

$$A\varphi(p) = \int A(p,q)\varphi(q) dq$$

# VAK idiot

$$f(x,y) = \frac{1}{\pi a^2}$$



$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = H\psi$$

$$\delta(\mathcal{E}(f)) > \mathcal{E}(\delta f)$$

$$L = \{a^n c b^m \mid s \rightarrow a^s b^t c\}$$

Studievereniging A-Eskwadraat

Jaargang 11/12 Nummer 4



Focus

# De **VAK** idioot fotostrip

Bij de Vakidioot hebben we lang nagedacht over hoe wij onze voorkant kunnen verbeteren.



We hebben gekeken hoe andere bladen hun foto's flair geven...



...en zijn tot de conclusie gekomen dat een model meer inhoud aan het frame geeft.



Er is echter één ding dat de bladen fout doen...



Cindy! Lach eens naar het vogeltje!



...ze leggen altijd de focus verkeerd.



Fotografie: ViCie - Scenario: Darius Keijdener

## Colofon

*datum uitgave:* 19 maart 2012

*oplage:* 1820

*deadline volgend nummer:*

1 april 2012

De Vakidoot is een uitgave van:

Studievereniging A-Eskwdraat

Princetonplein 5

3584 CC Utrecht

tel: (030) 253 4499

fax: (030) 253 5787

e-mail: vakid@[eskwdraat.nl](mailto:vakid@-eskwdraat.nl)

*redactie:*

Adinda de Wit

Ans de Nijs

Barbera Droste

Chun Fei Lung

Darius Keijdener

Peter Boot

Sjoerd Boersma

*Met dank aan:*

Arjen Musters

Arnoud Pastink

Chris Groothedde

Cindy Berghuizen

David Thompson

Eric van Dijk

Eveline Visée

Fiona van der Burgt

Florian Sterl

Gijs Boosten

Jöbke Janssen

Julian Lyczak

Lars van den Berg

Lennaert Bel

LIMO 2012

Lydia Brenner

Roelof Ruules

Roland Vaandrager

ViCie

## Redactioneel

Soms is het lastig om níét de focus op wat belangrijk is en wat niet te verliezen. Vooral tijdens tentamenperiodes – jullie zijn er ongetwijfeld mee bekend – wordt er mijns inziens door de meeste studenten (mijzelf inclusief) een onevenredig grote hoeveelheid tijd op Facebook doorgebracht.



Half uur leren, half uur op Facebook... ja, focussen op je studierwerk kan ingewikkeld zijn. Gelukkig presenteren wij jullie deze Vakidoot met thema “Focus”, en zodoende kunnen tips om je beter te concentreren niet ontbreken. Je vindt deze op pagina 32.

Verder vind je recepten voor voedsel om je concentratie te verhogen op pagina 25. Dus wie weet wat er gebeurt bij je volgende tentamenweek...

Daarnaast is dit keer één van onze pagina’s verzorgd door de redactie van een ander blad, dat toepasselijkkerwijs “Focus” is getiteld. Dit is het periodiek van ons zusje SV Arago, waarmee óók samen het ICPS wordt georganiseerd. De pagina die zij hebben aangeleverd vind je op pagina 10.

Verder hebben we natuurlijk niet de focus op de elk nummer terugkerende artikelen verloren. Uiteraard vind je weer een artikel in de rubriek “A-Eskwadrater in het buitenland” en ook de pagina met kort nieuws ontbreekt niet!

Veel leesplezier,  
Adinda de Wit  
Hoofdredacteur

# In dit nummer

## VAKartikelen

## idiotartikelen

	1	..... Van de voorzitter
	2	..... Medezeggenschap
	3	..... Gedicht
Copyright in de spotlight .....	5	
<i>Ans de Nijs &amp; Chun Fei Lung</i>	7	..... Koffie onder de loep
Photon Bunching in an Incandescent Light Bulb .....	11	
<i>Lydia Brenner &amp; Lennaert Bel</i>	14	..... Afgestudeerd
	17	..... Reis rond de wereld
Chaos and C*-Algebras.....	20	
<i>Chris Groothedde</i>	23	.... Tijdens je studie naar het buiten- land: het kan je op ideeën brengen!
	25	..... Concentratierijk eten
Focus voor de ouders.....	26	
<i>Adinda de Wit</i>	29	..... Een betoverende almanak voor een magisch jaar?
Het priemgetal $1 + i$ .....	30	..... Arnoud in Liverpool
<i>Lars van den Berg</i>	32	..... Concentratietips
	33	..... Kort
Automatisch scherpstellen.....	34	
<i>Roland Vaandrager</i>	37	..... LIMO 2012
	38	..... Cryptogram
	39	..... Agenda

## Van de voorzitter

Als kind heb je vast weleens een vergrootglas in handen gehad. Hiermee keek je naar het papier in een boek of een krant. Als je dan het vergrootglas iets verder van het papier hield, zag je op een gegeven moment dat het papier begon te roken – en als je geluk had – zelfs vlam vatte. Je dacht bij jezelf: hoe komt dit eigenlijk? Later op de middelbare school heb je hoogstwaarschijnlijk geleerd dat je destijds het papier in de focus van de lens hebt gehouden. Ook ben je er toen vast achter gekomen dat als je het papiertje net niet in de focus houdt er dan helemaal niets gebeurt.

Dit heeft een gelijkenis met de studie. Als je focust op je vakken zal je waarschijnlijk hoge cijfers halen en excelleren in studeren. Op deze manier blijf je wel je concentreren op een klein gebiedje en verken je de andere mogelijkheden niet. Studeren is in mijn ogen meer dan hoge cijfers halen; het is een tijd dat je op jezelf gaat wonen en je als mens ontwikkelt. Door aanstaande maatregelen van de overheid wordt de ruimte om dit te doen een stuk kleiner, maar niet minder belangrijk. A-Eskwadraat kan hierbij een rol spelen met al haar ervaring en een grote groep enthousiaste mensen die hun kennis graag overdragen. Naast A-Eskwadraat zijn er natuurlijk talloze andere verenigingen waar je net zoveel kan leren, dus kies de vereniging uit die bij je past.



Inmiddels zijn we alweer halverwege en hebben veel nieuwe studenten hun plekje binnen A-Eskwadraat gevonden. Er zijn al mooie activiteiten georganiseerd, een grote excursie, de Breek en zelfs de Dies is alweer achter de rug. Toch rest ons nog een geweldig half jaar met een SNIc-symposium, LIMO, PION, Batavierenrace en als klap op de vuurpijl de International Conference for Physics Students: genoeg redenen voor mij om me nog een half jaar te focussen op A-Eskwadraat voordat ik weer met frisse tegenzin aan mijn studie ga beginnen.

Veel leesplezier en focus je op de artikelen!

Gijs Boosten

## Medezeggenschap

### BaMa3.0

Niet alleen landelijk, maar ook binnen de universiteit is van alles aan de gang wat zijn invloed zal hebben op het onderwijs. Het CvB heeft een nieuw onderwijsmodel, BaMa 3.0 opgesteld. Dit wordt nog met de U-raad besproken. Toch alvast hier de hoofdpunten van het plan:

- Voor iedere opleiding moeten verplichte matching- en selectiegesprekken komen, om uitval te voorkomen en een hoger rendement te bereiken.
- Het eerste jaar van de bachelor moet flexibeler worden; in het tweede blok moet iedere opleiding een contextcursus aanbieden die ook voor studenten van andere opleidingen gevolgd kan worden, en voor het BSA zullen alle punten die je in je eerste jaar behaalt meetellen.
- Alle cursussen moeten in één blok gegeven worden en in vaste timeslots, er mogen geen lintcursussen (cursussen die over een semester gegeven worden) meer worden aangeboden. Op deze manier moet het voor de student makkelijker worden vakken bij andere opleidingen te volgen.
- Er wordt gekeken naar de manieren van toetsing. Studenten moeten meer feedback krijgen, en docenten moeten minder belast worden.

### Flexibele Bachelor

Ook binnen de bètafaculteit wordt gekeken naar hoe de bachelor flexibeler kan worden ingericht. Omdat vooral voor Wiskunde en Natuurkunde blokroostering een grote roostertechnische (en misschien ook curriculaire) verandering betekent, zijn er voor deze opleidingen inmiddels curriculumcommissies opgericht die de opdracht hebben gekregen om te kijken óf en hoe het mogelijk is de cursussen van het eerste jaar te roosteren in blokvakken van 7,5 EC. Al in september 2012 wil men dat alle cursussen in het eerste jaar zo geroosterd zijn. Het tweede en derde jaar volgen dan een jaar later.

### Verhoging BSA

Op dit moment liggen er plannen om vanaf september 2012 het BSA te verhogen van 37,5 EC naar 45 EC. De reden hiervoor is dat de universiteit graag wil dat studenten binnen vier jaar hun bachelor halen, omdat universiteiten alleen voor de studiepunten behaald in de eerste vier bachelorjaren van een student geld krijgen van het ministerie. Daar komt nog bij dat studenten na vier jaar een boete van 3000 euro moeten gaan betalen. De gedachtegang achter een hoogte van 45 EC is dat als je ieder jaar 45 EC haalt, je precies binnen vier jaar je bachelor haalt. Niet iedereen is het met deze geplande verhoging of de redenering erachter eens – zo heeft Stephan Wolbers, A-Eskwadraatlid, op DUB een opiniestuk geschreven: <http://www.dub.uu.nl/content/slechte-argumenten-voor-verhoging-bsa> .

Barbera Droste

## Gedicht

Als ik langs 't Loo bus  
denk ik aan jouw schoonzus,

want wanneer ik haar zo kus  
scoort ze boven de modus  
en bloeit mijn todokus  
op als een krokus.

Want al sinds herodotus  
verliezen mannen hun focus  
als non-verbale codes  
kans geven op koters.

Zelfs tijdens potjes blokus  
houden mannen de hoop, dus  
dames, gebruik uw methodes  
voor een flinke pornoklus.

E.D.

# Ben jij klaar voor het werkende leven?



Als je bij ons in dienst komt, dan blijf je leren en kun je jezelf voortdurend blijven ontwikkelen. We bieden een groot aantal opleidingen en tijdens je werk word je begeleid om steeds complexere taken op te pakken. We betalen je daar goed voor. Daarnaast kun je ook kiezen tussen een leaseauto of ou-kaart. Maar minstens zo belangrijk is een prettige werkster. Je werkt samen met 120 professionals en dat gaat gepaard met veel gezelligheid. Denk aan dagelijks een gezamenlijke lunch, elke twee weken een borrel en door het jaar heen diverse uitjes.

Is dit voldoende bewijs om eens kennis te maken met Quinity voor een baan na je studie?

Na je studie kun je bij ons aan de slag als software engineer of consultant. Kijk voor meer informatie over de vacatures en over Quinity op [www.werkenbijquinity.nl](http://www.werkenbijquinity.nl).

Quinity is een succesvolle leverancier van e-bankdienstverleningen voor de financiële dienstverlening. Wij zijn gevestigd nabij het centrum van Utrecht. Op basis van eenjarige ervaring in de werkdienstverband is de Quinity leidinggevende Scholten (ONS) beschikbaar, een compleet gratis- en adviesadministratieve voor verzekeraars, samenwerken en intermediairs. ONS is gespecialiseerd in een groot aantal verzekeraars in Europa.

Quinity



@QuinityCom



# Copyright in de spotlight

Door: Ans de Nijs & Chun Fei Lung

**Iedereen heeft er weleens van gehoord, auteursrechten. Maar wat houdt het precies in? Wat voor recht krijg je en wat moet je ervoor doen? Waarom zijn ze zo belangrijk of juist hinderlijk? Hier volgt een kort stukje over auteursrecht ter inleiding tot Recht en Informatica.**

## Wat is auteursrecht

Iedereen maakt weleens een uniek werk. Het is redelijk makkelijk, je schrijft een zelfbedacht stuk tekst of maakt een tekening en voilà. Misschien ben je er niet erg trots op, maar het is wel van jou en je hebt het zelf gemaakt. Zolang het werk nog niet eerder door een ander is gemaakt en het een waarneembare vorm heeft, krijg je er automatisch auteursrecht op.

## Auteursrecht verkrijgen

Het mooie van het auteursrecht is dat het geen geld kost en er geen enkele vorm van formaliteit vereist is. Dit recht geldt direct vanaf het moment dat jouw werk origineel is; het werk moet onafhankelijk van andere werken met enige creativiteit zijn gemaakt. Een andere eis voor auteursrecht is dat het werk binnen de wetenschap, letterkunde of kunst moet vallen. Wanneer het werk aan de eisen voldoet geldt het auteursrecht tot 70 jaar na de dood van de maker. Het is goed om te weten dat alleen de vorm van het idee (het waarneembare) en niet het idee zelf wordt beschermd door het auteursrecht. Als je bijvoorbeeld een toneelstuk bedenkt en het vervolgens naar een storyboard vertaalt, mag een ander volgens de auteurswet hetzelfde stuk op een andere manier uitbeelden.

## Rechten voor de maker

De auteurswet is in het leven geroepen om de creativiteit te bevorderen, de wet voorkomt dat anderen misbruik kunnen maken van creatieve inspanningen. Met

het auteursrecht krijg je als maker exclusief recht om te beslissen of jouw werk openbaar zal worden gemaakt, of het veeelvoudigd wordt en op welke manier. Wanneer je kamergenoot zonder toestemming een tekening van je kopieert en het vervolgens verspreid is er in feite sprake van schending van het auteursrecht.

Als maker heb je ook recht op erkenning als auteur van het werk en op naamsvermelding op jouw kunstwerk. Het is belangrijk dat je als maker op zijn minst het werk voorziet van een copyrightteken met je naam, de plaats en het jaar waarin het kunstwerk gemaakt is om verwarring over het eigendom te voorkomen. Als iemand anders zijn of haar naam onder jouw werk zet of wanneer er on gepaste veranderingen aan het werk zijn aangebracht mag je vaak protesteren (voor parodieën worden bijvoorbeeld uitzonderingen gemaakt). Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat de architect van een gebouw zou kunnen protesteren als de eigenaar ervan grote wijzigingen wil aanbrengen waar hij het niet mee eens is. Dergelijke rechten noemen we persoonlijkheidsrechten.

## De keerzijde van auteursrecht

Bij de productie en consumptie van creatieve werken zijn er twee partijen met tegengestelde belangen: waar een recht-hebbende dikwijls (om morele en/of financiële redenen) controle wil over de mate en wijze van veeelvoudiging van zijn/haar werk, wil een gebruiker juist zoveel mogelijk vrijheid bij de consump-

tie van het werk. Bij die vrijheid kun je dan denken aan het recht om van het werk te genieten op de manier zoals jij dat wilt door het bijvoorbeeld te kopiëren naar een ander medium. Mogelijk wil je als gebruiker ook de vrijheid hebben om je cd uit te lenen aan je beste vriend of vriendin. Het gevaar hierbij ontstaat dat men het kosteloos verkrijgen van een kopie van het auteursrechtelijk beschermde werk zonder uitdrukkelijke toestemming van de rechthebbende dermate als normaal gaat beschouwen, dat niemand meer bereid is om de auteurs te belonen voor hun werk.

