

CWI

Centrum Wiskunde & Informatica

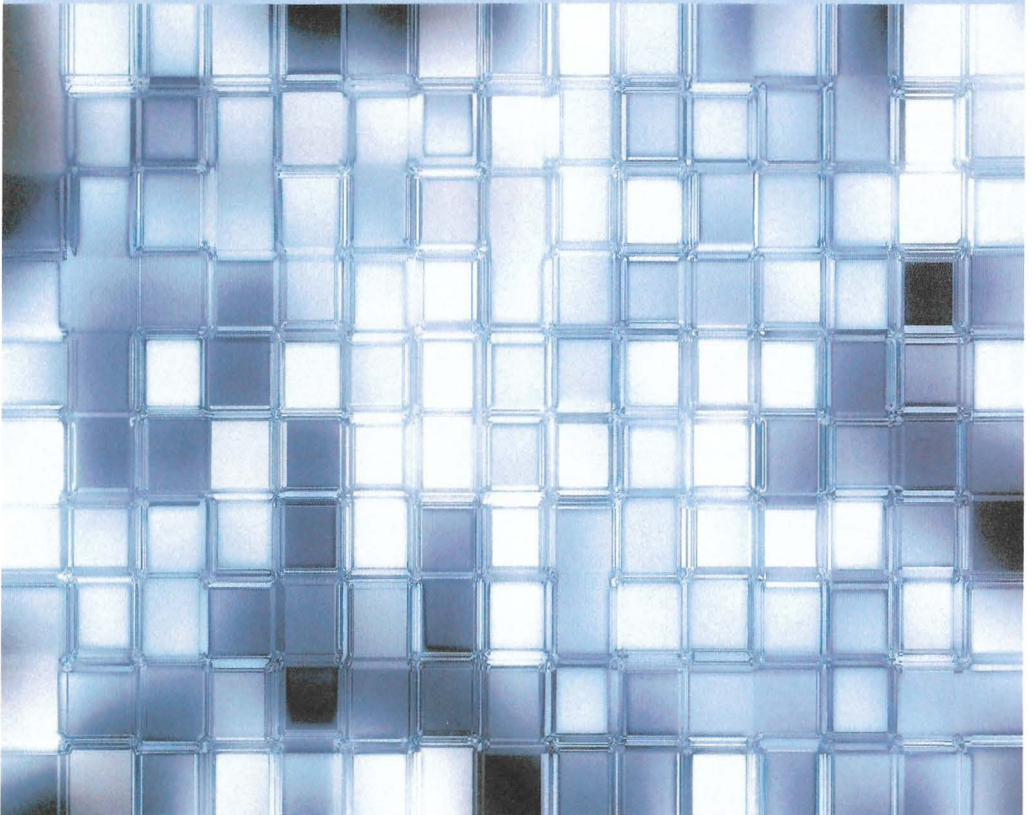
Archief Bibliotheek
CWI
24-27

WORDT NIET UITGELEEND

Symmetrie

Vakantiecursus 2011

Amsterdam 26 en 27 augustus 2011



Vakantiecursus 2011

Voor leraren in de exacte vakken aan havo, vwo, hbo leerlingen en andere belangstellenden organiseert het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) in 2011 een vakantiecursus met als thema:

Symmetrie

Dit jaar betreft het een tweedaagse cursus, in Amsterdam op **vrijdag 26 augustus** en **zaterdag 27 augustus** bij het CWI, Science Park 123, 1098 XG Amsterdam. (zie pagina 15 voor de routebeschrijving)

De cursus is voor wiskundedocenten van elk niveau toegankelijk. De deelnemers ontvangen bij aanvang van de cursus een syllabus met teksten van de voordrachten. Het cursusgeld bedraagt €85. Voor studenten van lerarenopleidingen is het cursusgeld slechts €30.

Bij de cursus is inbegrepen een warme maaltijd op vrijdag en een lunch op zaterdag.

