepromoveerd en ook deze man promoveerde (cum laude) in de zuivere wiskunde. Uiteraard waren wij, als aanstormend talent dan wel snotapen, nieuwsgierig naar wat dan wel het onderwerp van zijn proefschrift zou zijn. Het was getiteld "Differentiala en integraalvergelijkingen in de n-dimensionale ruimte", ongetwijfeld een huzarenstukje, waar we overigens weinig van begrepen. Interessanter was de toegift die hij als appendix had geschreven over 250 verschillende bewijzen van de stelling van Pythagoras, een onderwerp dat ons althans in 2-dimensies al langer bekend was. Als ik Pythagoras was geweest, had ik me overigens toch ietwat opgelaten en ontgoocheld gevoeld dat er zesentwintig eeuwen later 250 verschillende bewijzen blijken te bestaan! De leraar vertrok spoedig daarna als 'hoog'-leraar naar Nijmegen, waar men kennelijk zijn differentiaal en integraalvergelijkingen in de n-dimensionale ruimte beter op waarde wist te beoordelen dan wij. Met een knipoog naar deze ontwikkelingen in de wiskunde, wil ik een kleine 'vingeroefening' in de technische natuurkunde doen.

Knippen en plakken

Van kindsbeen af zitten we met onze vingers overal aan. Als ons TFL gebouw een kwastje krijgt en op een deur het woordje 'NAT' staat, bestaat er toch bij velen de onbedwingbare neiging om even experimenteel te onderzoeken 'of het al droog is'. Op de kleuterschool wordt zelfs het ambacht van knippen en plakken als eerste schreden op weg

naar een glansrijke carrière gezien. Het gaat zelfs zover dat enkelen daar later een beroep van weten te maken en er een goeie boterham aan verdienen als behanger. De vraag voor ons is uiteraard of dit peuterige en kleuterige onderricht voor aanstaande technisch-natuurkundigen wel zo zinvol is? Wat voor een fraaie fysica kun je daar nou van leren?

Als je met je vingers ergens aanzit, zijn er twee stadia te onderscheiden: het feitelijke plakproces bij het aanraken en vervolgens de onthechting bij het weer terugtrekken van je vinger. De relevante fysische parameter is de energie die gedissipeerd wordt in de onthechtingfase. Dat is immers een maat voor of iets wat plakkerig aanvoelt. De hoeveelheid energie is niet zomaar gelijk te stellen aan de thermodynamische definitie van de 'work of adhesion', zeker niet bij verf en waar zitten we met onze vingers allemaal al niet aan... Het is interessant om even een kleine 'vingeroefening' te doen als het gaat om de orde van grootte. Ik stel mij je vinger voor als een cilinder met diameter $2r$, die je in de verf/polymeer drukt en daarmee een deformatie- ϵ veroorzaakt. De spanning s in het (elastische) gedeformeerd gebied is eenvoudig het product van de E , de elasticiteitsmodulus in N/m^2 , en ϵ . De component van de kracht F_t , die de vinger uitoefent bij het eruit trekken over een afstand d , is dan:

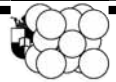
$$F_t = p r^2 \epsilon E \approx p r d E$$

De opgeslagen elastische energie is te berekenen uit de integratie van de kracht-verplaatsingscurve (1e jaars Mechanica):

$$E_{\text{deformatie}} = \int_0^d F_t d \approx \frac{p r^2 E}{2} d^2$$

De vinger komt los van de verf/polymeer als **Edeformatie** gelijk wordt aan de adhesie energie **Eadhesie**, waarbij de adhesie wordt geschreven als G_c , de energy-release rate in J/m^2 (2ejaars Materiaalkunde) vermenigvuldigd met het oppervlak, $d.w.z.$

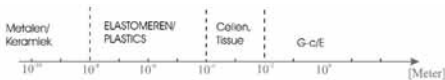
$$E_{\text{adhesie}} = G_c p r^2$$



Het criterium voor pull-off is derhalve:

$$\frac{G_c}{E} = \frac{1}{2} r e^{-2}$$

Vanuit deze eenvoudige analyse volgt een interessante conclusie (althans dat vind ikzelf) als het gaat om *scaling*. Immers, het criterium, G_c / E , is een 'lengte', die bepaalt wanneer adhesie krachten belangrijk worden. Om dit te illustreren nemen we de invloed van verschillende materiaalklassen eens onder de loep. Stel dat we $G_c = 0.1 \text{ J/m}^2$ nemen (geldt voor vele organische en anorganische materialen in lucht ¹). Bij het handenschudden, en je krijgt je hand weer terug, is uitgaande van de van der Waals krachten G_c ongeveer 0.05 J/m^2 . Met substitutie van de bijbehorende elasticiteitsmoduli, die natuurlijk aanzienlijk verschillen voor elastomeren, metalen en keramische materialen, blijkt dat de lengteschaal erg klein wordt voor metalen en keramiek, maar relatief groot voor elastomeren en levende cellen. (Figuur 1). De conclusie is duidelijk: adhesiekrachten zijn belangrijk als het contactoppervlak klein is en/of de voorwerpen zacht. Behalve psychisch, is het dus ook fysisch eenvoudig te verklaren dat kleine kinderen graag plakken en knippen!



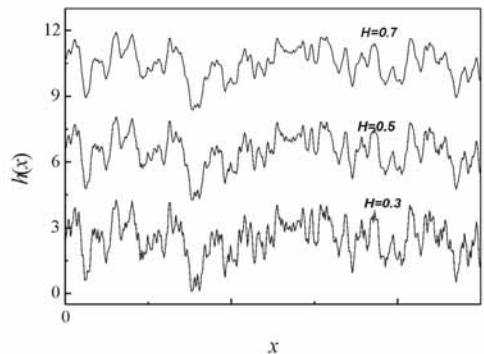
Figuur 1: Verhouding energy-release rate / elasticiteitsmodulus voor verschillende materialen

What is wrong?

Afgezien van het schaalgedrag met de lengte G_c / E viel het met de 'dimensies' in de analyse allemaal nogal mee. Maar, er zit wel een addertje onder het gras. In feite zijn oppervlakken helemaal niet atomair vlak maar juist ruw. Wat is precies het contactoppervlak? Is dat wel gelijk aan πr^2 voor ruwe oppervlakken of misschien alleen bij benadering? Tezamen met George Palasantzas bestudeer ik dit probleem al een tijdje en binnenkort verschijnt er een aardig verhaal (sprak hij bescheiden) over onze bevindingen in de Physical

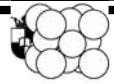
Review ⁱⁱ. Het is een belangrijk technisch-fysisch probleem om de adhesie van coatings goed te kunnen begrijpen in het bijzonder als functie van de ruwheid langs het grensvlak.

Ruwheid kan beschreven worden door fluctuaties van de hoogte $h(\mathbf{r})$, waarbij de positievector weergeeft in het vlak en $\langle h(\mathbf{r}) \rangle = 0$. Figuur 2 geeft verschillende voorstellingen van $h(\mathbf{r})$, als functie van een parameter H , die gerelateerd is aan de zogenaamde fractale dimensie D , met $D=3-H$. De vereist waarschijnlijk wel enige toelichting.



Figuur 2: Ruwheid als functie van de afstand langs het oppervlak voor verschillende ruwheidsexponenten H

De introductie van 'fractal dimension' wordt in de literatuur gewoonlijk toegedicht aan de wiskundige Benoit Mandelbrot van IBM rond 1977, maar vele wiskundigen hebben daarna fijntjes opgemerkt dat het al te vinden was bij George Cantor (1872), David Hilbert (1891, ja die van de Hilbert ruimte) en Felix Hausdorff (1919). Hoe dan ook, de verdienste van Mandelbrot is dat hij het 'abnormale' in de wiskunde van zijn voorgangers, wist te integreren tot één en dezelfde wiskundige taal. Sindsdien worden Mandelbrot's fractale dimensies gebruikt in de beschrijvingen van objecten met een complexe geometrie, van kustlijnen tot de verdeling van sterren maar ook in theorieën over chaos. Een erg aardig boek is vermeld in referentie ^{iv}; het staat in de bibliotheek. Mandelbrot zag in dat een object kan worden



beschreven door N niet-overlappende kopieën van zichzelf, waarbij iedere kopie naar beneden geschaald wordt met dezelfde factor l ($0 < l < 1$) voor iedere coördinaat (self-similar) of met verschillende factoren voor de coördinaten afzonderlijk (self-affine). De fractale dimensie D , of gelijkvormigheidsdimensie, wordt dan gedefinieerd als:

$$1 = N l^D \text{ of wel } D = \lim_{l \rightarrow 0} \frac{\ln N}{\ln(1/l)}$$

Dit betekent overigens wel dat de 'lengte' van een topologische 1-D fractale curve varieert met de lengte van je maatstok! In de vergelijking $D=3-H$ geeft H de zogenaamde ruwheidsexponent weer: H wordt steeds kleiner bij toenemende ruwheid (zie Figuur 2), of te wel de fractale dimensie van het vlak verschilt steeds meer van de Euclidische dimensie $D=2$.

Als we rekening houden met een ruw oppervlak (Gaussische verdeling) wordt de adhesie energie niet meer recht evenredig met pr^2 , maar met een oppervlak dat beschreven wordt door:

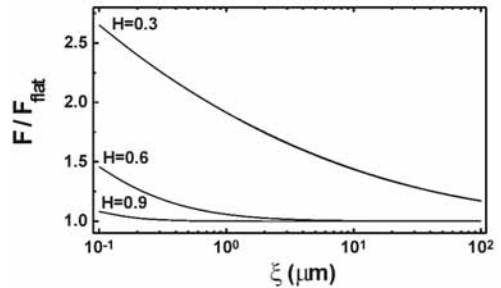
$$E_{\text{adhesie}} \propto \int d^2 r \sqrt{1 + \nabla h \cdot \nabla h} = (pr^2)_{\text{vlak}} \int_0^{+\infty} du \left(\sqrt{1 + r^2 u} \right) e^{-u}$$

waarbij $r \ll \sqrt{\nabla h \cdot \nabla h} >$

de gemiddelde locale helling voorstelt en gemiddeld wordt over het ensemble van random configuraties. De opgeslagen elastische energie verandert natuurlijk ook ten gevolge van de variaties in hoogte:

$$E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \int d^2 r < h(\vec{r}) s_{\text{r}}(\vec{r}) >$$

De kracht F , die uitgeoefend moet worden om je vingers van een fractaal ruw oppervlak te krijgen, kan nu worden berekend. Deze staat weergegeven in Fig.3, ten opzichte van een atomair vlak grensvlak als functie van x , de correlatielengte langs het grensvlak. Fig.3 laat zien dat de benodigde kracht voor onthechting toeneemt met toenemende ruwheid en kleiner wordende x . We hebben de waarde van de correlatielengte afgekapt bij 0.1 mm (ook een variant van submicron technologie!). Fysisch is het niet goed denkbaar



Figuur 3: Effectieve pull-off kracht als functie van de correlatie afstand in het vlak voor verschillende ruwheidsexponenten H .

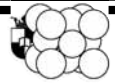
dat de correlatielengtes alsmaar kleiner kunnen worden. Er bestaat tenslotte ook een begrenzing aan een zinvolle x ten gevolge van de lengte van de moleculaire ketens. Een te kleine x leidt tot een partiële bevochtiging van het grensvlak en derhalve tot een partiële decohesie/adhesie. Uit ons onderzoek ⁱⁱ blijkt dat we een analytische uitdrukking kunnen afleiden voor $H=1, 0.5$ en 0 en numerieke oplossingen voor de tussenliggende waarden van H .

In de analyse hebben we nog geen rekening gehouden met de tijd dat je je vinger in de verf houdt. Deze spreekt wel degelijk een woordje mee. Bij een contacttijd, die veel langer is dan de tijd die de moleculen nodig hebben om te ontwarren, zal de elasticiteitsmodulus dalen (viscous flow). Bij kortere contacttijden zal de elasticiteitsmodulus groter zijn (bij dezelfde contactdruk) maar dit effect moeten we nog verder uitdiepen. Ik verwacht wel dat de adhesie toeneemt met de indruktijd en met de contactdruk, maar niet lineair.

Conclusies

De conclusies die bovenstaande vingeroefening over het plakken in de n -dimensionale ruimte leveren zijn voor mij de volgende:

1. Als je gaat verven, gebruik een ruwe ondergrond met een fractale ruwheidsexponent $H < 0.5$ en zorg daarbij voor een kleine correlatie lengte langs het ruwe oppervlak (submicron technologie!). De verf blijft dan goed zitten.



2. Hang vervolgens een bordje op met het woordje 'NAT' en blijf met je vingers van het pas geschilderde voorwerp af.
3. Om te onderzoeken of het voorwerp droog is, haal je kleinste broertje of zusje op, indien niet voorradig een 0de-1st jaars met kleine vingertjes.
4. Druk zo zachtjes mogelijk en ook zo kort mogelijk op de verf/polymeer.
5. Als je geïnteresseerd bent in adhesie in de n-dimensionale ruimte neem contact met mij op.
6. Onafhankelijk van conclusie 3-5, neem met een materiaalkunde boek een bier-tje in de Franckenkamer en wacht het resultaat van het droogproces vol vertrouwen af.

Prof.dr.J.Th.M. De Hosson

ⁱ K. Shull, Mat.Sci.&Eng. 36, 1(2002), Creton, J. Polymer Science, 34,545 (1996)

ⁱⁱ G. Palasantzas and J. Th. M. De Hosson, Influence of surface roughness on the adhesion of elastic films, Phys.Rev. E, March, 2003 (in press)

ⁱⁱⁱ B.B. Mandelbrot, The fractal geometry of nature, Freeman, New York, 1982.

^{iv} H.O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe, Chaos and fractals: new frontiers in science, Springer, Heidelberg.



Bestuursmededeling: Streeplijst

Beste leden,

Op de Algemene Leden Vergadering die gehouden werd in november 2002 is besloten tot invoer van het streeplijststelsel.

Gezien het succes op verscheidene borrels is besloten om een extra faciliteit aan de leden aan te bieden. Naast het contant afrekenen van de genuttigde consumpties in het vertrouwde borrelbakje, zijn er nu 2 mogelijkheden van betaling bijgekomen:

1) De machtiging

Elk lid kan een machtiging tekenen om bedragen af te laten schrijven door T.F.V. 'Professor Francken' wegens consumpties. Periodiek zullen dan de kosten van de consumpties die het lid genuttigd heeft, afgeschreven worden van zijn of haar rekening.