Voor rechthebbenden lijkt het toepassen van digital rights management (DRM) dan ideaal: zij hebben dan volledige controle over wie hun werk mogen gebruiken en op welke manier - de consument wordt volledig in hun greep gehouden. Aan de noodzaak hiervan kan getwijfeld worden; een groot deel van de consumenten is - zelfs met haast onbeperkte toegang tot "gratis" werk - bereid te betalen voor auteursrechtelijk beschermd werk mits de prijs redelijk is, en puur vanuit economisch oogpunt loopt zo'n rechthebbende ook met DRM inkomsten mis doordat veel mensen die het werk (of een gebruikslicentie erop) anders aangeschaft zouden hebben, weglopen. Daarnaast is DRM onwenselijk doordat het gebruikers meer beperkt dan wat de auteurswet in feite voorschrijft; in een extreem geval zou dit de bescherming van de auteurswet zelfs volledig overbodig maken, doordat het technisch niet langer mogelijk is voor gebruikers om iets anders te doen dan wat de rechthebbende verlangt.

De auteurswet is primair ontworpen om rechthebbenden op zodanige wijze te beschermen dat anderen binnen redelijke beperkingen kunnen gebruikmaken of genieten van hun werk. Hier zit zoals eerder genoemd uiteraard een economische en

morele redenering achter, maar ook is de gedachte dat juist door beperkingen op te leggen aan het gebruik, consumenten meer gebruik kunnen maken van kunst e.d. Hoewel dit op het eerste gezicht enigszins paradoxaal in de oren klinkt, wordt het duidelijker als men bijvoorbeeld kijkt naar een filmmaatschappij. Indien deze geen enkele bescherming zou genieten, zou het niet lonen om miljoenen te investeren in de productie van een film, omdat de kosten ervan haast niet terug te verdienen zijn; de meest rationele keuze is om dan maar helemaal niets te produceren. In het huidige systeem waarin de filmmaatschappij wél rechten heeft, is echter wel rendabel om werken te produceren. Hierdoor geniet de maatschappij als geheel in principe van een grotere economische en culturele welvaart.

Met het internet zien we echter dat het ook anders kan. Blogs en initiatieven als Creative Commons hebben er in grote mate voor gezorgd dat content niet alleen kosteloos tot zich genomen mag worden, maar ook verspreid mag worden, al dan niet met enkele beperkingen, zoals de verplichting om de naam van de auteur te vermelden. Anderen, zoals bijdragers aan Wikipedia en image macros en memes, eigenen zich zelfs helemaal geen rechten toe en plaatsen hun werk (veelal impliciet) in het publieke domein, wat inhoudt dat iedereen volledig vrij is om ermee te doen wat men maar wil.

## Conclusie

Auteursrechten zijn er dus om ieder die maar een creatief werk maakt te beschermen, zonder dat die bescherming expliciet aangevraagd moet worden. Deze bescherming van auteurs betekent echter ook dat anderen in hun vrijheid beperkt worden. Mits deze beperkingen redelijk zijn, kunnen we stellen dat auteursrechten wenselijk zijn.

## Koffie onder de loep

Verontrustende verhalen bereikten de Vakidootredactie: hoewel er op iedere koffiemachine zou staan dat de koffie gemaakt wordt van versgemalen bonen, zouden er significante verschillen in bereidingstijd en smaak zitten. Worden studenten opgelicht? De geruchten vereisten nader onderzoek en als redactie hebben we voor onze lezers dit tot de bodem onderzocht. Waar kan de student heen voor goede, snelle en goedkope koffie?

Binnen de universiteit blijken er twee verschillende koffiemachines te zijn; machines waarin de bonen vers worden gemalen en machines die werken met een koffieconcentraat (liquid). Het verschil tussen deze machines is subtiel: “verse bonenkoffie” vs “verse koffie”.

Als je heel veel haast hebt, is het verstandig voor de “verse koffie” te kiezen. Deze staat na ongeveer 18 seconden voor je klaar. Mocht je echter twee keer zoveel tijd hebben, dan is het aan te raden om op zoek te gaan naar een “verse bonenkoffie”-machine; deze geeft toch echt een betere smaak.<sup>1</sup> De hoeveelheid koffie die er uit de automaat komt, wisselt, onafhankelijk van het soort machine, tussen de 120 en 155 ml. De prijzen zijn overigens gelijk; 41 cent, waarbij je de sterkte en de hoeveelheid suiker en melk kosteloos zelf kan instellen. Dus om er het meeste uit te halen kun je een zeer sterke koffie met heel veel suiker en melk kopen. Een manier om de prijs zelfs te verlagen, is door zelf een beker mee te nemen; een bekertje kost namelijk 11 cent. De machine registreert met infrarood licht of er een beker staat.<sup>2</sup>



Binnenkant koffieautomaat

Om onze lezers een stuk op weg te helpen bij de keuze van hun koffie, voor, tijdens en na hun colleges, heeft de Vakidoot de meest bezochte koffieautomaten op de proef gesteld. Lees verder voor de resultaten van onze meedogenloze jury en de spannende koffieconclusie met de bestverkozen koffie van de bètafaculteit.

<sup>1</sup>Hoewel ons is verteld dat voor een cappuccino de liquid-koffie iets lekkerder is, omdat deze iets zoeter is. Wij hebben dit echter niet onderzocht

<sup>2</sup>Een glas of doorzichtig bekertje werkt in dit geval dus niet, omdat dat niet wordt opgemerkt. Mocht je het toch willen proberen, kan je beter je hand om het bekertje houden anders loopt de machine vast.

**Aard-Groot**

**Soort:** verse bonenkoffie  
**Tijd:** 38,6 seconden  
**Inhoud:** 155 +/- 5 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Eindscore:** ☕☕☕☕

**Minnaert, rechterautomaat**

**Soort:** verse bonenkoffie  
**Tijd:** 37,9 seconden  
**Inhoud:** 132 +/- 5 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Eindscore:** ☕☕☕☕

**Minnaert, linkerautomaat**

**Soort:** verse bonenkoffie  
**Tijd:** 44 seconden  
**Inhoud:** 125 +/- 3 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Eindscore:** ☕☕☕☕

**BBL 2e verdieping, pantry**

**Soort:** verse bonenkoffie  
**Tijd:** 45 seconden  
**Inhoud:** 150 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Opmerkingen:** een beetje donkere, roodachtige kleur  
**Eindscore:** ☕☕☕☕☕

**BBL 1e verdieping, pantry**

**Soort:** verse koffie (liquid)  
**Tijd:** 18 seconden  
**Inhoud:** 137 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Opmerkingen:** bevat veel schuim  
**Eindscore:** ☕☕☕☕

**BBL begane grond, pantry**

**Soort:** verse koffie (liquid)  
**Tijd:** 18 seconden  
**Inhoud:** 120 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕  
**Prijs:** €0,41  
**Opmerkingen:** bevat veel schuim, smaakt chemisch  
**Eindscore:** ☕☕☕☕

**A-Eskwadraatkoffie**

**Soort:** filterkoffie  
**Tijd:** 33 seconden  
**Inhoud:** 136 ml  
**Sterkte:** ☕☕☕☕☕  
**Geur:** ☕☕☕☕☕  
**Kleur:** ☕☕☕☕☕  
**Prijs:** gratis  
**Opmerkingen:** meting gaf 1500 ml (1 kan koffie) aan in 6 minuten, voor het gemak hebben we de tijd gedeeld over 11 kopjes van 136 ml  
**Eindscore:** ☕☕☕☕☕

## Conclusie

Op basis van hoeveelheid koffie per seconde wint de instantkoffie van de rest met gemiddeld 7,1 ml per seconde. Daarna volgt de A-Eskwadraatkoffie met 4,2 ml per seconde en bijten de verse bonenkoffieautomaten in het stof met 3,4 ml per seconde. Voor de meeste inhoud per koffiebekertje moet je bij de koffieautomaat van Aard-Groot zijn en voor de sterkste koffie bij A-Eskwadraat. Qua geur scoren de koffie van A-Eskwadraat en Minnaert even hoog. De A-Eskwadraatkoffie is het donkerst van allemaal. Over het algemeen genomen scoort de A-Eskwadraatkoffie dan ook van alle koffies het hoogst en is daarmee de grote winnaar van het onderzoek<sup>3</sup>.



## Weetjes

- Op de universiteit wordt veel koffie gedronken: 48 dozen van 8 kilo koffie gaan er wekelijks doorheen: 57.600 kopjes! De meeste koffie wordt, hoe kan het ook anders, verbruikt door de afdeling ICT.
- Bij heel veel koffiemachines staat (gelukkig) ook een snoepautomaat. Helaas komt het soms voor dat er snoep blijft haken. Trek dan niet je pasje eruit! Als er geen product uitkomt, krijg je een buffer om een ander product te bestellen. Door dat product slim te kiezen eindig je misschien zelfs met twee producten voor de prijs van één.

Ans de Nijs, Barbera Droste, Peter Boot

**“De meeste koffie wordt, hoe kan het ook anders, verbruikt door de afdeling ICT.”**

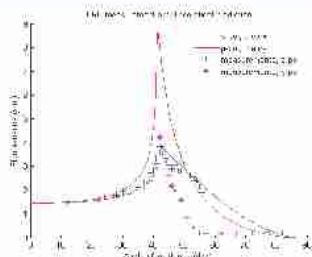
<sup>3</sup>Dit is natuurlijk op basis van deze parameters. De smaak is hierbij niet meegenomen, omdat deze afhankelijk is van de specifieke voorkeuren van de gebruiker.

# VAN VRIJDAGMIDDAGEXPERIMENT TOT BACHELOROPDRACHT

Enige tijd geleden viel het dr. Pepijn Pinkse op dat er in het boek "Principles of Nano-optics" een fout stond. Er was een figuur weergegeven voor de hoekafhankelijkheid van het evanescente veld bij totale interne reflectie, en de vorm van deze grafiek kwam niet geheel overeen met de berekende figuren (FIGUUR 1). Na enige correspondentie met de auteurs van het boek is er een gecorrigeerde versie in het werk opgenomen, en dat leek het einde van het verhaal. Totdat de vraag gesteld werd, of iemand deze hoekafhankelijkheid eigenlijk ooit wel gemeten had, en dit niet het geval bleek te zijn. Er werd een experiment opgezet dat even snel moest uitwijzen of de theorie werkelijk klopte, echter bleek dit al snel een groter project dan gedacht, en werd het een bacheloropdracht. Dit is het verhaal van dat project.

REDACTEUR: DAVID THOMPSON  
BSC-STUDENT UNIVERSITEIT TWENTE

FIGUUR 1: Plot van de evanescente veldsterkte als functie van de invalshoek voor s- en p-polarisatie (doorlopende lijnen; theorie, symbolen; metingen)



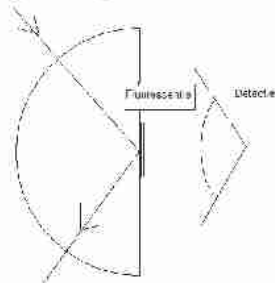
De basis van het ontwerp van de gebruikte opstelling is een half-cylindrische lens (FIGUUR 2), met daaromheen een rotatie-stage met een glasfiber, waaruit excitatie-licht door de lens gescheten kan worden. Door dit licht loodrecht op het gebogen oppervlak (voor alle hoeken van inval) te schijnen zal het excitatie-licht altijd op hetzelfde punt door het platte oppervlak gaan, dan wel intern reflecteren, zolang de lens ook werkelijk een halve cylinder is. Uit de vergelijkingen (en ervaring overigens) blijkt dat er bij totale interne reflectie een zogenaamd *evanescent veld* op het glasoppervlak aanwezig is, dat exponentieel afvalt met de afstand vanaf het oppervlak. Er zijn verscheidene mogelijkheden om dit veld te meten, de meest gebruikte is door het plaatsen van een fluorescente stof op het oppervlak, dat vervolgens geëxciteerd wordt door het veld. Dit is dan ook de methode die gebruikt is, het fluorescente licht werd vervolgens opgevangen met een microscoopobjectief, en gemeten met een *photomultiplier*.

De resultaten tonen inderdaad een piek bij de kritieke hoek, zoals men uit de theorie zou verwachten. Voor s-gepolariseerd excitatie-licht komen de metingen vrijwel volledig overeen met de theoretische curve voor de gemeten hoeken, voor p-polarisatie ligt het verhaal iets anders. Deze metingen komen voor vrij kleine hoeken van inval redelijk overeen met de theorie, maar naarmate deze hoek groter wordt is er een steeds duidelijkere afwijking te zien, in zoverre dat de waarden vele malen kleiner zijn dan men zou verwachten. Waarschijnlijk heeft deze discrepantie te maken met de polarisatie van het evanescente veld, afhankelijk van die van het invallende licht. Als het invallende licht s-gepolariseerd is, zal het evanescente veld dat ook zijn. In het geval van p-polarisatie echter zal het evanescente veld componenten in de z- en x-richtingen hebben, waarbij de z-richting domineert. Als licht van een bepaalde polarisatie een fluorescent medium exciteert,

zullen de geëxciteerde dipolen met name parallel aan de polarisatie-as staan. Langs deze 'fluorescentie-as' zal de emissie veel minder zijn dan in andere richtingen. Laat het nu net zo zijn dat het collectie-objectief direct langs de z-as meet, dit geeft een kwalitatief beeld voor het feit dat het signaal lager is dan verwacht: de meeste fluorescentie wordt helemaal niet in die richting uitgezonden, maar juist in ongeveer alle andere richtingen. In het geval van moleculen die vast op het oppervlak zitten, zoals hier het geval is, zullen die moleculen die de fluorescentie-as loodrecht op de polarisatie-as van het veld hebben staan niet geëxciteerd worden, voor alle andere hoeken zal deze excitatie proportioneel zijn aan de gedeelde component.

Een huidig voorstel is dan ook dat dit experiment, in elk geval voor p-gepolariseerd excitatie-licht nogmaals wordt gedaan, maar dat er onder een andere hoek gemeten wordt, dus met het objectief niet loodrecht op het platte vlak van de lens. Een andere optie om betrouwbaardere metingen te krijgen zou zijn om met een *Near-field Scanning Optical Microscope* (NSOM) te werken, met deze techniek zou er geen fluorofor meer nodig zijn, hetgeen een extra variabele verwijdert uit het experiment. Een mogelijke *issue* hiermee zou zijn dat de kwaliteit van de cylinder dan een stuk hoger zou moeten zijn, omdat een NSOM-tip in principe een zeer kleine apertuur is, waardoor de kleinste schommeling in de positie van de reflectiespot op het oppervlak van de cylinder al een dramatische afname in signaal zou geven.

