De theoreet
Is één universum genoeg?

Antikythera mechanisme
2000 jaar oude sterrenkunde

The human collective
Is life predictable?

Francken Vrij

Universe

Universal, Univocal

Jaargang 19, editie 2

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

Join ASML as a Physics Engineer to find out.

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

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

www.asml.com/careers

ASML

/ASML @ASMLcompany

For students who think ahead

Colofon

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

ISSN:	*2213-4840 (print)*
	2213-4859 (online)
Jaargang:	*19, 2014/2015*
Nummer:	*April 2015*
Oplage:	*Duizend*
Volgend thema:	*Focus*
Deadline:	*10 mei 2015*
Hoofdredacteur:	*Paul Wijnbergen*
Redactie:	*Serte Donderwinkel*
	Kathinka Frieswijk
	Jasper Pluijmers
Eindredacteur:	*Steven Groen*

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

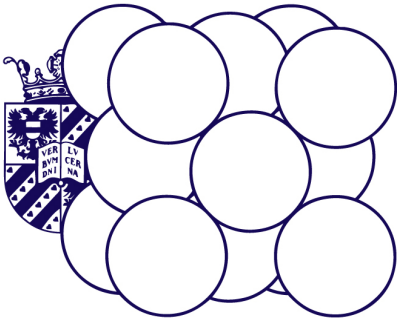
Met dank aan:
prof.dr. J.Th.M. de Hosson, prof. dr. B. Jayawardhana, Kristel Lok, Gerjan Wielink, Jasper Compaijen en Rick Meijerink

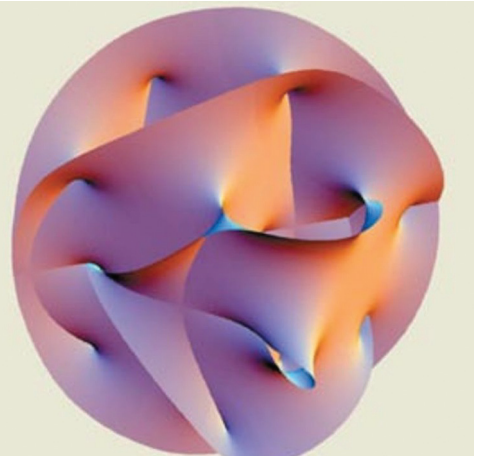
Adverteerders:
ASML 2, *DNV GL* 8, *Nanoscience* 25, *Schut Meettechniek* 36

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

Redactioneel

Met de nieuwe redactie is dit inmiddels de tweede Francken Vrij die wij in elkaar hebben gezet en het resultaat mag er wat mij betreft wezen. Na weken van onderzoek, proberen en verbeteren zijn we het eens geworden. Wat uit al die uren voortvloeit zal de komende pagina's zichtbaar worden. Wij zijn er in ieder geval heel erg trots op en we hopen dat u er net zo van kan genieten en dat u net zo content bent als wij. Veel lees plezier met deze nieuwe editie.





10

Universe, Universal, Univocal

39

Een 2000 jaar oude analoge computer

Onze rubrieken

7 Van de voorzitter

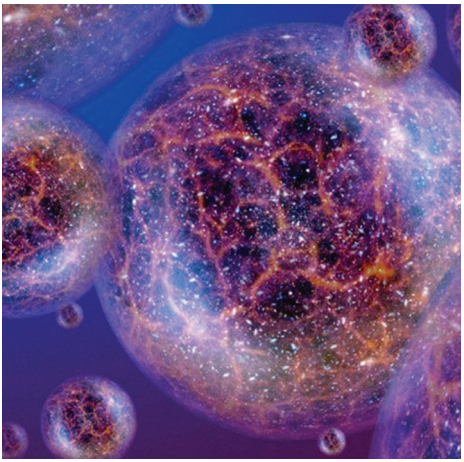
8 News of the Association

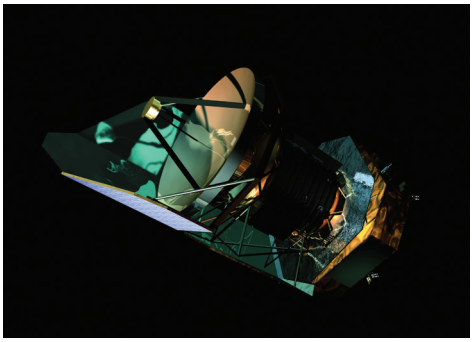
10 Under the microscope
Professor dr. ir. de Hosson over materials science.

34 Een kijkje bij...
Het nederlandse instistuut voor space research

22 De Theoreet
Een nieuwe theoreet over het multiversum. Was de oerknal niet genoeg?

46 De Puzzel
Kennis





22

Geen universum maar een multiversum

34

Een kijkje bij... SRON

Van onze scribenten

18 Dark Engergy
Shining light on this phenomenon

28 The human collective
Is the future predictable?

37 Francken 4
Hoe staat het er mee aan het eind van het seizoen?

39 Het Antikythera Mechanisme
Sterrenkunde in de oudheid...

43 Leven na Francken
Marten Frantzen vertelt over zijn overstap naar de financiële sector. Van technische student naar project manager bij Kempen&Co.

About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organisations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries.

Combining leading technical and operational expertise, risk methodology and in-depth industry knowledge, DNV GL empowers our customers' decisions and actions with trust and confidence. We continuously invest in research and collaborative innovation to provide customers and society with operational and technological foresight.

Originated in 1864, DNV GL operates globally in more than 100 countries with our 16,000 professionals dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.

In the oil & gas industry

DNV GL is the leading technical advisor to the global oil and gas industry. We provide consistent, integrated services within technical and marine assurance and advisory, risk management and offshore classification, to enable safe, reliable and enhanced performance in projects and operations. Together with our partners, we drive the industry forward by developing best practices and standards. Our people combine industry expertise, multi-disciplinary skills and innovation to solve complex challenges for our customers.

Why do you get up in the morning?

We are proud to say that we live our values every day in the work we do for customers, and in the way we interact with each other. Our employees get up in the morning because they care deeply about the issues they are working on, and because they are inspired by their coworkers, committed to their clients, and driven to make things better for future generations. This is why we get up in the morning. Join us to find your own reason! Find us at www.dnvgl.com\careers.

Omgeving

Door Hilbert van Loo

Het eerste waar ik aan denk bij het woord 'Universum' is dat het belachelijk groot is. 'Het kan zonder probleem vastgesteld worden dat het heelal allejezus groot is' stelt ook Dr. Bas Vlaming in het meest recente lustrumboek van onze vereniging. De gemiddelde Nederlander staat hier waarschijnlijk niet bij stil en zal op de vraag 'Wat zijn nou grote dingen?' eerder een antwoord zoals 'een scheiding', 'het WK voetbal' of 'de oorlogen in het Midden Oosten' geven. Er wordt niet snel gedacht aan iets als het universum.

Het is al met al opvallend hoe je manier van praten en je reactie op wat groot en klein is erg afhankelijk zijn van je omgeving. Zo merk je in je bestuursjaar ook dat er in bepaalde groeperingen anders wordt gereageerd en ook zeker anders wordt gepraat. Op sommige momenten in sommige gezelschappen vliegen de *'management*-termen' je om de oren. 'We zoeken een *teamplayer* met een *can do*-mentaliteit en een *hands on*-karakter' kan voor sommigen erg intimiderend klinken en de gemiddelde bèta zal hierop ook vreemd reageren (lees: zal een biertje open trekken en het negeren).
Toch is het voor sommige anderen dagelijkse kost en betrap je je in je bestuursjaar naar je 2e *follow-up* gesprek met de *'assisant development manager'*, *'director of directors'* en de '*technology growth platform consultant*' van een '*international corporate organisation*' zelf ook wel eens op het gebruik van paar managementtermen in een driehoeksoverleg.

Enfin, in bepaalde gezelschappen zijn er dus zaken die grootscher en belangrijker worden voorgedaan dan hoe de gemiddelde Nederlander deze zaken ziet. Zo is het op een buitenlandse reis met *n* Franckenleden voor een aantal belangrijker hoe hard ze hun groepsnummer kunnen schreeuwen dan of ze veilig thuis komen. Ook wordt het gebrek aan bier in de koelkast nog wel eens als een groter probleem beschouwd dan het gebrek aan geld om dat bier te betalen. Maar ach, Franckenleden hebben dan ook een unieke gave om van kleine dingen grote dingen maken. Zo zijn er bij Francken in de loop der jaren tientallen ideeën ontstaan die uitgegroeid zijn tot iets groots, sterker nog: je leest nu één van deze ideeën en daar wens ik je nog veel plezier mee!

News of the association

The third piece of paper

Are you curious about the events that have recently been organised for Franckenmembers? Luckily our lovely secretary summarizes for you the events she finds the most memorable.

Door Serte Donderwinkel

In front of me is a list of all of the activities that took place at T.F.V. 'Professor Francken' since the start of our board year. I have to confess that I was slightly impressed when the third piece of paper came out of the printer. You can imagine that this means that plenty of events worth mentioning took place the past months. Below, you find a few of the highlights.

Battle of the Bands

At November 10 an epic battle took place to decide which of the bands of different study associations had the most talent, flair and fans. A vast majority of (probably) the attendees and (surely) the decibels supported the Franckenband, but unfortunately we had to go home without the trophy, due to hidden agenda of the jury and bribery. Fortunately we still have the photo's.

ASML Excursion

With 17 members we left at 6:30 (!) for ASML in Veldhoven. However it was worth the 3,5 x 2 hour trip, because we got to see the coolest chip fabricating devices ASML produces.

Members weekend

At November 21 an enthusiastic delegation of 40 Franckenmembers and dozens of trays of Schultenbrau left for Germany. The accommodation was surely not resistant to so much kneitsness and thirst, but by a mysterious turn of fate we got back our entire deposit. We had fun.

Figure 1. Left: Franckenband-singer Anne In 't Veld in action at the Battle of the Bands. Right: The legendary, enthusiastic and extremely loud Franckenlegioen, there to support the Franckenband for better and for worse.

Parent's day Physics

At December 12 all third and fourth years students (Applied) Physics got the chance to show their parents and siblings how they spend their days in Nijenborgh 4. They got talks on education and research in Groningen, were showed around the different groups and got the opportunity to participate in a practical. The parents enjoyed themselves and were informed on the daily activities of their children.

Freshmen Dinner

At January 8 the Freshmen Dinner took place for the first time. The Freshmen committee had taken care of a delicious meal and many sjaars got to know each other and Francken somewhat better.

Freshmen Symposium

As a freshman student you have to make the difficult choice between theoretical, experimental and applied physics. To help them with this decision, the Freshmen Symposium was organized, during which older students from the different programmes motivated their choice. Hopefully it made the decision slightly easier.