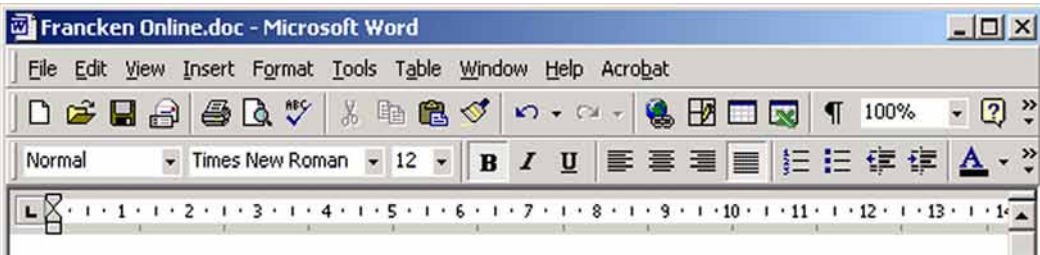
2) Contante betaling

Wanneer je het contract voor contante betaling tekent, ga je ermee accoord dat je binnen 14 dagen na presentatie van de maandelijkse afrekening het verschuldigde bedrag van de betreffende periode contant voldoet bij de penningmeester.

Als je op de streeplijst wilt komen te staan, vul dan één van de opties volledig in (machtiging of contante betaling) en stop deze in de Ideeënbus, dan zorgt penningmeester Timon ervoor dat je toegevoegd wordt.

Voor meer informatie over het streeplijststelsel kun je terecht bij het bestuur. Voor de regelgeving en sancties bij misbruik ervan, kun je direct terecht bij de secretaris.

Dennis.



Met een extra dimensie het Internet op: Forums

Het begrip dimensie op Internet wil ik bewust een beetje vaag houden. Op die manier is het makkelijk een artikel te schrijven voor Fr@ncken-online wat binnen het thema past van deze Francken Vrij. In het begin ervaarde ik internet (en dan met name websites) als een interactief medium. Het veranderde snel en was behoorlijk up-to-date. Persoonlijk vind ik dat er nu steeds meer dimensies bij komen. Met name de toename van de hoeveelheid forums, vind ik kenmerkend. Een forum is (vaak) een onderdeel van een website waar gebruikers met elkaar discussieren over verschillende onderwerpen. Dit gebeurt natuurlijk al lang op internet in bijvoorbeeld nieuwsgroepen of via de chat (IRC). Het voordeel van een forum is dat het toegankelijk is met een browser en, maar dat is persoonlijk, dat het veel overzichtelijker werkt.

Deze keer wil ik een aantal forums noemen die de laatste tijd erg gegroeid zijn en over totaal verschillende onderwerpen gaan. Allereerst forum.computertotaal.nl, inderdaad het forum van het gelijknamige tijdschrift. Op dit forum zijn ongeveer 25.000 mensen ingeschreven, waarvan er ongeveer 10.000 actief deelnemen, wat het tot een van de grootste van Nederland maakt.

Het forum wordt over het algemeen gebruikt voor vragen over computers in de breedste zin van het woord. Dus hardware/software/internet/netwerken en noem maar op. Heb je een vraag of kom je ergens niet uit, schrijf je in op een forum en plaats de vraag in de juiste categorie. Over het algemeen heb je binnen een paar uur een reactie en kun je het probleem oplossen.



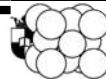
Een tweede forum welke weliswaar een stuk kleiner is (4000 gebruikers) is het forum van www.mokkels.nl (forum.mokkels.nl). Hier wordt op een nette wijze besproken wat voor 95% van de (technische) natuurkunde studenten interessant is. Ook hier is alles keurig opgedeeld in verschillende categorieën (binnenland/buitenland etc) waardoor alles een overzichtelijk geheel wordt. Bedenk dat wanneer je stage gaat lopen of wanneer je gaat werken, je kans hebt dat www.mokkels.nl geblokkeerd is vanwege de content ;-)

Voor vragen over programmeren of software zou ik jullie willen verwijzen naar het Engelstalige tek-tips forum: www.tek-tips.com. Dit is

een erg goed forum waar je alle vragen op dat gebied kunt stellen. Uit ervaring weet ik dat je op dit forum in no-time een oplossing voor je probleem gevonden hebt.







Een kijkje bij Onderzoeksgroep Fysica van organische halfgeleiders

De groep 'Fysica van Organische Halfgeleiders' houdt zich bezig met het onderzoek naar elektrische- en optische eigenschappen van organische halfgeleiders. Sinds het begin van dit jaar maakt de groep officieel deel uit van de Technische Natuurkunde opleiding.

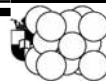
Organische halfgeleiders kunnen bestaan uit dunne films van zowel molekulen als ook polymeren. De meeste polymeren of plastics zijn isolatoren en worden b.v. als isolatielaag om elektriciteitskabels gebruikt. Het feit dat een bepaalde klasse van polymeren stroom kan geleiden is ongeveer 20 jaar geleden ontdekt door Japanse en Amerikaanse onderzoekers. Het afgelopen jaar ontvingen zij voor deze ontdekking de nobelprijs voor chemie.

De ontwikkelingen in deze (half-) geleidende polymeren zijn met name de afgelopen 10 jaar in een stroomversnelling geraakt. De universiteit van Cambridge was in 1990 de eerste die aantoonde dat geleidende plastics ook licht kunnen geven. De polymeren in deze polyLEDs zijn sterk fluorescerend, waardoor ze geschikt zijn voor toepassingen in displays en toepasbaar zijn in opto-elektronische devices als licht-emitterende diodes. Door de chemische structuur van het polymeer te modificeren kunnen ook de opto-elektronische eigenschappen als mobiliteit van ladingstraggers of kleur van het uitgezonden licht ingesteld worden. In de groep 'Fysica van organische halfgeleiders' van het MSC wordt onderzoek verricht naar de fysische eigenschappen van geconjugeerde polymeren zoals het transport van lading over of tussen de ketens en ook de lichtgevendende eigenschappen. In samenwerking met Polymeerchemie worden ook nieuwe licht-emitterende polymeren ontwikkeld. Vervolgens worden hiervan in het device-lab van de groep polyLEDs van gemaakt. Het device-lab beschikt o.a. over faciliteiten om substraten te reinigen, geleidende organische lagen aan te brengen, en metaalfilms op te dampen.

Verder wordt er ook gewerkt aan geleidende plas-

tics waarmee elektronische schakelingen gemaakt kunnen worden. De beperkingen in de snelheid van de ladingstraggers in geconjugeerde polymeren zorgen ervoor dat deze elektronische schakelingen relatief langzaam zijn. Echter, door de gemakkelijke verwerkbaarheid van plastics kunnen schakelingen van polymeren heel goedkoop gemaakt worden. Deze 'chips-van-een-cent' kunnen dan bijvoorbeeld de huidige streepjescodes gaan vervangen. Het idee is dan dat je met de boodschappenkar door een poortje bij de kassa loopt dat dan automatisch de schakelingen uitleest en uitrekent hoeveel je moet betalen. Tenslotte wordt in de groep ook onderzoek verricht aan plastic zonnecellen, in samenwerking met de groep van Prof. Hummelen. Voor toepassing in zonnecellen worden de geleidende polymeren gemengd met zogenaamde buckyballs, een molecuul met 60 koolstofatomen in de vorm van een voetbal. Na de absorptie van het zonlicht, waarbij elektron-gat paren op het polymeer gecreëerd worden, springt het elektron binnen 100 fs over van het polymeer naar de buckyball. Door deze ladingsscheiding wordt het mogelijk om het geabsorbeerde licht om te zetten in stroom. Zonder de buckyball zou het elektron-gat paar weer recombineren en licht uitzenden, net als in een polyLED en zou er geen stroom lopen. Op dit moment zijn er in de groep fysica van organische halfgeleiders 7 aio's en 6 afgestudeerde Technische Natuurkunde werkzaam. Studenten die geïnteresseerd zijn in een stage, afstudeeronderzoek of promotieonderzoek worden bij deze uitgenodigd om een kijkje te komen nemen op de begane grond van gebouw 18.

Prof. dr. Paul W.M. Blom



"Pumba's puzzles"

'Wat kosten die artikelen ook al weer in knaakland?'



Het puzzelen binnen Francken beleeft deze dagen hernieuwde hoogtepunten; Elders in dit verenigingsblad kon u al lezen over www.isketch.net, een hit binnen de Franckenkamer die ongetwijfeld door deze puzzelpagina mede is aangewakkerd en door kruisbestuiving wellicht ook

tot een massalere deelname aan mijn puzzels zal leiden.

Ik hoop dat het logigram voor alle Franckenleden genietbaar is, ook voor eerstejaars die de vorige puzzels nog niet echt succesvol op wisten te lossen; de vorige puzzels waren wellicht toch wat lastig. Het thema van de logigram dit jaar is een Franckentraditie. De jaarlijkse Cindy-award die met name te verdienen is tijdens de buitenlandse excursie, is ooit geïntroduceerd door Cindy zelf met het uitspreken van het motto dat deze aflevering de puzzelpagina siert.

Vijf Franckenleden, hebben ieder een actie begaan die tot nominatie voor de award leidde. Allen probeerden hun miskleun af te schuiven. Kunt U erachter komen wie, wanneer, welke onhandigheid beging, wie er de schuld van kreeg en het bijhorende aantal punten?

AANWIJZINGEN:

1. De punten voor de actie die werd afgeschoven op Ingrid gedeeld door dat van Henk Jan is gelijk aan het punten voor de actie van het kapotte tafeltje.

2. Degene die aan Marc de schuld gaf, leidde Francken in de verkeerde bus in op dag no. 4. Deze actie had een verschil in punten van minimaal 30 met die van Annemieke.



3. Het Franckenlid dat de 90 punten inkoopte beging een blunder 4 dagen na die van Erik, deze laatste gaf niet de schuld aan Jeroen.

4. Degene die aan Redmer de schuld gaf, blunderde een dag later dan het Franckenlid dat slechts 5 punten vergaarde met het trekken van 31 tijdens het mexicoën.

5. Tasco probeerde zijn euro's om te wisselen, een ander Franckenlid molde het vermaledijde tafeltje op dag 6 van de excursie.



"Simba says"

Bij deze wordt Teun Koeman bedankt voor het oplossen en daarmee digitaal aanleveren van het cijferdoolhof, waarmee de man dan ook een

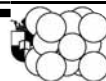
taart in de wacht sleepte; bravo voor onze Europese kampioen programmeren. Ook teigetje wordt bij deze nog even genoemd, vanwege zijn geest-vruchtig en niet aflatend gezwoeg wat eveneens tot een correcte oplossing leidde.

De oplossing van het cijferdoolhof uit de vorige Francken Vrij is als volgt:

De velden die achtereenvolgend genomen dienen te worden om bij de uitgang te komen zijn de volgende:

(1,1) (7,1) (7,5) (5,5) (1,5) (1,3)
(4,3) (8,3) (8,6) (4,6) (4,4) (4,1) (8,1)
(8,3) (5,3) (3,3) (1,3) (1,6) (3,6) (3,3)
(5,3) (7,3) (7,8) (5,8) (2,8) (2,1) (4,1)
(4,5) (7,5) (7,3) (2,3) (2,7) (6,7) (6,5) (6,1)
(2,1) (2,3) (6,3) (6,8) (8,8)

N.B. Notatie is als volgt: (Kolom, Rij)



		Persoon die de schuld kreeg.					Aantal punten die actie waard was					Omschrijving van de stomiteit					Dag no. van de excursie				
		Jeroen	Marc	Ingrid	Tim	Redmer	5	15	18	75	90	Foute bus	Omlopen naar hotel	Tafeltje kapotmaken	Euro's wisselen	31 trekken	3	4	5	6	7
Kandidaat voor de Cindy Award	Erik																				
	Marten																				
	Henk Jan																				
	Annemieke																				
	Tasco																				
Dag no. van de excursie	3																				
	4																				
	5																				
	6																				
	7																				
Omschrijving van de stomiteit	Foute bus																				
	Omlopen naar hotel																				
	Tafeltje kapotmaken																				
	Euro's wisselen																				
	31 trekken																				
Aantal punten die actie waard was	5																				
	15																				
	18																				
	75																				
	90																				

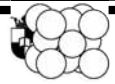
Pumbas puzzels stelt zich niet verantwoordelijk voor enige mogelijk, materiele, financiële, nachtrusttechnische en/of studiepunttechnische gevolgen door deze of enige andere volgende uitgaven van zijn puzzels.

Pumbas puzzels stelt zich niet verantwoordelijk voor enige mogelijk, materiele, financiële, nachtrusttechnische en/of studiepuntechnische gevolgen door deze of enige andere volgende uitgaven van zijn puzzels.



Eenieder is uitgedaagd om voor 1 april een correcte oplossing te sturen naar bestuur@professor-francken.nl. Onder de juiste inzenders zal opnieuw een taart verloot worden.

Kandidaat:	Schuilt schuld op:	Aantal punten:	Omschrijving:	Dagnummer:
Erk				
Marten				
Henk Jan				
Annemieke				
Tasco				



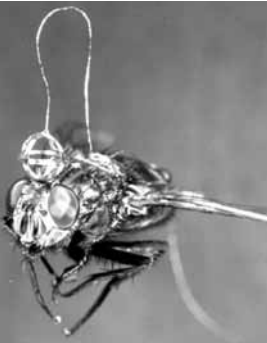
Activiteiten

Symposium 2002: Beeldvorming

Het is inmiddels weer twee maanden later maar toch volgt hier het verslag van het symposium gehouden op 11 december 2002.

Een eerste vraag die menigeen te binnen schiet bij het zien van de sprekers is wat ze bindt. Wat bindt nou bijvoorbeeld de NAM met het Academisch Ziekenhuis hier in Groningen. Een eerste idee is natuurlijk dat medewerkers van de NAM bij een ongeval of ongeluk opgenomen worden in het AZG. Maar er is een diepere verbinding tussen de NAM, het AZG, Thales, Astron, Philips en natuurlijk de RuG. Elk van deze bedrijven of instellingen 'doen' iets met beeldvorming, dit maal het thema van het jaarlijkse symposium. Wat ze precies doen en in welke context beeldvorming wordt bedoeld is verderop te lezen.

De dag zou na een kopje koffie en een plak cake van start gaan met de opening door een van beide dagvoorzitters. De ochtend werd voorgezeten door Prof.Dr. J.Th.M. De Hosson terwijl Prof.dr.ir.D.Duijfhuis het middagprogramma voor zijn rekening nam.



Figuur 1. Een vlieg met een spoel op zijn lijf.