Duidelijk is dat het simpelst lijkende experiment met grote uitdagingen gepaard kan gaan. ■



FIGUUR 2: Schematische weergave van de opstelling

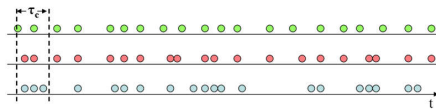
# Photon Bunching in an Incandescent Light Bulb

By: Lydia Brenner & Lennaert Bel

In every Vakidoot, we ask someone who has just finished their (bachelor) thesis to write an article about it. In this Vakidoot you'll even find two such articles. The one you're about to read was written by Lydia and Lennaert, who even managed to win a prize with their thesis!

## What is photon (anti)bunching?

For a light source normal photon emission is expected to be distributed approximately evenly across time; that is, for any time interval the distribution of photons is expected to correspond to the same poissonian statistics. However, it is conceivable that the real distributions are less trivial. Poissonian statistics have the property that the variance is equal to the mean. This causes two other poissonian-like distributions to naturally rise. One has variance smaller than the mean and is called sub-poissonian statistics. This causes – in our example with light – photon emission to be distributed evenly across time too. This effect is called **photon antibunching** (figure 1). The other distribution has variance greater than the mean, is called super-poissonian statistics, and causes photons to be distributed in bunches. This is called **photon bunching** (figure 1).



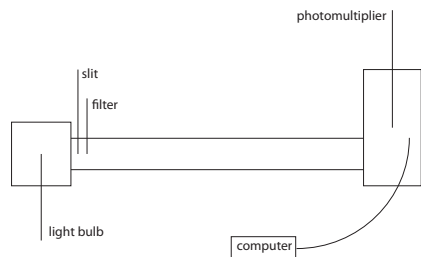
**Figure 1:** Photon detections as a function of time for antibunched (top), random (middle), and bunched light.

In the '50s, antibunching was (accidentally) observed for the first time by Hanbury-Brown and Twiss in black body radiation. Later, in the '70s, more research on the phenomenon began, and

Kimble *et al.* observed for the first time that it also occurred in light from lasers. More recently in 2009 a series of experiments was performed in France by Boitier *et al.*, also with the use of lasers. The effect of photon (anti)bunching is predicted by quantum mechanics as an implication of the interference between photons emitted sequentially.

## The experiment

We have a black box of one meter long and five centimetres wide and five centimetres high (figure 2).



**Figure 2:** Setup of the experiment

This box is made in such a way that no light from the outside can get in. On one side of this box we have a light bulb, and on the other side a photomultiplier with a maximum dead time of  $100 \mu\text{s}$  which is connected to a measuring device (JuliaII), that measures time intervals. Just behind the light bulb there is a light filter that has two uses. The first is to ensure that the energy of all photons that we measure

is almost the same, since only the light from a small part of the spectrum can get through the filter (the green part). The second use of the filter is that the intensity of the light is reduced even further to make sure that there really is only one photon at a time inside the box.

We ran three separate experiments and combined the data. We have also repeated the procedure without turning the light bulb on, for seventeen minutes, to check that the effect is really an effect of the light bulb. Within these seventeen minutes there were no counts. Therefore we can conclude that the amount of photons that did not come from the light bulb is not a significant amount of our experiment.

**Results**

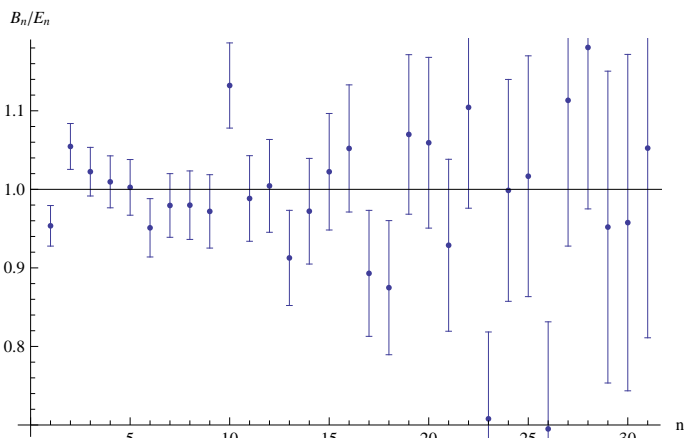
We measured the time intervals between incoming photons.

After collecting the intervals on the computer we start by organizing our measurements in bins. Each bin contains all measurements that are within a pre-determined interval. We count the number of measurements within 100 ms bins,  $B_n$ , and make a graph of this number of measurements against the bin index  $n$ , where  $n = 0$  denotes the bin containing values between 0 and 100 ms. We fit the binned data by a negative exponential of the form  $ae^{-\frac{t}{\tau}}$ , which is the

normal cumulative distribution function for interval measurements, where  $t$  is a variable and  $a$  and  $\tau$  are scalar numbers. It would have been possible to fit linearly to the logarithm of the measurements instead however, since by doing so the weights of the bins corresponding to longer interval times become higher. Because we are mostly interested in the shortest interval times, we chose to fit the measurements exponentially.

We can now do a simple analysis of how well  $f(t)$  fits the binned data. We can do this by fitting error bars around the data and see whether  $f(t)$  falls within these error bars. We can now use the function  $f(t)$  to calculate the expected value for each bin,  $E_n$ , assuming that the measurements are randomly distributed:

$$E_n = \int_{(100n-50)\text{ms}}^{(100n+50)\text{ms}} f(t)dt. \quad (1)$$



**Figure 3:** We can see that the dots are not on the line with height 1, as we would have expected had the distribution been poissonian

In figure 3 the measurements are divided by the expected value  $E_n$  so that we can





see how the deviation is distributed.

Using the expected value for each bin, we can now calculate  $\chi^2$  and the reduced  $\tilde{\chi}^2$  for the relevant part of the data (the small interval times):

$$\chi^2 = \sum_{n=0}^{N/3-1} \frac{(B_{n+1} - E_n)^2}{E_n} \quad (2)$$

and

$$\tilde{\chi}^2 = \frac{\chi^2}{N/3 - d}, \quad (3)$$

where  $N$  is the total number of bins,  $B_n$  the number of measurements in the  $n^{\text{th}}$  bin and  $d$  is the number of degrees of freedom. In our experiment this number of degrees of freedom is four.

We can now determine  $\tilde{\chi}^2$  for bin sizes of 50 ms and 100 ms. These values are shown in table 1.

For these values of  $\tilde{\chi}^2$  we can calculate the probability that the distribution of time intervals was random ( $P(d, \tilde{\chi}^2)$ ):

$$P(d, \tilde{\chi}^2) = \frac{2}{2^{d/2} \Gamma(d/2)} \int_{\sqrt{d\tilde{\chi}^2}}^{\infty} x^{d-1} e^{-x^2/2} dx, \quad (4)$$

where  $d$  is the number of degrees of freedom.

We can calculate the number of degrees of freedom by taking the number of bins that we use for the calculation of  $\tilde{\chi}^2$  minus the number of constraints that we use for this calculation. In our case the number of constraints is four.

In table 1 you can see  $P(d, \tilde{\chi}^2)$  for the different bin sizes.

bin size	$\tilde{\chi}^2$	$d$	$P(d, \tilde{\chi}^2)$
50 ms	1.24	61	0.0949
100 ms	1.28	31	0.1374

**Table 1:**  $\tilde{\chi}^2$  and  $P(d, \tilde{\chi}^2)$  for different bin sizes

It is evident that the distribution of photons from a light bulb at very low intensities might not be poissonian. To see whether the photon (anti)bunching effect occurs at the lower interval times, we removed the first six respectively three bins for bin sizes of 50 and 100 ms and recalculated  $\tilde{\chi}^2$ . The results of this calculation are shown in table 2. The  $\tilde{\chi}^2$  is now clearly closer to one, which implies that the effect is indeed caused mostly by the lowest interval times.

bin size	$\tilde{\chi}^2$
50 ms	1.1961
100 ms	1.1191

**Table 2:**  $\tilde{\chi}^2$  for different bin sizes, removing the first six respectively three bins

## Discussion and Conclusion

We have shown that the distribution of the photons from a light bulb at very low intensities is most likely not random. We have shown that photon (anti)bunching is an effect that occurs at a range of wavelengths of  $546 \pm 5$  nm. We have also shown that photon (anti)bunching most likely occurs at low intensities. This means that the photon (anti)bunching effect is not an implication of the particle behaviour of photons, because the experiment was set up to ensure no two photons exist in the box simultaneously.

By comparing the lowest values of  $n$  in figure 3 to the distribution we expect for bunching or antibunching we can see that we are most likely dealing with photon antibunching. However, we can not definitively conclude this from our data.

## Afgestudeerd

Stel je bent afgestudeerd, wat gebeurt er dan? We kijken met alumnus Roelof Ruules terug op zijn studietijd en bespreken zijn huidige werk. Roelof is een oud A-Eskwadraatlid en heeft ook in het bestuur van A-Eskwadraat gezeten. Momenteel werkt hij bij ICT-Bèta.

### Wanneer studeerde u? Welke bachelor- en masteropleiding hebt u gevolgd aan de Universiteit Utrecht?

Ik ben begonnen in 1986, met wat toen nog heette de voltijdsstudie Natuur- en Sterrenkunde. Daar heb ik ook nog m'n propedeuse in gehaald, maar daarna is het een beetje vastgelopen. Uiteindelijk ben ik in 1996 gestopt om te gaan werken; eerst binnen en later buiten de Universiteit Utrecht. In 2001 ben ik als medewerker aan de Universiteit Utrecht teruggekomen, en toen waren er allerlei mensen die zeiden: 'Ga je nou ook je studie afmaken?' Het was studieadviseur Joke van Dijk die bedacht dat ik, met wat ik nog uit het verleden had staan aan studiepunten, wel eens vrij gemakkelijk een bachelor zou kunnen halen. Dat 'gemakkelijk' viel nog wel tegen, maar in 2005 kon ik dan toch nog het bachelordiploma in m'n zak steken. Mijn vader deed 20 jaar over zijn studie Scheikunde, dus het zit in de familie.

### Bent u achteraf tevreden over uw studiekeuze?

Ondanks alles: ja.

### Welke vakken werden in uw tijd beschouwd als de meest lastige en als de vakken om makkelijk studiepunten mee te scoren?

Veel studenten zagen enorm op tegen vakken als Quantum 2 en Maxwelltheorie. Ik weet niet eens of die in die vorm nog bestaan. Zelf begreep ik helemaal niets van thermische fysica. Dat is dan ook het vak dat ik als laatste heb gedaan voor m'n bachelor, en dankzij docent René van Roij (die ik nog als student heb zien binnenkomen) begrijp ik nu ook waarom ik er niets van begrijp. Ik was wel goed in vakken die met discrete wiskunde te maken hebben, zoals algebra. Voor iemand met affiniteit voor computerlogica is dat ook niet zo gek, maar veel van m'n studiegenoten vonden Algebra maar niets. Er was een derdejaarsvak Kernfysica dat ik met een middagje stampen in de bibliotheek echt fluitend heb binnengehaald, daar had ik een 8 voor.

### Hoe hebt u uw studentenleven ervaren?

Als heel leuk, maar soms ook wel heel vermoeiend. Ik kan me niet elke avond meer herinneren...

### U hebt in het bestuur van A-Eskwadraat gezeten, in welk jaar was dat en welke bestuursfunctie bekleedde u?

Ik heb in het kalenderjaar 1989 in het bestuur gezeten, als voorzitter. Wij wisselden elk half jaar een deel van het bestuur, zodat er altijd wel een paar mensen met wat meer ervaring in zaten.

**Wat zijn de belangrijkste ervaringen die u hebt opgedaan tijdens uw bestuursjaar?**

Tjonge... Het is inmiddels alweer zo lang geleden dat ik ook niet meer precies kan zeggen wat ik dáár heb geleerd, en wat elders (of later, of eerder). Nog tijdens m'n bestuursperiode werd ik studentassistent bij het eerstejaarspracticum, daar heb ik ook heel veel van geleerd. Bij A-Eskwadraat heb ik leren organiseren. En ik heb er ontdekt dat je zelf iets nog zo logisch en voor de hand liggend kunt vinden, anderen kunnen daar heel anders over blijken te denken.

**Vindt u dat A-Eskwadraat door de jaren heen veel is veranderd of juist niet? Over welke veranderingen bent u tevreden, en over welke minder?**

A-Eskwadraat is zeker veranderd, maar dat is niet zo vreemd. Toen ik actief werd in 1987 was de vereniging net bezig te transformeren van een club die toch vooral op de studie was gericht naar iets waar ook meer ruimte kwam voor 'gezellige' activiteiten. Zoiets als de BBCie, die ik mee heb bedacht en opgericht, zou op dat moment nog ondenkbaar zijn geweest. Ons bestuur ging als eerste 'in uniform': wij droegen bij verenigingsgelegenheden allemaal een sweater met het logo van A-Eskwadraat. Dat werd door sommige leden als een beetje corporaal gezien. En die sweaters hadden niet eens allemaal dezelfde kleur<sup>1</sup>. Over jasje-dasje had niemand het; dat was überhaupt niet aan de orde. De bestuurspenning, ingevoerd in 1988, kreeg je pas als je *uit* het bestuur ging als een soort ereteken, want je moest tenslotte wel bewijzen dat je het waard was geweest. Maar toen er in 1991 voor het eerst een gala was, werd daar al lang niet meer zo raar naar gekeken.

Ik heb geen oordeel over of veranderingen goed zijn of niet. Veranderingen hangen samen met de tijd, met de vorm van de studie, die ook is veranderd. Wat volgens mij belangrijker is, is dat A-Eskwadraat een plek biedt voor iedereen, dat je je niet hoeft te bewijzen om mee te mogen doen. Dat was vroeger zo, en dat is dacht ik nog steeds zo.

**Binnen ICT-Bèta, waar houdt u zich momenteel mee bezig?**

Ik maak deel uit van het 'technisch informatiemanagement'. Wij proberen de schakel te zijn tussen de harde ICT en de gebruiker. Een probleem binnen Bètawetenschappen is dat er nog steeds veel eilandjes zijn, dat het overzicht ontbreekt dat toch nodig is om zo'n organisatie te sturen. Wij proberen de informatiestromen tussen de eilandjes in kaart te brengen en te kanaliseren. We praten ook met de centrale organisatie, bijvoorbeeld over de Solis-ugids. Maar we bouwen ook applicaties voor de eindgebruiker, variërend van een eenvoudig formuliertje tot de facultaire nieuwsvoorziening of het nieuwe evaluatiesysteem Caracal. Zelf heb ik de afgelopen maanden heel hard gewerkt aan de nieuwe site van ICT-Bèta, die is ingericht in een wiki-omgeving.

