

EN DAT IS DAN $(2 + 0 + 1) \times 8 = 24!$

Rob van Oord

Op 2 en 3 februari jl vonden de Nationale Wiskunde Dagen plaats.

Rob van Oord gaf er een doorlopende workshop en kon dat ook nog combineren met zijn rol als vliegende reporter voor *Euclides*.

Met een flippo op de achterkant van de Funrun trofee (het traditionele T-shirt) wordt cryptisch uitgebeeld dat dit jaar de NWD voor de vierentwintigste keer is gehouden. Met een auto vol spullen en twee collega's van mijn oude school gingen we goedgemutst naar Noordwijkerhout.



figuur 1 Leila Schneps

Wie heeft er gelijk?

De openingslezing van de NWD was van Leila Schneps. Hoewel zij van huis uit getaltheoreticus is, heeft ze bijzondere belangstelling voor wiskunde bij moordprocessen. Ze schrijft ook thrillers onder het pseudoniem Catherine Shaw. In een boeiend verhaal liet Leila zien hoe je de fout in kunt gaan door statistische gegevens verkeerd te gebruiken. Ze liet zien hoe aanvullende informatie en vooroordelen van invloed kunnen zijn op het oordeel (van een jury) over een verdachte. Als publiek konden we interactief stemmen op uitspraken over de geloofwaardigheid van extra argumenten of iemand schuldig zou zijn aan een moord. Ook als wiskundemensen onder elkaar waren we telkens behoorlijk verdeeld. Ze schreef hier een boek over: *Math on Trial, how members get used and abused in the courtroom*. Ook uitspraken over de kans op kanker na een positieve test kunnen behoorlijk fout zijn, omdat hier voorwaardelijke kansen bij grote aantallen aan de orde zijn. Neem aan dat bekend is dat voor een bepaalde test geldt dat deze voor 95% van de vrouwen die kanker hebben een positieve uitslag geeft. Neem bovendien aan dat 1 op de 1000 vrouwen kanker heeft. Neem ook aan dat de kans op een positieve uitslag op de test bij gezonde vrouwen 1% is. Bij 100.000

vrouwen die getest worden hebben er dus 100 kanker. De test geeft dan 95 keer een positieve uitslag. Maar bovendien geeft de test bij 1% van de 99.900 vrouwen zonder kanker foutief aan dat er kanker is (1% geeft foute uitslag). Dus van de $(999 + 95 =) 1094$ positieve testen hebben er maar 95 echt kanker. Dit is 8,7%. De ene dokter beweert dat je bij een positieve uitslag 95% kans hebt dat je echt kanker hebt, terwijl de andere dokter zegt dat de kans slechts 1 op 10 is. Welke dokter heeft er nu gelijk?

Een eitje

Na de lunch volgde ik de lezing van Robert Mudde. Hij demonstreerde dat vrijwel alle vragen in het dagelijks leven op te lossen zijn met de 'balansvergelijking': $\frac{d}{dt} = in - uit + productie$. Ik kreeg bij zijn lezing weer hetzelfde gevoel als ik altijd heb bij een natuurkunde-probleem. Je hoeft 'alleen maar' de differentiaalvergelijking op te stellen. Maar je moet wel even weten wat er constant blijft en hoe het behoud van energie moet worden ingepast. Dat geleiding evenredig gaat met de diameter van een staaf of evenredig met de inhoud van bol. Dat alle eenheden moeten kloppen dus dat er altijd wel een constante bij komt die er in feite voor zorgt dat de eenheden van beide kanten van de vergelijking gelijk zijn. Als de leraar het voorzegt is het 'o ja', maar zelf kom ik er niet op. Het model waarbij je kijkt naar de wereldbevolking die 1% per jaar groeit, waarbij er dus niemand van buiten de aarde bij komt en er niemand van de aarde weggaat snap ik nog wel.

Het levert in het balansmodel $\frac{dN}{dt} = 0 - 0 + 0,01N(t)$

met de oplossing van

$$N'(t) = 0,01 \cdot N(t) \text{ is } N(t) = N_0 \cdot e^{0,01t}.$$

Maar de balansvergelijking bij de vraag hoe lang je een struisvogelei moet koken als je voor een kippenei (van zeg 60 gram) 8 minuten rekent, is al een stuk lastiger. Bij een ei in heet water gaat het erom hoe lang het duurt voordat de warmte van het kokende water buiten het ei ervoor zorgt dat het binnenste op 70° C komt, de temperatuur waarop eiwit stolt. In de balansvergelijking gaat er alleen warmte in het ei, er komt geen warmte uit en er wordt ook geen warmte geproduceerd, dus de balansvergelijking is $\frac{dE}{dt} = in$. Je moet ook bedenken

dat de vloeistof in het ei stilstaat, dus er vindt alleen geleiding plaats. Omdat een ei ongeveer bolvormig is gaat de geleiding evenredig met D^3 , met diameter D van het ei. $\Delta E \sim D^3 \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$, met c_p de soortelijke warmte van de eivloeistof en ρ een constante.

Hieruit volgt $\frac{dE}{dt} \sim D^3 \cdot \rho \cdot c_p \cdot \frac{dT}{dt}$.

Je kunt stellen dat $D^3 \sim \text{massa}$ is, dus $D^2 \sim \text{massa}^{2/3}$.