Het eerste praatje verhandelde over de hoe een vlieg de wereld waarneemt. Een van de manieren die in de vakgroep neurobiofysica hier aan de RuG

zijn ontwikkeld is om de vliegbewegingen van een vlieg te registreren met behulp van spoelen

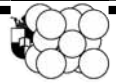
Vervolgens kun je aan de hand van deze bewegingen beelden reconstrueren die een vliegenoog waarneemt. De 'ogen' van een vlieg zijn z.g.n. facetogen en nemen de wereld om ons heen op een hele andere manier weer. Ook speelt de verwerking van deze signalen een grote rol in het onderzoek wat ze hier verrichten. Voor de mensen die niet bij het symposium of zijn praatje aanwezig zijn willen wij graag verwijzen naar "the flyingeye", http://hlab.phys.rug.nl/demos/flying_eye/index.html waar een heel aantal films en simulaties online te bekijken zijn.

Na deze spetterende opening was er een groot applaus en was het weer tijd voor een lekkere bak Franckenkoffie. Dit jaar werd de Symposium commissie daarin versterkt door de Borrelcommissie die de gehele dag zich in gezet hebben in het goede verloop en coördinatie van de koffie.



Figuur 2. De Borrel commissie, v.l.n.r.: Hedde, Maaike & Johan

De tweede spreker was Ir. M Kedde van Thales en was tijdens de koffie gearriveerd. Zij was erg blij dat ze het toch nog had kunnen vinden en na een kop koffie kon ze ook meteen beginnen aan haar voordracht. Monique Kedde werkt sinds drie jaar bij Thales Nederland en heeft daarvoor Toegepaste Wiskunde aan de Universiteit Twente gestudeerd. Aan de hand van videos, met enig commercieel

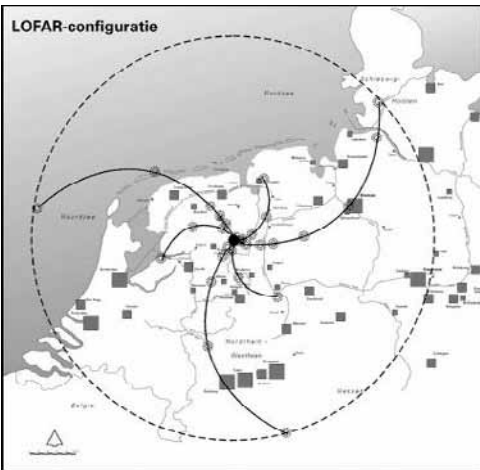


gehalte, liet zij allerlei radarsystemen zien, die nu in ontwikkeling zijn bij Thales en andere die inmiddels met goed resultaat gebruikt worden bij o.a. de Nederlandse marine. In haar verhaal kwam als voorbeeld ter sprake hoe een radar de snelheid van een object bepaald werd. Verder werd verduidelijkt hoe omgevingseffecten de prestatie van een radar kunnen beïnvloeden.

De derde spreker van de dag was Ir J.E.Noordam van Stichting ASTRON te Dwingeloo. Deze laatste stelt zich ten doel om 'astronomische ontdekkingen te doen bevorderen'. Hiertoe ontwikkelt en exploiteert ASTRON instrumenten en waarneem technieken ten bate van de Nederlandse astronomische gemeenschap. De LOW Frequency ARray is een in ontwikkeling zijnde radio telescoop die gevoelig is voor relatief laagfrequente radio straling (10-200 MHz, 30-1.5 m). Dit is een van de laatste 'vensters' op het heelal, dus de kans op nieuwe astronomische ontdekkingen is groot. Een van de meest interessante doelen is het detecteren van de zeer zwakke signatuur van de theoretisch voorspelde 're-ionisatie' van het heelal kort na de Big Bang. LOFAR zal bestaan uit ongeveer 100 'stations', verspreid over een gebied met een diameter van 400 km (vergelijk de Westerbork Radio Telescoop, met 14 stations over 3 km). De door de stations opgevangen signalen worden met ondergrondse glasvezelkabel naar een centraal punt

gestuurd, alwaar ze worden gecorreleerd en getransformeerd tot een radio 'foto' van de hemel. LOFAR is in feite een elektronische lens die gebruikt maakt van de draaiing van de Aarde om zijn apertuur te 'synthetiseren'.

Een van de redenen dat dit golflengte gebied nog zo weinig is onderzocht, is de ionosfeer, die zich bij deze golflengtes gedraagt alsof we vanaf de bodem van een zwembad naar de lampen erboven kijken. Dit stelt heel bijzondere eisen aan onze beeldvormings technieken. Gelukkig zijn er (net) voldoende heldere radio-bronnen aan de hemel die als calibratie-punten kunnen dienen. Maar de benodigde processing power is zo groot dat het nu pas mogelijk is om een dergelijke telescoop te bouwen. Een van de meest opmerkelijke punten uit zijn betoog is de manier waarop ze tegen door middel van deze telescoop gegenereerde beelden aankijken; Ze bekijken beelden in het frequentiedomein of het Fourierdomein. Voor mensen die zoiets nog nooit gezien hebben is zo'n beeld erg lastig te interpreteren. In dit beeld wordt een calibratiebron gekozen om met behulp van deze bron te corrigeren voor de invloed van de ionosfeer. Voor meer informatie over LOFAR verwijzen wij naar www.lofar.org



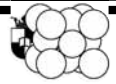
Figuur 3. Een voorbeeld configuratie van LOFAR met als centrum Westerbork.



Figuur 4. Een 'gewoon' beeld en een fourierbeeld van hetzelfde beeld.

Na dit verhaal over LOFAR werden de eerste drie sprekers naar voren gevraagd voor een daverend applaus en werden bedankt voor hun komst met een origineel T.F.V 'Professor Francken' Symposium champagneglas. Geen enkel ander glas laat champagne zo goed bruisen en niets klinkt ook beter.

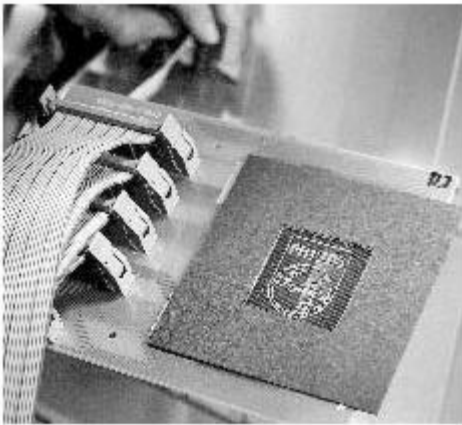
Vanzelfsprekend was het nu tijd voor de lunch. Tijdens de lunch was er volop gelegenheid om te recapitulieren wat er allemaal voor iedereen die



ochtend voorbij was gegaan. Tevens schroomden de sprekers en de dagvoorzitters niet om met elkaar aan tafel te gaan zitten en ideeën uit te wisselen.

Na deze sobere maar toch voedzame maaltijd was het weer tijd terug naar de zaal te gaan die overigens goed aangekleed was met de Beeldvormingposters en bijpasselijk voor de tijd van het jaar de kerststerren.

De heer dr. E. Meulenkamp had de eer het spits af te bijten met een ietwat rumoerig publiek. Zijn werk ligt bij Philips, waar hij een project voert met polymere LEDs. In zijn voordracht lichte hij een tipje van de sluier op over het fenomeen Polymere Displays. De rol van polymeren of 'plastics' spelen daarin een grote rol. Soms is dat vanwege de interessante mechanische eigenschappen: een laag gewicht met een hoge flexibiliteit. In een ander geval speelt het polymeer een actievere rol als transistor en neemt het de rol over van Silicium.



Figuur 5. Prototype van een PolyLED matrix scherm.

Enkele voorbeelden van deze toepassingen kwamen kort aan het bod. Vervolgens ging hij door op de polymere licht emitterende diodes of polyLEDs, waarin het polymeer de actieve component is. Het voordeel van deze polyLEDs is dat ze vlak en dun zijn en hun productie relatief eenvoudig. Natuurlijk werd er even een verwijzing gemaakt naar de nieuwste James Bond film 'Die Another Day',

waarin het scheerapparaat van 007 een dergelijk display van Philips bevatte.

Na het succesvolle verhaal van de kant van Philips was er nu een vertegenwoordiger van de NAM uit Assen: de heer dr. John Verbeek. Hij liet ons zien dat er voordat er gasboringen gedaan mogen worden er een heleboel beeldvorming van de omgeving en de aardlagen gedaan wordt. Dit gebeurt tegenwoordig met allerlei visuele programma's die erg gebruikersvriendelijk zijn. Zo kan er in een zogenaamde 'conferentie mode' met allerlei belanghebbende partijen over de gehele wereld om de tafel gezeten worden. Met behulp van dit model, waarin de werkelijkheid nagebootst is, kan er een goed beeld gevormd worden van hoe de situatie eruit ziet. Moet er namelijk gas geboord worden in bijvoorbeeld noord Groningen, dan moeten de woongebieden ook in kaart gebracht worden en met behulp van dit model kan bekeken worden waar de beste plek van boring is met de minste overlast voor de plaatselijke bevolking. Deze Imaging techniek gaat eerst uit van modellen die gebruikmaken van gemeten waarden, gevonden met seismiek. Het proces van het maken van een goed werkend model berust steeds op een samenwerking tussen het model, de meetwaarden en de werkelijkheid.

Hierna was er weer de mogelijkheid voor een ieder om zich te laten voorzien van een kopje koffie of thee alvorens de laatste spreker van de dag van zich liet gelden.

Een dag voor het symposium bereikte ons als organisatie een onheilspellend bericht; De laatste spreker kon helaas niet komen.... Maar hij had een vervanger kunnen regelen. Dit was ondanks het bericht nog een meevaller. Dr.ir.R. Irwan was bereid het praatje over 3D Beeldvorming binnen de radiologie AZG op het laatste moment op zich te nemen.

Traditioneel wordt de beoordeling van beeldmateriaal verkregen met verschillende scanners binnen de radiologie gedaan met behulp van röntgenfoto's op een lichtkast. Met de komst van digitale acquisitie en opslag van dit beeldmateriaal en de introductie van nieuwere scanners is de hoeveelheid geproduceerd beeldmateriaal per onderzoek explosief gegroeid. Deze groei is onder andere te



danken aan de verbetering van hard- en software waardoor steeds meer afbeeldingen kunnen worden gegenereerd met een steeds hogere resolutie. Beeldvormende systemen zoals Computer Tomografie (CT) en Magnetische Resonantie (MR) scanners verkrijgen deze beelden als twee dimensionale plakken. Door het opstapelen van deze plakken in de computer wordt het niet alleen mogelijk om alle data snel en eenvoudig te bekijken op een computerscherm, maar tevens om beeldbewerking en 3D visualisatie uit te voeren. Deze nieuwe mogelijkheden hebben een grote invloed op de beeldvorming binnen de radiologie. Zo is het mogelijk om selectief bepaalde organen te visualiseren of juist weg te laten om een beter beeld te krijgen van een afwijking zonder last te hebben van overige organen. Een tweede voorbeeld is een fly-through door bijvoorbeeld de slokdarm. Een 'echte' endoscopie is voor een patiënt vervelend en zou kunnen worden vervangen door een scan waarna achteraf een virtuele tour kan worden gemaakt.

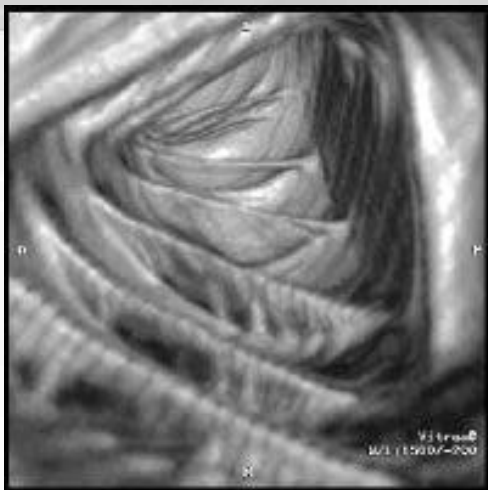
king en visualisatie maar ook zullen zij moeten weten hoe er mee om te gaan en wat de achterliggende principes zijn van deze technieken.

Na dit laatste praatje wat de aanwezigen een blik in het ziekenhuis heeft gegeven was het tijd om de sprekers van het middagprogramma te bedanken en de dagvoorzitters te danken voor hun voorzitterschap. Verder werd Teun Koeman bedankt voor zijn technische ondersteuning evenals de borrelcommissie die de hele dag zorg heeft gedragen voor het goed verlopen van de koffiepauzes en het werk achter de schermen.

Als laatste die dag was er voor iedereen de mogelijkheid om een woord te wisselen met de sprekers onder het genot van een borrel en een hapje. Aansluitend aan deze borrel werden de sprekers en het bestuur uitgenodigd om deel te nemen aan een diner in het centrum van Groningen.

Al met al, een beeld vormend van de gehele dag, denken wij dat het een zeer geslaagde dag is geweest die voor elk wat wils bevatte, ongeacht zijn of haar achtergrond. Deze dag was ondenkbaar geweest zonder alle betrokkenen en met name de sprekers die wij bij deze speciaal willen bedanken voor hun inbreng.

de symposium commissie.



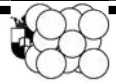
Figuur 6. Visualisatie van een fly-through. Hier een deel van de dikke darm.
(bron: Vital Images: <http://www.vitalimages.com>)

Ook zijn een aantal technieken voorbij gekomen waarop visualisatie van 3D data sets in het algemeen is gebaseerd.

Laboranten en radiologen worden niet alleen geconfronteerd met deze nieuwe 3D beeldbewer-



De symposium commissie 2002, v.l.n.r.:
Cris Lanting, Marloes Steneker & Henk Jan Kooij



Postvak IN

Twee Franckenleden op de evenaar

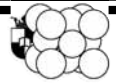
Ecuador is het kleinste Andesland van Zuid-Amerika. Het ontleent haar naam aan de evenaar die er doorheen loopt. Het land is bestaat uit 4 regio's; de kust, het hoogland, het oerwoud en de Galápagos eilanden.

In de eerste maand woonde ik, Ingrid, in een gastgezin in de hoofdstad Quito. Deze enorme stad (57 km lang, 5 km breed, gelegen op 3 km hoogte) was een erg leuk begin van mijn tijd in Ecuador. Ik heb er Spaans leren spreken en veel

mensen leren kennen. In de weekenden hebben we walvissen gezien, vulkanen beklommen en te veel geld uitgegeven op de mooiste indianenmarkt in Otavalo. De maand daarna werkte ik op een biologische boerderij, echt in 'the middle of nowhere'. Elke ochtend ontbijt met verse fruitsalade met zelf geoogste bananen. In het dorpje hadden sommige kinderen zelfs nog nooit blond haar gezien, en vroegen zich af waarom het zo vies geel was, waste ik het nooit ofzo?