Aanmelding

Aanmelding voor deelname aan de cursus kan:

- door het aanmeldingsformulier achter in deze brochure in te vullen en vóór 12 augustus 2011 op te sturen aan het CWI;
- via de website <http://www.cwi.nl/nl/vc2011> waar een online registratieformulier ingevuld en opgestuurd kan worden, eveneens vóór 12 augustus 2011.

Deze cursus geldt als nascholingsactiviteit. Voor geïnteresseerden is een nascholingscertificaat beschikbaar. Degene die daar prijs op stelt, gelieve het betreffende formulier in te vullen of dit via het elektronische registratieformulier aan te geven.

Deze cursus wordt mede mogelijk gemaakt door een subsidie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Programma Amsterdam

26 augustus en 27 augustus 2011

vrijdag 26 augustus

Wijzigingen voorbehouden.

- | | |
|-------------|---|
| 15.00-15.25 | Ontvangst, koffie |
| 15.25-15.35 | Intro 'Symmetrie'
Prof. dr. Jan Wiegerinck |
| 15.35-16.20 | Symmetrie van de Platonische lichamen
Prof. dr. Jan Aarts |
| 16.20-16.45 | Pauze |
| 16.45-17:30 | Snelle algoritmen in de getaltheorie
Prof. dr. Bas Edixhoven |
| 17.30-18.30 | Diner |
| 18.30-19.15 | De classificatie van vlakverdelingen
Dr. Hessel Posthuma |
| 19.15-19.45 | Pauze |
| 19.45-20.30 | Symmetrie in de natuurkunde
Dr. Walter van Suijlekom |

zaterdag 27 augustus

- | | |
|-------------|---|
| 10.00-10.30 | Ontvangst, koffie |
| 10.30-11.15 | Middeleeuwse Islamitische kunst en symmetrie
Prof. dr. Jan Hogendijk |
| 11.15-12.00 | Waarom de vierdimensionale ruimte de mooiste van alle ruimtes is
Dr. Vincent van der Noort |
| 12.00-13.00 | Lunch |
| 13.00-13.45 | Kansrijke Symmetrie
Dr. Jeroen Spandaw |
| 13.45-14.15 | Pauze |
| 14.15-15.00 | Symmetrie in Perspectief
Martin Kindt |
| 15.00-15.05 | Sluiting |

Ten geleide

Jan Wiegerinck

Korteweg - de Vries Instituut voor Wiskunde

Universiteit van Amsterdam

e-mail: J.J.O.O.Wiegerinck@uva.nl

De vakantiecursus bereikt dit jaar de pensioengerechtigde leeftijd, maar blijft altijd jong van geest! Het is jammer dat er wegens verbouwing van het Auditorium in Eindhoven geen mogelijkheid is om in dit jubileumjaar de cursus aan de TUE te geven. De faciliteiten in Amsterdam zijn gelukkig prima, er is voldoende plaats voor alle belangstellenden.

Dit jaar is het onderwerp symmetrie. Dit is een oud en eerbiedwaardig onderwerp binnen de wiskunde, maar net als de vakantiecursus blijft het hoogst actueel. Er verschijnen populaire boeken over symmetrie (*Finding Moonshine* van Marcus du Sautoy, in het Nederlands vertaald als "het Symmetriemonster") en in het moderne wiskunde- en natuurkundeonderzoek kan de rol van symmetrie niet overschat worden. In het afgelopen jaar alleen al werd aan mijn universiteit door de vereniging van natuurkunde studenten een symposium over symmetrie in de natuurkunde georganiseerd, terwijl mijn collega Prof. Eric Opdam een zeer prestigieuze Europese subsidie verwierf voor het doen van onderzoek op het gebied van symmetrie.

Veel mensen zullen een symmetrisch object als zodanig herkennen, maar dat maakt het nog niet eenvoudig om symmetrie te definiëren. Een wiskundige manier is te zeggen dat het object een symmetriegroep heeft die uit meer dan één element bestaat. De elementen van die groep transformeren de ruimte, maar na zo'n transformatie lijkt er aan het symmetrisch object niets veranderd te zijn.