Universe, Universal, Univocal

About 10 dimensions and 10 fold rotations

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

A few years ago I met Martin Rees, former president of the Royal Society of London. He is the so-called 'Master of Trinity College Cambridge' (yes, that famous college of Isaac Newton that has delivered 38 Nobel Prize winners ever since!). When you have a chance to see the Trinity College in Cambridge, please pay a visit to the Library. While observing Newton's note, you will notice something very surprising: the notes are written in Greek, and not in Latin. This is peculiar, because Latin was the language used by many scholars in the past as the American-English of today and also by Newton himself in his famous Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. In contrast what you may have guessed, the knowledge of the ancient Greek language was already so commonly known that a scholar of a University, at least of Cambridge, could practice it effortlessly in lecture notes. Impressive I would say! (Fig. 1). Although eventually all the books of Newton were put online, for a long period of time his lecture notes in Greek were 'not fit to be printed' as it was called, and were condemned to obscurity and oblivion.

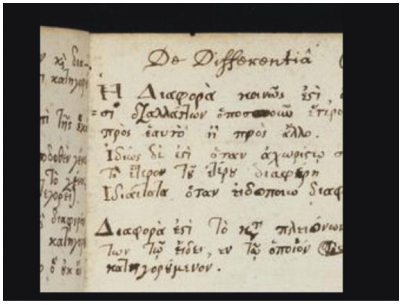


Figure 1: Lecture notes in Ancient Greek taken by Isaac Newton

Back to Martin Rees in Cambridge: he is a professor of cosmology and astrophysics and a world leading expert on the 'universe'. The Mastership of Trinity is a Crown Appointment, made by Her Majesty the Queen Elisabeth –II on the advice of the Prime Minister. I always do admire the British for their culture, their language and sophisticated feelings for tradition. Along these lines: Martin Rees told me that he was appointed what is called 'Astronomer Royal'. It sounds intriguing and the position dates back to Henry VIII when astronomers (or rather astrologers?) had to prophesy the future to the King (it looks as if Queens were second-class). Also, Martin Rees was nominated to the House of Lords and we should approach him now with 'Lord Rees of Ludlow'. The number of ordinary down-to-earth scientists becoming Lord in Holland is zero.

I started to explain him about the beautiful and surprising world of nanostructured materials in materials science.

Lord Rees' current research deals with high energy astrophysics, especially gamma ray bursts, black hole formation, with the focus on the early generation of galaxies that formed at the end of the cosmic 'dark ages' more than 12 billion years ago. For astrophysicist this is relatively shortly after the 'Big Bang'. Martin Rees asked me 'what are you interested in?' and I started to explain him about the beautiful and surprising world of nanostructured materials in materials science. I explained him that materials, if made nanocrystalline, would have a number of appealing characteristics that are of potential significance for structural and functional applications [1]. Compared with conventional coarse-grained materials, the benefits that may arise from nanostructuring include superplastic formability at low temperatures and/or high strain rates but also functional like nanoporous actuators and sensors, we call 'metallic muscles' that are explored by our new MK PhD student Diego Ribas Gomes as the successor of the former MK student, now post-doc at UC-Los Angeles, Eric Detsi .

Well, well, well,…hear, hear, hear…. but this Martin, Lord Rees of Ludlow did not seem to be much excited. It turned out that he was not impressed by nanoscience at all. According to his view nanoscience and nanotechnology make too much noise, too many promises without keeping them, too much of a sales-talk. He called nanoscience a 'sloganized science', and that turned out to be a new catch word for me.

As he explained to me, astronomy,

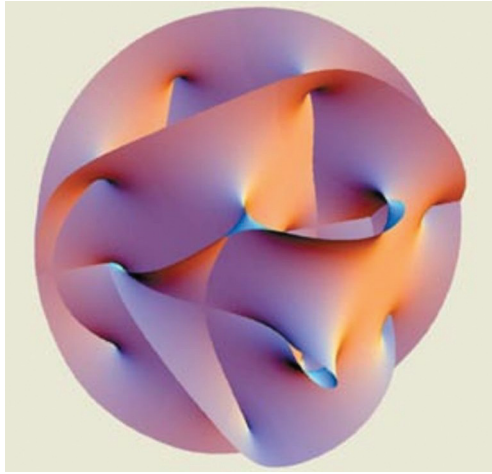


Figure 2: the Calabi-Yau manifold

cosmology and part of mathematical physics are involved in describing the universe in different dimensions, i.e. more than the 4 dimensions we get familiar with in the freshman first-year physics class on 'special relativity'. In fact, beyond these 4 spatiotemporal dimensions, theoretical physicists *believe* that there may exist many more, e.g. the theoretical framework of Superstring Theory assumes, suggests, and even posits that the *universe* exists actually in *ten different* dimensions. Being not a string theoretician myself, but interested in the mathematics of manifolds (because of Thom's catastrophe theory in mathematics) all these extra dimensions can be explained and visualized using the so-called Calabi-Yau manifold in which the intrinsic properties of elementary particles are supposed to be hidden [2], e.g. see Fig. 2 that can be rather simply generated via a Mathematica code.

Universal

Bad luck for me but it is understandable indeed, that Lord Martin Rees is rather critical on my field of research since we are working at both ends of time and length

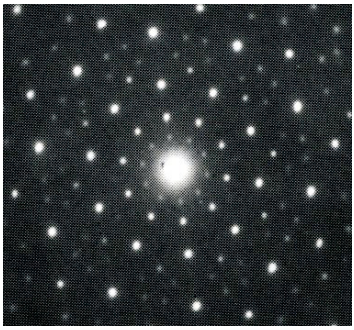


Figure 3: An electron diffraction pattern of a quasi-crystalline AlMn

scales, i.e. 5.4 10^{-44} s (Planck time, shortest possible life span dues to space-time curvature) till 10^{110} s (dark ages of universe, life time of black hole of one billion solar masses). I asked myself do we, in materials physics research, have anything to do with higher dimensions, say up to 10? The answer is confirmative.

On April 8th, 1982, Dan Shechtman observed with a Philips EM400 electron microscope for the first time what came to be known as quasicrystals. The material studied was an Al-Mn alloy containing 18-25.3 weight-% Mn. Through the technique of selected area electron diffraction he got two plates, a dark field photo (number 1724 in Shechtman's collection) and a straightforward diffractogram (number 1725). It was diffractogram 1725 that earned him the Nobel Prize. A paper on 'The microstructure of rapidly solidified Al_6Mn' was submitted for publication in October 1984 by D. Shechtman and I. Blech to Met. Transactions after having been rejected by the *Journal of Applied Physics* (JAP) in the summer of 1984. A second paper, 'Metallic phase with long-range orientational order and no translational symmetry', was submitted later by Dan Shechtman and coworkers to *Physical Review Letters*, but appeared earlier in print [3] and is regarded 'the Nobel Prize paper' because of the slow editorial processing at Met. Trans. in 1984. Dan Shechtman received the Nobel Prize for Chemistry of 2011 for, as it was summarized, 'dogged work on impossible quasicrystals'.

The discovery by Shechtman *et al.* [3] of a rapidly quenched Al-Mn alloy giving rise to sharp electron diffraction peaks with *tenfold rotation* (Fig.3) axes initiated a great deal of interest among crystallographers and electron microscopists. The apparent icosahedral symmetry (5-fold in 3D) involved is incompatible with translational order, but the sharpness of the diffraction peaks points at long-range orientational order. Soon a model had been constructed

which at the same time was aperiodic and contained perfect orientational order. This model, the so-called three-dimensional Penrose tiling (3D PT) [4], has the same diffraction pattern as *icosahedral*-(Al-Mn). Another approach proposes multiple twinning of crystals as a possible explanation of the icosahedral diffraction patterns, put forward by the famous Linus Pauling (Nobel Prize for Chemistry 1954 and extraordinarily Nobel Prize for Peace 1962) .

In your class on 'Structure of Matter' (2nd year Applied Physics) it is tacitly assumed that crystalline ordering must necessarily be associated with a regular *periodic* lattice. There exist 14 3D translational invariant Bravais lattices and based on the assumption of discrete translational invariance, there are 230 distinct crystallographic space groups. Roger Penrose (Mathematical Institute, Oxford) found that a plane could be completely filled with an *aperiodic* tiling using 2 different rhombi of angles $2\pi/5$ and $3\pi/5$ (a thick rhombus) and $\pi/5$ and $4\pi/5$ (a thin rhombus). The 2D Penrose lattice can be generalized in 3D also with two unit cells, the thick and thin rhombohedre

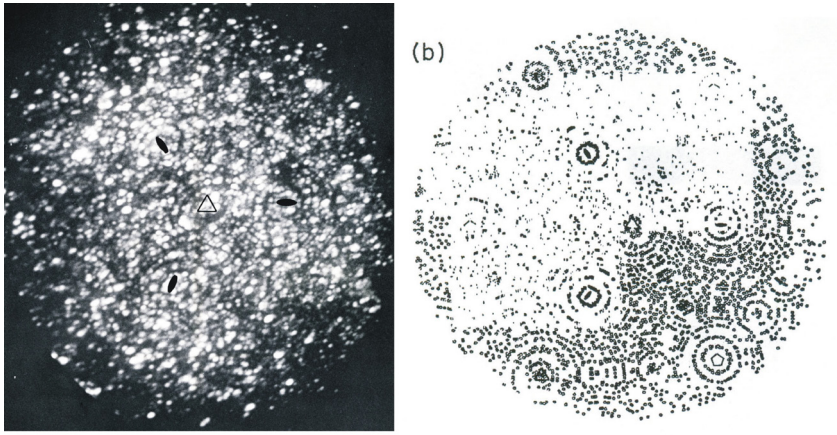


Figure 4: left: Field-ion micrograph of a quasi-crystalline AlMn alloy seen along 3-fold pole, right: calculated FIM image of decorations of the rhombohedral units in a 3D-Penrose tiling.

with the same internal solid angles as the aforementioned rhombi. In the infinite limit there are τ times as many thick as thin rhombohedra, and the ratio of the volumes is also given by the golden ratio: $\tau=(1+\sqrt{5})/2$ (also called golden mean); obviously τ is an irrational number i.e. τ=1.61803398…..

"There are no quasi-crystals, only quasi-scientists !"

suggesting aperiodicity. To be more precise τ means aperiodicity in 2D /3D but with perfect 10 fold orientational order in 2D and 5 fold (icosahedral) orientation order in 3D. This is all very exciting and it follows that when describing topological defects like dislocations (defined by a translational invariant Burgers vector **b** and line sense **ξ**) in a pentagonal crystal one should describe **b** in the 5-th dimensional hypercubic structure in which translational invariance exists. In 2D/3D pentagonal crystal we do not have perfect translational order, but in higher dimension we have translational order so that the Burgers vector can be properly defined.