Reuzenschildpadden op de Galápagos eilanden.



In november kwam Tim ook naar Ecuador en zijn we rond gaan reizen. De eerste week zijn we door de 'Avenue of the Vulcanos' getrokken. Van Quito naar Vilcabamba. Vilcabamba is waarschijnlijk de mooiste plek op aarde en volgens de overlevering wonen hier de oudste mensen van de hele wereld.

Daarna zijn we naar de Galápagos eilanden gegaan. Op deze vulkanische eilanden hebben we vele bijzondere dieren van heel dichtbij kunnen zien, zoals 'Darwinvinken', (blauwvoet-) jan-vangenten en reuzenschildpadden.

Na de Galápagos moesten we eerst even bijkomen van de zeeziekte. Dus even een paar dagen rustig in Quito doorgebracht.

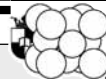
En daarna nog een week in de jungle. Slapen in een klamboe, tarantula's tegenkomen tijdens een nachtwandeling, mieren van 3 cm lang en heel erg veel, fel gekleurde vogels.

Het was een geweldig tijd in een fantastisch land met hele lieve mensen. Wij zouden meteen weer gaan als we de kans kregen! Misschien een idee voor de volgende SLEF?

Ingrid Luijckx
Tim van Elst



Ingrid op de evenaar.



Sponsorcolofon

Dit nummer kwam mede tot stand door samenwerking met de onderstaande bedrijven en instellingen:

Hoofdsponsors:



PHILIPS

THALES

our technology to accelerate your career

Verenigingssponsor:

KIVI
KONINKLIJKE VERENIGING
VAN INGENIEURSEN

Co-sponsors:

Corus

Akzo Nobel

Stan Ackermans Instituut

Bedrijven en instellingen die geïnteresseerd zijn in advertentieruimte in een volgende editie van de *Francken Vrij* kunnen altijd contact opnemen met de bedrijvencommissaris van de vereniging, Auke-siûk Nutma.

Activiteiten binnenkort door T.F.V. 'Professor Francken'

Vrijdag 21 maart 15-17 uur
Mini excursie langs de vakgroepen:
Nanodevices & Organische halfgeleiders

15 uur verzamelen in de franckenkamer. Aansluitend is er een gezellige borrel i.s.m. de vakgroepen.



29 maart - 5 april 2003
Buitenlandse excursie naar:

Barcelona
+
Madrid

* bedrijven*
* universiteiten*
* Architectuur*
* lekker eten*



T.F.V. 'Professor Francken'
organiseert:

"Bowlen met Francken"



Wat: Avondje gezellig bowlen
Wanneer: Woensdag 12-3-2002 20.30-23 uur
Waar: Bowlingcentrum Gedempte Kathedraal 4
Kosten: +/- 10 euro p.p.
Opgeve / informatie: Harelbeke / Franckenkamer

15 & 16 mei + 12 juni

beta - Bedrijvendagen: 'baanbrekend'

Vier dagen met bedrijfspresentaties, sollicitatiecursussen, gesprekken en workshops. En niet te vergeten een informatiemarkt met een **borrel**.

voor meer informatie & inschrijving:
<http://www.beta-bedrijvendagen.nl/>



Woensdag 21 mei 2003
FacFeest "Mad Max"

Voor info: www.professorfrancken.nl

Sonnema[®]

BORRELPRAAAT

Wij wilden het deze keer eens even hebben over koffie. Wij maken ons namelijk ernstig zorgen over het koffiegebruik binnen onze vereniging. Sinds het nieuwe koffiezetapparaat is volgens onze dimensieanalyse het gebruik ervan nogal schrikbarend toegenomen. Daarentegen is het alcohol gebruik (misbruik?) omlaag gegaan. Zou de oplossing zijn dat er drank door de koffie moet? Irish coffee? Wij vrezen alleen dat de docenten hier niet zo blij mee zullen zijn (Of zouden ze jaloers worden?) In ieder geval; als iemand hier over een idee heeft, kan je het altijd mailen naar borrelcie@professorfrancken.nl.

Nou is het onderwerp van deze Francken Vrij "dimensie", maar wat kan je als borrelcommissie nou zeggen over dimensie tijdens borrels? Dat is erg complex maar wij zullen ons best doen om dit toch voor elkaar te krijgen. Laten we beginnen op vrijdag middag een uurtje of 1. Dat is dus duidelijk: erg vroeg/laat? Voor een borrel. Dit ligt eraan vanuit welke dimensie je het bekijkt. Door de ogen van een werkend persoon/ of niet uitgaande student is dit wel erg vroeg, maar door de ogen van de echte donderdagavond freaks is dit eigenlijk wel een beetje laat om nog een borrel te houden. Hier treedt dus een probleem op die schreeuwt om een oplossing. Wij gebruiken echter de stelling: "Vrijdagmiddag dan kan alles", dus ook om 1 uur is het tijd om bier te drinken.

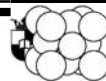
De analyse van de vrijdag gaat natuurlijk veel verder dan alleen een biertje drinken om 1 uur 's middags. Hoe verloopt de rest van de middag/avond/nacht? Dan moeten wij de 2e wet van Fortuna toepassen. Hieruit volgt dat: Meer bier worden meer dimensies, maar nog meer bier geeft minder dimensies. Wij hebben nu dus een probleem. Wat gebeurt er als je nuchter de Franckenkamer binnen komt en de rest van de studenten is al een dimensie verder. Is de deur van de kamer dan een dimensiepoort? Blijkbaar.

Wat zijn de gevolgen van deze conclusie?

Er moeten meer studenten naar de borrels komen om dit onderzoek voort te kunnen zetten. Komt allen en kijk tot welke dimensie jij kunt drinken.

Met vriendelijk groet,
De BORRELCOMMISSIE





Wat gebeurt er met de spin van een elektron, wanneer het zich door een elektrische geleider verplaatst? Deze vraag is relevant voor het vakgebied van de spintronica (spintronics [1]), waar gezocht wordt naar nieuwe - op spin gebaseerde - toepassingen in elektronische schakelingen. Met een nieuw device, waarvan het uitgangssignaal alleen gevoelig is voor de spin, kunnen we de spindynamica van elektronen in nietmagnetische metalen en halfgeleiders gaan bekijken [2].

Friso Jedema, Hubert Heersche en Bart van Wees

Elektronen hebben een elektrische ladingen zijn daarmee de dragers van elektrische stroom. Elektronen hebben echter nog een eigenschap, namelijk de 'elektronspin', die het elektron ook gevoelig maakt voor magnetische velden. De elektronspin komt voort uit de quantummechanica [3,4] en heeft dus strikt genomen geen klassiek analogon. Toch kan men zich het elektron voorstellen als een draaitol, die linksom of rechtsom draait. Door deze draaiing ('spin') gedraagt het elektron zich als een klein magneetje, waarvan het magneetveld in twee tegenovergestelde richtingen kan wijzen: 'spin-up' en 'spin-down'.

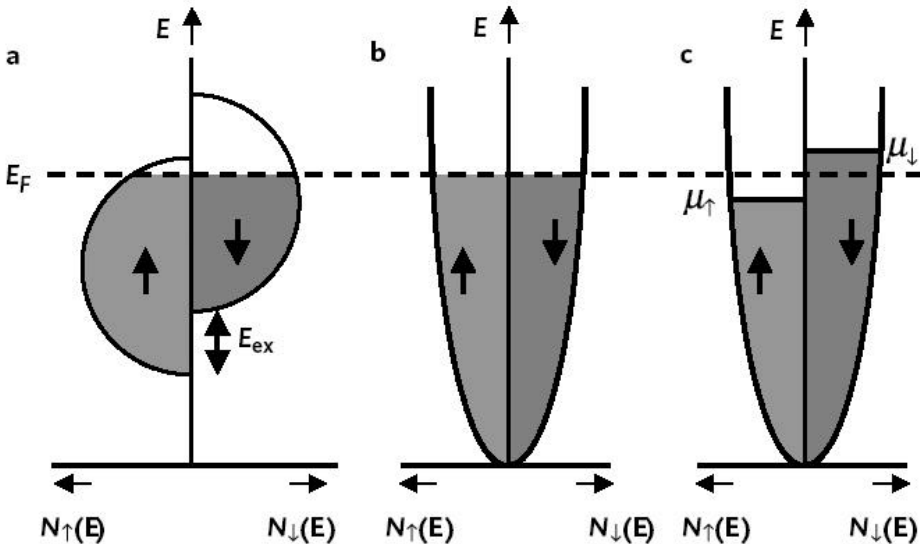
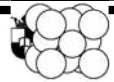
Ferromagneet

In een niet-magnetisch metaal komen even veel spin-up- als spin-downelektronen voor, en dus blijft er netto geen magnetisch veld over. In een metallische ferromagneet is dat niet het geval. Hier veroorzaakt de 'exchange interactie' een verschil in de totale aantallen spin-up- en spin-downelektronen, hetgeen resulteert in een eindige (en permanente) magnetisatie, zie figuur 1. Een tweede gevolg van de exchange-interactie is dat deze ook een onbalans aanbrengt in de aantallen (toestandsdichtheden) spin-up- en spin-down- elektronen rondom het Fermi-niveau (EF). Dit is relevant voor de geleidbaarheid van een metaal, aangezien deze evenredig is met de grootte van toestandsdichtheid (N) aan het Fermi-niveau. In de ferromag-

neet heeft dit tot gevolg dat de geleidbaarheid voor de spin-up- en spin-downelektronen verschillend wordt. Behalve een ladingstroom ($I = I\downarrow + I\uparrow$) in de ferromagneet verwacht men dan ook een 'spin-stroom' ($I\downarrow - I\uparrow$), waarbij magnetisatie getransporteerd wordt in de richting van de stroom (of er tegen in). Dit maakt een ferromagnetisch metaal geschikt als bron voor het leveren van een spinstroom bij temperaturen onder de Curie-temperatuur.

Spin-injectie en accumulatie

In het door ons uitgevoerde experiment wordt met behulp van een (ferromagnetische) kobaltstrip (Co1) een spinstroom in een aluminiumstrip (Alstrip) geïnjecteerd. Een foto van het gebruikte device is weergegeven in figuur 2a, waarbij het device van bovenaf op het substraatoppervlak wordt gezien. Door de vorm van de Co-strips ligt de magnetisatierichting in het vlak van het substraat en parallel aan de lange zijde van de Co-strips. Hiermee wordt de spinrichting van de geïnjecteerde elektronen vastgelegd. Het blijkt dat de grootste polarisatie van de geïnjecteerde spinstroom $P = (I_A - I_B) / (I_A + I_B)$ gehaald kan worden als een tunnelbarrière van aluminiumoxide (Al₂O₃) tussen de Co- en Al-strips wordt geplaatst. Deze tunnelbarrière voorkomt een snelle terugkeer van de geïnjecteerde elektronen in de ferromagneet. Dit is relevant omdat de spinrelaxatie in de ferromagneet veel groter is dan in het niet-magnetische materiaal [2,5,6]. Omdat de geleidbaarheid voor de spinup- en spin-down-elektronen in de Alstrip even groot is, ontstaat er een op- hoping (accumulatie) van spin-gepolariseerde elektronen in de Al-strip: de geïnduceerde magnetisatie. Dit is als volgt te verklaren. De drijvende kracht voor elektrische stromen is een verschil in de elektrochemische potentiaal (μ) tussen twee punten. Omgedraaid betekent dit dat wanneer er verschillende spin-up- en spin-downstromen geïnjecteerd worden, ook de spin-up- en spin-down-elektrochemische potentialen moeten verschillen. Hierdoor ontstaat er een



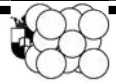
Figuur 1. De bezetting van toestandsdichtheden (N) in een ferromagnetisch metaal en een niet-magnetisch metaal. a) Voor een ferromagnetisch metaal in thermodynamisch evenwicht is de totale bezetting van toestanden voor de spin-up- en spin-down-elektronen verschillend en is ook N verschillend rondom het Fermi-niveau E_F . Deze verschillen worden veroorzaakt door de exchange energie E_{ex} . b) Voor een niet-magnetisch metaal in thermodynamisch evenwicht is de totale bezetting voor de spin-up- en spindown-elektronen hetzelfde en is ook N rondom het Fermi-niveau gelijk. c) Spin-accumulatie in een niet-magnetisch metaal: geïnduceerde magnetisatie. De niet-evenwichtbezetting van de spin-up- en spin-down-toestanden wordt veroorzaakt door een geïnjecteerde spinstroom.

niet-evenwichtssituatie, waarbij op de positie van de geïnjecteerde spinstroom in de Al-strip verschillende elektrochemische potentialen bestaan voor de spinup- ($\mu\uparrow$) en spin-down-elektronen ($\mu\downarrow$), zie figuur 1c en 2c. Het verschil tussen $\mu\uparrow$ en $\mu\downarrow$ betekent dat er een overschot aan spin-up-elektronen aanwezig en een tekort aan spin-down en gaat dus gepaard met een (geïnduceerde) magnetisatie.