---

<sup>1</sup>Als je op het Fotoweb van A-Eskwadraat naar de Dies van 1989 gaat, kun je mij daar zien, samen met twee andere bestuursleden, waarvan er eentje trouwens haar sweater niet aan had...

**U hebt uw studententijd op de Uithof doorgebracht en nu ook met uw werk: hebt u een speciale band met de Uithof of met specifieke universitaire gebouwen?**

Ik heb een zwak voor het Ruppertgebouw, dat mijn generatiegenoten nog altijd aanduiden als Trans 1 (van transitorium). Het is van binnen erg veranderd. Veel van de ruimten waar ik mijn tijd als student doorbracht zijn verdwenen. 'Onze' A-Eskwadraatkamer bijvoorbeeld: toen er een paar jaar geleden een bouwkraan doorheen sloeg moest ik wel even slikken. Dat ding lag dwars over wat ooit de practicumruimte was waar ik als assistent heb gewerkt.

**Had u vroeger ooit gedacht dat u later binnen de IT zou gaan werken?**

Ja. Al had ik geen idee wat dat dan zou inhouden, of dat we het IT zouden noemen. Mijn vader was één van de eerste HBO-docenten 'computerkunde', zoals dat toen nog heette. Ik zat al achter een terminal toen de hobbycomputer nog geboren moest worden. Dat ik 'iets met computers' zou gaan doen lag wel voor de hand.

**Bent u toevallig in de IT-sector beland of is in de loop der jaren uw interesse in de IT gegroeid?**

Het was meer noodzaak. Toen ik in 1996 besloot om mijn studie stop te zetten, moest ik snel een bron van inkomsten zien te vinden. Juist op dat moment was de faculteit Natuur- en Sterrenkunde bezig met het opzetten van haar eerste website. Ik had daar inmiddels al ervaring mee, want ik had voor mijn vakgroep Grondslagen al een website opgezet. Daardoor kende ik de facultaire systeembeheerder Henk Mos ook al, dus op een dag ben ik bij hem binnengestapt en heb ik gezegd: 'Die website van de faculteit, dat kan veel beter, en ik denk dat ik dat kan doen.' Waarop hij zei: 'Ga even zitten.' En de rest is geschiedenis.

**Wilt u in de toekomst nog werken binnen het vakgebied van uw opleiding?**

Ik sta inmiddels al zo ver af van de natuurkunde dat het niet zo waarschijnlijk is dat ik daarbinnen iets zou kunnen doen. Maar het vak ligt me wel na aan het hart, dus als ik iets kan (blijven) doen dat daar ondersteuning aan geeft, zou ik dat wel heel leuk vinden. Veel IT'ers hebben zelf geen academische achtergrond, waardoor ze niet altijd goed inschatten wat nut en noodzaak van een bepaalde wens van een wetenschapper zijn. Ik denk dat mensen zoals ik daar een belangrijke functie in kunnen vervullen.

**Hebt u advies aan de studenten van nu?**

Ik geloof niet zo in algemene adviezen, maar als ik er dan toch eentje moet geven: wees geen nummer. Al is het soms wel leuk om een nummer te *worden* – maar daarvoor moet je maar eens op pagina 7 van Vakidoot nummer 6, jaargang 2008/2009 kijken...

Ans de Nijs

## Reis rond de wereld

De vierde Diesweek van A–Eskwadraat was er weer eentje om in te lijsten. Het thema was dit jaar “Reis rond de wereld (in zeven dagen)” en daarom stond elke dag in het teken van een werelddeel. Aangezien het beter is een mijl te reizen dan duizend boeken te lezen, was het een steengoeie week!

De Diesweek liep van zaterdag 4 tot vrijdag 10 februari en begon met een *Grote Lan* in **Noord-Amerika**. Er werd 15 (!) uur gespeeld, met onder andere drie toernooien, in StarCraft II, Unreal Tournament 2k3 (free for all) en Worms Armageddon. Op zich een prima selectie voor een dergelijk toernooi, maar het blijft een raadsel waarom Mijnenveger geen onderdeel was. Wel werd tussen de bedrijven door onder andere veel ge-Age of Empired.

Op zondag reisden we door naar **Zuid-Amerika** met het *Catch me if you can* stadsspel. Teams kregen elk kwartier een sms’je met een benadering van de locatie van Mister X, en moesten hem met die informatie proberen op te sporen. Het winnende team lukte dit vier keer, andere teams helemaal niet.

Maandag stond in het teken van **Afrika**. Tussen de middag was er de *Mega Super Fantastic 3D Twister*. Hierbij stonden de gekleurde cirkels (en sterren) ook op de muur en deelnemers, naast alleen op de vloer. In de namiddag trok de stoet naar Olympos voor een *Floorbaltoernooi*. Vier teams streden om de eer van A–Eskwadraat, en de Sportcommissie zelf bleek het beste te kunnen zaalhoockeyen: zij wonnen al hun wedstrijden.

De *Workshop Monoprint* was dinsdag de eerste activiteit in **Australië**. Hierbij kregen deelnemers de kans hun innerlijke kleuter de vrije loop te laten in een combinatie tussen knutselen en afbeeldingen maken. Om vier uur was het tijd voor de jaarlijkse *Diesborrel*. Besturen uit windhoeken en tijdperken haastten zich weer naar de Minnaertbovenkantine om ons bestuur te feliciteren, en ook “normale” leden mochten gratis bier komen drinken. Onder de cadeaus bevonden zich ditmaal opvallend genoeg maar liefst drie bestuursfoto’s van voormalige besturen van A–Eskwadraat, welke nu in de vergaderkamer te aanschouwen zijn.

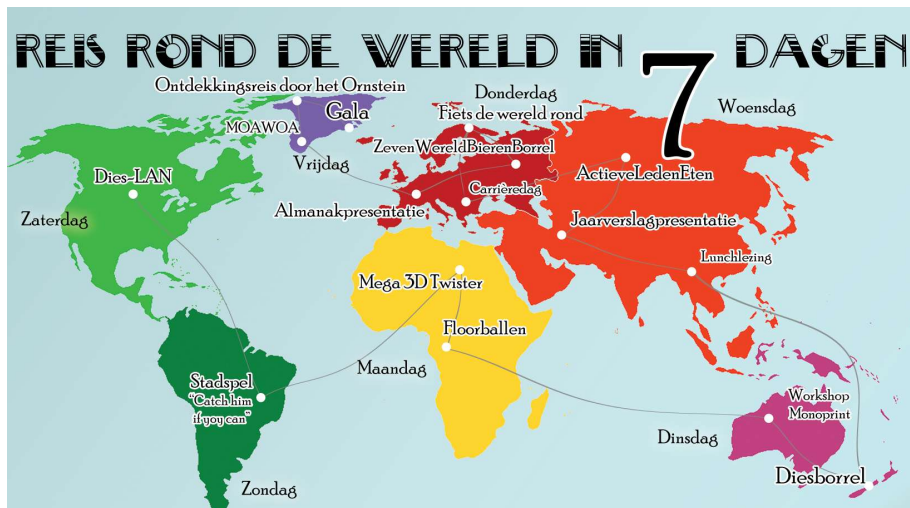
**Azië** was de bestemming op woensdag, met een *Lunchlezing* van Capgemini rond lunchtijd. We werden goed gevoed die dag, want ’s avonds was er voor de actieve leden het *Actieve Leden Eten*. Het eten was niet Aziatisch, maar wel erg lekker! Tijdens het diner was er ook een korte *Jaarverslagpresentatie*. Deze bestond eruit dat Hugo op de tafel ging staan en na een korte toespraak de boekwerkjes werden uitgedeeld. Weinig opsmuk, veel resultaat. Ook door anderen werd er die avond nog op tafels gedanst en gespecht.

Als een-na-laatste werelddeel was donderdag **Europa** aan de beurt. Vandaag werd er in het Minnaert gesport bij de *Fiets de wereld rond*-actie. Hierbij was het mogelijk met een simulator 6 kilometer over een weggetje in Frankrijk af te leggen, of 300 meter te sprinten. Op de *Zeven Wereld Bieren Borrel* in de MiBoKa was het mogelijk je de wereld rond te drinken. Negen individuen en teams konden op deze borrel bieren

drinken uit alle windstreken. De rest was aangewezen op het standaardassortiment. Ook werd er op de borrel nog gefietst, maar bovenal was er op de ruimte voor de behoorlijk korte *Almanakpresentatie*. Het lustrumjaarboek was betoverend en naast de mogelijkheid er eentje te kopen, was het voor de borrelaars ook mogelijk deze direct te laten signeren door de auteurs.

Vrijdag was de werkelijke geboortedag van A-Eskwadraat en de finale van de reis, en deze leidde ons naar **Antarctica**, door sommigen geïnterpreteerd als **Noordpool**, **Groenland** of zelfs **Scandinavië**. Op deze dag was er een *Ontdekkingsreis door het Ornstein* met gratis lunch, maar ook wiskundewedstrijd *MOAWOA* met gratis lunch. De excursie leidde naar onvermoede hoekjes van het gebouw achter het BBL, met als één van de hoogtepunten een presentatie over Soft Condensed Matter. De MOAWOA werd net als vorig jaar gewonnen door Leidse student Raymond van Bommel. Tweede en derde werden de Utrechtse Merlijn Staps en Floris van Doorn. De dag en week werd afgesloten met het *Winter Wonderland Gala* in The Basket. Lekker dicht bij huis op de Uithof dus. De bar was volledig omgetoverd en de ramen verduisterd, dus met de sfeer zat het wel goed.

Vooraf van het Gala, maar ook van de andere activiteiten zijn vele foto's te vinden op de website, zie [www.a-eskwadraat.nl/fotoweb](http://www.a-eskwadraat.nl/fotoweb). Doordat de week overeen kwam met de week dat het prachtig schaatsen was in Nederland, en de Elfstedentocht in aantocht leek met temperaturen (ver) onder nul, waren als bestemmingen wellicht Canada, Alaska, Noorwegen, Siberië, Zuidpool, IJsland en Lapland toepasselijk geweest. Toch was dit waarschijnlijk leuker. Het was een prachtige week met misschien een overdaad aan gratis voedsel en drank, maar daardoor houden we het wel weer een jaartje vol, tot de 42<sup>e</sup> verjaardag van ons A-Eskwadraat.



Sjoerd Boersma



**Diesweek**

**Reis rond de wereld in zeven dagen**

# Chaos and C\*-Algebras

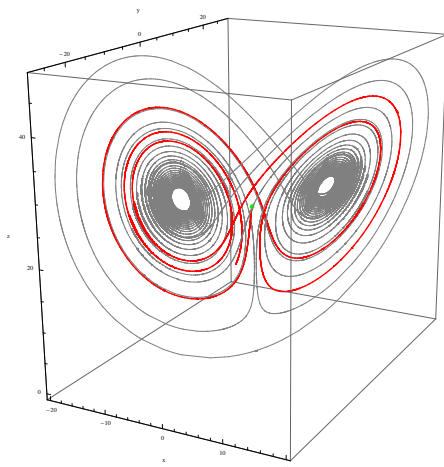
By: Chris Grootedde

Chaos theory has been one of the most interesting and well-researched mathematical fields since its development in the second half of the 20<sup>th</sup> century. Many different branches of mathematics have yielded tools for studying chaotic systems, a prominent one being the study of functional analysis. While it is well known that functional analysis has its applications in finding solutions to dynamical systems generated by differential equations, we can show that functional analysis, and especially the theory of operator algebras, also has its applications through the study of *symbolic dynamics*.

## Symbolic Dynamics

A famous example of a system of differential equations that exhibit chaotic behaviour is the Lorenz attractor, discovered in 1963 by Edward Lorenz<sup>1</sup> (See figure 1). If we consider an orbit of this system, we can easily see that it appears to trace figures “8” around two stationary points. (Note that as the system is three dimensional, the orbits don’t actually intersect). A closer look reveals that an orbit will circle a number of times around one stationary point, followed by a number of times around the other one, then a number of times around the first one, and so on. Hence if we denote  $L$  for an orbit around the left stationary point and  $R$  for an orbit around the right point, then we can represent each orbit by an infinite sequence of  $R$ ’s and  $L$ ’s. For example,  $RLLRRRL\dots$  would represent an orbit first circling the right point once, then the left point twice, then the right point thrice, then the left point once, and so on. In this context,  $R$  and  $L$  are called symbols for the system.

Modelling a system by infinite sequences from a finite set of symbols, which we shall from now on call  $\Sigma$ , corresponding to



**Figure 1:** Some orbits of the Lorenz system. Using symbolic dynamics, the red orbit (starting in the green dot) could be represented as  $LRLL\dots$

states of the system, is called *symbolic dynamics*. For many systems (including the Lorenz attractor) it can be shown that the representation of an orbit by such an infinite sequence is actually unique.

<sup>1</sup>Not to be confused with the Dutch physicist Hendrik Lorentz



Given a finite sequence of symbols  $(s_1, \dots, s_n)$ , with  $s_i \in \Sigma$ , we can ask whether for each  $s_{n+1} \in \Sigma$  there exists an orbit starting with  $s_1 \dots s_{n+1}$ . The answer of course, depends on the system in question, and in the case of the Lorenz system might appear to be “yes” for both  $R$  and  $L$ . (Unfortunately, the truth is slightly more subtle, but we shall ignore this for the sake of brevity.) If the possible options of  $s_{n+1}$  only depend on  $s_n$ , then the system is said to have the *Markov property*. A system with this property can be represented as a directed graph.

Another way to represent a system with the Markov property is through a transition matrix:  $A_{s_1, s_2}$  with  $s_i \in \Sigma$  such that  $A_{s_1, s_2} = 1$  if  $s_1$  can be followed by  $s_2$  and  $A_{s_1, s_2} = 0$  otherwise. This then allows us to define the set of possible orbits as follows:

$$X_A = \{(s_1, s_2, \dots) \in \Sigma^{\mathbb{N}} : A_{s_i, s_{i+1}} = 1 \text{ for all } i \in \mathbb{N}\}.$$

On this space, we can then define the one-sided shift  $\sigma_A : X_A \rightarrow X_A$  by  $\sigma_A(s)_i = s_{i+1}$ , which, by composition then induces the map defined by  $\sigma_A^k(s)_i = s_{i+k}$ .