As is well-known, Shechtman's claim was fiercely opposed in the 1980s by no one less than Linus Pauling who, mounting almost a 'crusade' against quasicrystals, estimated that it was only a matter of twinning of a cubic crystal [5]. In those days Dan Shechtman worked at the National Bureau of Standards, later known as the National Institute for Science and Technology, NIST. His colleagues, there, were very annoyed. As the story goes, he was even asked by his group leader to leave the research group for "bringing disgrace on his team". The debate was not always very agreeable—to say the least—and became at a certain stage even unprofessional, in particular when the colossal Linus Pauling was insisting that "there are no quasi-crystals, only quasi-scientists !".

Univocal

In the late eighties we succeeded in demonstrating, by field ion microscopy (FIM), (Fig.4) that one of the competing ideas by Pauling could impossibly be correct. In the FIM an image of the most protruding atoms at the tip surface is created by noble gas ions, ionized in the

We showed univocally without any doubts that on this topic Linus Pauling was completely wrong

high electric field region near these atoms, resulting from a high voltage supplied to the tip. Pencil beams of ions accelerated approximately radially from the tip strike the detector where the ion current is

Figure 5: together with Dan Shechtman after getting our awards at the banquet of the international conference on nanostructured materials, NANO2012- Greece .

converted into an electron current with an amplification of 106 million times. These electrons cause scintillations on a phosphorescent screen which can be recorded photographically or with a video camera. The specimen is usually cooled to 15 K by a He gas flow cryostat and the background pressure was 2 10^{-10} *Torr* (about 2.66 10^{-8} *Pa*). Helium is used as the imaging gas at a pressure of 10^{-5} *Torr*. By field evaporation of irregularities, the tip is smoothed to an atomic level. Imaging with helium often leads to fracture of the very brittle material, caused by the high electric field necessary to ionize helium, which results in a tensile stress.

Fig. 5 depicts images of a specimen with a threefold axis of an icosahedral structure near the optical axis of the microscope. Nevertheless, on the basis of our observations in comparison with a simulation study of a FIM image of the structure proposed by Pauling we can positively exclude his model based on twinning of cubic crystals of large unit cells. In fact, FIM is very sensitive to packing features, more so than diffraction techniques. We found that all models claiming to reproduce experimental measurements on quasicrystals must

Materials science leads at least to a lot of fun and therefore: yippee hurray, hooray and hurrah for materials sciences.

have densely packed planes perpendicular to the twofold and threefold axes of the icosahedral symmetry extending to at least 50 nm distance. The model of Linus Pauling, based on twinning of a crystal with a large unit cell, did not satisfy this demand. Models based on decoration of a 3D Penrose tiling are better candidates with respect to this requirement.

We showed univocally [6] without any doubts that on *this topic* Linus Pauling was completely wrong and that his model could not be correct whatsoever. Unfortunately publication was much delayed, Linus Pauling being one of the reviewers; all in all it took more than a year. Eventually even Pauling had to accept the scientific facts and the paper appeared in press. We were proud that we as MK in Groningen had won the battle. It is however fair not to forget that the great Pauling agreed in the end—be it reluctantly—and that he gave full tribute to the MK Groningen work through citation in the open literature [7]. Much later in 2012 , Dan Shechtman and myself, still we chuckled about this success on the quasicrystals, even after receiving our awards during the banquet of the international conference on nanostructured materials, NANO2012- Greece (see Figure 5) .

Therefore, in response to our Martin, Lord Rees of Ludlow: 'Cold dark matter', 'warm dark matter', 'hot dark matter', 'dark energy', 'dark fluid' and 'dark flow', concepts all used when cosmologists/astronomers describe the universe sound less appealing but rather frightening to me! Nanoscience may be a sloganized science, but materials science leads at least to a lot of fun and therefore: yippee hurray, hooray and hurrah for materials sciences.

References:

[1] M. Dao, L. Lu, R. J. Asaro, J. Th. M. De Hosson and E. Ma, Acta Materialia, Volume 55, Pages 4041-4065 (2007)

[2] A. J. Hanson, "A Construction for Computer Visualization of Certain Complex Curves," in "Computers and Mathematics" column, K. Devlin, ed., Notices of the American Mathematical Society, 41(9), 1994 pp. 1156–1163.

[3] D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, and J.W. Cahn, Physical Review Letters 53 1951 (1984).

[4] R. Penrose, in: Mathematics of Quasicrystals, (ED. Marko V. Jaric), Volume 2, Academic Press, 1989, p.53

[5] L. Pauling, Nature 317 512 (1985).

[6] H.B. Elswijk, P.M. Bronsveld, J.Th.M. De Hosson, Physical Review B 37 4261-4264 (1988).

[7] L. Pauling, Proc of the National Academy of Science of the United States of America 95 8376-8380 (1988).

Dark Energy

Shining light on this phenomenon

Folkert Nobels is a bachelor student physics and astronomy. When I asked him to write something about the thing in the universe he found the most interesting, he answered enthousiastically. After all, Folkert wants everyone to know everything about the universe.

Door Folkert Nobels

Since the 19th century our understanding of the universe has increased enormous. The first big step was the theory of general relativity which resulted in the Einstein field equations, one of the most beautiful equations that describe how the energy density is related to the curvature of space time (eq. 1).

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R + g_{\mu\nu}\Lambda = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu} \qquad (1)$$

Later Friedmann, Robertson, Lemaitre and others have applied the field equation of Einstein for a homogeneous isotropic medium which resulted in the famous equations which describe the evolution of our universe. At first cosmologists though that matter was the most important substance in our universe, but observations and simulations told us that there needed to be something else.

This 'something else' needed to have an energy density which is 6 times bigger than ordinary baryonic matter. It also needed to participate in the gravitational interaction. This 'something else' was called dark

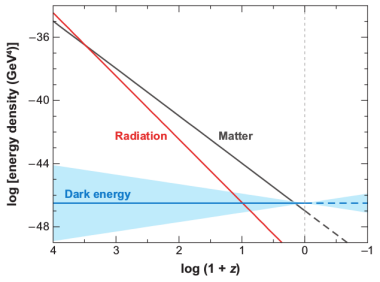
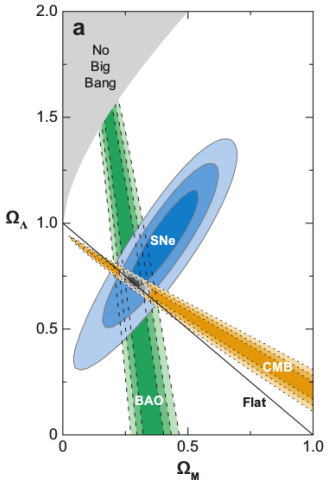


Fig 1: Evolution of the energy density of the universe



Figuur 2: Plot of the value of w and WM according to the supernovae, cosmic microwave background (CMB) and baryon acoustic oscillations (BAO

matter. But again in this model, with non-relativistic dark matter (CDM), there were problems with the observations. As a result of this, dark energy came to existence, which gave birth to the ΛCDM model or concordance cosmology.

At this moment dark energy is considered the most abundant substance in our universe; it contributes to almost 70% of the mass fraction of the universe. But why is there dark energy and what are possible candidates for dark energy?

1 Evidence dark energy

Until now there are three pieces of evidence for the existence of dark energy. The first is the evidence of the supernova hunters which found that the universe was slowing down after which it started accelerating again; this would be expected for a ΛCDM universe. The second evidence is the cosmic microwave background, which are the photons observed from the surface of last scattering. The third evidence are the observed baryon acoustic oscillations which basically are the result of sound waves in the early universe which are frozen in the matter distribution and can be detected by optical surveys like the sloan digital sky survey.

So what this evidence tells us about dark energy, is basically how much dark energy is contributing to the total energy density of the universe and how the pressure of dark energy scales as function of the density. They basically determine the w in equation 2.

For dark energy it was found that w is

not positive, but rather negative and very close to -1 which means dark energy has a negative pressure. The constraints on the Ω's and w can be seen in figure 2 and 3.

$$p = w\rho c^2 = w\rho \qquad (2)$$

But what does it mean that dark energy has a negative pressure? It means that rather than slowing down the expansion of our universe, dark energy tends to accelerate the expansion of the universe.

2 Dark energy models

So far there are different models for dark energy, but we are not sure if any of them is describing the real truth.

2.1 Vacuum energy

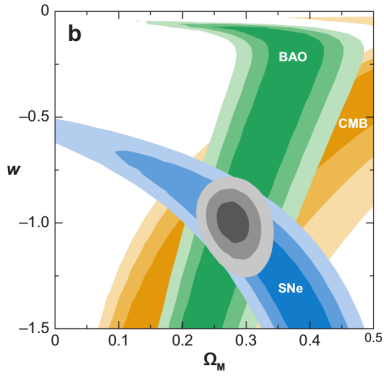
One of the most promising models is the model of vacuum energy which predicts that the pressure is minus its own pressure. This turns out to be the dark energy model, in which Λ is a constant and w=-1. At this moment it is part of the standard model of cosmology (ΛCDM).

2.2 Scalar field

Besides the model of vacuum energy, which is constant over time, cosmologists also have thought about other models. One of this models is the model of a scalar field. In these scalar field models a new degree of freedom is introduced, the scalar field, which makes the vacuum energy dynamical and allows it to vary over time. For a scalar field theory the Lagrangian becomes equation 3.

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\partial^\mu\phi\partial_\mu\phi - V(\phi) \qquad (3)$$

$$w = \frac{(\dot{\phi})^2/2 - V(\phi)}{(\dot{\phi})^2/2 + V(\phi)} \qquad (4)$$



Figuur 3: Plot of the value of Ω_Λ and Ω_M according to the supernovae, cosmic microwave background (CMB) and baryon acoustic oscillations (BAO)

This Lagrangian implies that w can be written as equation 4, which means that w = -1 when the scalar field does not evolve very fast and can have a different value for an evolving scalar field.

2.3 Phantom energy

According to the now known errors of the measurements of w, it is allowed that $w < -1$, which means that dark energy is phantom. This means that as time passes in the universe the density of dark energy does not decays but rather grows. This would mean that in a finite time the expansion of the universe will diverge, ripping everything apart, galaxies, stars, planets and even atoms. If dark energy is phantom it would mean that the dark energy density of the universe is increasing with time, violating the null energy condition.

3 Modified gravity

Besides the theories about dark energy which state that dark energy is some kind of energy, there are also theories about dark energy which state that rather than a new scalar field or energy densities, there is new gravitational physics beyond the Newtonian gravity. These theories are modification of Newtonian gravity.