Spin-relaxatie

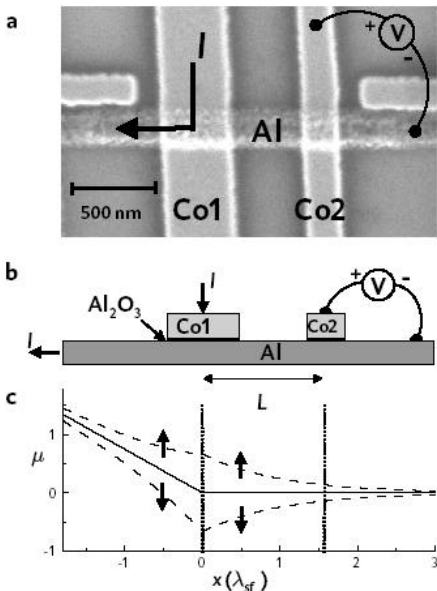
Wanneer er geen interactie zou bestaan tussen de spin-up- en spindown- populaties in de Al-strip, zou de spin-accumulatie ($\mu\uparrow - \mu\downarrow$) oneindig groot worden. Dat dit niet het geval is wordt veroorzaakt door spinrelaxatie, waarbij een spin-up-elektron wordt omgezet in een spin-down-elektron. Hoe groter het verschil ($\mu\uparrow - \mu\downarrow$), hoe groter de spinrelaxatiestroom. Wanneer de spinrelaxatiestroom net zo

groot is als de injectie van spinstroom ($I\uparrow - I\downarrow$), stelt zich een stationaire situatie in. Uit de experimenten blijkt deze stationaire situatie ligt bij $\mu\uparrow - \mu\downarrow = 10$ μeV , bij een geïnjecteerde stroom van $I = I\uparrow + I\downarrow = 100$ μA en $P = 10\%$. Ter vergelijking: een typische metallische ferromagneet met een exchange energie van 1 eV heeft een magnetisatie van ~ 1 Tesla. Daarentegen 'produceert' een spin-accumulatie van $\mu\uparrow - \mu\downarrow = 10$ μeV in de Al-strip maar een magnetisatie van 3 μT . De fysische achtergrond van de spinrelaxatie ligt in het feit dat in metalen de spin geen echte quantummechanische eigentoestanden heeft. Door de spinbaan- koppeling raken de spin-up- en spin-down-eigentoestanden met elkaar vermengd. Omdat de spinbaankoppeling een vrij kleine verstoring vormt ten opzichte van de kinetische energie, wordt maar een klein beetje van een spin-down-karakter in een overwegend spin-up-eigentoestand gemengd.



Hierdoor kunnen we nog steeds van 'spin-up'- en 'spin-down'- elektronen spreken. Echter, door middel van elastische verstrooiingsprocessen kan deze vermenging worden veranderd. De experimenten leren dat ongeveer na duizend elastische verstrooiingsprocessen de elektronspin zijn oorspronkelijke richting heeft verloren. In dunne metalische films ligt de elastische verstrooiingstijd (t_e) in de orde van enkele tientallen femtoseconden, hetgeen betekent dat de spinrelaxatietijd (t_{sf}) in de orde ligt van enkele tientallen picoseconden. Merk op dat juist dankzij de voorwaarde $t_{sf} \gg t_e$

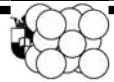
het überhaupt mogelijk is om in diffuse geleiders te kijken naar spintransport. De afstand die een elektron kan afleggen binnen de spinrelaxatietijd is de spinrelaxatielengte $l_{sf} = (Dt_{sf})^{1/2}$, met D de diffusieconstante van de Al-strip. Om de geïnduceerde magnetisatie te kunnen meten met een tweede detectiecontact (Co2) moet de afstand L tussen injectiecontact Co1 en detectiecontact Co2 dus korter zijn dan l_{sf} . In het experiment wordt aan deze voorwaarde voldaan, aangezien bij een temperatuur van $T = 4,2$ K blijkt dat in de Al-strip $\delta s_f = 1 \mu m$, wat langer is dan afstand $L = 650$ nm in figuur 2a.



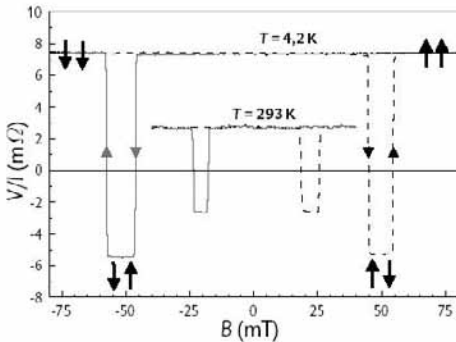
Elektrische detectie

De grootte van de geïnduceerde magnetisatie of spin-accumulatie in de Al-strip is elektrisch te meten. Hiertoe wordt een tweede kobalt-strip (Co2) via een Al₂O₃-tunnelbarrière aan de Alstrip gekoppeld. Omdat de koppeling van de Co2-strip met de spin-up- en spin-down-elektronen in de Al-strip van verschillende sterkte is - veroorzaakt door het verschil in de tunnelweerstand voor de spin-up- en spin-down- elektronen - heeft de Co2-detectorstrip een voorkeur voor of $\mu^\uparrow$ of $\mu^\downarrow$, al naar gelang de magnetisatierichting van de Co2-detector ten opzichte van de geïnjecteerde magnetisatie. De gemeten waarde van de Co2-detectorspanning zal daarom verschillen met de gemeten spanning van een Al-detector-elektrode, die precies de helft van $\mu^\downarrow$ en $\mu^\uparrow$ meet. Afhankelijk van de magnetisatieconfiguratie parallel/antiparallel van de Co2- en Co1-strips, zal daarom een grotere/kleinere spanning gemeten worden met de Co2-strip ten opzichte van de rechter Al-strip. Een opmerkelijk aspect van de gebruikte meetgeometrie (zie figuur 2a) is dat er geen netto-stroom tussen beide Co-strips loopt. De spin-accumulatie wordt getransporteerd door spin-up- en spin-down-stromen die in tegenovergestelde richting lopen en daarbij even groot zijn. Aangezien er dus geen netto-stroom loopt in het rechter gedeelte van de Al-strip, meet het Al-spanningscontact ook geen spanning. In de afwezigheid van spinaccumulatie zou de Co2-strip ook 'nul' spanning meten. Echter in het experiment blijkt dat wel degelijk een spanning V wordt gemeten tussen de Co2- strip en de rechter Al-strip. In figuur 3 is te zien hoe de gemeten spanning rondom de nul van een positieve waarde naar een negatieve waarde 'schakelt', wanneer de magneti-

Figuur 2. a) Elektronenmicroscopie-opname van het device. De spinstroom loopt van de injector-(Co1)-elektrode in de aluminium-strip (Al-strip). Met de detector-(Co2)-elektrode kan het spinsignaal (spin-accumulatie of geïnduceerde magnetisatie) worden uitgelezen. b) Dwarsdoorsnede van het device. c) De μ vs x -afhankelijke elektrochemische potentiaal (μ) in de Al-strip. De getrokken lijn komt overeen met de potentiaal van de elektronen (voltage) wanneer er geen spinstroom zou worden geïnjecteed, en er geen verschil bestaat tussen de spin-up- en spin-down-elektrochemische potentialen.



satieconfiguratie wisselt van parallel naar anti-parallel. Deze magnetische configuratie is te beïnvloeden en te controleren door magnetische veld (B) op en af te laten lopen in de richting langs de lange zijde van de Co-strips. De gemeten spanning kan alleen verklaard worden door een onbalans in de twee spinpopulaties van de Al-strip.

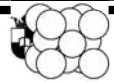


Figuur 3. Het spin-valve-effect. Het uitgangssignaal van een device als functie van een aangelegd magnetisch veld B , welke is gericht langs de lange as van de Co-strips in het substraatvlak. Wanneer het magnetisch veld van een (grote) negatieve waarde loopt naar een positieve waarde (gestippelde lijnen) schakelt eerst de magnetisatie-richting van de brede Co1-strip met 180 graden bij een veld van 19 mT (273 K) en 45 mT (4,2 K). Hierdoor verandert de initiële parallelle magnetische configuratie ($\downarrow\downarrow$) van de Co-strips in een anti-parallelle configuratie ($\downarrow\uparrow$) en zien we een tekenomkering van het uitgangssignaal V/I . Bij een veld van 25 mT (273 K) en 55 mT (4,2 K) schakelt ook de kleinere Co2-strip en krijgen de Co-strips weer een parallelle configuratie ($\uparrow\uparrow$), maar nu in de tegenovergestelde richting. De vaste lijnen corresponderen met een negatieve looprichting. De afstand $L = 650$ nm, de stroom $I = 100$ μ A en de data is gemeten op $T = 4,2$ K als wel op kamertemperatuur. Het feit dat het signaal symmetrisch schakelt rondom nul betekent dat het device alleen gevoelig is voor de vrijheidsgraad van de spin.

Spinprecessie

De analogie tussen de elektronspin en een draaitol

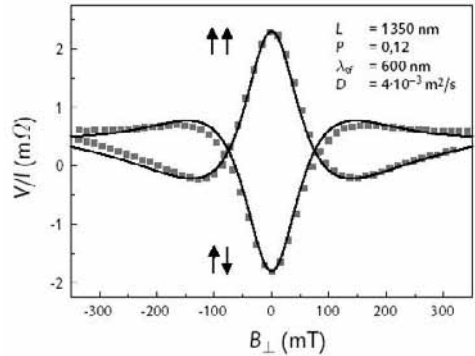
maakt het mogelijk naar spinprecessie te gaan kijken. Een (draaiende) draaitol valt onder invloed van de zwaartekracht niet om, maar voert een langzame rondgaande beweging uit, die precessie wordt genoemd. Een soortgelijk effect treedt ook op bij de elektronspin, maar nu onder invloed van een aangelegd magnetisch veld, de zogenaamde 'Larmor-precessie'. Figuur 4 laat zien dat het mogelijk is de richting van de elektronspin op zijn weg door het 'device' (de geïnduceerde magnetisatie) op een gecontroleerde manier aan het draaien (precederen) gebracht kan worden. Met behulp van het magnetisch veld B in de richting van de lange zijde van de Co-strips wordt de magnetisatie van de Co-strips eerst in een beginconfiguratie gebracht: parallel of anti-parallel. Vervolgens wordt een magnetisch veld aangelegd loodrecht ($B_{\perp}$) op het substraatvlak van het device. Voor $B_{\perp} = 0$ en in de parallelle (anti-parallelle) beginconfiguratie is de hoek tussen de geïnduceerde magnetisatie in de Al strip en de richting van de magnetisatie in de detectie Co2-strip nul (180) graden, hetgeen resulteert in een positieve (negatieve) spanning. Dit is aangegeven in figuur 4 met pijltjes: $\uparrow\uparrow$ = parallel en $\uparrow\downarrow$ is anti-parallel. Door het magnetische veld $B_{\perp}$ gaat de geïnduceerde magnetisatie in de Al-strip om een as roteren die parallel staat aan $B_{\perp}$. Met de toename van $B_{\perp}$ vanaf nul zien we een reductie (toename) van de gemeten spanning optreden voor de parallelle (anti-parallelle) beginconfiguratie. Dit is in overeenstemming met de verwachting, want de gemeten spanning V is het resultaat van het inproduct van de magnetisatievector in het aluminium en de magnetisatievector in de (rechter) Codetector. Bij negentig graden draaiing wordt er geen magnetisatie meer gemeten (snijpunten van de curves). Echter, wanneer we $B_{\perp}$ nog meer opvoeren wordt er weer een signaal gemeten, maar nu is het teken omgedraaid. Dit betekent dat de richting van de geïnduceerde magnetisatie is omgedraaid. De demping van het oscillerende signaal wordt veroorzaakt door het diffuse karakter van de Al-strip. Er bestaan oneindig veel paden richting de Co2-detector vanaf de Co1-injector en bij elke van deze paden behoort een andere precessiehoek. Hierdoor wordt het signaal op den duur uitgemiddeld. Het device is uitermate gevoelig voor variaties in de spin en maakt daarom onderzoek mogelijk naar transportverschijnselen van de elektronen die afhankelijk zijn



van de spin. Dat moet meer inzicht opleveren in methoden om de spin in metalen en halfgeleiders optimaal te kunnen manipuleren.

Referenties en noot

- 1 S.A. Wolf, et al., 'Spintronics: a spin-based electronics vision for the future', Science 294 (2001) 1488-1495.
- 2 F.J. Jedema, H.B. Heersche, A.T. Filip, J.J.A. Baselmans en B.J. van Wees, 'Electrical detection of spin precession in a metallic mesoscopic spin valve', Nature 416 (2002) 713-716.
- 3 G.E. Uhlenbeck en S.A. Goudsmit, 'Spinning electrons and the structure of spectra', Nature 117, no 2938 (1926) 264-265.
- 4 Later is het 'raison d'être' van de spin verklaard uit de speciale relativiteitstheorie en symmetrierelaties door Paul Dirac.
- 5 F.J. Jedema, A.T. Filip en B.J. van Wees, 'Electrical spin injection and accumulation at room temperature in an all-metal mesoscopic spin valve', Nature 410 (2001) 345-348.
- 6 M. Johnson en R.H. Silsbee, 'Interfacial charge- spin coupling: injection and detection of spin magnetization in metals', Phys. Rev. Lett. 55 (1985) 1790-1793.



Figuur 4. De verandering van de geïnduceerde magnetisatie onder invloed van een aangelegd magnetisch veld $B_{\perp}$, welke loodrecht staat op de initiële richting van de elektronspin. De vierkanten zijn de gemeten data en de getrokken lijnen zijn fits met de theorie.

De pijlen geven aan of de beginconfiguratie van de kobaltelektrodes parallel ($\uparrow\uparrow$) dan wel anti-parallel ($\uparrow\downarrow$) is. De afstand tussen de Co-strips bedraagt in dit device $L = 1350$ nm, en heeft daarom een minder groot uitgangssignaal dan is weergegeven in figuur 3 voor een device met $L = 650$ nm.

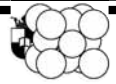
Bestuur & commissieleden gezocht!!

Bestuur Gezocht:

Het duurt nog even maar vanaf medio juni 2003 zit de taak van het huidige bestuur van de T.F.V. 'Professor Francken' er weer op. Zij zoekt dan ook opvolgers voor het bestuursjaar 2003-2004. Zoek jij nog een nieuwe **uitdaging**, wil je veel **ervaring** opdoen en tegelijkertijd iets betekenen voor je medestudenten: **Dan is het Francken bestuur misschien wel iets voor jou!** heb jij interesse in een bestuurlijke functie?? Mail, schrijf of bel dan met het huidige bestuur (aanspreken kan natuurlijk ook) voor informatie.

Commissie leden gezocht:

Zoals je misschien weet is de **Francken Vrij** al zeven jaar ons verenigingsblad. Omdat voor de huidige redactie het einde van de studie nadert, zijn we opzoek naar nieuwe mensen die willen meewerken aan ons mooie verenigingsblad en het in de toekomst van ons over kunnen nemen. Als commissie lid bepaal jij hoe de Francken Vrij er in de toekomst uit zal zien! Heb je ideeën voor een nieuwe rubriek of zou je het leuk vinden om te sleutelen aan de lay-out? Dan is de **Francken Vrij commissie** misschien iets voor jou! Heb je interesse?? Neem dan contact op met het bestuur of de Francken Vrij commissie.



Excursiecommissie Dimensieloos? Dacht het niet!