## The Cuntz-Krieger algebra

Using the matrix  $A$  and the set  $\Sigma$ , we can define an algebra as follows. Inside the space of bounded linear operators on a suitable Hilbert space (it can be shown

that this can always be done in  $B(\ell^2)$ ), we choose a finite set of partial isometries<sup>3</sup>  $\{S_i\}_{i \in \Sigma}$ , with initial and final projections  $Q_i = S_i^* S_i$  and  $P_i = S_i S_i^*$ , satisfying

$$P_i P_j = \delta_{i,j} P_i \quad Q_i = \sum_{j \in \Sigma} A_{i,j} P_j.$$

We now define the Cuntz-Krieger algebra  $\mathcal{A}$  as the C\*-algebra generated by these partial isometries<sup>4</sup>.

Note that these relations automatically imply that  $Q_i P_j = P_j Q_i = A_{i,j} P_j$ . We now note that  $S_i S_i^* S_i = P_i S_i = S_i Q_i$ , hence  $P_i S_j = \delta_{i,j} S_j$  and  $\sum_i P_i S_j = S_j$ . This means that  $\mathbf{1} := \sum_i P_i$  acts as the identity on  $\mathcal{A}$ , hence  $\mathcal{A}$  has a unit element,  $\mathbf{1}$ . By the same line of reasoning, we also have that  $S_i S_j = S_i Q_i P_j S_j = A_{i,j} S_i S_j$ , hence  $A_{i,j} = 0$  implies that  $S_i S_j = 0$ . Conversely, if  $S_i S_j = 0$ , then  $\text{Ran } S_j \subset \text{Ker } S_i$ , hence  $\text{Ran } S_j \cap (\text{Ker } S_i)^\perp = \{0\}$  and  $Q_i P_j = 0$ , implying by the second relation that  $A_{i,j} = 0$ .

This result naturally extends to arbitrary multi-indices<sup>5</sup>, if  $\mu = (i_1, \dots, i_m)$ , then we denote  $S_\mu = S_{i_1} \dots S_{i_m}$  (we define  $S_\emptyset = \mathbf{1}$ ). Clearly we then have that  $S_\mu \neq 0$  precisely when  $A_{i_k, i_{k+1}} = 1$  for all  $1 \leq k \leq |\mu| - 1$ .

Using these relations, we can deduce the following, slightly less trivial, relations:

<sup>2</sup>There is a natural embedding of  $\Sigma^{\mathbb{N}}$  in  $\mathbb{R}$  as a Cantor set. This then defines a topology on  $X_A$ , with the property that  $\sigma_A$  is continuous.

<sup>3</sup>A partial isometry is an operator  $S$  such that  $SS^*S = S$  or equivalently such that  $Q = S^*S$  and  $P = SS^*$  are projections. These projections are called the *initial* and *final* projection of  $S$  and have the pleasant property that  $Q = \pi_{(\text{Ker } S^\perp)}$  and  $P = \pi_{(\text{Ran } S)}$ . (Where  $\pi_V$  represents the orthogonal projection on the subspace  $V$ ).

<sup>4</sup>The most easy way to define an algebra generated by a finite set of operators  $S_i$  is to consider the closure of the set of all polynomials in the  $S_i$  and  $S_i^*$ .

<sup>5</sup>A multi-index  $\mu$  of length  $|\mu| = k$  is a element of  $\Sigma^k$ . If  $\mu = (i_1, \dots, i_m)$  and  $\nu = (j_1, \dots, j_n)$  are multi-indices of length  $m$ , and  $n$ , then we denote  $\mu\nu = (i_1, \dots, i_m, j_1, \dots, j_n)$  as the appropriate multi-index of length  $m + n$ .

**Theorem 1:** *All the following are true*

- $S_i^* S_j = \delta_{i,j} Q_j$ .
- If  $S_\mu^* S_\nu \neq 0$  and  $|\mu| = |\nu|$ , then  $\mu = \nu$  and  $S_\mu^* S_\nu = S_{i_k}$  ( $\mu = (i_1, \dots, i_k)$ ).
- Every composition  $W$  of  $S_i$  and  $S_j$  can be reduced to a linear combination of terms of the form  $S_\mu P_i S_\nu$ .

Using these relations, we can establish a more direct link between the Cuntz-Krieger algebra and the space of possible orbits  $X_A$ . First we define a positive linear map  $\phi_A : \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}$  given by  $\phi_A(X) = \sum_{i \in \Sigma} S_i X S_i^*$ . By composing this map with itself, we get a collection of maps  $\phi_A^k : \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}$  given by  $\phi_A^k(X) = \sum_{|\mu|=k} S_\mu X S_\mu^*$ . We can then define C\*-algebra  $\mathcal{D}_A$  generated by all elements of the form  $\phi_A^k(P_i)$ . Using the previously determined relations, we find that this algebra has the following properties:

**Theorem 2:**  $\mathcal{D}_A$  is an abelian C\*-algebra containing 1.

**Theorem 3:** The map  $\omega : \phi_A^k(P_i) \mapsto \xi_i \circ \sigma_A^k$ , where  $\xi_i$  is the map such that  $\xi_i(s) = 1$  if  $s_1 = i$  and  $\xi_i(s) = 0$  otherwise, extends to an isomorphism  $\omega : \mathcal{D}_A \rightarrow C(X_A)$ .

From this, one can show that the one-sided shift  $\sigma_A$  acts, by composition, in the same way on  $C(X_A)$  as  $\phi_A$  acts on  $\mathcal{D}_A$ <sup>6</sup>.

It now seems likely that the algebra  $\mathcal{A}$  and the system generated by the matrix  $A$  are then indeed closely related, but just how closely? One can show that if the matrix  $A$  is “pleasant enough”, then any two algebras generated in this way must be isomorphic, implying that if two systems generated by such matrices yield isomorphic algebras, then the systems must be somehow equivalent<sup>7</sup>.

What exactly “pleasant enough” entails is rather involved, but as it turns out, a sufficient condition is that  $A$  must be irreducible (for each  $i, j \in \Sigma$  there is an  $m > 0$  such that  $A_{i,j}^m > 0$ ) and not a permutation matrix, which still leaves a large class of transition matrices. A topological consequence of the condition is that the space  $X_A$  has no isolated points. This condition can be formulated as follows: from any given state it is always possible reach any other state, possibly after more then one step, in at least two distinct ways.

<sup>6</sup>This means, due to the Gelfand-Naimark theorem, that there is a homeomorphism between  $X_A$  and the space of non-zero homomorphisms  $\mathcal{D}_A \rightarrow \mathbb{C}$ .

<sup>7</sup>Topologically equivalent in fact



## Tijdens je studie naar het buitenland: het kan je op ideeën brengen!

Vanaf het begin van mijn wiskundemaster wist ik al dat ik mijn afstudeerscriptie graag bij een bedrijf in het buitenland wilde schrijven. Omdat dit bij wiskunde vrij ongebruikelijk is, werd mij een kleine kans toegedicht, maar na lang zoeken en proberen kon ik bij Deutsche Telekom Laboratoria in Berlijn aan de slag.

Het onderwerp waar ik uiteindelijk op ben afgestudeerd is “Dynamic Load Balancing in High Dimensional System”, en ging in feite over hoe je internetverkeer zo goed mogelijk kunt verdelen over alle servers in een datacenter, zodat de zogenaamde “response time” zo laag mogelijk is.

Hoewel het onderzoek af en toe goed tegenzat heb ik het in Berlijn heel erg naar m'n zin gehad. Naast dat Berlijn natuurlijk een wereldstad is met veel historie en fantastische uitgaansgelegenheden, hebben vooral de mensen die ik heb ontmoet het een hele mooie tijd gemaakt. Zo heb ik met het Erasmusvoetbalteam in een universiteitscompetitie gespeeld en leuke dingen ondernomen met huisgenoten.

Dat zo'n avontuur in het buitenland je op goede ideeën kan brengen, ervoer ik eigenlijk al bij mijn oriëntatie op Berlijn, toen ik de internationale (studenten)organisatie IAESTE online tegenkwam. IAESTE (the International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) is vertegenwoordigd in meer dan 85 landen en regelt stages bij bedrijven, universiteiten en onderzoeksinstituten voor bèta- en technische studenten. Ook al was het mij uiteindelijk zelfstandig gelukt, toch leek IAESTE me dé organisatie die ik in Nederland goed had kunnen gebruiken in mijn zoektocht naar een geschikte stage.

Na enig onderzoek bleek IAESTE inderdaad niet (meer) in Nederland te bestaan, en het leek me erg leuk dit in Nederland op te zetten. Ruim een jaar later is IAESTE in Utrecht een feit en zijn we met een groep enthousiaste studenten hard op weg IAESTE in Nederland een succes te maken. Waar zo'n stage in het buitenland wel niet toe kan leiden!

**“IAESTE [...] regelt stages bij bedrijven, universiteiten en onderzoeksinstituten voor bèta- en technische studenten.”**

P.S.: Lijkt het je overigens leuk om als bestuurslid ( $\pm 15$  uur in de week) of commissielid ( $\pm 5$  uur in de week) mee te helpen, neem dan een kijkje op onze website [www.iaesteutrecht.nl](http://www.iaesteutrecht.nl) en meld je aan!

Jöbke Janssen

IF YOU CAN  
READ CODED

20 5 24 20

AS FAST AS

14 15 18 13 1 12

TEXT YOU

MIGHT 2 5

THE ONE.

WE ARE SCOUTING FOR **BRILLIANT** MINDS ONLY  
START YOUR CAREER IN **TRADING** → APPLY AT [WWW.OPTIVER.COM](http://WWW.OPTIVER.COM)

optiver 

## Concentratierijk eten

Weinig tijd en wat extra concentratie nodig voor de tentamenweken? Hier komen een paar makkelijke gerechten om snel te bereiden en je concentratievermogen te verhogen.

### Hoofdgerecht: Kipfilet met champignons en Parmezaanse kaas uit de oven<sup>1</sup>

#### Ingrediënten (4 personen):

- 1 pakje Room Culinair of kookroom
- 250 gram champignons
- 2 eetlepels olijfolie
- peper en zout
- 400 gram kipfilet
- boter
- 100 gram (vers) geraspte parmezaanse kaas



#### Bereidingswijze:

Verwarm de oven voor op 250 graden Celsius. Maak de champignons schoon en snijd deze in vieren. Verhit de olie in een pan en bak de champignons tot al het vocht is verdwenen. Breng de champignons op smaak met peper en zout. Vet daarna een ovenschaal in met olie, en kruid de kipfilet met peper en zout. Leg vervolgens de kipfilet in de ovenschaal. Verwarm de room tot deze gaat binden en roer  $\frac{2}{3}$  van de parmezaanse kaas door de room. Verdeel de champignons over de kipfilet en giet de room over de champignons. Strooi daarna de rest van de parmezaanse kaas eroverheen. Laat het geheel 10-15 minuten in het midden van de oven staan tot de korst goudbruin is.

#### Serveertips:

Lekker met rijst, pasta of krieltjes en een groene salade

### Dessert: Banaan in bladerdeeg<sup>2</sup>

#### Ingrediënten:

- 4 plakjes (ontdooid) bladerdeeg
- 2 rijpe bananen
- 1 zakje vanillesuiker
- 1 theelepel kaneel
- 1 eetlepel honing
- scheutje melk



#### Bereidingswijze:

Verwarm de oven voor op 175 graden Celsius. Pel de bananen en snij deze doormidden in de breedte. Meng de vanillesuiker met de kaneel op een bordje. Rol de bananen er vervolgens doorheen en vouw ze in het bladerdeeg. Daarna meng je de honing met de melk in een kommetje en strijk je het mengsel over het bladerdeeg. Bak dit 20 minuten in de oven.

**Tip:** Nadat het toetje uit de oven komt, kan je er chocoladesaus overheen schenken of een bolletje vanille-ijs erbij leggen.

Ans de Nijs

<sup>1</sup>Bron: [www.smulweb.nl](http://www.smulweb.nl)

<sup>2</sup>Bron: [www.ah.nl](http://www.ah.nl)

## Focus voor de ouders

Door: Adinda de Wit

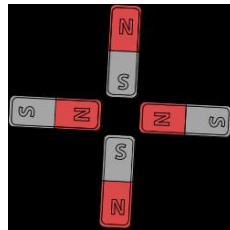
“Focus” is natuurlijk een natuurkundig begrip bij uitstek om het voor de ouders over te hebben. Ik hoor u al denken: “Ja, ja, gaat ze zeker weer flauwe grappen maken over mijn bril! En dat eindeloze gezaag over lenzen, dat kennen we nu wel.”

Precies, dat dacht ik zelf ook, en daarom besloot ik om het dan maar op een andere (nog steeds natuurkundige) manier over “focus” te gaan hebben: het focussen van bundels deeltjes. Tenzij u onder een steen heeft geleefd, heeft u zeker wel eens iets gehoord over de LHC (Large Hadron Collider, ofwel Grote Hadronenbotser, maar dat klinkt zoveel minder leuk) bij CERN in Genève. In de LHC, een hele grote ring, worden elektrisch geladen deeltjes in bundels versneld. Maar die bundels krijg je niet zomaar, en als je ze eenmaal hebt, houd je ze niet zomaar bij elkaar.

Als we stellen dat de richting van de magneet en het pad dat het deeltje volgt loodrecht op elkaar staan, wordt de grootte van de magnetische kracht gegeven door:  $F = q \times v \times B$ , met  $v$  de snelheid van het deeltje,  $B$  de sterkte van de magneet, en  $q$  de lading van het deeltje. De magnetische kracht staat haaks op zowel de snelheid als de magneetsterkte. Dat komt doordat de deeltjes in een ring rondgestuurd worden. Dat gaat niet zomaar: ze moeten worden afgebogen om het juiste pad te volgen. Dit gebeurt met behulp van zogenaamde dipoolmagneten. Door het gebruik van een dipoolmagneet kan de magneetsterkte over een grotere afstand gelijk worden gehouden. Bij een monopoolmagneet – zoals een koelkastmagneet – is dat niet het geval: de magneetsterkte is groot vlak bij de magneet, maar al na een paar centimeter is de magneet niet sterk genoeg meer om aan de koelkast te blijven plakken. Bij gebruik

van de dipoolmagneet hebben we hier dus geen last van: de grootte van de kracht op het deeltje blijft dus steeds gelijk. Omdat we hadden afgesproken dat de magneet loodrecht op de snelheid van het deeltje staat, vinden we dat de kracht naar binnen is gericht; de deeltjes worden afgebogen.

Helaas zwermen door deze manoeuvre de deeltjes weer een beetje uit elkaar: de bundel is niet meer in focus. Tegenwoordig wordt dit meestal verholpen door het gebruik van quadropoolmagneten zoals in Figuur 1. Je hebt daarvoor wel enkele verschillende quadropoolmagneten achter elkaar nodig:



**Figuur 1:** Schematische weergave van een quadropoolmagneet.

Op hetzelfde moment defocusseert deze magneet de bundel in verticale richting. Als je verschillende quadropoolmagneten (steeds omgekeerd) op kleine tussenafstanden van elkaar zet, kun je de deeltjesbundel zowel in de horizontale richting als in de verticale richting focuseren. Zo ziet u dus dat “focus” zich in de natuurkunde absoluut niet beperkt tot lenzen en brillen.