Symmetrie werd al bestudeerd door de oude Grieken. De voordracht van **Jan Aarts** begint precies daar, namelijk bij de Platonische lichamen in \mathbb{R}^3 . Via de symmetrie-groepen van deze lichamen eindigt hij een dimensie hoger, en bijna in de moderne tijd.

Ook in de voordracht van **Vincent van der Noort** duiken de Platonische lichamen op en komen we in dimensie 4 terecht. Hier worden de symmetrieën in \mathbb{R}^4 gebruikt om die van \mathbb{R}^3 beter te begrijpen!

Klassiek is het onderwerp van **Jan Hogendijk**. Hij spreekt over symmetrie in de Middeleeuwse Islamitische kunst. Het gaat hier om de prachtige symmetrische decoraties zoals je die in bijvoorbeeld het Alhambra tegen komt. Hoe maakte de kunstenaars deze decoraties en hoe moeten wij deze duiden? Een verwant onderwerp komt in de voordracht van **Hessel Postuma** aan de orde. Deze gaat over symmetrieën in vlakverdelingen. Hij bespreekt de wiskundige classificatie van deze verdelingen.

Martin Kindt spreekt over de rol van symmetrie bij verschillende projecties zoals we die in de natuur ervaren en de meetkenden die daarmee geassocieerd kunnen worden. Denk hierbij aan de projectieve en de affiene meetkunde.

Jeroen Spandaw belicht symmetrie in de kansrekening met verrassende resultaten als gevolg. Hoe maak je meer kans bij het *Rad van Fortuin*, hoe ga je "creatief" om met je belastingaangifte.

Echt van de laatste tijd zijn de onderwerpen die Bas Edixhoven en Walter van Suijlekom behandelen.

Walter van Suijlekom belicht de rol van symmetrie groepen in het Standaardmodel voor elementaire deeltjes.

Bas Edixhoven spreekt over "snelle algoritmen in de getaltheorie". De symmetriegroepen verschijnen hier als Galoisgroepen en vinden hun toepassing bijvoorbeeld in het berekenen van het aantal manieren waarop men een geheel getal n als som van k kwadraten kan schrijven.

Ik hoop dat dit programma velen van u zal aanspreken en dat u de kans kunt grijpen om aan de vakantiecursus deel te nemen!

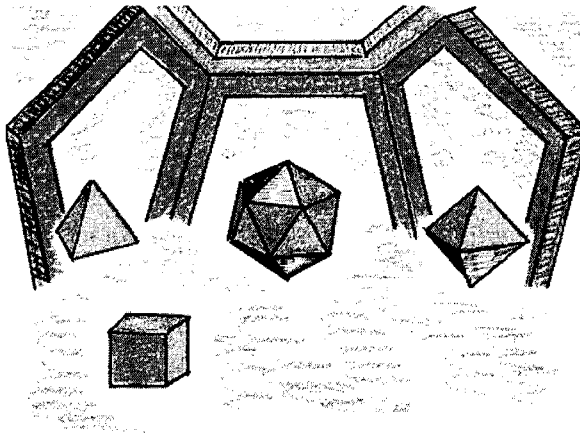
Symmetrie van de Platonische lichamen

Jan Aarts

Technische Universiteit Delft

e-mail: johannaarts@gmail.com

Er zijn vijf regelmatige veelvlakken in de ruimte; de eerste beschrijving vindt men bij PLATO. Vandaar dat deze veelvlakken worden aangeduid als Platonische lichamen. Zij werden gezien als bouwstenen van de wereld: de vier-vlakkige pyramide, of *tetraëder*, was het vuur, het regelmatige twintigvlak, oftewel de *icosaëder*, het water, het regelmatige achthoek, of de *icosaëder*, was de lucht en, tenslotte, de *kubus*, het regelmatige zesvlak, vertegenwoordigde de aarde.



Het regelmatige twaalfvlak, of *dodekaëder*, is de ons omringende ruimte; de twaalf vlakken verwijzen naar de twaalf huizen van de dierenriem.