What generally is done in modified gravity theories, it that they modify the Lagrangian of the gravitational field. In ordinary general relativity the Lagrangian is given by equation 5. What usually is done in modified gravity

Ripping everything apart: galaxies, stars, planets and even atoms.

is that the first term which LEH, is modified. LEH is basically the part of the Lagrangian which is responsible for the gravity and integrated over space time this part is the Einstein-Hilbert action.

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{EH} + \mathcal{L}_{matter} \qquad (5)$$

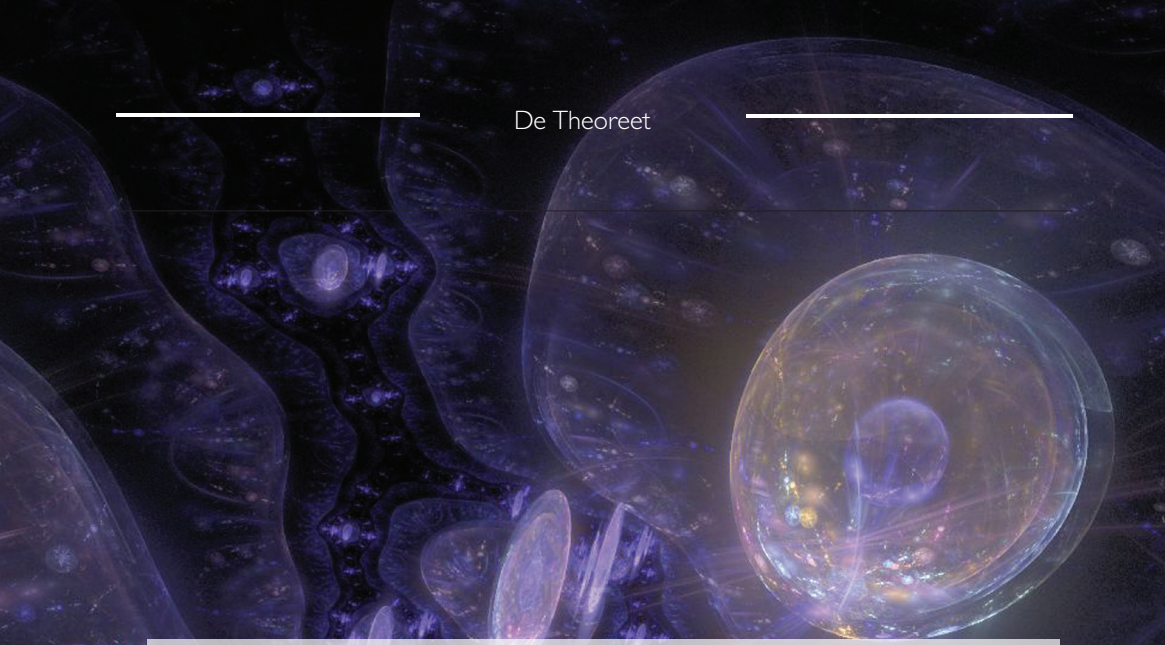
Although the first part of the Lagrangian can be modified, in general for a modified theory it should pass the solar system test. In other words the predictions of the theory need to agree with observations in our solar system. If this is not the case, this particular modified gravity theory is not true.

4 Concluding remarks

Although we do not know precisely what dark energy is, it certainly contains exciting physics beyond both the standard model of cosmology and particle physics either as a scalar field, a weird energy density or modified gravity. Also results at CERN in the future can help us by finding new particles, scalar field, force carriers or excluding these to further understand the topic of dark energy and complete the standard model of cosmology.

Het Multiversum

Ik hoor jullie denken: "Uh… Niet een universum, maar een multiversum? Ja joh... Wat is dit nu weer voor metafysische prietpraat… Waar is die goede, oude Jasper Compaijen, met zijn stukjes over die fijne, concrete onderwerpen zoals supergeleiding, periodiciteit en optical traps?" Helaas dames en heren, ditmaal zitten jullie met mij opgescheept (met dank aan diezelfde Jasper overigens).



Door Remko Klein

En in tegenstelling tot Jasper – die een vrij brave theoreet is en zich voornamelijk bezighoudt met het beschrijven van vaste stoffen – ben ik meer van de fundamentele vraagstukken waarvoor bij tijd en wijle ietwat radicale en speculatieve theorieën worden bedacht. Het idee van een multiversum is hier een perfect voorbeeld van, dat ook nog eens mooi bij het thema van deze editie past. Vandaar.

Laat me ook nog even noemen dat toepassingen me niet echt (of liever: echt niet) boeien, dus mocht je als techneut nog hopen op toepassingen in dit verhaal… Dat gaat mooi niet gebeuren. Maar goed, wat is nou van meer waarde: één of ander triviaal toepassinkje of een dieper inzicht verkrijgen in de aard van het bestaan… Precies.
Eerst nog even ter verduidelijking: er zijn verschillende soorten theorieën die een multiversum voorspellen, maar dit verhaal gaat maar over één soort, namelijk een multiversum geïnduceerd door inflatie. Niet geheel toevallig, daar ik zelf onderzoek doe naar inflatie. "Inflatie? Wat heeft dat er nou mee te maken? We zijn toch zeker geen econometristen?" Nee, nee. Rustig maar. Ik heb het niet zozeer over de financiële, als wel over de kosmische variant… En daar ga ik nu wat over vertellen.

Inflatie

De oerknaltheorie, die een groot deel van de vorige eeuw ons beste model was voor de ontwikkeling van het universum, gaat uit van een initiële oerknal, gevolgd door een gestage uitbreiding van het heelal. Echter, er bleken een aantal problemen te zijn met deze theorie. Zo kan hij bijvoorbeeld niet verklaren dat het universum bijzonder vlak blijkt te zijn (er is dus amper kromming van de ruimte).
Inflatie is een uitbreiding van de oerknaltheorie die stelt dat het hele jonge universum een periode van exponentieel versnelde expansie (wat men inflatie noemt) doormaakte, alvorens weer tot rust te komen en gestaag uit te breiden zoals in de oerknaltheorie. Het postuleren van zo'n

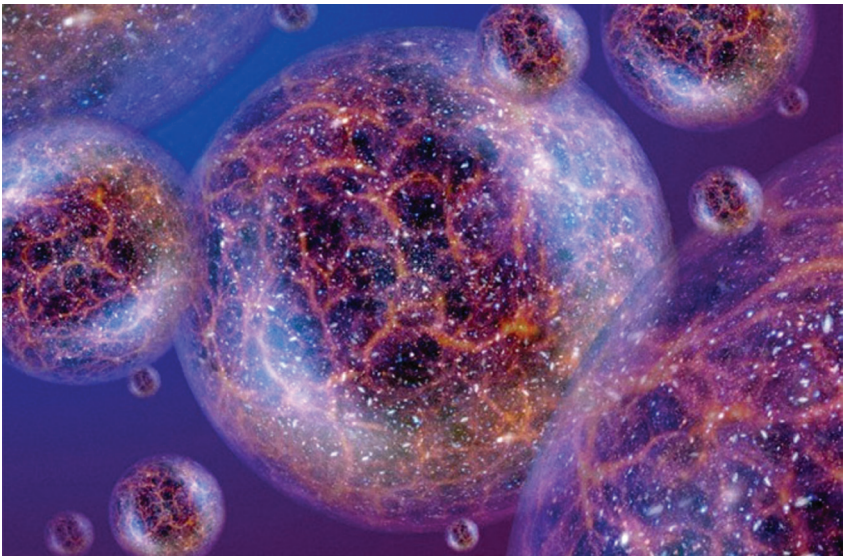
fase in de ontwikkeling van het universum lost de grote problemen van de oerknaltheorie op (en kan bovendien ook nog eens de structuur van het universum op de grootste schalen verklaren. Google maar eens op 'Kosmisch Web'.

Ik kan enorm veel over de problemen van de oerknaltheorie vertellen, maar wegens te weinig plek verwijs ik geïnteresseerden door naar het zeer goed te lezen boek [1]. Ik wil nog wel even benadrukken dat inflatie op zich zeker niet zo maar één of andere speculatieve theorie is. Het is al jaren ons beste kosmologische model en er wordt, naast theoretisch, ook uitvoerig experimenteel onderzoek naar gedaan (met bijvoorbeeld de Planck satelliet). Wat nog wel onduidelijk is, is hoe inflatie precies tot stand zou zijn gekomen. Er is een heel palet aan theorieën en een deel daarvan voorspelt het bestaan van een multiversum. Aan de basis van een bepaalde groep inflatietheorieën die een multiversum voorspellen, liggen één of meerdere scalaire velden. Die zijn vergelijkbaar met elektromagnetische velden, maar wat simpeler. Daar waar em-velden 4 componenten hebben (het zijn vectorvelden) hebben scalaire velden maar één component (het zijn dus eigenlijk gewoon functies). Net zoals fotonen kleine rimpelingen zijn in em-velden, zijn er ook deeltjes die rimpelingen zijn in die scalaire velden (het Higgs deeltje is bijvoorbeeld een rimpeling in een scalair veld). Op zich bijzonder interessant, maar voor nu niet zo heel relevant.

Wat wel relevant is, is dat die scalaire velden bepaalde waarden kunnen hebben. Om het simpel te houden neem ik nu even aan dat er twee scalaire velden - ϕ_1 en ϕ_2 - zijn. De waarden die deze velden hebben, worden in zekere mate bepaald door een potentiaalfunctie, $V(\phi_1, \phi_2)$ Die potentiaal beschrijft wat, gegeven bepaalde waarden voor de velden, de potentiële energie van de velden is. Het zal jullie niet verrassen dat de velden bij voorkeur waarden aannemen die een minimale hoeveelheid potentiële energie opleveren.

De potentiaalfuncties in inflatiemodellen hebben doorgaans verschillende hoge, langzaam aflopende, plateaus die vervolgens overgaan in dalen en kommen waar de functie (lokaal) minimaal is. Wat men vervolgens aanneemt is dat de veldwaarden aanvankelijk dusdanig zijn dat we ons hoog op een plateau bevinden. Omdat de velden hun potentiële energie willen minimaliseren, zullen we als het ware van zo'n plateau 'rollen' om uiteindelijk in een minimum terecht te komen. Zolang we langzaam rollen op het plateau, heeft dat als gevolg dat er een enorme negatieve druk ontstaat (ja, echt waar) waardoor het universum ver-

Ik kan enorm veel over de problemen van de oerknaltheorie vertellen



sneld begint uit te dijen. Oftewel, er treedt inflatie op. Zodra we in de buurt van een minimum komen valt de negatieve druk weg en zal inflatie stoppen.