# Het priemgetal $1 + i$

Door: Lars van den Berg

**De priemgetallen 2, 3, 5, 7, 11, ... zijn een van de meest raadselachtige dingen in de wiskunde, maar wist je dat er nog andere getalstelsels met priemgetallen zijn? In dit artikel wil ik wat van hun schoonheid laten zien.**

Met een getalstelsel bedoelen we een *ring*, heel globaal is dat een verzameling voorzien van optelling en vermenigvuldiging die aan dezelfde rekenregels voldoen als bij de gehele getallen. Standaardvoorbeelden van ringen zijn  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{Q}$ ,  $\mathbb{R}$  en  $\mathbb{C}$ . Een element  $a$  in een ring  $R$  met een inverse  $1/a \in R$  wordt een *eenheid* genoemd. In  $\mathbb{Z}$  zijn alleen 1 en  $-1$  eenheden:  $1/k \notin \mathbb{Z}$  voor de overige  $k$ . Als  $u \in R$  een eenheid is, is elke  $a \in R$  te ontbinden als  $a = u \cdot au^{-1}$ ; dit noemen we de triviale ontbindingen. Een niet-eenheid  $p$  noemen we een *priemelement* als hij alleen triviale ontbindingen heeft, dus als een van de factoren in een ontbinding altijd een eenheid is.

In  $\mathbb{Z}$  is sprake van unieke priemfactorisatie: elk geheel getal  $a$  kan op volgorde en vermenigvuldiging met eenheden na uniek geschreven worden als  $\pm 1 \cdot p_1 p_2 \dots p_n$  voor priemgetallen  $p_i$ . Dit is niet in elk getalstelsel het geval: als het wel geldt, noemen we het een *ontbindingsring*.

Genoeg theorie, nu een mooi voorbeeld: we beschouwen de ring  $\mathbb{Z}[i]$  van gehele getallen van Gauss, dat zijn de complexe getallen van de vorm  $a+bi$  met  $a, b$  geheel. Deze ring, de verzameling ‘roosterpunten’ in het complexe vlak, heeft een heel rijke aritmetische structuur: het blijkt net als  $\mathbb{Z}$  een ontbindingsring te zijn. Dat bewijzen we hier niet, maar voor hen die wat van ringen weten merken we op dat we kunnen ‘delen met rest’ in  $\mathbb{Z}[i]$ , dus het is een hoofddeaaldomein en

dus een ontbindingsring. Als we bijvoorbeeld  $x = 7725 - 795i$  nemen, wat is dan zijn priemontbinding? Allereerst berekenen we  $\text{ggd}(7725, 795) = 15$ , en schrijven  $x = 15(515 - 53i)$ . De factor  $15 = 3 \cdot 5$  kunnen we verder ontbinden als  $3(2+i)(2-i)$ , en uitschrijven leert dat  $\alpha = 515 - 53i$  gelijk is aan  $i(1+i)(3-2i)^3(6-5i)$ .

Maar hoe komen we aan deze ontbindingen, en hoe weten we of de factoren priem zijn? Om dit te beantwoorden introduceren we de *normfunctie*  $N$  op  $\mathbb{Z}[i]$ : dat is het kwadraat van de absolute waarde. De norm respecteert de vermenigvuldigingsstructuur:  $N(\alpha\beta) = |\alpha\beta|^2 = (|\alpha| \cdot |\beta|)^2 = N(\alpha)N(\beta)$ . De reden dat we het *kwadraat* van de absolute waarde nemen, is dat het een *geheel getal* is:  $N(a+bi) = a^2 + b^2$ . Nu kunnen we makkelijk de eenheden van  $\mathbb{Z}[i]$  bepalen: het zijn de elementen met norm 1. Immers, als  $u$  een eenheid is, dan is  $1 = N(1) = N(uu^{-1}) = N(u)N(u^{-1})$ , dus  $N(u)$  deelt 1 en is dus 1 (de norm is positief). Omgekeerd, uit  $N(\beta) = \beta\bar{\beta}$  wordt duidelijk dat de elementen  $\beta$  met norm 1 eenheden zijn; hun inverse is  $\bar{\beta}$ . De eenheden zijn dus de getallen op de complexe eenheidscircel: het zijn de machten  $i, -1, -i, 1$  van  $i$ .

De normfunctie vertaalt als het ware de priemstructuur van  $\mathbb{Z}[i]$  naar die van  $\mathbb{Z}$ . Stel dat  $\beta \in \mathbb{Z}[i]$  te ontbinden is als  $\pi_1 \dots \pi_n$ , dan is  $N(\beta) = N(\pi_1) \dots N(\pi_n)$ : het levert dus een ontbinding van het gehele getal  $N(\beta)$  in gehele getallen  $N(\pi_i)$ . In het bijzonder, als  $N(\beta) = p$  priem is, is  $\beta$  een priemelement.

De factoren  $1 + i$ ,  $3 - 2i$  en  $6 - 5i$  van  $x$  hebben als norm een priemgetal (ga maar na) en zijn dus priem. Om te laten zien dat we de priemontbinding van  $x$  hebben gevonden, hoeven we alleen nog te laten zien dat 3 priem is, daar komen we zo op terug. Eerst maar eens de vraag: hoe komen we aan bovenstaande factorisatie van  $x$ ?

Stel  $\pi$  is priem in  $\mathbb{Z}[i]$ , en zij  $p_1 \dots p_n$  de priemontbinding van  $N(\pi)$  in  $\mathbb{Z}$ . Een eigenschap van priemelementen is dat als ze deler zijn van een product, ze minstens één van de factoren delen. We hebben  $\pi\bar{\pi} = N(\pi) = p_1 \dots p_n$ , dus  $\pi$  deelt het product van de  $p_i$  en deelt dus één van de  $p_i$ . Om alle priemelementen van  $\mathbb{Z}[i]$  te vinden, is het dus genoeg om de positieve priemgetallen  $p$  van  $\mathbb{Z}$  te factoriseren in  $\mathbb{Z}[i]$ . Dat is opmerkelijk eenvoudig. Voor  $p = 2$  hebben we de ontbinding  $2 = -i(1 + i)^2$  met  $-i$  een eenheid en  $1 + i$  priem (want zijn norm is priem).

Stel nu  $p$  is oneven. Als  $p$  *niet* priem is in  $\mathbb{Z}[i]$ , is het te schrijven als  $\beta\gamma$  met  $\beta, \gamma$  niet van norm 1. Maar dat betekent dat  $p^2 = N(p) = N(\beta)N(\gamma)$ , dus  $\beta$  en  $\gamma$  moeten beide norm  $p$  hebben en dus priem zijn. We hebben dan dus de priemontbinding  $p = \beta\bar{\beta}$  van  $p$ , ofwel  $p = a^2 + b^2$  met  $\beta = a + bi$ . Als  $p \equiv 3 \pmod{4}$  is dat onmogelijk: kwadraten zijn altijd 0 of 1 modulo 4, dus modulo 4 is hun som 0, 1 of 2, maar nooit 3. In dat geval bestaan dergelijke  $\beta, \gamma$  dus niet, dus  $p$  is priem in  $\mathbb{Z}[i]$ . In het bijzonder is 3 priem, zoals we wilden bewijzen.

Voor  $p \equiv 1 \pmod{4}$  ligt het anders. Een basisstelling in de getaltheorie zegt dat  $-1$  dan een kwadraat is modulo  $p$ , zeg  $k^2 \equiv -1 \pmod{p}$ , ofwel  $p$  is deler van  $k^2 + 1$ . Dus  $p$  deelt  $(k + i)(k - i)$  in  $\mathbb{Z}[i]$ ; maar het is duidelijk dat het geen van beide factoren deelt, dus  $p$  is *niet* priem in  $\mathbb{Z}[i]$ . Uit het bovenstaande volgt dat  $p$  priemfactorisatie  $\beta\bar{\beta}$  heeft voor een  $\beta$  met norm  $p$ . In het bijzonder zien we dat elk priemgetal  $p \equiv 1 \pmod{4}$  te schrijven is als som van twee kwadraten, bijvoorbeeld  $5 = 1^2 + 2^2$ ,  $13 = 2^2 + 3^2$ ,  $17 = 1^2 + 4^2$ ,  $29 = 2^2 + 5^2, \dots$

Nu kunnen we inzien hoe we getallen als  $x = 15(515 - 53i)$  kunnen factoriseren. Ontbinden van  $3 \cdot 5$  gaat als boven beschreven. Voor  $\alpha = 515 - 53i$  berekenen we  $N(\alpha) = 515^2 + 53^2 = 268034 = 2 \cdot 13^3 \cdot 61$ . We merken al op dat elke priemfactor van  $\alpha$  één van de gehele priemfactoren van  $N(\alpha)$  deelt: ze delen dus 2, 13 en 61. Omdat 13 en 61 beide 1 zijn modulo 4, volgt dat  $\alpha = i^k(1 + i)\pi_1\pi_2\pi_3\tau$  met de  $\pi_i$  priemelementen van norm 13 en  $\tau$  van norm 61, en  $i^k$  een eenheid. Omdat 13 factoriseert als  $(3 + 2i)(3 - 2i)$  en omdat  $\mathbb{Z}[i]$  *unieke* priemfactorisatie heeft, volgt dat de  $\pi_i$  gelijk zijn aan  $3 \pm 2i$ . Ze kunnen niet beide voorkomen, want dan zou  $\alpha$  deelbaar zijn door  $(3 + 2i)(3 - 2i) = 13$ . Welke van de twee voorkomt, kunnen we bepalen door te kijken welke van  $\frac{\alpha}{3+2i}$  en  $\frac{\alpha}{3-2i}$  in  $\mathbb{Z}[i]$  ligt: het blijkt die tweede te zijn. Analoog zien we uit  $\tau\bar{\tau} = 61 = (6 - 5i)(6 + 5i)$  en  $\frac{\alpha}{6-5i} \in \mathbb{Z}[i]$  dat  $\tau = 6 - 5i$ . Om tenslotte de eenheid  $i^k$  te bepalen, kunnen we simpelweg het product  $i^k(1+i)(3-2i)^3(6-5i)$  uitwerken en gelijkstellen aan  $515 - 53i$ .



## Een betoverende almanak voor een magisch jaar?

Begin februari werd hij na lang wachten dan eindelijk gepresenteerd: de A-Eskwadraat Lustrumalmanak 2011, met als thema 'Betoverend'. Met zijn sombere kافت lijkt de almanak van dit jaar op het eerste gezicht echter weinig betoverend, en ik zou me er makkelijk van af kunnen maken door puur op basis daarvan al een conclusie te trekken. Maar zoals het spreekwoord luidt, kun je een boek niet beoordelen op basis van de kافت alleen, en dat geldt net zo goed voor 'Betoverend'.

De almanak begint met een terugblik op 2011, met bijna alle noemenswaardige dingen die binnen en buiten A-Eskwadraat hebben plaatsgevonden. Bijna. Het was ook het jaar waarin de Universiteit Utrecht zich over haar 375-jarig bestaan kon verheugen, maar in het jaaroverzicht zien we daar weinig van terug.

Aan het lustrum van A-Eskwadraat zelf zijn gelukkig wel veel pagina's gewijd. De lustrumactiviteiten worden beknopt nog eens beschreven, zodat je later weer fijn kan terugdenken aan die drie geweldige weken. Mocht je die niet meegemaakt hebben, dan weet je in ieder geval waarom je er bij het volgende lustrum wél moet zijn.

Verder vinden we ook in deze almanak weer de andere vertrouwde secties, zoals de eerstejaarssectie waarin de nieuwe groepjes (vaak de naam van hun groep uitbeeldend) geposeerd hebben, en de intro- en Breekverslagen; alle commissies, disputeren en groepen die de vereniging draaiende houden, waarin zij zich voorstellen en vertellen wat ze nou eigenlijk doen; de stukjes van zusjes en contacten van A-Eskwadraat in Utrecht en de rest van Nederland, waarin ze allemaal met wisselende mate van succes het thema hebben proberen te verwerken; en uiteraard ook een stuk over de universiteit en de vele manieren waarop je er op het gebied van medezeggenschap en onderwijs mee te maken kan hebben.

De almanak wordt afgesloten met (vrijwel) alle gezichten die onze vereniging rijk is. Hoewel er weinig magisch is aan dit stuk en onze leden ook gewoon op te zoeken zijn op de website, biedt de almanak toch een interessante 'feature' die de website niet heeft: de mogelijkheid om mensen op te zoeken op telefoonnummer. Dit, samen met het feit dat de website ook iets minder fijn bladert, maakt dat je hier misschien nog wel het vaakst naar terugkijkt.

Al met al is 'Betoverend' een goed gevulde almanak met dezelfde onderdelen die ieder jaar de revue passeren, aangevuld met een lustrumsectie en wat leuke stukjes tussendoor die ook zeer vermakelijk zijn om te lezen; een stukje A-Eskwadraat dat zeker niet mag ontbreken op je boekenplank!

*De lustrumalmanak 'Betoverend' 2011 is voor €10,00 verkrijgbaar bij de boekverkoop van A-Eskwadraat tussen 11:30 en 13:30 in BBL 238.*

Chun Fei Lung

## Arnoud in Liverpool

Als je met iemand praat over Liverpool komen twee zaken altijd naar voren, de plaatselijke F.C. en The Beatles. De eerste heeft al meer dan twintig jaar geen landstitel gewonnen, en de tweede zijn al meer dan veertig niet meer samen. Gelukkig heeft de stad meer te bieden dan een iconische voetbalclub en de beste band aller tijden.

Sinds half september ben ik bezig met mijn afstudeeronderzoek over de “Communication Complexity of  $\epsilon$ -approximate Nash equilibria” aan de University of Liverpool. ‘Waarom Liverpool?’ vraag je je misschien af. Het antwoord is simpel. De University of Liverpool heeft het sterkste onderzoek in heel Groot-Brittannië op het gebied van algorithmic game theory, de richting van mijn afstudeeronderzoek. Aangezien ik graag naar Groot-Brittannië wilde, was de keuze snel gemaakt.

De laatste twintig jaar heeft Liverpool een make-over gehad, wat er in heeft geresulteerd dat het centrum er nu modern, fris en hip uitziet. Uitgaan in Liverpool is zeer goed te doen door de grote hoeveelheid clubs. Dit valt me denk ik vooral op omdat Utrecht daar niet echt om bekend staat. Al die clubs zijn ook vol door de vele studenten hier: de drie “universiteiten” in Liverpool hebben samen ruim 50.000 studenten. “Universiteiten” staat hier in aanhalingstekens, omdat we in Nederland de andere twee universiteiten (John Moores en Hope) waarschijnlijk HBO’s zouden noemen. Maar ja, ze zijn hier wat makkelijker met het gebruik van het woord “universiteit”.