De symmetrie van een Platonisch lichaam is vastgelegd in zijn symmetriegroep, dat is de groep van alle isometrische zelfafbeeldingen van de figuur. We zullen de symmetriegroepen van de Platonische lichamen onderzoeken. De inventarisatie van de symmetriegroepen geeft een eerste inzicht in de verzameling van alle eindige ondergroepen van de orthogonale groep, dit is de groep van alle isometrische afbeeldingen met n vast punt.

Met behulp van zogenaamde *Schlegel-diagrammen* kan de kennis over de driedimensionale regelmatige lichamen uitgebreid worden naar hogere dimensies. Opvallend is dat er in hogere dimensies minder regelmatige figuren zijn dan je zou verwachten!

Snelle algoritmen in de getaltheorie

Bas Edixhoven

Mathematisch Instituut, Universiteit Leiden

e-mail: edix@math.leidenuniv.nl

Ik ga iets vertellen over recent onderzoek op dit gebied. Er heeft hier een doorbraak plaatsgevonden die bepaalde objecten toegankelijk heeft gemaakt voor berekeningen. Deze objecten komen uit de Galoistheorie en zijn van groot belang in de getaltheorie. Ze spelen bijvoorbeeld een belangrijke rol in het bewijs van WILES van de “Laatste Stelling van Fermat”. Men kan deze objecten uitrekenen met symbolische rekenmachines (computeralgebra), maar dat leidt tot exponentiële groei in de rekentijd. Rekenen met benaderingen met voldoende grote precisie leidt tot algoritmen waarvan de rekentijd slechts polynomiaal groeit.

De voordracht zal veel voorbeelden bevatten, waaronder ook computerberekeningen.

Veel aandacht zal worden besteed aan een toepassing op het volgende klassieke probleem: hoe snel kan men uitrekenen op hoeveel manieren een geheel getal n geschreven kan worden als som van k kwadraten van gehele getallen? Beroemde wiskundigen zoals onder andere DIOPHANTUS, FERMAT, LEGENDRE, GAUSS, JACOBI, EISENSTEIN, en LIOUVILLE hebben voor kleine waarden, van k formules gegeven waarmee deze aantallen snel berekend kunnen worden. Daarna is zonder succes geprobeerd dit uit te breiden naar grotere waarden voor k . Met hedendaagse kennis begrijpen we nu dat er dan geen dergelijke formules meer bestaan, maar dat de gezochte aantallen toch snel kunnen worden uitgerekend.

De classificatie van vlakverdelingen

Hessel Posthuma

Universiteit van Amsterdam

e-mail: H.B.Posthuma@uva.nl

Vlakverdelingen komen we op tal van plaatsen tegen, bijvoorbeeld in de architectuur en de kunst. De wiskundige kijk op zulke patronen gaat uit van het begrip symmetrie, en heeft een lange geschiedenis. Hier behandel ik de moderne aanpak van het classificatieprobleem, die essentieel gebruik maakt van ideeën uit de meetkunde en topologie.

Symmetrie in de natuurkunde

Walter van Suijlekom

Radboud Universiteit Nijmegen

e-mail: waltervs@math.ru.nl

Symmetrie vinden we overal om ons heen: in de natuur, in de architectuur, in de muziek, *et cetera*. Een minder zichtbare symmetrie is verborgen diep in de natuurkunde, op het niveau van de elementaire deeltjes. Noodzakelijkerwijs is dit abstracter (want niet direct zichtbaar) en het is verbluffend dat de wiskundige theorie van *groepen* op dit fundamentele niveau aan het werk is. Het structureert de deeltjes van het Standaard Model der elementaire deeltjes, al naar gelang hun fysische eigenschappen en stond zo in de jaren 70 van de vorige eeuw succesvolle voorspellingen toe. En nog steeds is symmetrie het leidende principe in veel natuurkundige theorieën, met voorspellingen zoals het Higgs deeltje of het bestaan van super deeltjes. Deze beide voorspellingen worden op dit moment getoetst met de deeltjesversneller LHC in Genève.