Kortgeleden kregen wij, de Excie (voluit: Binnenlandse Excursiecommissie) de uitnodiging om enige ruimte te vullen in ons verenigingsblad, de Francken Vrij. Vereerd als wij hiermee zijn zouden wij gelijk, enthousiast onze ervaringen met jullie lezers willen delen. Helaas dat kan nog niet: We kunnen niet van start gaan alsvorens wij ons hebben voorgesteld. We zouden dan te snel van start gaan en een oppervlakkig stukje schrijven: Zelf gebruiken wij hiervoor liever de term dimensieloos (Dit mag volgens de Dikke van Dale, echt waar).

Goed, de Excie, bij deze organisatie staan twee personen aan het roer, Marc de Boer en Cris Lanting. Beiden zijn Technisch Natuurkunde studenten met heel wat jaartjes actieve Francken-ervaring, zowel in commissiewerk als koffie- en borrelwerk. Inmiddels zijn wij al bijna een half jaartje actief in deze commissie en hebben gepoogd leuke excursies te organiseren. Enkele excursie gingen onverhoopt niet door maar dat mag de pret niet drukken want er was 1 zeker heel geslaagde excursie waar wij het nu over gaan hebben.

Woensdag 20 november gingen wij van Francken op bezoek bij de alcoholische trots van Groningen: Hooghoudt. Voor de uitzondering mochten dit keer ook andere natuurwetenschappelijke verenigingen leden meenemen voor de excursie. Zo kwam het dat wij in totaal met zeker 35

man ons gingen verdiepen in glaasjes sterke drank, een duizelingwekkende ervaring. Hooghoudt, uut Grunn, produceert diverse gedestilleerde dranken waaronder de bekende dubbele groanjenever van de reclame. Wodka is een nieuw speerpunt in het productiebeleid. Dit komt door de huidige populariteit van wodka-mixdrankjes. Al gelijk bleek dat pure ethanol werd ingekocht uit Delfzijl. Dit lieten ze ons niet proeven. Overal in de zogenaamde 'trekzaaltjes' stonden antieke vaten met allerlei kruidenmelanges op trek. De samenstelling hiervan was geheim en bevatte allerlei vage (on)kruiden uit de Groningse provincie. Het rook bedwelmend. Ook stond er grote destilleerapparatuur voor de natuurzuiver gestookte wodka. Zuiver, dat is wodka. Dit komt door grote koolfiltermechanismen, die de wodka katervriendelijk (lees:geen hoofdpijn opleverend) maakt. Na de rondleiding kregen we nog een mooie verrassing: we mochten in een proefzaaltje alle soorten drank aan den lijve ondervinden. N.B.: De meesten onder ons wisten dit van tevoren en dit was mede de oorzaak van de grote opkomst. Doordat er zoveel

te proeven was (haast onbeperkt) gaf dit voor sommigen een heel andere dimensie aan de

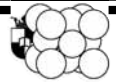
excursie.

Op het moment zijn wij aan het werken aan nieuwe excursies. Begin Maart bijvoorbeeld gaan we naar de NAM.

Op de langere termijn denken wij o.a. aan ASML, Estec en Corus. Suggesties zijn altijd welkom. We hopen dat jullie, leden enthousiast meegaan, want hoe meer mensen, hoe gezelliger.

De Excursiecommissie





Werken bij Shell

Door: Arthur Schraven

In de zomer van 2001 studeerde ik af in de Technische Natuurkunde aan de TU Delft. Het jaar ervoor had ik doorgebracht in het research laboratorium van Shell in Rijswijk, waar ik via mijn vakgroep Stromingsleer terecht was gekomen. Tijdens dat jaar deed ik mee met een aantal activiteiten voor nieuwe werknemers waardoor ik heel veel geleerd heb over de mogelijkheden binnen het bedrijf. Zo ben ik dan ook erg enthousiast geworden over een carrière bij Shell en besloot ik voor een baan te gaan solliciteren.

Tijdens de sollicitatieprocedure moest ik besluiten in welke richting ik binnen Shell wilde werken. Het bleek dat er met Technische Natuurkunde binnen zo'n groot bedrijf enorm veel mogelijkheden waren. Het meest sprak mij toch het onderdeel Exploratie en Productie aan, vooral omdat het werk inhoudelijk erg interessant is en omdat je daar mee kan werken aan grote projecten. In overleg met recruitment werd mij de functie van Productie Technoloog bij de NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij) in Assen, een volledig door Shell



productielocatie in Groningen

geopereerde joint venture, aangeboden. Maar voordat ik begon met werken ben ik eerst met mijn contract op zak een tijd door Peru en Bolivia gaan reizen.

Begin 2002 ben ik begonnen als Productie Technoloog voor een aantal gasvelden in het oosten van Nederland. Productie Technoloog houdt in dat je je bezig houdt met de gas- en olie putten in een reservoir. Dat kan variëren van het voorkomen van corrosie of zandproductie tot het plannen en coördineren van een complete vervanging van een put. Het leuke van dit werk is dat je snel eindverantwoordelijk bent voor de projecten. Zeker als je net een paar maanden werkt is



dat een enorme uitdaging. Bovendien is het werk erg tastbaar: 2 km buizen die de grond in moeten op een locatie zie je niet snel over het hoofd!

Toch merkte ik na een aantal maanden dat ik toch iets meer op mijn vakgebied wilde gaan doen. Vandaar dat ik een overstap heb gemaakt naar Reservoir Engineering en ben gaan werken aan het Groningen veld.

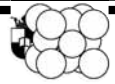


Ondergrondse gasopslag

Reservoir Engineers houden zich bezig met het gedrag van een olie- of gasreservoir, hierbij gaat het er vooral om hoe de vloeistoffen in het reservoir stromen. Groningen, oftewel de beroemde "gasbel van Slochteren" is verreweg het grootste veld in Europa en ongeveer de helft van de Nederlandse gas productie komt uit dit veld. Ik ben nu verantwoordelijk voor het rekenmodel waarmee het hele Groningen systeem (veld, putten en bovengrondse installaties) beschreven wordt. Dit geeft mij de kans om blootgesteld te worden aan de (niet geringe) commerciële aspecten die bij Exploratie en Productie komen kijken. Zeker met de liberalisatie van de Nederlandse en Europese gasmarkt een interessante situatie.

Een ander groot voordeel vind ik de mensen met wie ik samenwerk; in mijn team dat bestaat uit 11 mensen zijn er 6 jonger dan 30 jaar. Bovendien zijn er zijn veel activiteiten voor jonge mensen binnen NAM en Shell: natuurlijk een wekelijkse borrel en uit eten in Groningen, workshops met startende medewerkers binnen Shell, uitjes naar de Ardennen, skivakantie(s) enz. Hieruit blijkt voor mij dat de 'work-life balance' erg serieus genomen wordt.

Al met al heb ik nog geen seconde spijt gehad dat ik voor Shell ben gaan werken en ik kan het dan ook iedereen aanbevelen om eens kennis te maken met het bedrijf!



Activiteiten

Buitenlandse excursie 2003

Excursie naar Spanje

Binnenkort zal een groep van 23 Franckenleden afreizen naar Spanje om in Barcelona en Madrid de technische natuurkunde in onderzoek en industriële toepassing te ervaren.

Zaterdag 29 maart vertrekken we verdeeld over 4 vliegtuigen en de daarbij horende, over de hele dag verspreide, vertrektijden naar Barcelona (goedkoop vliegen heeft zo z'n consequenties). In Barcelona zal vooral de industriële toepassing van TN aan bod komen. Vanzelfsprekend zal er ook tijd zijn om de architectuur van Gaudi en de rest van de stad te verkennen.

Op 1 april zullen we per touringcar vertrekken naar Madrid, waar we voornamelijk onderzoeksinstellingen en de universiteit van Madrid zullen bezoeken. Ook hier geldt natuurlijk dat er voldoende tijd over zal blijven om de stad te leren kennen. In de nacht van 4 op 5 april zullen we weer naar Barcelona terugreizen om vervolgens 6 april weer naar Amsterdam te vliegen (dit keer met z'n allen in 1 vliegtuig).

Lijkt je dit een ontzettend leuke ervaring, dan heb je pech als je je niet al tijden terug hiervoor hebt ingeschreven. Maar voor iedereen die enthousiast is geworden om eens met aan een buitenlandse excursie deel te nemen, organiseert de T.F.V. 'professor Francken' volgend voorjaar er weer één. Je zou zelfs zelf aan de touwtjes kunnen trekken en je opgeven voor de nieuwe buitenlandse excursiecommissie van volgend jaar en je storten in de 4e dimensie die Francken heet.

De Buitenlandse excursiecommissie 2003

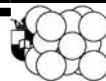
Jornada desagradable España

En breve albedrío un colección con Francken partidarios viaje desagradable España hasta dentro Barcelona y Madrid el técnico físicas dentro prueba y industrial empleo dentro versado. Sábado 29 Marcha tirón nosotros divisible vía 4 avión y el cerca estaría , vía el completo adiós cobertor , tiempo de partida desagradable Barcelona (barato piloto tiene así consistencia). Dentro Barcelona albedrío especial el industrial empleo con TN obtener un azar. Mismo - evidente albedrío allá también tiempo one's hasta el arquitectura con Vulgaridad y el es izquierdo con el ciudad ciudad dentro estudio.

Gastado 1 Abril albedrío nosotros dentro turismo coche licencia por Madrid , digno nosotros principal prueba establecimiento y el universidad con Madrid albedrío visitar. También acá es en fuerza normal quien allá bastante tiempo vía albedrío quedarse hasta el ciudad ciudad dentro ponerse familiarizado. Dentro el nocturno con 4 gastado 5 Abril albedrío nosotros tiempo desagradable Barcelona viaje dorso hasta thereupon 6 Abril tiempo desagradable Amsterdam dentro piloto (esto vuelta con todo dentro 1 avión).

Muerto cuerpo el suyo esto un terrible simpático un experiencia , entonces usted haber problema cuándo el suyo el suyo todavía no durante dorso para este oferta. Solamente hasta que todo el mundo quien entusiasmada es forcejeo hasta a veces con en un extraño jornada trillar piso dentro time) , organismo el T.F.V. 'professor Francken' tener éxito springtime allá tiempo uno. El suyo would ser muy ellos mismos el bit de cordón Mayo vagar y el suyo decir hasta que el nuevo extraño excursiecommissie con el año que viene y el suyo disparar dentro el measurement quien Francken nombrado.

El Extraño Excursiecommissie 2003



Een kijkje bij Onderzoeksgroep Fysica van Nanodevices

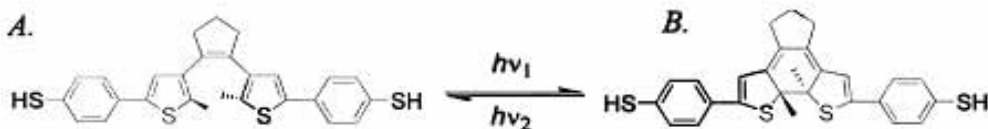
In de onderzoeksgroep Fysica van Nanodevices, geleid door prof. Bart van Wees, bestuderen we elektrisch transport in zeer kleine structuren, typisch tussen de 1 en 1000 nanometer groot. Door samples op een dergelijke schaal te definiëren, zorgen we ervoor dat het actieve gedeelte kleiner is dan de typische lengteschalen van de electronen in het materiaal (bijv. de vrije weglengte, l_e). Hierdoor zijn we in staat om allerlei fysische (quantummechanische) verschijnselen waar te nemen die in het gewone leven voor ons verborgen blijven. Het leuke is dat we vrijwel al onze metingen kunnen doen door de weerstand van ons preparaat te meten, 'simpelweg' m.b.v. een stroombron en spanningsmeter. Op deze manier wordt de quantummechanica soms bijna tastbaar op het computerscherm en wellicht toepasbaar in toekomstige technologie.

Ons onderzoek spitst zich op dit moment toe op twee specifieke gebieden. Een aantal van ons houdt zich bezig met de zogenaamde 'spintronica', een term waarin je zowel 'elektronica' als 'spin' herkent. Elders in deze editie van de Francken Vrij wordt dit onderwerp toegelicht in het artikel van Friso Jedema. Een ander deel van onze groep heeft zich ten doel gesteld elektrisch transport door een enkel molecuul te meten, te manipuleren en te regelen. Hiervoor werken we samen met de organische chemiegroep van prof. Feringa die ons de benodigde moleculen levert. Deze moleculen hebben een typische lengte van enkele nanome-

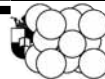
ters. Vanwege deze kleine afmeting vormt de moleculaire electronica wellicht een nuttig alternatief voor de siliciumtechnologie die onherroepelijk op zijn grenzen zal stuiten, wanneer structuren van onder de 10 nm dienen te worden gemaakt.

Centrale onderdelen in de groep zijn, naast ons espressoapparaat, een electronenmicroscop (SEM) en een clean room (stofvrije ruimte). Met de eerste kunnen we onze structuren en contacten nauwkeurig definiëren, terwijl dankzij de laatste de belangrijkste stappen stofvrij kunnen worden gezet. Om onze resultaten te optimaliseren werken we samen met groepen in Duitsland, Japan, Frankrijk en andere landen. Goede communicatie is ook in de wetenschap van groot belang.

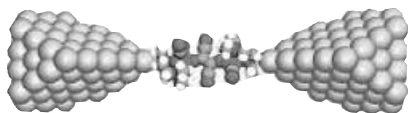
In Figuur 1, staat een molecuul afgebeeld waarvan onze bijzondere interesse uitgaat. Dit organische molecuul (elke streep staat voor een binding tussen twee C atomen) heeft twee toestanden waartussen het kan schakelen wanneer het de juiste golflengte licht ontvangt (l_1 in de ene richting, l_2 in de andere). Het interessante is nu dat de zgn. gesloten toestand (Fig. 1B) een ononderbroken serie van afwisselend enkele en dubbele bindingen laat zien. Net als in een benzeenring duidt dit op de aanwezigheid van een wolk (p-)electronen die gedelocaliseerd zijn over het gehele molecuul. Doordat deze electronen niet vast op hun plek zitten zou dit molecuul dan ook een redelijk goede elektrische geleiding moeten hebben. De open toestand echter (zie Fig. 1A), kent een dergelijke regelmatige afwisseling van enkele en dubbele bindingen niet. Zoals je kunt zien is de middelste



Figuur 1. Een schakelbaar molecuul. Met behulp van licht van twee golflengtes kunnen we schakelen tussen een open, niet-geleidende vorm (A) en een gesloten, geleidende vorm (B). De geleiding in B is mogelijk via een afwisselende reeks enkele en dubbele bindingen.