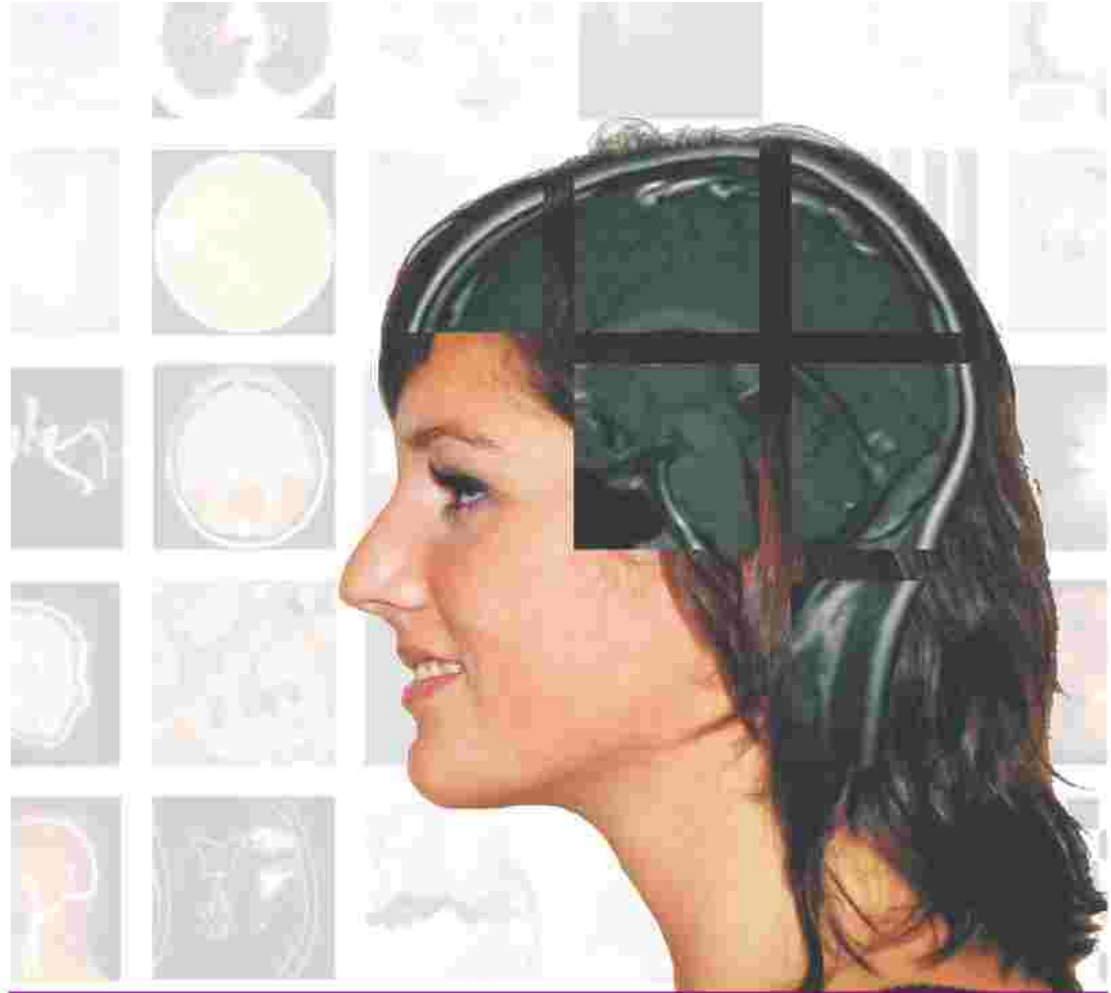
Bij het uitgaan moet je wel oppassen voor de oranje, in zeer korte jurkjes gestoken vrouwen met enorme naaldhakken, Liverpool staat er bekend om. Mocht je nog niet doorhebben wat ik bedoel, dan kun je zoeken naar het tv-programma “Desperate Scousewives”.

Naast alle gezelligheid moet er natuurlijk ook nog gestudeerd worden. De universiteit is gesitueerd vlakbij het centrum en bestaat uit een mix van oude en nieuwe gebouwen. Zelf heb ik een werkplek (samen met de rest van het departement) in een mooi oud gebouw met balkon. Omdat ik geen vakken volg, heb ik weinig contact met andere informaticastudenten. Daarentegen heb ik een goede band met een aantal PhD-studenten. Ze zien mij ook als een PhD, maar dan maar voor een jaar.

Zoals het een goede Nederlander betaamt fiets ik overal naartoe. Dit is wel enigszins een uitdaging doordat de meeste fietspaden maar tien meter lang zijn en vrij willekeurig geplaatst zijn – maar na een paar avontuurtjes op 80-kilometerwegen raak je er aan gewend.

Al met al is Liverpool een levendige interessante stad met aardige inwoners. Een mooie plek om een jaartje te wonen!

Arnoud Pastink



## Interested in exact sciences in the clinic?

We hereby invite you to the information evening of the Life Sciences Master's Programme **Biomedical Image Sciences** held on **Monday 2 April 2012**. During this evening you will receive information about the Master's Programme, you will see some examples of research projects, and you will be informed about career possibilities. The evening will be concluded by a guided tour of several medical imaging facilities of the University Medical Center Utrecht.

Register by sending an e-mail to: [bis@isi.uu.nl](mailto:bis@isi.uu.nl)

Check our website [www.bis.uu.nl](http://www.bis.uu.nl) for the exact programme.

## Concentratietips

Studeren is moeilijk, en afleiding leuk en alomtegenwoordig. Focus op de studie is gewenst, maar schijnt schier onmogelijk met de wijde wereld die wacht. De Vakidoot komt met 25 tips om je te concentreren. Succes gegarandeerd, betere studieresultaten niet. De redactie is niet verantwoordelijk voor negatieve BSA's, sociale uitsluiting, lichamelijk letsel en de dood die erop volgt als gevolg van uitgevoerde concentratietips.

1. **Drink koffie:** maar dat doe je natuurlijk allang. De resultaten nemen na verloop van tijd af, maar opnieuw koffie drinken is dan een oplossing. Oploskoffie is echter niet een goede oplossing – drink liever filterkoffie, of automatenkoffie uit de automaten die door de Vakidoot als goed beoordeeld zijn.
2. **Drink cola:** zie koffie, maar nu met extra suiker.
3. **Drink bier:** het zal je vermogen om op te letten niet verbeteren, maar de concentratie alcohol in je bloed zal er aanzienlijk door toenemen.
4. **Minder drinken:** dit verhoogt je osmotische waarde (ofwel concentratie).
5. **Los geen problemen op:** Oplossen verlaagt de concentratie.
6. **Gebruik cocaïne:** beter doe je dit dus eigenlijk niet, al zou het op korte termijn goed kunnen werken.
7. **Bezoek niet de volgende sites:** [facebook.com](http://facebook.com), [9gag.com](http://9gag.com), [sporcle.com](http://sporcle.com), [nu.nl](http://nu.nl), [warlight.com](http://warlight.com), [icanhascheezburger.com](http://icanhascheezburger.com), [iwastesomuchtime.com](http://iwastesomuchtime.com), [youtube.com](http://youtube.com), [a-eskwadraat.nl/vakidoot](http://a-eskwadraat.nl/vakidoot) etcetera. De sites zijn veel te leuk om weer aan het werk te gaan.
8. **Gebruik Internet Explorer:** hierboven genoemde sites (maar ook andere afleidende sites) zullen zo traag worden dat je nog liever gaat leren dan te wachten op het laden van de volgende post.
9. **Word boeddhist:** die staan erom bekend zich goed te kunnen concentreren. Houd er wel rekening mee dat dit een tijdsinvestering kan betekenen.
10. **Verbeter je concentratievermogen:** dit kan door bijvoorbeeld veel Memory te spelen of naar MAX Geheugentrainer te kijken op televisie.
11. **Word autist:** wellicht altijd nog makkelijker dan boeddhist worden.
12. **Onderstreep de stof met verschillende kleuren markers:** als het niet lukt, heb je tenminste een leuk kunstwerk om naar te kijken.
13. **Maak een verrekijker:** met je handen om een tunnelvisie focus te krijgen voor een betere concentratie.
14. **Werk bij je ouders:**, waar je altijd zo opschept hoe druk je het hebt. Gezichtsverlies is echt erger dan het werk.
15. **Overtuig je vrienden:** dat ze je iedere dag moeten vertellen dat het tentamen morgen is. Stress werkt, echt waar. Dit doen we ook met onze deadline.

## Kort

Alle mededelingen die niet binnen de rest van de focus pasten. . .

### Rectificatie - I

Er waren, zoals voorspeld, inderdaad fouten in het artikel ‘Needurlantz’ te vinden. Zo moet ‘engelse ziekte’ met een hoofdletter geschreven worden, had tussen ‘taartschap’ en ‘vogelaarwijk’ een ‘en’ in plaats van een komma moeten staan en staat er in de alinea over de ‘*Auto deur*’ ‘Nedelands’ in plaats van ‘Nederlands’.

Maar als we de details rechts laten liggen, staat er ook nog incorrecte informatie in. De Algemene Nederlandse Spraakkunst (ANS) zegt dat een bijwoord een buigings-e zou mogen krijgen als je het op informele wijze een ‘affectieve lading’ wil meegeven.<sup>1</sup> Je mag dus *hele fijne kerstdagen* wensen aan een bekende als je oprecht hoopt dat deze persoon een fijne dag heeft. Het is echter wel altijd informeel, dus dit kun je niet zo maar overal gaan gebruiken. (In veel gevallen is er nog wel om de ‘oprecht toewensen’-restrictie heen te babbelen.)

Als laatste werden we erop gewezen dat ‘logodiversiteit’ in de eerste plaats lijkt te gaan om de diversiteit van beeldmerken (logo’s). Mogelijk is het woord logodiversiteit eenduidiger, ook al klinkt het minder leuk.

Ook bijzonder aan te raden is de spatiefout van het jaar 2011.<sup>2</sup> “Veel diarreegevallen in Nickerie” luidt de krantenkop. Denk, als je niets gek is opgevallen, er vooral niet over na. Er staan nog vele andere mooie voorbeelden voor beelden (en zonder beelden) op de site.

### Naamswijziging

Het intrekken van de naamswijziging van het Wiskundegebouw wordt ingetrokken: het Wiskundegebouw gaat voortaan dus echt het Hans Freudenthalgebouw heten.

### Priemgetallen

Was je teleurgesteld dat het artikel ‘Het priemgetal 1 + *i*’ niet ging over priemgetallen zoals jij had verwacht? Doe dan mee aan de zoektocht naar nieuwe priemgetallen via [primegrid.com/](http://primegrid.com/) of [www.mersenne.org/](http://www.mersenne.org/). Over een tijdje start primegrid zelfs met de jacht op een nieuw wereldrecord priemgetal van meer dan 13 miljoen digits.

### Nieuwe bewoner Minnaert

Er gaat het gerucht dat er een nieuwe bewoner is in de Minnaert-ex-vijver: een muis. Dit knaagdier is enkele malen gespot door een informant van de Vakidoot, en hij schijnt het bijzonder naar zijn zin te hebben in Teletubbieland. Mocht iemand een foto van de nieuwe huisgenoot van ons allen weten te maken, dan zou de Vakidoot deze graag volgend nummer willen publiceren.

### Rectificatie - II

Enkele redactieleden vonden de waarschuwing op ons vorige nummer te voorzichtig geformuleerd. De Vakidoot bevatte wel degelijk letters en cijfers. De Vakidoot is echter niet aansprakelijk voor geleden schade ten gevolge van blootstelling aan de letters en cijfers.

<sup>1</sup><http://www.onzetaal.nl/taaladvies/advies/heel-hele-prettige-kerstdagen>

<sup>2</sup>[www.spatiegebruik.nl/despatievan2011.html](http://www.spatiegebruik.nl/despatievan2011.html)

## Automatisch scherpstellen

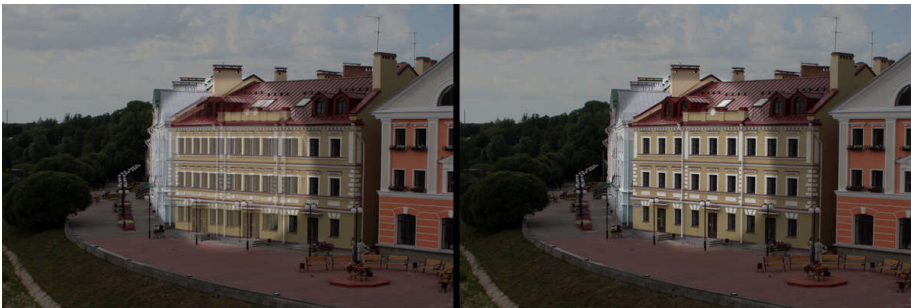
Door: Roland Vaandrager

De basis van het maken van een foto is al heel oud. De camera obscura is een van de simpelste camera's, en nog steeds kun je vrij eenvoudig zelf een camera obscura maken. Een camera obscura is niets anders dan een klein gat in één kant van een lichtdichte doos, waarin aan de andere kant een lichtgevoelig materiaal is aangebracht. Dit gat wordt een diafragma genoemd. In moderne camera's is de grootte van dit diafragma regelbaar. Het licht wat van buiten komt wordt gebundeld met een objectief.

Een beeld is scherp als al het licht van één punt op het object via het objectief naar één punt op de gevoelige plaat convergeert. Deze gevoelige plaat is tegenwoordig de sensor van een digitale camera. Bij het vastleggen van een beeld zijn er meestal objecten die ver weg zijn, en objecten die dichtbij staan. Er kan worden scherpgesteld op objecten dichtbij of ver weg door de brandpuntsafstand van het objectief een beetje aan te passen. Door het gebruik van een diafragma waarvan de grootte instelbaar is, wordt de scherptediepte bepaald. Een groot diafragma zorgt voor een kleine scherptediepte, dat wil zeggen dat de afstand tussen twee scherpe objecten op een beeld kleiner moet zijn dan wanneer een klein diafragma wordt gebruikt.