De link die symmetrie vormt tussen wis- en natuurkunde is één van de prikkelende peilers van mijn vakgebied: wiskundige fysica. Het doel van mijn college is u te laten zien welke wiskundige groepen relevant zijn voor natuurkundige theorieën zoals het Standaard Model der elementaire deeltjes, om zodoende deze theorie ook voor u wiskundigen toegankelijk te maken.



FIGUUR 1: De diertuin van het Standaard Model: elk elementaire deeltje heeft nu een pluche versie (www.particlezoo.net). Hoe dit te structureren met behulp van symmetrie?

Middeleeuwse Islamitische kunst en symmetrie

Jan Hogendijk

Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht

e-mail: J.P.Hogendijk@math.uu.nl

Overall in de Islamitische wereld zijn geometrische decoraties te zien in middeleeuwse moskeeën en paleizen. We zullen beginnen met enkele schitterende voorbeelden te vertonen (vlakke betegelingen, koepels, muqarnas, decoratie van handschriften). Deze kunst laat zich goed gebruiken om moderne wetenschappelijke begrippen zoals "symmetrie" uit te leggen. Daarna gaan we in op twee vragen: (a) Hoe ontwierpen de middeleeuws Islamitische kunstenaars deze decoraties, en (b) hadden de decoraties een symbolische betekenis? We stellen ons daarbij op het standpunt dat deze vragen het best bestudeerd kunnen worden met behulp van authentieke middeleeuwse bronnen, namelijk de decoraties zelf, teksten en manuscripten uit die tijd, rollen met werktekeningen, enz. Hieruit volgt geen definitief antwoord op de twee vragen, maar wel een paar hints, en ook kunnen enkele moderne theorieën over het ontstaan van Islamitische geometrische kunst tegen het licht worden gehouden.



Waarom de vierdimensionale ruimte de mooiste van alle ruimtes is

Vincent van der Noort

Universiteit Utrecht, Studium Generale

e-mail: schaduwdirectie@yahoo.com

Niet de bejubelde driedimensionale ruimte is de prettigste plek om te wonen maar de vierdimensionale. We geven een aantal voorbeelden om deze bewering te ondersteunen die allemaal op hun eigen manier met symmetrie te maken hebben. We beginnen voorzichtig met de vierdimensionale kubus en verschillende manieren, om die te visualiseren en stoten vervolgens door via zijn meer exotische broertjes en zusjes (vierdimensionale platonische lichamen) naar de vierdimensionale bol; problemen die in vier dimensies veel moeilijker of veel makkelijker zijn dan in welke andere dimensie dan ook, en de onverwachtse manieren waarop de vierdimensionale ruimte iets kan zeggen over symmetrieën in drie dimensies.

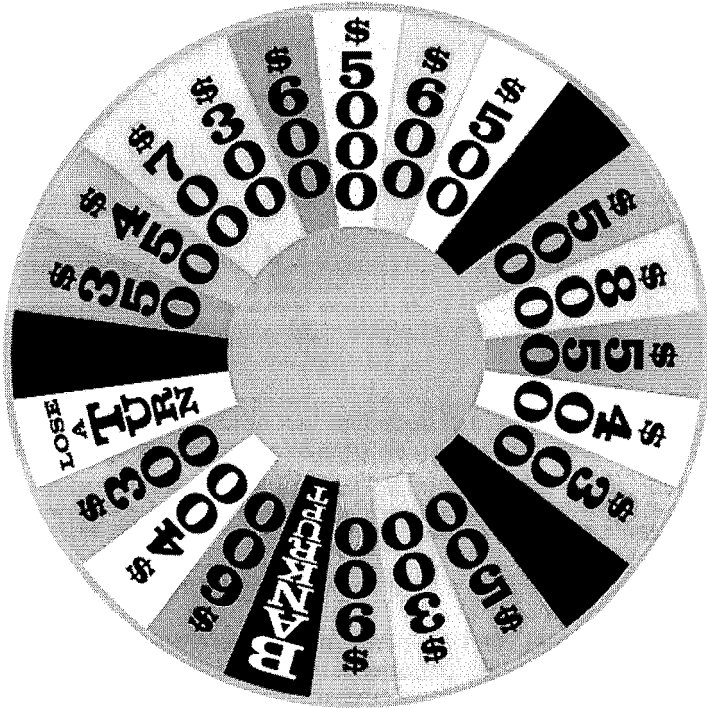
Kansrijke Symmetrie

Jeroen Spandaw

Technische Universiteit Delft, EWI

e-mail: J.G.Spandaw@tudelft.nl

Wat hebben kansrekening en symmetrie met elkaar te maken?