Multiversum

Nu komt de crux: de scalaire velden kunnen door quantumfluctuaties (denk hierbij aan Heisenberg) op verschillende plekken in de ruimte andere waarden hebben. Hierdoor liggen we op verschillende plekken in de ruimte ergens anders op het plateau. Vervolgens zullen we er ook anders af rollen om wellicht in een heel ander minimum terecht te komen. Nou wil het zo zijn dat de natuurwetten op een bepaalde plek in de ruimte sterk afhankelijk zijn van de waarde van de scalaire velden op die plek. Als op verschillende plekken in de ruimte de uiteindelijke veldwaarden anders zijn, zullen de natuurwetten daar dus verschillend zijn!

Beschouw nu een klein bolletje ruimte waarbinnen de veldwaarden in elk punt hetzelfde zijn. In elk punt liggen we dus op dezelfde plek op het plateau. Zoals uitgelegd zullen we van het plateau rollen en zal er inflatie optreden: het kleine bolletje wordt tot enorme proporties opgeblazen. Uiteindelijk komen we overal in de nu enorme bol in hetzelfde minimum terecht en stopt inflatie. Aangezien we overal in hetzelfde minimum liggen, gelden binnen de bol overal dezelfde natuurwetten.

Als we nu een ander klein bolletje ruimte beschouwen dan zal die zich vergelijkbaar ontwikkelen, maar met als essentieel verschil dat we in een ander minimum terecht kunnen komen. Binnen deze bol zullen dus over het algemeen andere natuurwetten gelden! Overal in de ruimte zullen van dit soort enorme bollen ontstaan met elk aparte natuurwetten. Je zou die bollen vervolgens als aparte universa kunnen zien die samen het multiversum vormen. Het idee is dan dat ons zichtbare universum een stukje van zo'n bol is.

Nou, waarom zouden we een dergelijk scenario serieus nemen? Afgezien van het feit dat veel modellen van inflatie iets dergelijks voorspellen - en inflatie op dit moment onze beste oplossing voor tal van problemen is - kan het ook bijdragen aan een uitleg voor waarom ons zichtbare universum is zoals die is. Wat ik daar onder andere mee bedoel is dat er tal van fysische constanten zijn (bijvoorbeeld de massa's en ladingen van deeltjes) waarvan we de waarden niet kunnen verklaren. Bovendien wil het zo zijn dat als de waarden ook maar enigszins anders zouden zijn, er nooit leven mogelijk zou zijn geweest. Zo zouden voor de meeste waarden bijvoorbeeld alle atoomkernen onstabiel geweest zijn en zouden er nooit moleculen gevormd kunnen worden. De vraag is dus eigenlijk: waarom is ons universum, van alle mogelijkheden, precies zo dat wij er in kunnen bestaan.

Een uitleg die je wel eens tegenkomt gaat middels het antropisch principe. Dat principe zegt simpelweg: het universum is geschikt voor ons, simpelweg omdat wij erin bestaan. Nu is dit op zichzelf natuurlijk niet echt een uitleg. Immers, waarom zou er überhaupt leven moeten bestaan. Echter, gecombineerd met het idee van een multiversum kan het antropisch principe wel degelijk een goed argument zijn. Immers, als we geloven in een multiversum zijn er naast ons universum, nog ontelbaar veel andere universums, met elk verschillende natuurwetten en dus hun eigen waarden voor fysische constanten. Het merendeel van die universums is totaal niet geschikt voor leven, maar omdat er zo veel zijn, zullen er ook universums zijn die wél geschikt zijn voor leven. Ons universum is daar dan logischerwijs één van. Zo kan het scenario van een multiversum dus het bestaan van leven verklaren!

Welnu, dan rest mij slechts af te sluiten met de traditionele woorden: en bij deze rust de theoreet weer zijn koffer.

(PS De theorie in dit verhaal is een versimpelde weergave en daarmee strikt genomen niet altijd correct. Voor een uitgebreidere, maar ook technischere, discussie zie bijvoorbeeld [2].)

[1] B. Ryden, Introduction to Cosmology, Addison-Wesley, 2002, ISBN:0805389121
[2] A. Linde, Inflation, Quantum Cosmology and the Anthropic Principle, arxiv:hep-th/0211048

NOBODY LIKES A SMART-ASS

MAAR WIJ WEL!

Voor een (aanstaande) ingenieur is een netwerk belangrijk.
Vakkennis bijhouden, expertise verder ontwikkelen en goed op de hoogte blijven door contacten met andere ingenieurs. Een levend netwerk dus.
20.000 ingenieurs hebben inmiddels de waarde van ons netwerk ontdekt en zijn lid geworden van KIVI NIRIA.
Want door direct contact te kunnen leggen met andere leden krijg je automatisch toegang tot allerlei verschillende bedrijfstakken (van aerospace tot waterbeheer) en diverse functieniveaus (van CEO tot wetenschapper). Zowel in het binnenland als ook in het buitenland. Dat biedt niet alleen perspectieven binnen je eigen vakgebied, maar is ook goed voor het verdere verloop van je carrière.

KIVI NIRIA

Lees meer op: www.kiviniria.nl

The human collective

To be unfree, or not to be

The Universe is a network of computational processes which, following fundamental physical laws, dynamically develops its next state from the current one.
These laws allow us to predict the future, yet only as a matter of probability, and only on a large scale; the quantum-computational nature of the Universe dictates that the details of the future are intrinsically unpredictable.

Door Kathinka Frieswijk

The vast majority of humans stubbornly believes that they have the freedom to make their own decisions. This illusion of free will stems from the fact that humans are unable to predict their own future actions. Even though predicting the short-term future behaviour of others comes very easily by observing their recurrent behavioural patterns, we seem to wear blindfolds while trying to apply the same method to ourselves. Evolutionary-wise, this makes sense; by being capable of reading others one gains a social advantage and manipulation skills, and thus will be more likely to succeed in any field of business. On the other hand, the ability to read oneself has no benefits and might even lead to a depression, since there is no fun in reading a book if every single plot twist is predicted at the very start.

No man is an island

Communication results in an interdependence of every human being, so all humans are part of a shared computation. Instead of predicting behaviour of single humans, it is more useful to predict the movement of the entire population of humans, or the human collective.
The human population curve looks similar to that of every other animal, except for the fact that there are no predators to keep our population at a dynamic equilibrium.
As population size increases, resources become limited, the population growth rate slows, and the population abundance curve

flattens. It has been said that this lack of resources will not become an important factor until there are around 11 billion humans on Earth.

Communication results in an interdependence of every human being

However, it is my belief that even though the total population size will not easily decline, subpopulations will continue to succumb to war and disease.

During periods of economic distress and poverty, the level of general discontentment builds up over time. After reaching a certain threshold, hell breaks loose; people form clusters and start killing people who have been denoted as outsiders. Besides using warfare for gaining power, wars are initiated by people who want to vent their general state of unhappiness or want to claim *Lebensraum* and economic security for their faction. In this view, it is likely that Earth will be destroyed before the resource capacity is reached.

In order to achieve world peace it is necessary to install global economic welfare, which requires a population equilibrium. Humans are unlikely to voluntarily reduce birth rates, so it appears that this equilibrium can only be reached by using creepy methods. For example, by implanting chips in humans in order to exert global birth control, which results in a lack of individualism and an extreme amount of collectivism. Or by making all humans obey control laws by introducing a concept of fear, which results in a very unhappy human collective and an abundance of work for psychologists.

Thus, it would be great if Miss Universe participants would stop repeating their desire for world peace, and instead direct their great minds towards more achievable goals. An obvious way to make people aware of what they are causing, namely senseless wars, is by schooling ignorant people. It would therefore be a wise decision to let all Miss Universe participants re-enroll into pre-school.

It has been said that this lack of resources will not become an important factor until there are around 11 billion humans on Earth

Hitler's rise to power

World War I ended by signing the Treaty of Versailles, which stated that the Germans

were guilty of starting the war. Germany was put under legal sanctions, deprived of military power and economically ruined. Obviously, the Germans felt humiliated and resentful.

Germany, being a highly nationalistic country, viewed their military prowess as unrivaled, and thus the Germans struggled to accept and account for their defeat. They came to the false conclusion that their loss could only be explained by internal betrayal, primarily by Jews and communists. Politicians did not feel like taking responsibility for their mistakes, so they made sure that this stab-in-the-back legend was widely spread and believed throughout German society. The Jews made for easy scapegoats, because anti-Semitism had been around since the beginning of civilization.

The 'scapegoat hypothesis' states that during periods of domestic turmoil, leaders occasionally instigate a war in order to distract the nation's attention away from internal troubles. This was exactly what Hitler did during World War II. By increasing hostility against Jews, Hitler unified a divided country.

Social networks are highly dynamic in nature

Criminal networks

It has long been assumed that targeting the leader at the top of a pyramid structured organization, would result in the collapse of the entire criminal organization. But in contrast to common belief, Peter Sloot discovered last year that after extracting the Führer, criminal networks are not disrupted and might even become stronger. Peter showed this by combining computational modelling and social network analysis with unique criminal network intelligence data from the Dutch Police. [1]

His findings underline the fact that World War II and the holocaust could not have been prevented by killing Hitler before his rise to power, because the war was not the will of a single man. Hitler was merely a product of the state of society at that time. The collective of German citizens 'asked' for a strong-willed, anti-Semitic leader who could restore German pride (on short term basis), and that was exactly what they got.

Social networks are highly dynamic in nature. Furthermore, the social structure of criminal networks is flexible and highly adaptive, which makes them highly resilient against disruption.

After extracting Hitler from the network, his position will be easily filled by a new Führer, with similar characteristics. Furthermore, this new leader may potentially exert better leadership and triumph in war, leading to an enormous increase in human suffering.

So if a self-proclaimed "hero" travels back in time with a plan to kill Adolf in order to prevent World War II, he will end up in a time loop killing infinite versions of Hitler.
The result of mister hero's actions resembles the punishment of Sisyphus. In Greek mythology, Sisyphis was punished for chronic deceitfulness by being compelled to roll an immense boulder up a steep hill, only to watch it roll back down, and to repeat this action forever.
The consequences of failing in a time travel attempt to control the Universe, are apparently very high. A similarity can by seen between the apparent nature of the Universe and a monologue by the Joker (The Dark Knight, 2008): "Do I really look like a guy with a plan? …I'm not a schemer. I try to show the schemer how pathetic their attempts to control things really are."

Peter Sloot states that instead of the leader, specialists should be targeted. Persons fulfilling the most specialized tasks are underrepresented within the social networks, so they are hard to replace. By using this strategy, the network resilience progressively declines and additional cracks within network structure will emerge in the long run. So instead of eliminating Hitler, one should go after psychopaths like Mengele. The war could not have been prevented, but the amount of human suffering could have been decreased tremendously by deleting psychopaths.