Dit geeft uiteindelijk

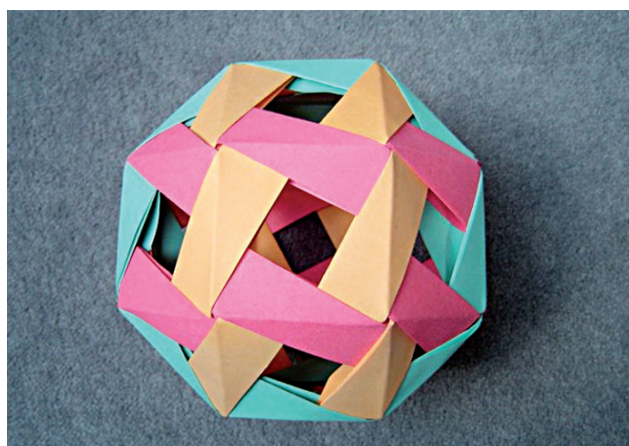
$$t_{\text{struisvogel}} = \left(\frac{m_{\text{struisvogel}}}{m_{\text{kip}}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot t_{\text{kip}} \quad \text{oftewel}$$

$$t_{\text{struisvogel}} = \left(\frac{1200}{60} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot 8 = 58,94 \quad \text{minuten.}$$

Dus het koken van een struisvogelei duurt ongeveer 60 minuten.

Knutselhoek

Tussen de workshops en lezingen door ben ik gauw naar de Harvardzaal gegaan. Florine Meijer en ik hebben daar een knutselhoek gemaakt. Een soort doorlopende workshop met boeiende wiskundige modellen. Op tafel liggen allerlei voorbeelden en bouwplaten die deelnemers aan de NWD kunnen gebruiken om iets na te maken of zelf creatief mee bezig te zijn. Er waren voortdurend flink wat collega's aan het knutselen. De kubus binnenste-buiten, origami met modules, zie figuur 2, harten vlechten, flexagons, Möbius harten, enzovoorts. Op de volgende NWD ga ik een workshop geven waarbij ik dieper zal ingaan op de samenhang tussen de modellen.



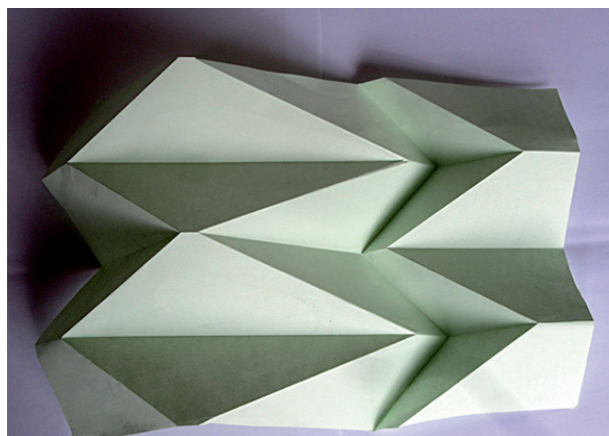
figuur 2 Origami met modules

Het werken met modellen is hot. Ik las deze week in de krant dat Peter Beck een *Humanity Star* in een baan om de aarde heeft gelanceerd. 'Een hemelse discobal (met een doorsnee van ruim een meter) die de mensen moet herinneren aan hun kwetsbare plek in het universum.' En Elon Musk liet een knalrode Tesla-auto de ruimte in schieten.

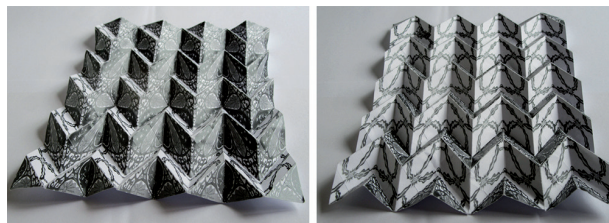
Vouwen

Wat doe je met de NWD-posters die over zijn? Henk van der Vorst wist er wel raad mee. Met de speciale zigzag-vouwtechniek wist hij de afgelopen maanden veel mooie kunstwerken te vouwen. In het Atrium kon je zijn creaties ook bewonderen. In de workshop oefenden we met de techniek. Henk kwam later ook nog in onze knutselhoek om met liefhebbers een groter object te vouwen. Voordat je aan een groot vouwsel begint, moet je eerst eens uitzoeken welk effect de vouwhoeken op de kromming van het eindproduct hebben. Wat duidelijk wordt is dat je gewoon zelf moet gaan proberen om te snappen welke vouwhoeken een mooi resultaat opleveren. Neem een A4'tje en probeer maar, zie figuur 3.

In figuur 4 zie je hoe hij na het vouwen twee verschillende aanzichten heeft gecreëerd. De ene kijkrichting zie je een donker patroon, de andere een licht patroon. Bij het ontwerpen kun je daar op inspelen.



figuur 3



figuur 4

Avonduren

In de avondlezing nam Katie Steckles ons mee naar allerlei wiskundige vouwsels en knipsels. Katie is een jonge Britse wiskundige uit Manchester die op middelbare scholen workshops geeft waarin ze leerlingen enthousiast maakt voor wiskunde. In 2016 kreeg ze de Josh Award voor haar inspanningen om wiskunde populair te maken. Een van haar uitdagingen was dat je uit een vierkant blaadje met één keer in een rechte lijn knippen elke letter van het alfabet kunt maken. Het wiskundige aspect zit hem in het uitzoeken hoe je het blaadje moet vouwen zodat het lukt. Op onze stoelen lagen enkele blaadjes waarmee we meteen tijdens de lezing haar ideeën in de