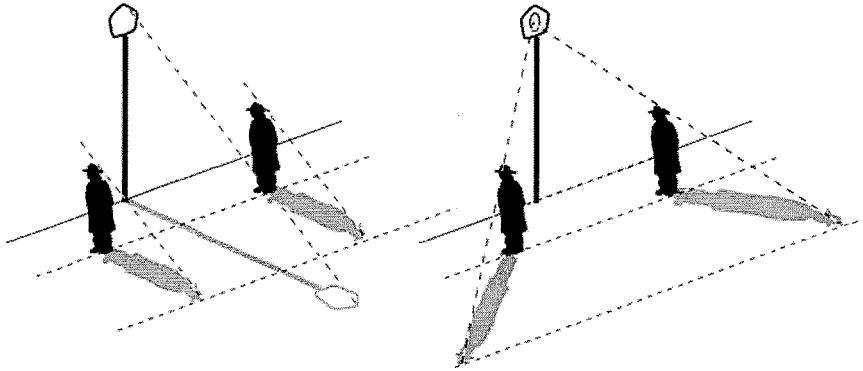


In deze voordracht onderzoeken we de rol van symmetrie in de kansrekening aan de hand van enkele verrassende of zelfs paradoxale resultaten. U leert hoe je het best kunt sjoemelen bij de belastingaangifte, hoe je je kansen vergroot bij het *Rad van Fortuin*, hoe je een willekeurige driehoek tekent, en wat Pierre-Simon, Marquis de Laplace, te maken heeft met Sophus Lie. De antwoorden op al deze vragen zijn te vinden in symmetrie.

Symmetrie in Perspectief

Martin Kindt

Freudenthal Instituut for Science and
Mathematics Education, Universiteit Utrecht
e-mail: M.Kindt@uu.nl



Het plaatje heeft niets met een oude film van Alfred Hitchcock te maken, maar alles met twee typen projecties: de *parallelprojectie*, als model voor de vorming van schaduwen door de zon en de *centrale projectie*, waarbij de lantaarnlamp de lichtbron is die de schaduw maakt. Die beide typen projecties kunnen worden geassocieerd met respectievelijk affiene en projectieve meetkunde van het platte vlak, meetkenden die je daarom misschien 'schaduwmeetkenden', naast bijvoorbeeld de Euclidische (of metrische) meetkunde, zou kunnen noemen.

Daarmee wordt dan wel voorbij gegaan aan de hiërarchie die samenhangt met het type eigenschappen die onderwerp van studie zijn bij de verschillende meetkenden. De Amsterdamse wiskundige Hendrik de Vries verwoordde het in 1923 zo: de 'projectieve eigenschappen zijn als het ware de eigenschappen van de *soort*, de metrische die van het *individu*, maar anders dan in de natuur kunnen de laatste door specialisering uit de eerste worden afgeleid'. De affiene eigenschappen zitten daar als het ware tussenin.

In mijn verhaal wil ik vooral letten op de transformaties en symmetrieën die in de verschillende meetkunde een rol spelen. Het woord symmetrie kan hierbij ruim worden opgevat, het hoeft geen spiegeling te zijn. Voor spiegelachtige transformaties is in elk van de meetkenden een speciale rol weggelegd. Op die rol wil ik nader ingaan en daarbij iets laten zien van mooie dwarsverbanden tussen de verschillende takken van meetkunde.

Cursusgeld

Het cursusgeld bedraagt €85, waarbij de syllabus en de maaltijden zijn inbegrepen.

Voor studenten aan lerarenopleidingen bedraagt het cursusgeld €30.