Psychopaths are thinly populated within the network, because they use a socially parasitic strategy. This strategy may only work as long as there are few other psychopaths in the society, since more psychopaths means

Sisyphys (1548–49) by Titian, Prado Museum, Madrid, Spain

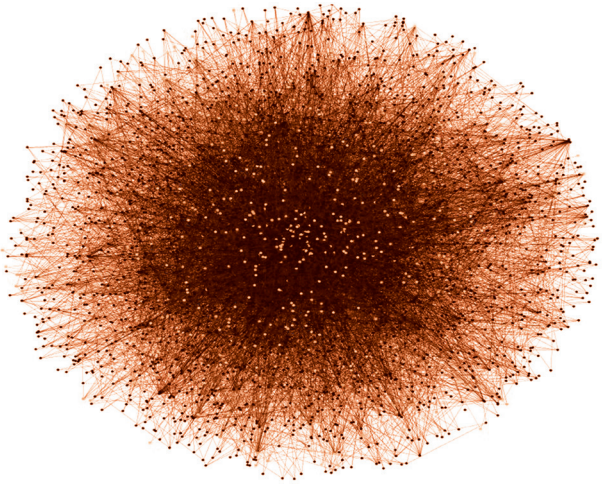


Figure 1. Socio-graph of the cannabis cultivation network. [1]

increasing the risk of encountering another psychopath, as well as non-psychopaths adapting more countermeasures against them. Being a psychopath is obviously not a positive selection criterium, so psychopaths pretend to be normal and sugarcoat their sadistic personalities.

Hitler´s regime gave free play to all psychopaths; iwt was suddenly socially acceptable to torture people, as long as they were Jews. Had there not been war, Mengele would have concealed his psychopathic tendencies and would have kept pretending to be a morally justified doctor. So basically, war can be used to structurally identify and erase psychopaths from society.

Reference

[1] P.A.C. Duijn; V. Kashirin and P.M.A. Sloot. The Relative Ineffectiveness of Criminal Network Disruption. Sci. Rep., vol. 4, pp. 4238+15. Nature Publishing Group/ Macmillan, 2014.

university of groningen / faculty of mathematics and natural sciences / zernike institute for advanced materials

Top Master programme in

Nanoscience

In addition to the 'regular' MSc-programmes in physics, applied physics, chemistry, and chemical engineering, our Faculty offers a selective master programme: the Top Master Programme in Nanoscience. This Programme distinguishes itself from the other programmes through the following characteristics:

- International orientation: all courses are taught in English and some 2/3 of the students come from abroad;
- Taught by leading scientists of the Zernike Institute for Advanced Materials;
- Aimed at a career in top-level research;
- Multi-disciplinary, uniting aspects of chemistry and physics, and aimed at understanding phenomena at the atomic/molecular scale;
- Selective: possession of a BSc-degree does not provide automatic entrance to the Programme;
- Challenging: about 20% heavier than regular MSc-programmes.

The Top Master Programme in Nanoscience aims to train the leading-edge scientists of the future. This is achieved by offering a challenging interdisciplinary programme and by admitting very talented and motivated students only. The educational programme is strongly intertwined with the research at the Zernike Institute: the courses are taught by international top-level scientists, and a large part of the programme consists of actually doing research alongside world-class scientists, using the state-of-the-art facilities of the Zernike Institute. Participants come from all over the world.

Quality assessment

In recent years, the Programme was evaluated by the Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie, and judged to be of exceptional quality. All aspects of the Programme were singled out as 'excellent'.

Application

To apply for the Top Master Programme in Nanoscience, send a motivation letter, explaining why you think this programme is suitable for you, and why you are a good candidate for this programme to Prof.dr. Caspar H. van der Wal (c.h.van.der.wal@rug.nl), annually before **May 1st** (for EU students).
If this letter and your grades are sufficiently promising, you will be invited for an interview with members of the Admissions Board. The next cohort of students will start 1st September 2014.

More information

For further information, see www.rug.nl/zernike, or visit Prof. Caspar van der Wal (Programme Coordinator) or any of the currently participating students.

SRON

Ruimtevaarttechnologie op een steenworp afstand

SRON's missie is het bewerkstelligen van doorbraken in het internationale wetenschappelijk onderzoek vanuit de ruimte. Daartoe ontwikkelt SRON grensverleggende technologie en geavanceerde ruimte-instrumenten, waarmee het instituut astrofysisch, aardgericht en exoplaneet- onderzoek verricht.

Door dr. ir. Gert de Lange

Als nationaal expertise-instituut adviseert SRON de overheid en coördineert het nationale bijdragen vanuit de wetenschap aan internationale ruimtemissies. SRON bevordert maatschappelijke toepassingen voor ruimtetechnologie. SRON maakt onderdeel uit van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Ruimteonderzoek in Nederland

Het ruimteonderzoek in Nederland organiseerde zich vanaf het begin van de jaren zestig vanuit onder andere Utrecht, Leiden en Groningen. Hieruit ontstond in 1983 SRON, het Nederlands expertise-instituut voor ruimteonderzoek. Momenteel heeft SRON een vestiging in Utrecht en in Groningen. De ongeveer 200 werknemers van het instituut (150 in Utrecht, 50 in Groningen) zijn werkzaam bij een ondersteunende staf en vier programma's: Astrophysics, Earth, Exoplanets en Technology. Daarnaast kent SRON twee expertisegroepen: Instrument science en Engineering. Bij elkaar vormen ze een unieke smeltkroes van topwetenschappers en -technologen die elkaar tot grote prestaties weten te inspireren. Vraagstukken van wetenschappers dagen sensorontwikkelaars uit tot het maken van steeds gevoeligere technologie. Samen met mechanische en elektronische ingenieurs ontwikkelen zij uiteindelijk een wetenschappelijk ruimte-instrument dat extreme prestaties kan leveren in extreme ruimteomstandigheden. Dit levert wetenschappelijke doorbraken op, die vervolgens weer inspireren tot nieuw onderzoek en nieuwe technologie. Door de hoge kosten zijn bij het ontwikkelen van nieuwe instrumenten voor ruimteonder-

zoek steeds meer partijen betrokken. Zo heeft SRON voor de bouw van het HIFI-instrument voor de Herschel-satelliet, die ESA in 2009 heeft gelanceerd, de leiding over activiteiten die bij 25 partners in meer dan tien landen plaatsvinden.

Samen met mechanische en elektronische ingenieurs ontwikkelen zij uiteindelijk een wetenschappelijk ruimte-instrument dat extreme prestaties kan leveren in extreme ruimteomstandigheden

De meeste wetenschappelijke satellietmissies worden geïnitieerd door de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en haar Amerikaanse evenknie NASA. Het Nederlandse ruimteonderzoek heeft ook nationaal geleide missies gehad. De ANS, in 1973 gelanceerd, was een geheel Nederlands initiatief en de röntgensatelliet BeppoSAX, gelanceerd in 1996, werd ontwikkeld in bilaterale samenwerking met Italië.

SRON is het enige instituut voor wetenschappelijk ruimteonderzoek in Nederland, waar vluchthardware kan worden ontwikkeld en gebouwd. Andere spelers in het Nederlandse ruimteonderzoek zijn:

- ASTRON Netherlands Institute for Radio Astronomy is het Nederlands instituut voor astronomisch onderzoek. Het instituut is gespecialiseerd in de ontwikkeling en exploitatie van telescopen op aarde, waaronder de radiotelescoop in Westerbork.
- ESTEC (European Space research and Technology Centre) is het Europees centrum voor ruimteonderzoek en -technologie, het in Noordwijk gevestigde centrum van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA.
- Het Netherlands Space Office (NSO) is de Nederlandse ruimtevaartorganisatie. Het NSO is een samenwerking van het ministerie van Economische Zaken, het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).
- NOVA (Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie) is een krachtenbundeling van astronomen van de universiteiten van Amsterdam, Groningen, Leiden en Utrecht.
- NISO (Netherlands Industrial Space Organisation) is een netwerk van Nederlandse ruimtevaartbedrijven. De doelstelling van de NISO is het verstevigen van de technische vaardigheden

en het bundelen van de Nederlandse belangen in de ruimtevaartindustrie.

Wetenschap en technologie; de Groninger link

Wetenschappelijke instrumenten op satellieten moeten voldoen aan extreme en onaardse eisen. In de bijzondere omstandigheden van de ruimte, in vacuüm, blootgesteld aan agressieve kosmische straling en extreme temperatuurverschillen, moet de technologie kunnen worden ingezet voor het verrichten van ongekend precieze metingen aan fenomenen die zich tot op vele lichtjaren afstand bevinden van de aardatmosfeer. Eenmaal in de ruimte moet alles feilloos functioneren, want repareren is onmogelijk. Bovendien moet de apparatuur het geweld van de lancering doorstaan. Ruimteonderzoek vergt het uiterste van de technologie en is daarmee een katalysator van innovatieve technologische ontwikkeling, die niet alleen in de ruimte zijn toepassing vindt.

SRON is ontstaan vanuit de zeer specifieke kennis, opgedaan door het bouwen en gebruiken van een aantal wetenschappelijke satelliet-instrumenten. SRON heeft als projectleider (Principal Investigator) diverse instrumenten gebouwd die voor wetenschappelijke doorbraken hebben gezorgd. Als relatief klein land heeft Nederland hiermee een zeer goede reputatie opgebouwd. Het meest recente voorbeeld hiervan is de Herschel satelliet, met daarin het HIFI-instrument. Deze met helium gekoelde satelliet is in 2009 gelanceerd en is tot mei 2013 operationeel geweest. De satelliet heeft met groot succes THz- en submm-straling waargenomen. Deze straling geeft cruciaal inzicht in de stervormingsprocessen in interstellaire gaswolken. De missie was met name gefocused op de waarneming van emissie en absorptielijnen van water, iets wat met telescopen op aarde niet mogelijk is vanwege onze eigen dampkring. De Herschel satelliet is, met een spiegeldiameter van 3.5 meter, de grootste monolithische spiegel die tot nu toe in de ruimte gelanceerd is. SRON is bij het ontwikkelen van de Herschel satelliet verantwoordelijk geweest voor het HIFI-instrument. HIFI is een gevoelige heterodyne ontvanger met supergeleidende detectoren. De ontwikkeling van deze detectoren en het optimaliseren van de ontvanger heeft sterke Groningse (en Francken-) roots. Vanaf midden jaren 80 van de vorige eeuw was er een nauwe samenwerking tussen de groep Fysica Dunne Lagen (prof. Klapwijk) en de Groninger vestiging van SRON in de ontwikkeling van supergeleidende tunneljuncties. Deze samenwerking heeft ertoe geleid dat verschillende promovendi (waaronder ikzelf) onderzoek hebben gedaan naar THz-detectie met supergeleidende detectoren, en er momenteel bij SRON nog zeven wetenschappelijke medewerkers zijn die een opleiding hebben gevolgd bij Technische Natuurkunde.