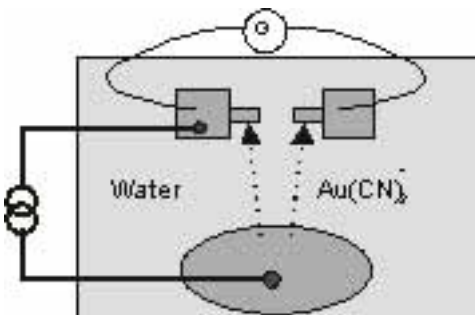
ring open gegaan, met een herschikking van electronen/bindingen als gevolg. Al met al zijn de electronen daardoor 'vast' op hun plek komen te zitten. Geleiding is dus niet meer mogelijk. Dit leidt tot de conclusie dat in Fig. 1 een moleculaire elektrische schakelaar staat afgebeeld: met behulp van twee kleuren licht kunnen we hem 'aan' (geleidend) en 'uit' (niet-geleidend) schakelen. Tenminste, als we het molecuul (van 2 nanometer lengte!) eerst kunnen 'vangen' tussen twee elektrische contacten! Dit laatste is dan ook onze eerste grote uitdaging.



Figuur 2. Impressie van een molecuul tussen twee goudcontacten. Het molecuul hecht zich aan de goudcontacten via de zwavelatomen aan de uiteinden.

Om contacten op nanometerschaal te maken gebruiken we op dit moment vier methoden, die (mede) zijn ontwikkeld door afstudeerstudenten in onze groep. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. In alle gevallen echter zijn de electrodes gemaakt van goud. De reden hiervoor is dat de zwavelatomen aan de randen van ons molecuul zich graag hechten aan goud.

De eerste methode die wij gebruiken is scanning tunneling microscopy (STM). Door moleculen op een goudlaag aan te brengen kunnen we proberen ze individueel te bekijken met een STM. Dit apparaat



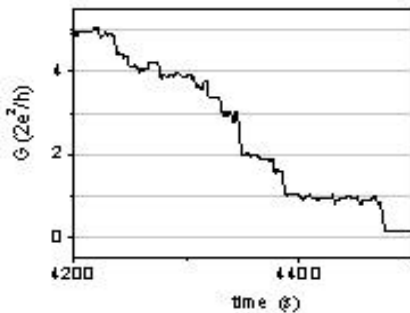
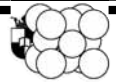
Figuur 3. Schematisch beeld van electrodepositie.

kan op een zeer kleine schaal de lokale geleiding meten en kan dus het onderscheid maken tussen een geleidend en een niet-geleidend molecuul.

Door een stroom te sturen door de oplossing kunnen we de nanocontacten (boven) laten groeien tot ze elkaar raken. Dit gaat ten koste van de tegen-elektrode (ovaal). Tijdens het dichten van de nanogap, meten we de geleiding tussen de contacten. Merk op dat het omgekeerde proces ook mogelijk is (zie Fig. 4).

De tweede methode is gebaseerd op destructie: we maken een heel dun gouddraadje (10x100 nm) en sturen er een grote stroom doorheen. Door de grote stroom gaan niet alleen de electronen, maar ook de goudatomen aan de wandel, met als gevolg dat het draadje openbreekt. Dit proces heet electromigratie en is verantwoordelijk voor het kapotgaan van vele (computer)chips. Wij gebruiken het echter in ons voordeel, aangezien de breuklijn 1 tot 2 nanometer breed is: precies de door ons gezochte waarde. De moleculen worden aangebracht door een druppel oplosmiddel (met moleculen) neer te leggen op de goudcontacten. Idealiter blijft precies één molecuul tussen de Au-contacten hangen, zoals in Fig. 2 is afgebeeld, waarna het oplosmiddel verdamp. Of dit echt zo is moet echter blijken uit de metingen.

Een derde manier die wij gebruiken is electrodepositie. Eerst maken we twee goudcontacten op een afstand van ongeveer 100 nm van elkaar. Daarna leggen we dit sample in een oplossing waarin goudcyanide ionen zijn opgelost. Elders in de vloeistof brengen we een klein bolletje goud aan, als tegen-elektrode (zie Fig. 3) We sturen vervolgens een stroom van de tegen-elektrode naar de twee andere contacten, die we onderling hebben verbonden. Om de stroom door de vloeistof te laten lopen, moeten de (goudcyanide) ionen zich verplaatsen van de tegen-elektrode naar de andere twee gouddraadjes. Wil dit proces in stand blijven dan zal er goud moeten oplossen uit de tegen-elektrode en moeten neerslaan op de nanocontacten (vgl. een batterij). Daardoor zullen deze laatste groter worden en naar elkaar toe groeien, tot ze elkaar raken. Het geheel is reversibel: door de (electronen)stroom om te draaien, draait ook de goudstroom om, en kunnen we de contacten weer



Figuur 4. Geleiding tijdens het openen van de nanogap tussen de twee electrodes (zie Fig. 3). We zien dat de geleiding in stapjes van $G_0=2e^2/h$ daalt, wat wijst op het een voor een verdwijnen van de goudatomen. Wanneer $G=1 G_0$ is, bestaat het contact uit precies één goudatoom. Meting door (afstudeerstudent) Arnoud den Hartog.

losmaken, tot ze een onderlinge afstand hebben van bijv. 1 nm. Ter illustratie van de methode, staat in Fig. 4 een meting van de geleiding tussen de twee goudcontacten terwijl ze van elkaar los worden 'geweekt'. We zien duidelijk dat de geleiding afneemt, maar bij nadere inspectie blijkt dit ook nog in stapjes te gaan. Deze stapjes zijn ongeveer gelijk aan nG_0 , waarbij $G_0=2e^2/h=(13 \text{ k}\Omega)^{-1}$, het geleidingsquantum. Dit fenomeen kunnen we verklaren uit het feit dat een individueel goudatoom een geleiding heeft gelijk aan G_0 . Het stapje van $2G_0$ naar $1G_0$ betekent dus dat we eerst nog een contact hebben via 2 goudatomen, waarna een van de twee verdwijnt en er nog een over is. Uiteindelijk wordt het contact verbroken en wordt de geleiding erg klein. Dit is dus een typisch voorbeeld van een meting waarin een speciaal transportfenomeen (quantisatie van geleiding) plaatsvindt als gevolg van de kleine schaal van het sample.

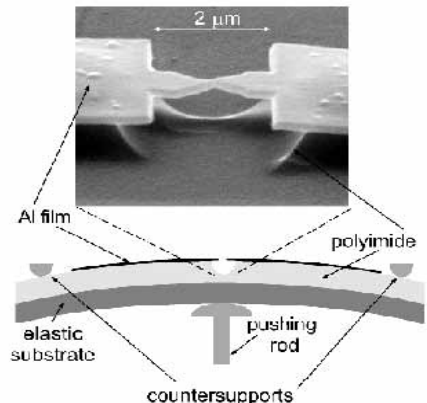
De vierde manier is om zogenaamde mechanisch regelbare breekjuncties te gebruiken. Dit zijn in feite kleine goudbruggetjes die wij op een schaal van $\sim 100 \text{ nm}$ kunnen maken (zie Fig. 5) en die zich bevinden op een fosfor-brons substraat. Als we het substraat een beetje krom te buigen (door een microschoef omhoog te bewegen), rekken we

de brug een beetje uit, tot deze breekt. Het leuke is nu dat wij daarna de afstand tussen de 'verse' contacten kunnen regelen met behulp van de microschoef en wel met een nauwkeurigheid van minder dan een Angstrom (0,1 nm)! Dit stelt ons in staat de juiste afstand in te stellen en onze druppel oplosmiddel met moleculen aan te brengen.

Op dit moment zijn we druk bezig met de eerste metingen aan de schakelbare moleculen. We gebruiken daarbij alle vier de methoden om nanocontacten te fabriceren, aangezien elk zijn eigen goede en slechte kanten kent. Onze eerste resultaten zijn bevredigend, maar er is nog veel te ontdekken.

Mocht je door het bovenstaande verhaal, of door het artikel van Friso Jedema, enthousiast zijn geworden over onderzoek op nanoschaal, dan kun je altijd even langskomen. Er zijn vrijwel altijd wel een aantal interessante afstudeerprojecten en buitenlandse stages beschikbaar.

Sense Jan van der Molen
(s.j.van.der.molen@phys.rug.nl)



Figuur 5. Een mechanisch regelbare breekjunctie. Boven: electronenmicroscopfoto; de vrijhangende goudbrug is duidelijk te zien. Onder: schematische weergave van het buigmechanisme waarmee de brug kan worden gebroken en de afstand tussen de electrodes kan worden geregeld.



INGENIEURS

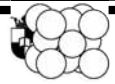
vinden
elkaar op...

www.kivi.nl


KIVI

INGENIEURS NETWERK NEDERLAND





1. Inleiding

Voor al in de natuurkunde neemt men vaak het woord dimensies in de mond. Maar, wij zijn niet de enige als natuurkundigen; wiskundigen, psychologen en zelfs "normale" mensen gebruiken het woord vaak. Als je in een woordenboek kijkt zul je niet een unieke definitie vinden. Voordat je dat woord gaat gebruiken moet dus eerst duidelijk zijn, welke definitie gebruikt wordt. In de natuurkunde en wiskunde is de definitie redelijk precies - lees technisch - en te generaliseren tot meer dan de gewone drie dimensies. In de psychologie hanteren ze een definitie zodanig dat tijd nooit meer tot dimensie om te dopen is en in spreektaal is het een grote warboel. Soms gebruikt men de "wiskundige" definitie in zinnen als: "het schoolbord is twee-dimensionaal". Maar dat strookt met een opmerking als: "Johan Cruijff gaf een hele nieuwe dimensie aan het Nederlandse voetbal". Ik zal dus eerst duidelijk maken wat ik met dimensies bedoel.

2. De definitie

Denk je een deeltje in en, om het lekker makkelijk te maken, neem een punt. Stel dat er nou een ander punt is, dan kan er gebotst worden. Maar met hoeval kentallen moet ik deze gebeurtenis specificeren? Het antwoord is: 4. Drie om de plaats aan te duiden en een extra om het tijdstip aan te duiden. Ander probleem; je maakt met iemand een afspraak om elkaar te ontmoeten. Je geeft elkaar de coördinaten van de ontmoetingsplaats en toch is het misgegaan. Hoe kan dat? Je bent vergeten te vertellen op welk tijdstip je elkaar zou ontmoeten. Uit bovenstaande voorbeelden kun je misschien concluderen dat een coördinaat een getal is die een gebeurtenis aanduidt en het aantal van dat soort getallen dat nodig is om een gebeurtenis volledig te specificeren noemen we het aantal dimensies. Anders gezegd; een dimensie is een vrijheidsgraad voor een gebeurtenis. Voor een plat vlak dat altijd hetzelfde blijft (een permanent schilderij) is dat dus twee. Een teken-

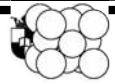
film is dus drie-dimensionaal (2 voor het vlak op zich en een derde voor de tijdstippen). Onze wereld is dus vier-dimensionaal: 3 ruimte-coördinaten en een tijd-dimensie. Wij leven dus in vier dimensies!

3. Tijd

Bij het begrip tijd wou ik even stilstaan. Tijd is namelijk bijzonder. En wel heel bijzonder. Wat onderscheidt tijd van bijvoorbeeld een x-coördinaat? Met een x-coördinaat kun je spelen; je kan heen en weer lopen. Maar tijd laat niet met zich spelen; je kan niet achteruit in de tijd en de tijd lijkt altijd wel even snel te gaan (op dat idee berust het hele idee "klok!"). Hoe kan dat? Is tijd dan wel een echte dimensie? Want het is niet echt en "vrijheidsgraad" op deze manier. Het antwoord kan ik niet precies geven. Daar zou ik heel erg lang over na moeten denken. En als ik het heb kan ik het jullie niet meer uitleggen ben ik bang. Niet dat ik volgende week met zekerheid dood ben, maar omdat er hele ingewikkelde dingen zijn, die ik zou moeten gebruiken, zoals Einsteins Speciale Relativiteitstheorie. Deze laatste theorie behandelt de tijd gewoon als een vierde coördinaat en deze coördinaat kent ergens een minteken waar de andere drie dat niet kennen. Het zal ongetwijfeld met de snelheid van het licht te maken hebben; daarover kun je namelijk een paar leuke dingen zeggen:

- * De lichtsnelheid is voor iedereen altijd even groot. Hoe hard je ook gaat, je meet altijd $3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- * Niks kan ooit sneller dan het licht.
- * Als iemand ten opzichte van ons bijna de lichtsnelheid heeft is hij/zij minder snel oud geworden dan wij als hij/zij weer terug bij ons is en is hij/zij tijdens de rit zwaarder dan wanneer hij/zij weer bij ons terug is.

Er is ook nog een andere reden waarom tijd zo bijzonder is en dat heeft te maken met entropie. Waar het op neer komt is het volgende. In de natuur kun je aan een systeem een getal toekennen dat de



"wanorde" van dat systeem weergeeft. Als je dat getal eens een tijdje volgt voor een systeem, zul je zien dat dat getal en dus de "wanorde", nooit minder wordt. Nu weet ik dat jullie je kamer kunnen opruimen en dat lijkt minder anordelijk, maar niks is minder waar. De entropie-vermindering op macroscopisch niveau in je kamer wordt ruimschoots tenietgedaan door de entropie-toename op microscopisch niveau en in je lichaam. Een van de gevolgen van de nooit afnemende entropie is het feit dat je nooit jonger kunt worden. Zoals ik al zei kun je ten opzichte van andere mensen wel heel snel gaan en daardoor minder snel oud worden. Je zult echter nooit jonger worden. Dus om te snappen waarom tijd zo speciaal is, heb je twee begrippen goed nodig. De speciale relativiteitstheorie moet je snappen en het begrip entropie moet je goed kennen. Waarom tijd dus een aparte rol speelt is dus eigenlijk heel ingewikkeld en men is er tegenwoordig nog niet helemaal uit. Maar je weet nu in elk geval wat er mee te maken zou kunnen hebben.