Aanmelding

Via de website: http://www.cwi.nl/nl/Aanmelding_vakantiecursus_2011 of per post door het aanmeldingsformulier achterin de brochure in te vullen en op te sturen naar:

Centrum Wiskunde & Informatica
t.a.v. Coby van Vonderen/Minnie Middelberg
o.v.v. Vakantiecursus 2011
Postbus 94079
1090 GB Amsterdam

Tegelijkertijd dient men het cursusgeld over te maken op bankrekening 31.35.57.977 van de Stichting Wiskunde & Informatica Conferenties bij de RABObank te Amsterdam onder vermelding van uw naam en VC2011.

Onze buitenlandse gasten kunnen voor betaling gebruik maken van onderstaande gegevens.

BIC RABONL2U
IBAN NL76RABO0313557977

NB. Deze cursus geldt als nascholingsactiviteit

Voor geïnteresseerden is een nascholingscertificaat beschikbaar. Degene die daarop prijs stelt, gelieve dit bij aanmelding te laten weten door invulling en toezending van het formulier, achterin de brochure.

Plaats

Amsterdam: CWI, Science Park 123, Turingzaal.

Syllabus

De syllabus zal worden uitgereikt bij aankomst op de cursus.

Informatie

Voor nadere informatie over de Vakantiecursus kunt u zich wenden tot Coby van Vonderen, tel. 020-592 4149, e-mail: Coby.van.Vonderen@cwi.nl .

Contacten Centrum Wiskunde & Informatica

Coby van Vonderen, 020 – 592 4149, e-mail: Coby.van.Vonderen@cwi.nl;
Minnie Middelberg, 020 – 592 4016, e-mail: Minnie.Middelberg@cwi.nl;

Centrum Wiskunde & Informatica, Science Park 123, 1098 XG; Postbus 94079,
1090 GB Amsterdam.

Docenten

Prof. dr. J.J.O.O. Wiegerinck, Korteweg-de Vries Instituut voor Wiskunde,
Universiteit van Amsterdam, Postbus 94248, 1090 GE Amsterdam,
e-mail: J.J.O.O.Wiegerinck@uva.nl

Prof. dr. J.M. Aarts, Van Kinschotstraat 13, 2614 XJ Delft
e-mail: johannaesaarts@gmail.com

Prof. dr. S.J. Edixhoven
Universiteit Leiden, Mathematisch Instituut, Postbus 9512, 2300 RA Leiden
e-mail: edix@math.leidenuniv.nl

Prof. dr. J.P. Hogendijk
Universiteit Utrecht, Mathematisch Instituut, Departement Wiskunde, Faculteit
Bètawetenschappen, Budapestlaan 6, 3584 CD Utrecht
e-mail: hogend@math.uu.nl

M. Kindt
Universiteit Utrecht, Freudenthal Instituut, faculteit Bètawetenschappen,
Postbus 85170, 3508 AD Utrecht
e-mail: M.Kindt@uu.nl

Dr. V. van der Noort
Universiteit Utrecht, Studium Generale, Postbus 80125, 3508 TC Utrecht
e-mail: schaduwdirectie@yahoo.com

Dr. H.B. Posthuma
Korteweg-de Vries Instituut voor Wiskunde, Universiteit van Amsterdam,
Science Park 904, 1098 XH Amsterdam
e-mail: H.B.Posthuma@uva.nl

Dr. J. Spandaw
Technische Universiteit Delft, Faculteit EWI, Mekelweg 4, 2628 CD Delft
e-mail: J.G.Spandaw@tudelft.nl

Dr. W.D. van Suijlekom
Radboud Universiteit Nijmegen, Institute for Mathematics, Astrophysics and
Particle Physics, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen
e-mail: waltervs@math.ru.nl

Routebeschrijving

CWI

Met openbaar vervoer:

- Vanaf station Amsterdam Amstel en station Amsterdam Muiderpoort: bus 40 of bus 240. Zie www.gvb.nl voor meer informatie.
- Vanaf Amsterdam Centraal Station, of Almere, stopt er twee keer per uur een trein via station Muiderpoort op Science Park Amsterdam. Zie www.ns.nl voor meer informatie.
- Vanaf Amsterdam Centraal met tram 9 naar kruispunt Middenweg-Kruislaan en vandaar lopend over de Kruislaan naar het Science Park Amsterdam (ongeveer 1 km).