Francken 4

We zijn alweer bijna aan het eind van het Futsalseizoen en met een 5e plek mogen we zeker niet klagen. Het spel wordt elke week beter en de supportersaantallen groeien. Het is dan ook tijd dat ik jullie voorstel aan het (nu al legendarische) elftal Francken 4 van het jaar 2014-2015. Laten we maar beginnen.

Door Rick Meijerink

Jasper Staal: Zijn vriendin speelt in hetzelfde team, waardoor het testosterongehalte stijgt en het nodige machogedrag naar boven komt.

Gerben Hijlkema: Naast voetbalkwaliteiten beschikt deze man ook over de nodige keeperszintuigen.

Kristel Lok: Eén van de vrouwen in Francken 4. Houdt zich daartussen makkelijk staande.

Gertjan Pomstra: Was vier jaar geleden ook al van de partij en is nog steeds belangrijk.

Hilbert van Loo: Zijn ervaring bij G.S.F.V. Drs. Vijfje komt goed van pas, net als zijn vriendin die vaak komt kijken.

Reeuwerd Straatman: Onze enige international en oude rot, is vooral belangrijk in de kleedkamer.

Tomas Heldeweg: Ook net voor de transfer deadline binnengehaald.

Maarten Degen: Vier jaar geleden was hij nog onze tegenstander, maar hij is nu echter niet weg te slaan uit het shirt van Francken 4. Maar goed, wijsheid komt met de jaren.

Olivier Gelling: Petje af voor onze enige echte groupie. Hoewel hij zelf liever zijn petje ophoudt tijdens de wedstrijd.

Marten Hutten: De Van der Sar van het team.

Ten slotte nog iets over mezelf: In 2010 heb ik meegespeeld met het allereerste elftal van Francken 4. Nu heb ik de nobele taak om als aanvoerder van dit stelletje ongeregeld te fungeren. Helaas gooide een ernstige blessure (afgescheurde enkelband) echter al op de tweede vrijdag van de competitie roet in het eten. Daarom heb ik de rol van coach maar op mij genomen. Zoals jullie kunnen lezen zijn wij een kleurrijk team met grote ambities. Maar gezelligheid staat natuurlijk op de eerste plek!

P.S. De nieuwe seizoenshelft begint binnenkort, dus als je interesse hebt in gezellig zaalvoetballen kan je altijd mij of iemand van het bestuur om informatie vragen.

Frank Hofstede: De eerstejaars van het elftal.

Kathinka Frieswijk: Een ware toevoeging voor de verdediging. Door menig tegenstander onderschat en vervolgens gevreesd.

Tessa van der Horst: Nieuwe aanwinst, in de winterstop overgekomen.

Sven van der Meer: Bankzitter, nog nooit op komen dagen.

Het Antikythera Mechanisme

Hoewel de wetenschap tegenwoordig veel verder gevorderd is dan in de oudheid, zal menig mens zich verbazen over hoeveel men toen al wist en op welke wijze men de wetenschap bedreef. Sterrenkunde was namelijk al een veel uitgeoefende wetenschap door de Babyloniërs, Egyptenaren en Grieken.

Figuur 1: Een tandwiel, maar dan oud.

Door Paul Wijnbergen

Omdat ik eindeloos zou kunnen praten over sterrenkunde in de oudheid moet ik mij helaas beperken tot een niche en dat doe ik door het te hebben over het 'Antikythera mechanisme'. Niet dat ik dat erg vind, want ook hiervan wordt ik zo enthousiast dat ik het jullie niet wilde onthouden.

Wat is het?

Het antikythera mechanisme is een analoge computer die ingewikkelde astronomische tijdsberekeningen kon uitvoeren om de stand van de sterren en de zon uit te rekenen. Daarnaast kon men ermee bepalen wanneer er een zonsverduistering zou plaatsvinden of wanneer het weer tijd was voor de Olympische spelen. In 1900 vond men voor de kust van het Griekse eiland Antikythera een houten kist in een scheepswrak met daarin een uurwerkachtig mechanisme, waarvan dertig bronzen tandwielen zijn overgeleverd en 82 andere onderdelen fragmentarisch zijn gevonden. Het grootste tandwiel is ongeveer 140 mm in doorsnede en had ooit 223 tanden, zie figuur 1. Omdat de onderdelen lang op de zeebodem hebben gelegen is het een en ander aan corrosie onderhevig is geweest, heeft het even geduurd voordat men deze vond. De meeste van de onderdelen zijn door een CT-scan aan het licht gekomen. Hieruit bleek ook dat een van de tandwielen een keer vervangen is. Het apparaat heeft dus daadwerkelijk gewerkt.

Het apparaat heeft dus daadwerkelijk gewerkt.

Al deze archeologische vondsten zijn tegenwoordig te zien in het Nationaal Archeologisch museum in Athene. Het mechanisme werd het Antikythera mechamise genoemd en het wordt gedateerd in ongeveer 150 – 100 voor Christus. Even ter illustratie: de derde Punische oorlog begon in 149 v.Chr., Caesar werd vermoord in 44 v.Chr. en de Romeinse keizertijd begon pas vanaf 27 v.Chr. De medische technologie komt pas echt op na de eerste eeuw na Christus dus het is echt heel verwonderlijk dat de Grieken in die tijd al zo ver gevorderd waren in de technische wereld.

De werking

Als classicus stel ik mij gelijk vragen als: waren er meer van dit soort mechanismen? Hoe keek de maatschappij aan tegen de wetenschap in die tijd en wat wist en kon men nog meer in die tijd? De antwoorden op deze cultureel historische vragen zal ik jullie besparen en ik zal met name ingaan op de vraag waar de natuurkundige zich vooral over zal buigen: hoe werkt dit apparaat?
De tandwielen waren bevestigd aan een

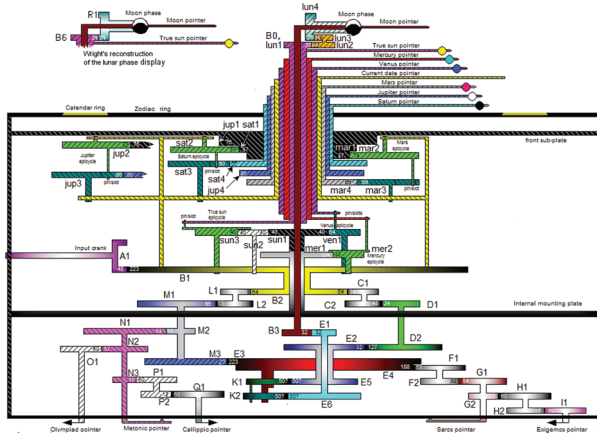
Figuur 2: Reconstructie van de voorkant van het mechanisme

bronzen plaat en aan de voorkant van het mechanisme is een ring te zien met de twaalf sterrenbeelden, keurig dertig graden uit elkaar (zie figuur 2). Dit kwam overeen met het Babylonische model om een twaalfde van de ecliptica aan elk sterrenbeeld toe te wijzen. Buiten deze ring is een andere ring met daarop de maanden en dagen volgens de Egyptische kalender aangebracht. Deze ring moest men zo instellen dat de dag overeen kwam met de huidige stand van de sterren. Vervolgens moest je aan een hendel draaien die dan een wijzer die de datum aanwees deed roteren. Wanneer de hendel 360 graden was gedraaid, zou de wijzer 78 dagen verder zijn, dus je kon prima een specifieke dag aanwijzen. Tegelijkertijd met het draaien van de datumaanwijzer, gaan de planeten, zon en maan draaien waardoor je op een bepaalde datum de stand van de hemellichamen wist. De maanaanwijzer bestond uit een wijzer met een balletje dat half wit half zwart was, zodat kon zien wat voor maan er aan de hemel zou staan.

Hoe ging het dan precies in z'n werk? Onderzoekers hebben er lang over moeten peinzen. Een schematisch model van het uurwerk is weergegeven in figuur 3. Er is hier veel discussie over, aangezien sommige functies van het mechanisme bekend zijn en sommige aangenomen worden, maar laten we even aannemen dat het zo werkt. Zoals je kunt zien wordt volgens dit mo-

del de zon aangestuurd door de hendel te draaien. Aan B1 zit B2 vast waardoor de maan volgens bepaalde ratio van B1/B2 wordt aangestuurd. Met het aantal tandwielen en tanden per wiel bekend kan er dus gerekend worden en daar hebben we gelukkig een idee van. Volgens dit model draait de maan om de aarde volgens de formule Tijd(B) = Time(X) * C1 / B2 * D1 / C2 * E2 / D2 * K1 / E5 * E6 / K2 * B3 / E1 waarbij B het tandwiel van de maan is en X het tandwiel van de zon. Volgens de berekeningen draait de maan dus in 27.321 dagen rond de aarde. Tegenwoordig weten we dat het in 27.321661 dagen gebeurt. Behoorlijk nauwkeurig dus. Ook kan het mechanisme voorspellen of het een volle, nieuwe of wat voor een maan dan ook wordt, de maanfase. Het mechanisme laat de maan om zijn as draaien in 29.53 dagen. In werkelijkheid doet deze hier 29.530589 dagen over. Het voorspelt de stand van de maan en zon dus behoorlijk accuraat. Echter laat het wat betreft de stand van de planeten nog wel eens te wensen over. Gelukkig lag dit niet aan het tandwielmechanisme maar aan de kennis van de Grieken over de baan van de planeten die zij toen kenden.

Een apparaat met zulke complexiteit zou niet ontwikkeld worden tot de veertiende eeuw, toen er een astronomisch uurwerk werd gebouwd. De Grieken waren dus hun tijd ver vooruit en het is een wonderbaarlijk staaltje techniek voor die tijd. Men bedenkt meestal niet in een keer zo'n complex systeem. Dat gaat beetje bij beetje vooruit. Het lijkt dus voor de hand te liggen dat er voorgangers van dit apparaat zijn, maar die zijn helaas nog niet gevonden. Ook is dit apparaat slechts één maal gevonden en kan men het ook niet terugvinden in geschriften uit die tijd. Kortom: we staan voor een cultureel historisch raadsel en dat maakt het zo interessant dat we er toch nog zo veel, maar tegelijkertijd zo weinig van weten.



Figuur 3: Schematisch overzicht van de tandwielen

Het universum van de aankomende student

Marten Frantzen was in het jaar 2002-2003 voorzitter van onze mooie vereniging. Tegenwoordig werkt hij bij de firma Kempen & Co.