### Meetzoeker

De oudste manier om een beeld scherp te krijgen is met de meetzoeker. Een meetzoeker werd vroeger al gebruikt om afstanden te meten. Een object dat ver weg staat kan met zo'n afstandsmeter worden scherpgesteld, waarna afgelezen kan worden hoe ver het object ongeveer weg is. Het scherpstellen van een meetzoekercamera werkt op dezelfde manier. De camera heeft twee zoekers die op een bepaalde afstand van elkaar staan. Het beeld van beide zoekers wordt over elkaar heen geprojecteerd. Door het parallaxefect staat het beeld van de twee zoekers niet altijd juist op elkaar (zie de linker afbeelding). Zodra in een meetzoekercamera aan het objectief wordt gedraaid,



**“Een meetzoeker werd vroeger al gebruikt om afstanden te meten.”**

wordt met een spiegelsysteem in de zoekers de plaatsing van het beeld aangepast. Zodra de beelden precies over elkaar liggen, wordt het beeld beschouwd als “scherp” (zie de rechterafbeelding). De traditionele scherpstelling van het objectief is gekoppeld aan de afstandmeting in de zoekers, waardoor een scherp beeld ontstaat op de sensor. De zoekers zijn vaak vrij groot, zodat duidelijk zichtbaar is wanneer twee beelden precies op elkaar passen. Het gehele systeem wordt daarvoor ook vrij groot, maar er kan op een uiterst precieze manier worden scherpgesteld. En bij het maken van de foto hoor je alleen een zachte klik van de sluiters.

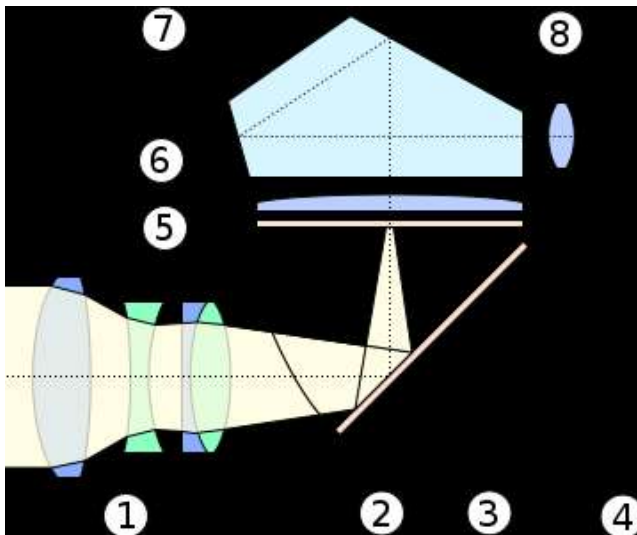
### Fasedetectie

De meetzoekercamera is vaak heel duur. Een goedkoper en veel bekender alternatief is de spiegelreflexcamera. Deze wordt in het Engels een Single Lens Reflex genoemd, oftewel een SLR. In de SLR-camera komt het licht binnen door het

objectief, dit licht door de lenzen in het objectief gebundeld. Ergens halverwege de bundel komt het licht langs een halfdoorzichtige spiegel. Een deel van het licht wordt naar de zoeker geleid, waardoor de fotograaf kan zien wat het beeld is. Boven de spiegel zit een matglas, waarop het beeld handmatig scherpgesteld kan worden door aan de scherpsteling van de lens te draaien. Een pentaprisma en een kleine lens leidt het beeld zonder de scherpste aan te passen naar de voorkant van de zoeker.

Zodra er een foto wordt gemaakt, klapt de spiegel omhoog waardoor het matglas bedekt wordt. Hierdoor ontstaat een zogenaamde “blackout”: er is tijdens de opname niets door de zoeker te zien. Het licht kan door het opklappen zonder belemmeringen naar de sluiters en de sensor gaan. Na het opklappen zal de sluiters open en dicht gaan. Zolang de sluiters open is, ontvangt de sensor licht en wordt de foto gemaakt. Hierna klapt de spiegel weer terug.

Het niet-gereflecteerde deel gaat door de spiegel heen en wordt via een tweede spiegel naar een fasedetector geleid. De fasedetector bestaat uit twee CCD-sensors. De ene ligt net voor het beeldvlak en de ander ligt net achter het beeldvlak. De afstand van beide sensors tot het beeldvlak is gelijk. Hierdoor wordt het beeld “scherp” als het contrast op beide



sensoren gelijk is.

Het contrast in een beeld zal het hoogst zijn op de sensor waar het scherptevlak het dichtst bij staat. Hierdoor zal het contrast op de andere sensor juist laag zijn. Aangezien het contrast op beide sensors gelijk moet zijn om het beeld scherp te krijgen, kan het systeem direct afleiden naar welke kant het scherptevlak moet bewegen. Hierdoor werkt fasedetectie snel en betrouwbaar. Ook in situaties waar weinig licht is, is het verschil in contrast toch nog goed meetbaar waardoor snel een scherp beeld kan ontstaan.

### Contrastdetectie

Fasedetectie werkt betrouwbaar en snel, maar het spiegelreflexsysteem is niet snel. Elke keer moet de spiegel omhoog geklapt worden. Daardoor ontstaat “shutter lag”. Tussen het moment van het indrukken van de ontspanknop tot het maken van de foto zit meetbare tijd. Ook is het spiegelhuis en het pentaprisma vrij groot, waardoor een omvangrijk geheel ontstaat. Een veel goedkoper en kleiner alternatief is de compactcamera. Hierin is geen ruimte voor een fasedetector. Scherpstelling werkt op de beeldsensor zelf. De fasedetector zoekt een gelijk contrast op twee sensoren, bij een compactcamera wordt gezocht naar het hoogste contrast op de sensor zelf. Hierdoor heet dit systeem simpelweg “contrastdetectie”. Het enige wat nodig is voor deze vorm van autofocus is de beeldsensor zelf, en wat software om het contrast te meten. De camera kan hierdoor compact blijven.

Bij het scherpstellen begint de camera op een uiterste, namelijk scherpgesteld op ver weg. Daarna schuift de scherpstelling naar steeds dichterbij, totdat het grootste contrast is bereikt. In de macrostand begint het systeem juist scherpgesteld op dichtbij, waarna steeds verder weg wordt geschoven. Vaak schiet de meting over het maximum heen, waardoor het contrast weer iets lager wordt. De lens schuift steeds heen en weer rondom het punt met het grootste contrast, totdat dit punt is bereikt. Dan is het beeld scherp. Dit proces kost relatief veel tijd, al zijn veel fabrikanten er wel in geslaagd om dit in gemiddeld één tot anderhalve seconde te kunnen uitvoeren. Een fasedetector zal echter altijd sneller zijn. Een compactcamera heeft een minimale shutter lag, alleen duurt het scherpstellen wel lang.

### Kosten

Deze drie scherpstelmechanismen zijn de meest gebruikte soorten. Ze werken ieder op hun eigen manier, en hebben ieder ook hun eigen voor- en nadelen. Vaak is voor snelheid en betrouwbaarheid een ingewikkeld optisch systeem nodig, wat weer relatief duur is. Een Leica M9 meetzoeker-camera kost zonder lens 5500 euro, terwijl een eenvoudige compactcamera (inclusief lens) nog geen 80 euro hoeft te kosten. Een spiegelreflexcamera zit er mooi tussenin. De methode van een SLR is betrouwbaar genoeg, en hiervan wordt ook vaak gezegd dat dit de beste prijs-kwaliteitverhouding heeft.

**“[Over] de methode van een [Single Lens Reflex ...] wordt ook vaak gezegd dat dit de beste prijs/kwaliteit-verhouding heeft.”**



## LIMO 2012

Ben jij gemotiveerd, competitief, ambitieus, slim, creatief, gedreven, van nature geïnteresseerd in de wereld, of houd je van puzzelen, samenwerken, uitdagingen, gezelligheid, gratis borrels, college missen, praten met medestudenten uit het hele land, gratis eten, of heb je gewoon zin in een leuke wiskundewedstrijd?

Scharrel dan drie medestudenten op en houd vrijdag 25 mei vrij in je agenda. Dan vindt namelijk de achtste LIMO plaats in Utrecht. Dit grootse evenement is een wiskundewedstrijd waarbij je met een groep van vier studenten in drie uur tijd zoveel mogelijk opgaven moet oplossen. De LIMO is open voor alle studenten, maar is in het bijzonder gericht op studenten Wiskunde. Bovendien is de LIMO ook voor eerstejaars zeer geschikt!

Na afloop is er een borrel en kan je op kosten van de organisatie mee uit eten. Voor meer informatie en oude opgaven, kijk op [limo.a-eskwadraat.nl](http://limo.a-eskwadraat.nl).

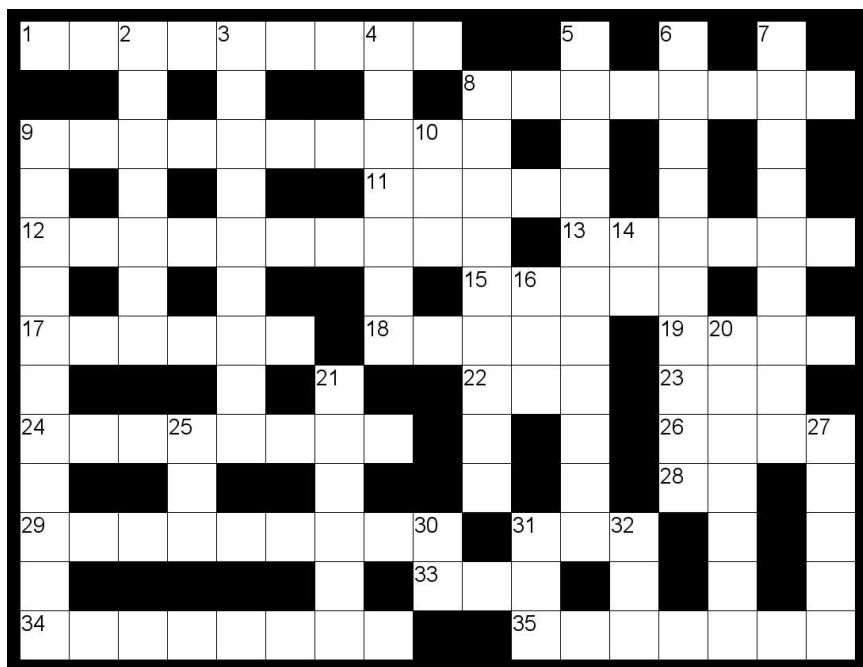


De LIMO-commissie 2012

## Cryptogram

**Horizontaal:** 1. Zin krijgen in de warming-up (4+5); 8. Aannemen of makelen (8); 9. Met terugkerend lettertype (10); 11. Speling in de kantlijn (5); 12. Vreselijk bevrijdend (10); 13. Meest geweldige olie (6); 15. Zeer grote elektronische afstandsmaat (5); 17. Eventjes samengevat (6); 18. Laat zien hoeveel inkt er is (5); 19. Streven naar hoge kaarten (4); 22. Begeef je naar de kuip (3); 23. Je bent steengoed! (3); 24. Schattige koter zonder broertjes en zusjes (4+4); 26. Afsluitend voegwoord (4); 28. Dat is het internet tegenwoordig op een Nieuw-Zeelands eilandje (2); 29. Gevechten om het wiel (9); 31. Partij van staatsmannen (3); 33. Promoveren tot hulpje (3); 34. Algemene militair (8); 35. (In) een flits (7).

**Verticaal:** 2. Minder kromme jurist (7); 3. Onzinnig voedsel (9); 4. In dat onderdeel heb je het naar je zin (7); 5. Het maken van bestanden (11); 6. Belasteren, maar niet witwassen (10); 7. Mate van omvang (9); 8. Opnieuw memoreren (9); 9. Veelbelovend rood (11); 10. Begint bij bezit (3); 14. Televisieserie aldaar (2); 16. Oud en nieuw (3); 20. Heb je (als je nerveus bent) (7); 21. Mysterieuze en allerliefste moeder (6); 25. Raad de noot (3); 27. Uniek lichaamsdeel (5); 30. Achter natrium (2); 31. Ruim zee(p)water (3); 32. Boek met genezende krachten (3).




Stuur je oplossing vóór 1 april 2012 naar [vakidoot@a-eskwadraat.nl](mailto:vakidoot@a-eskwadraat.nl) of ons postvakje. Onder de beste inzenders wordt een mooie prijs verloot. Rob F. won de prijspuzzel uit vorig nummer en mag een prijs komen ophalen in de A-Eskwadraatkamer.

## Agenda

April en mei: de maanden van de vrije dagen en van de zon die weer steeds meer gaat schijnen. Mocht je klaar zijn met de paaseieren kun je je deze maanden vermaken in het rode pluche: ga naar de opera, een dansvoorstelling, of verbaas je over het toneeltalent van je mede-bèta's bij het toneelstuk van A-Eskwadraat. Ook moet er gewerkt worden aan de conditie, want eind april staat de Batavierenrace op het programma. Wie liever iets studie-gerelateerds doet kan eind mei zijn hart ophalen bij Fysica 2012. Vergeet niet een toostje te doen op de koning van Swaziland, hij wordt op 19 april 44 jaar en gaat dat ongetwijfeld vieren met zijn 13 vrouwen en 24 kinderen.

April		Mei
	1	<i>Dag van de arbeid</i>
Liftwedstrijd	2	Toneelstuk A-Es <sup>2</sup> (1 t/m 3 mei)
<i>Wereld autisme dag</i>	3	Inhousedag optiver
Opera La Nozze de Figaro	4	<i>Dodenherdenking</i>
	5	<i>Bevrijdingsdag</i>
<i>Goede vrijdag</i>	6	<i>Internationale Anti-dieet dag</i>
	7	
<i>1e Paasdag</i>	8	<i>Europese Dag van de Beroerte</i>
	9	
	10	<i>Dag van eerlijke handel</i>
<i>Wereld Parkinson Dag</i>	11	
	12	
Nevac Jubileumdag	13	<i>Moederdag</i>
<i>Dag van de popmuziek</i>	14	
	15	
Tentamenweek 3 (t/m 20 april)	16	Intro presentaties Natuurkunde #3
	17	Hemelvaartsdag
	18	ActieveLedenDag
<i>Verjaardag v.d. koning van Swaziland</i>	19	
Reset the future tentoonstelling	20	<i>Annie M.G. Schmidt dag</i>
	21	
<i>Dag van de aarde</i>	22	Dansvoorstelling 'Move to Move'
<i>Dag van het Duitse bier</i>	23	Intro presentaties Natuurkunde #4
	24	
<i>Red Hat Society dag</i>	25	Limo 2012
	26	<i>Luilak</i>
Batavierenrace (t/m 29 april)	27	<i>Pinksteren</i>
	28	
<i>Dag van de dans</i>	29	Hertentamenweek 3 (t/m 1 juni)
<i>Koninginnedag</i>	30	Fysica 2012 Enschede
x	31	

Fiona van der Burgt



## How do you make a lithography system that goes to the limit of what is physically possible?

At ASML we bring together the most creative minds in science and technology to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips.

Per employee we're Europe's largest private investor in R&D, giving you the freedom to experiment and a culture that will let you get things done.

Join ASML's multidisciplinary teams and help us push the boundaries of what's possible.

[www.asml.com/careers](http://www.asml.com/careers)



**ASML**

For students who think ahead