Met de auto:

- Wanneer u uit de richting Amersfoort komt, neemt u de ring richting Utrecht/Den Haag.
- Wanneer u uit de richting Utrecht/Den Haag/Schiphol/Haarlem of Zaan-dam komt, neemt u de ring richting Amersfoort. Op de ring neemt u de afslag Watergraafsmeer/S113 (ring Oost). Aan het eind van de afrit volgt u de richting Science Park/Watergraafsmeer. U rijdt dan op de Middenweg.
- Volg vanaf de Middenweg de borden naar Science Park Amsterdam, u komt dan vanzelf op de Carolina Mac Gillavrylaan. Via de rondweg van het Science Park zijn alle bedrijven en instituten te bereiken.
- Aan cursisten die gebruik maken van een navigatiesysteem. De nieuwe straatnaam 'Science Park' kan in enkele systemen nog niet zijn door-gevoerd. U kunt dan intoetsen: Kruislaan 413.

Parkeren: Op het terrein van het CWI is betaald parkeren van kracht. Bij het oprijden moet u een parkeerkaart trekken. U ontvangt van de contactpersoon bij vertrek een uitrijkaart.

AANMELDINGSFORMULIER
VAKANTIECURSUS 2011
Symmetrie

Ondergetekende,

Naam:

Functie:

Adres:

Postcode:

Woonplaats:

Telefoon:

E-mail:

wenst deel te nemen aan de Vakantiecursus 2011, die zal worden gehouden te

Amsterdam op vr. 26 en za. 27 augustus 2011 []

en heeft het verschuldigde bedrag van €85,- (dan wel €30,-) overgemaakt
(voor rekeningnummers zie pagina 13).

Mijn voorkeur gaat uit naar vegetarisch eten []

Nascholingscertificaat []

Indien van toepassing, hier het adres van de onderwijsinstelling vermelden:

.....
Gelieve dit formulier vóór 12 augustus 2011 te sturen naar:

Centrum Wiskunde & Informatica
t.a.v. Coby van Vonderen / Minnie Middelberg
o.v.v. Vakantiecursus 2011
Postbus 94079
1090 GB Amsterdam

NASCHOLINGSCERTIFICAAT
VAKANTIECURSUS 2011
Symmetrie

Naam:

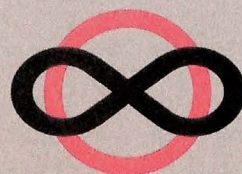
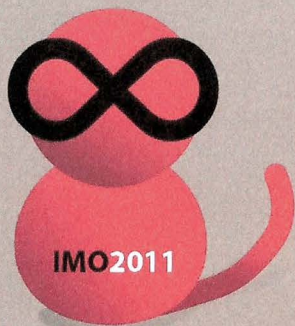
Voornamen (zonder afkortingen):

Geboortedatum:

Geboorteplaats:

Gelieve dit formulier vóór 12 augustus 2011 te sturen naar:

Centrum Wiskunde & Informatica
t.a.v. Coby van Vonderen / Minnie Middelberg
o.v.v. Vakantiecursus 2011
Postbus 94079
1090 GB Amsterdam



International
Mathematical
Olympiad **Am**
sterdam 2011

De Internationale Wiskunde Olympiade (IMO) is een prestigieuze wiskundewedstrijd voor middelbare scholieren. Het is de oudste en grootste van de wetenschapsolympiades die internationaal worden georganiseerd. De eerste IMO vond plaats in Roemenië in 1959.

Aan dit jaarlijks terugkerende evenement nemen tegenwoordig zo'n 100 landen deel. De 52e Internationale Wiskunde Olympiade zal van 16 tot en met 24 juli 2011 in Nederland worden gehouden.

Zie: www.imo2011.nl

sponsored by: Centrum Wiskunde & Informatica