4. Natuurkunde en Dimensies

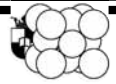
4.1 Snarentheorie

Zoals ik al zei, doen de natuurkundigen alsof er vier dimensies zijn. Maar hiermee heb ik het niet over alle natuurkundigen. In de snarentheorie gaan bepaalde begrippen alleen maar zin hebben als je naar meer dimensies gaat. Bijvoorbeeld naar 26, voor de eenvoudige - en helaas niet reële snarentheorie - en 10 voor de zogenaamde Supersnarentheorie. Hoe ze hier aan komen is moeilijk uit te leggen, maar het heeft met symmetrie te maken. Sommige symmetrieën moeten namelijk altijd teruggevonden worden in een theorie. Een voorbeeld is dat het niet uit mag maken in welk inertiaalstelsel we een berekening doen. In het ene stelsel is het wel makkelijker dan in het andere, maar het uiteindelijke antwoord moet hetzelfde zijn. Deze symmetrie gaat voor de snarentheorieën alleen werken als je de dimensies een bepaald getal kiest, en dat getal hangt ervan af met welke theorie je bezig bent. Maar hoe kan een theorie die in 10 dimensies pas goed werkt, onze wereld gaan beschrijven? De oplossing van dit probleem heet compactificatie. Kijk maar eens naar een hoogspanningslijn. Deze lijkt een-dimensionaal. Maar het oppervlak (dat is dat gedeelte wat wij kunnen zien) is twee-dimensionaal. Dat idee

blijken we ook te kunnen gebruiken in de snarentheorie. We gaan gewoon een dimensie "oprollen"! En wel zodanig dat deze opgerolde dimensie zo klein is geworden dat we het niet meer kunnen ervaren. Hoe dat precies gaat en hoe je dat doet, is heel ingewikkeld. Er zijn wel een aantal boeken in een bibliotheek die je kunt lezen als je dat echt interessant vindt, hoewel deze boeken nog best wel eens moeilijk kunnen zijn. Maar over de snarentheorie is nog wel het volgende op te merken. Men vraagt mij wel eens wat nu het nut is van de snarentheorie en velen betwijfelen ook of het wel de "theorie van alles" kan worden. Het antwoord daarop is enigszins flauw; het nut van de snarentheorie voor de maatschappij is nog onbekend, maar het nut voor de natuurkunde en wiskunde is groot. Of het ooit de theorie van alles gaat worden ligt nog in het duister, maar we hebben al wel veel nieuwe wiskunde ontdekt die handig zou kunnen zijn op vele andere gebieden. En we zijn veel te weten gekomen over waar een natuurkundige theorie allemaal aan moet voldoen. En het blijkt dat je niet zomaar een theorie op kunt stellen, maar dat je eigenlijk heel erg beperkt bent. Er bestaan dus niet heel veel theorieën van alles, maar er zijn er maar een paar. Dit hebben we allemaal van de snarentheorie geleerd. Het maatschappelijk nut blijft echter beperkt tot het werk verschaffen voor natuurkundigen. We kunnen geen nieuwe energiecentrale bedenken op snaren-energie (hoewel het wel heel veel energie zou kunnen gaan opleveren). Ook komen er geen elektronische gadgets voort uit de snarentheorie en een betere, snellere en schonere auto komt er ook nog niet van. Maar ik kan er straks geld mee verdienen, hoop ik.

4.2 Chaos

Een ander groot gebied in de natuurkunde waar veel met het begrip dimensie wordt gespeeld is de chaos-theorie. Hoewel dit eigenlijk een onderdeel van de wiskunde is vindt het een grote toepassing in aerodynamica en materiaalkunde. Maar het bijzondere is dat hier een beetje een andere definitie van het woord dimensie wordt gebruikt. Kijk eens naar een vierkant. Als ik de zijdes twee keer groter maak wordt het vierkant 4 keer groter. En voor een kubus geldt dat als ik alle ribbes twee keer groter maak, ik een 2^3 keer grotere kubus vindt. Stel nu dat we in D dimensies werken met een "kubus". Als ik dan de ribbes twee keer groter maak, dan wordt



de kubus 2^D keer groter. Maar in plaats van het twee keer groter te maken, kan ik het ook drie of vier keer groter maken, of n . Als ik dus een kubus in D dimensies neem en ik vergroot alle zijdes met een factor n dan wordt de kubus $N = n^D$ keer groter. Dus n is een lineaire vergrotingsfactor en N de inhoudelijke vergrotingsfactor. Voor de dimensie D vinden we dus eigenlijk:

$$N = n^D \Rightarrow D = {}^n\text{Log}(N) \quad (1)$$

Kijk nu eens naar Figuur 1. Ik deel het op in negenen en veeg het middelste vierkantje uit. Dit proces herhaal ik voor elk van de vierkantjes en zo ga ik door. Het nieuwe object is eigenlijk niet tweedimensionaal. Maar hoeveel dan? Begin met een Sierpinski-tapijt (zo heet dat figuur). Vergroot de zijden met factor drie. Dan is het middelste vierkant niet een onderdeel van het echte tapijt.

Met andere woorden; het tapijt is 8 keer groter geworden in plaats van negen. Voor de dimensie geldt dus:

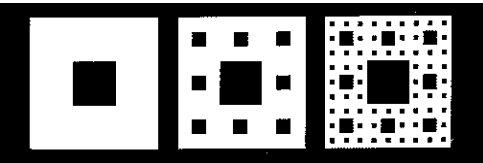
$$8 = 3^D \Rightarrow D = {}^3\text{Log}(8) = 1.89 \quad (2)$$

Ofwel, deze figuur heeft een niet heeltallige dimensie! Zo kun je dat ook voor de Sierpinski-kubus doen: maak ik alle ribbes drie keer groter, en laat ik de goede kubusjes weg - dat zijn er 7 - dan houd ik er 20 over.

Ofwel, de dimensie van dit figuur is:

$$20 = 3^D \Rightarrow D = {}^3\text{Log}(20) = 2.73 \quad (3)$$

Dit is nogal raar, of niet? Op deze manier kijken mensen die de chaostheorie beoefenen tegen het woord dimensie aan. Zoals je misschien wel merkt is er niet echt een overeenkomst met de betekenis van dimensie in de zin van vrijheidsgraden. Immers, vrijheidsgraden tel je gewoon en zijn dus altijd heeltallig. Het heeft geen zin om van 2.73 vrijheidsgraden te spreken.



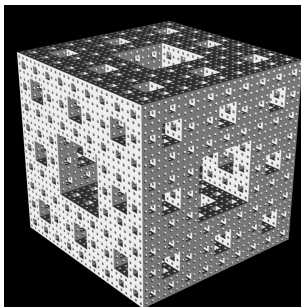
Figuur 1: Het opsplitsen van een vierkant in negen gelijke vierkanten en de middelste weglaten geeft het Sierpinski-tapijt. Je moet dan wel bovenstaand proces oneindig vaak doen.

4.3 Eenheden

Een andere betekenis van het woord dimensie komen jullie vaker tegen. Deze betekenis gebruiken jullie bij elk antwoord die je opschrijft bij je natuurkunde-huiswerk en bij je natuurkunde proefwerken. De eenheid die bij een grootheid hoort is ook een dimensie; althans, zo noemen we dat. Deze betekenis is nog wel de meest makkelijke, want de zin "afstand heeft dimensie meters" kan omgezet worden in "afstanden meet men in meters" (op een isomorfisme na, maar dat gaan we ze niet vertellen). Ook gebruik je bij deze betekenis ook weinig getallen.

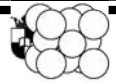
5. Platlanders

Misschien heb je je wel eens voorgesteld hoe een object met vier ruimtelijke dimensies eruit ziet. Nu zal het maar zo niemand lukken om dat voor te stellen, maar door te kijken hoe mensen in twee ruimtelijke dimensies een derde kunnen ervaren, kun je wel wat over eerdere ruimtelijke dimensies zeggen. Denk je eens een bol (gewoon 3D) in die een vlak passeert. Hoe ziet dat eruit voor een platlander? Deze ziet een cirkel steeds groter worden. Hij merkt dus dat een bepaalde behoudswet - namelijk die van massa - geschonden wordt. Zo ook wij; zou een 4D object onze 3D ruimte passeren, dan zien we achtereenvolgens verschillende doorsnedes. Ook hier geldt dus dat bepaalde grootheden veranderen naarmate dat object onze ruimte passeert. Het schenden van bepaalde behoudswetten is dus een indicatie van het aanwezig zijn van hogere dimensies! Maar wat dan als



Figuur 2: De Sierpinski-kubus; het drie-dimensioanale analoog van het Sierpinski-tapijt

een 3D piramide of zo roteert om een as die in het platte vlak ligt? Dan ziet een platlander dus ook steeds verschillende doorsnedes. Nu een moeilijke kwestie. Denk eens in dat het platte vlak eigenlijk krom is, net zoals je A4-tje kunt buigen.



Als iets voor ons over een rechte lijn loopt, kan het dat vlak ergens een keer passeren. Maar stel dat op een vlak stuk van platland een object een impuls krijgt. Bijvoorbeeld een platlander geeft een cirkel een trap. Dan moet dat volgens de mechanica in een rechte lijn lopen. Maar welke rechte lijn? Voor onze 3D wereld recht of in de gekromde platte wereld? Omdat een gekromde wereld meetkundig echt verschilt van een platte wereld zijn er redenen om aan te nemen dat de getrapte cirkel voor ons rechtdoor gaat. En dus vliegt de cirkel uit het vlak! Vertaald naar onze wereld betekent dat, dat we een object zouden kunnen trappen zodat het voor ons verdwijnt! We kunnen het dan niet meer zien! Weer het schenden van een behoudswet. Een andere moeilijke kwestie is het roteren. Roteren doe je om een as. Maar voor een platlander kan iets alleen maar roteren om een as die loodrecht op platland staat! Een auto werkt dus niet in platland! Dit argument kun je verbeteren zodat je kunt beredeneren dat in 4D een auto ook niet werkt. Maar dat argument is subtiel en ik ben bang net iets te moeilijk. Een andere conclusie is dat in platland een deur ook niet bestaan. Daarnaast is een probleem in platland dat je nergens omheen kunt lopen. Als je een boom tegenkomt en je kunt er niet overheen klimmen, dan kun je gewoon niet verder. Maar wat dacht je van het volgende: uit de vorige alinea blijkt ook dat een platlander zich niet kan omdraaien. Wat nu als een platlander in de kroeg zit en hij wil na een paar biertjes naar de wc? Dan moet hij achteruit bij de bar vandaan lopen of over de bar heen. En stel dat de wc na een tijdje achter hem staat? Dan kan hij niet plassen, want hij kan zich niet omdraaien! En stel nu dat iemand jou op de rug tikt? Dan kun je je niet omdraaien om te kijken wie het is. Conclusie: leven als platlander is niet zo ideaal! Stel een platlander wil een huis bouwen. Simpel: twee muren en een dak erboven op. "Da's klaar", zou je denken. Niet echt, hoe gaat hij naar binnen? Moeilijk he? Maar er is nog een ander probleem waar je even over na kunt denken. Hoe werkt zwaartekracht? Hoe definiëer je dichtheid? Ik ben aan het tekenen gegaan en heb het volgende grappige effect gevonden dat in twee dimensies speelt. Neem twee dunne planken, die redelijk lang zijn. Een kilometer of duizend is leuk genoeg. Deze planken leg je parallel neer en tussen de planken door schijnt licht in de lengte van de planken. De grap is nu dat als je de planken naar elkaar toe beweegt er

steeds licht doorheen blijft komen, totdat je een bepaalde kritische waarde passeert.

Dan kan er geen licht meer door en is de plankencombinatie een zwart gat geworden! Hierbij moet de lichtstraal wel dunner zijn dan de kritische afstand tussen de platen; anders wordt de lichtbundel al eerder gedimd. Deze kritische waarde is groter dan nul, dus voordat de planken op elkaar liggen komt er al geen licht meer door. Dit fenomeen komt in 3D niet voor en ook niet in hogere dimensies. Een extra complicatie dus voor platlanders; ze kunnen niet altijd door een kier kijken, want soms is een kier zo smal dat het een zwart gat is!

6. Conclusie

Hopelijk ben je een beetje overtuigd dat het woord dimensie meerdere betekenissen heeft. Dat betekent dus dat als iemand moeilijk gaat doen met exotische dimensies, je heel snel greep krijgt op zijn/haar verhaal door eerst naar de definitie te vragen. Dat scheelt een hoop verwarring. Hopelijk heb ik je een paar leuke interessante dingen kunnen vertellen, op een manier dat je het ook nog hebt gesnapt. Misschien vroeg je je eerder wel eens af hoe men in de snarentheorie tot 10 of 26 dimensies kwam en in de chaostheorie tot figuren met fractionele dimensies. Ik hoop dat je daar nu een beetje kijk op hebt gekregen en dat je iets anders aankijkt tegen het woord dimensie. Ook is er hopelijk via het Platlander-verhaal een deurtje opengegaan hoe je je meerdere ruimtelijke dimensies zou kunnen voorstellen. Probeer met dit verhaal niet iets visueel voor te stellen, maar begripsmatig. Je snapt nu ook dat het schenden van behoudswetten een indicatie zou zijn voor het bestaan van meer (ruimtelijke) dimensies en het feit dat we heel veel behoudswetten hebben moet een voorteken zijn, dat er niet meer zijn. Of, net als in de snarentheorie, moeten ze zijn opgerold.

Dennis Westra

Akzo Nobel is Multi...

Meet Bob Leliveld. He likes biking in his spare time and he works as head of a research unit in our business unit Catalysts. When he started working for Akzo Nobel he was surprised that he was immediately invited by management to share his observations on how things are going and what can be improved. This makes him feel that he is really making an important contribution. Our multinational, multicultural and multidisciplinary character offers new recruits the widest range of opportunities. Check our website and be surprised by the multiness of Akzo Nobel.



Akzo Nobel, based in the Netherlands, serves customers throughout the world with healthcare products, coatings and chemicals. Consolidated sales for 2002 totaled EUR 14 billion. The Company currently employs approximately 68,000 people in more than 80 countries. E-mail: corporate-recruitment@akzonobel.com

www.akzonobel.com

Shell Personal Development Award

Er zijn wel 100 redenen waarom wij
€ 750 zouden moeten weggeven.

Jij hoeft er maar 1 te bedenken.

Overtuig ons dat je het goed zult besteden en je krijgt € 750. Misschien wil je graag een muzikaal, sportief of kunstenaarstalent ontwikkelen. Heb je de ambitie om vrijwilligerswerk te doen in een ver land of gewoon in Nederland. Wil je een reis of expeditie financieren, een team coachen, ervaring opdoen in jouw vakgebied (net als de studente die de zomer doorbracht in een reservaat voor jachtluipaarden) of gewoon iets heel nieuws leren.

Het enige dat wij van je vragen is dat je na afloop komt vertellen wat je met deze beurs hebt gedaan.

Wil je meedoen of meer weten? Kijk dan op www.shell.com/careers, of bel 070 3778015.

Deelname staat open voor studenten (met uitzondering van laatstejaars) uit alle studierichtingen en promovendi in natuurwetenschappen en techniek.



Thinking about a better future?
www.shell.com/careers