Door Marten Frantzen

Geen bindend studieadvies, wel stufi. Geen bachelor maar een P en geen master doch Ir; een studie Technische Natuurkunde waar je U tegen zegt. Wanneer was die tijd? Dat was dus 1999. Het universum van de aankomende bèta-student bestond kortweg minimaal 5 jaar uit stad en ommeland. Het deel stad speelde zich vooral af rond de grote markt en thuis. Het deel ommeland werd gevormd door de college- en practica-zalen in het Nijenborgh complex op het Zernike-terrein. Het was soms best een drempel om je buiten de grachten te begeven, zo rond Paddepoel maakte ik me wel eens zorgen de grens van het universum te bereiken. Dat je, als je niet uitkeek, zomaar ergens af kon vallen.

Zonder gekheid, Groningen is natuurlijk de mooiste stad van het noorden en zeker toen, zonder bindend studieadvies.
Tegelijkertijd heeft een stad als Amsterdam ook veel te bieden. Daar werk ik nu al bijna een jaar of tien in de financiële dienstverlening.
Hoe kom je er als bèta bij om bij een bank te gaan werken? Als volgt.
Tijdens mijn studietijd heb ik verschillende - ook financiële - functies vervuld, uiteraard ook binnen Francken. Hierdoor ben ik meer en meer geïnteresseerd geraakt in het financiële en commerciële aspect van organisaties.

De stap naar financiële dienstverlening

Tijdens een stage aan een universiteit in Silicon Valley USA, met dank aan prof. dr.

J.Th.M. De Hosson, werd ik aangetrokken door de hevige financiële activiteit aldaar. Vervolgens heb ik me opgegeven voor en mocht ik een week mee met een studententrip naar Amsterdam en Londen.
Deze reis leidde een groep studenten langs een scala aan investeringsbanken en hierdoor is mijn interesse aangewakkerd.
Na afstuderen ben ik begonnen in een *traineeship* bij ABN AMRO, met als aandachtsgebied relatief complexere financieringen. In de 'Het leven na Francken'-rubriek in de Francken Vrij van oktober 2006 (nr. 11.1) vind je meer details over een deel van mijn ervaringen aldaar.

Na enige tijd kreeg ik de kans om in een andere hoek van de financiële dienstverlening werkzaam te worden, namelijk bij de firma Kempen & Co, een zakenbank met een overzichtelijk aantal collega's die elkaar grotendeels bij naam kennen. Hier ben ik aan de slag gegaan als zogenaamde projectmanager binnen de afdeling vermogensbeheer. Hieronder zal ik op hoofdlijnen aangeven wat je je hierbij kunt voorstellen.

Universum van een vermogensbeheerder

De afdeling vermogensbeheer (Kempen Capital Management) beheert vermogen voor een breed scala aan (ook internationale) klanten, voor zowel vermogende particulieren als institutionele bedrijven zoals pensioenfondsen en verzekeraars. Dit geld kan beheerd worden middels op de klant toegespitst mandaat of via een reeds bestaand beleggingsfonds. Kort gezegd komen de vermogensbeheerder en de klant in overeenstemming over de voorwaarden voor het beheer van het vermogen, het geld wordt ter beschikking gesteld aan de beheerder en de beheerder probeert binnen de afgesproken mogelijkheden het vermogen zo goed mogelijk te beleggen. Hierbij worden afspraken gemaakt t.a.v. het beleggingsuniversum, d.w.z. in welke soorten beleggingsinstrumenten (bv. aandelen en/of obligaties), regio's (Europa, Amerika, Azië) of sectoren (onroerend goed, olie en gas bedrijven) mag worden geïnvesteerd.

De projectmanager zorgt ervoor dat allerhande zaken die buiten *business as usual* vallen vloeiend verlopen. Denk aan het inrichten van complexe klantwensen of het opzetten van (evt. in het buitenland gevestigde) investeringsfondsen, maar ook allerhande doorlopende verbeteringen zoals fondsherstructureringen en keuze voor en installatie van nieuwe software of het optuigen en onderhouden van samenwerkingen met dienstverlenende of data-leverende partijen. Ook kunnen regelgevende instanties specifieke veranderingen eisen waarvan dan een project wordt gemaakt met een begin en een eind.

Wat is hier nou leuk aan?

Voor mij biedt het werk de fijne combinatie tussen toegepast analytisch werk en commercie. Het is uitdagend en biedt de mogelijkheid om als een spin in het web met veel

verschillende mensen en allerhande expertise-gebieden samen te werken. Ik vind het mooi om te zien dat twee meer weten dan één en drie weer meer dan twee. Door samen te werken in een projectteam ontstaan vaak mooie en vernieuwende inzichten door de inbreng van ieders perspectief. De teamdynamiek is ook fascinerend om te zien. In het begin bestaat dit vooral uit veel brainstormen en discussies en oplossingen die almaar lijken te divergeren. Vervolgens volgt de uitdaging om de belangrijkste conclusies eruit te filteren, de juiste beslissingen te nemen en te convergeren naar een projectplan en planning die draagvlak genieten van het projectteam.

Idee is dat na elk project de lopende zaken netjes zijn belegd en als *business as usual* worden gezien. Dan is er weer ruimte om een nieuw project op te pakken. Over het algemeen zijn projectmanagers met meerdere projecten tegelijkertijd bezig, met vaak een doorlooptijd van één tot enkele kwartalen.

Tot slot

Inmiddels ben ik getrouwd met een oud-Franckenvoorzitter en hebben we twee zoons op de wereld gezet. We wonen in het centrum van Amsterdam en kunnen op de fiets naar ons werk, een luxe die ik iedereen van harte aanbeveel.

Tot zover mijn bijdrage aan een "Een leven na Francken". Graag houd ik me aanbevolen om over een jaar of tien weer eens verslag te doen en de huidige periodiciteit hoog te houden. Elk (oud-)Franckenlid die toch nog meer wil weten is van harte welkom voor een kop koffie of kom eens langs op een inhousedag.

Bestuur 2002-2003.

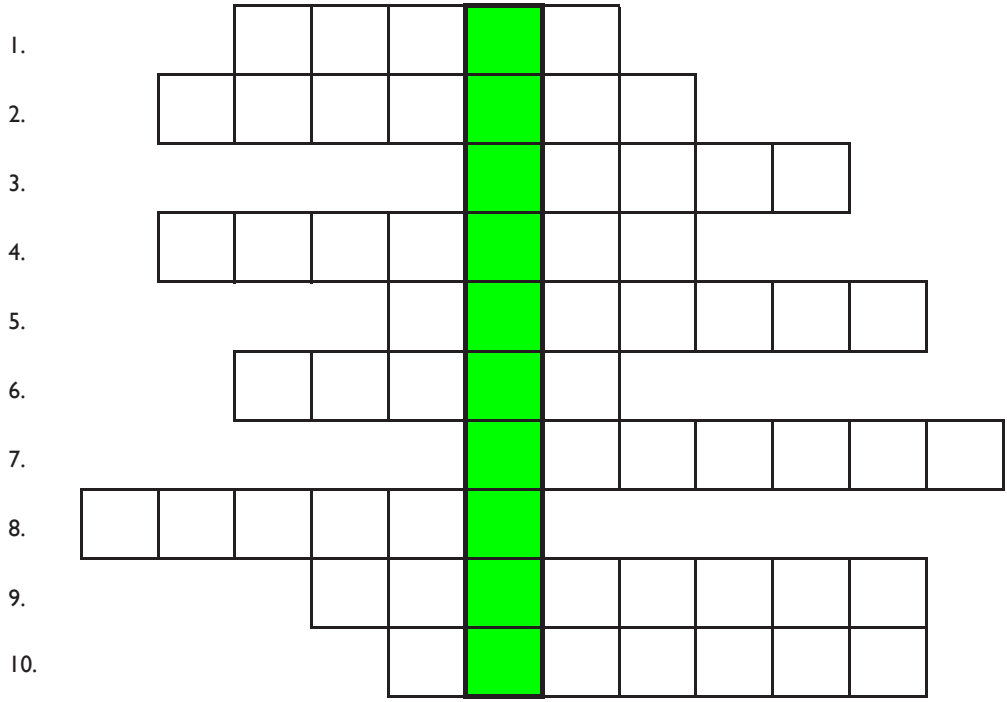
Puzzel

Het is altijd een universele drang van Franckenleden geweest om te puzzelen. Ook houden Franckenleden uiteraard van reeksen. Middels deze puzzel probeer ik de beide dingen te combineren en alle lezers gelukkig te maken. Succes!

Door Steven Groen

Het idee van deze puzzel is heel simpel: hiernaast staan tien reeksen (of rijen, voor wie de terminologie van calculus wil aanhouden). De volgende term in de reeks dient telkens horizontaal ingevuld worden. Als je genoeg reeksen hebt aangevuld, of uitermate goed kunt gokken, kun je de oplossing in het groen aflezen. Geef je antwoord door aan de redactie en maak kans op een Milky Way! Delen mag niet.

1. Omtrek/diameter, dichtheid, standaardafwijking, ... **2.** Bottom, Charm, Down, ... **3.** Os, tijger, konijn, ... **4.** Beijum-Oost, Oost-Indische buurt, Beijum-West, ... **5.** Hung, Marieke, Wouter, Arjan, ... **6.** Soviet-Russisch, Amerikaans, Tsjechisch, ... **7.** Curie, Pauling, Sanger, ... **8.** Ganymedes, Callisto, Io, ... **9.** Sneek, IJlst, Sloten, ... **10.** Helium, neon, argon, ...


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

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

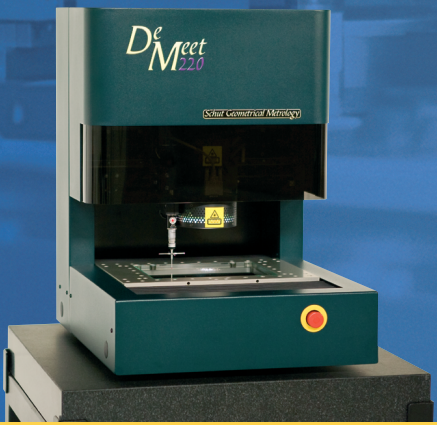
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de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

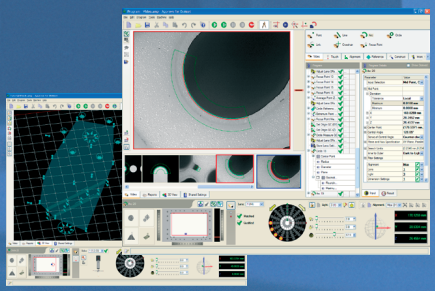
Op onze afdelingen voor de technische verkoop, software support en ontwikkeling van onze 3D meetmachines werken mensen met een academische achtergrond. Hierbij gaat het om functies zoals ***Sales Engineer***, ***Software Support Engineer***, ***Software Developer (C++)***, ***Electronics Developer***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

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

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

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





APPROVE for DeMeet