

## De computer in de wiskunde: breekijzer of oud schroot?

### Vakantiecursus 2017

Eindhoven, 25 en 26 augustus 2017

Amsterdam, 1 en 2 september 2017



## Vakantiecursus 2017

Voor leraren in de exacte vakken aan havo, vwo, hbo leerlingen en andere belangstellenden organiseert het Platform Wiskunde Nederland (PWN) in 2017 een vakantiecursus met als thema:

### “De computer in de wiskunde: breekijzer of oud schroot?”

Dit jaar betreft het een tweedaagse cursus, **vrijdag 25 augustus** en **zaterdag 26 augustus** aan de TU Eindhoven, Den Dolech 2, 5612 AZ Eindhoven en op **vrijdag 1 september** en **zaterdag 2 september** bij het CWI, Science Park 123, 1098 XG Amsterdam (de routebeschrijvingen staan aan het einde van deze brochure).

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 €95. Voor studenten van lerarenopleidingen is het cursusgeld slechts €35. Voor gepensioneerden geldt een speciaal tarief van €50.

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

De brochure kunt u downloaden door middel van deze link:

<http://www.platformwiskunde.nl/vakantiecursus>

### Aanmelding

Aanmelding voor deelname aan de cursus kan:

- door het aanmeldingsformulier achter in deze brochure in te vullen en vóór 1 augustus 2017 op te sturen aan PWN;
- via de website van Platform Wiskunde Nederland: <http://www.platformwiskunde.nl/vakantiecursus> waar een online registratieformulier ingevuld en opgestuurd kan worden, eveneens vóór 1 augustus 2017.

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.



### Sponsoring

Deze cursus wordt mede mogelijk gemaakt door een subsidie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), en een bijdrage van 4TU.AMI, het toegepaste wiskunde instituut van de 3 Nederlandse technische universiteiten alsmede de universiteit van Wageningen. Organisatie vindt plaats in samenwerking met het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI), de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) en de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.



Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek



4TU.AMI



MATHEMATICS FOR INNOVATION



Nederlandse Vereniging  
van Wiskundeleraren

## Programma Eindhoven

### 25 en 26 augustus 2017

#### vrijdag 25 augustus

Wijzigingen voorbehouden.

- |             |  |
|-------------|--|
| 15.00-15.30 | Ontvangst, koffie  |
| 15.30-15.35 | Introductie 'De computer in de wiskunde: breekijzer of oud schroot'  |
| 15.35-16.20 | Orakels en algoritmen voor getallen en integratie<br>Arjeh Cohen     |
| 16.20-16.45 | Pauze  |
| 16.45-17:30 | Het abc-vermoeden<br>Sander Dahmen                                   |
| 17.30-18.30 | Diner  |
| 18.30-19.15 | Wat kun je allemaal zonder hulpmiddelen? En daarna?<br>Joost Hulshof |
| 19.15-19.45 | Pauze  |
| 19.45-20.30 | Practicum 1  |

#### zaterdag 26 augustus

- |             |  |
|-------------|--|
| 10.00-10.30 | Ontvangst, koffie  |
| 10.30-11.15 | Visualisatie en intuïtie in de complexe dynamica<br>Han Peters |
| 11.15-12.00 | Efficiënt bollen stapelen<br>Freek Wiedijk                     |
| 12.00-13.00 | Lunch  |
| 13.00-13.45 | Moderne Wiskunde: MSO en CSE<br>Wil Schilders                  |
| 13.45-14.30 | Practicum 2  |
| 14.30       | Afsluiting   |

## Programma Amsterdam

### 1 en 2 september 2017

#### vrijdag 1 september

Wijzigingen voorbehouden.

- |             |  |
|-------------|--|
| 15.00-15.30 | Ontvangst, koffie  |
| 15.30-15.35 | Introductie "De computer in de wiskunde: breekijzer of oud schroot"  |
| 15.35-16.20 | Orakels en algoritmen voor getallen en integratie<br>Arjeh Cohen     |
| 16.20-16.45 | Pauze  |
| 16.45-17:30 | Het abc-vermoeden<br>Sander Dahmen                                   |
| 17.30-18.30 | Diner  |
| 18.30-19.15 | Wat kun je allemaal zonder hulpmiddelen? En daarna?<br>Joost Hulshof |
| 19.15-19.45 | Pauze  |
| 19.45-20.30 | Practicum 1  |

#### zaterdag 2 september

- |             |  |
|-------------|--|
| 10.00-10.30 | Ontvangst, koffie  |
| 10.30-11.15 | Visualisatie en intuïtie in de complexe dynamica<br>Han Peters |
| 11.15-12.00 | Efficiënt bollen stapelen<br>Freek Wiedijk                     |
| 12.00-13.00 | Lunch  |
| 13.00-13.45 | Moderne Wiskunde: MSO en CSE<br>Wil Schilders                  |
| 13.45-14.30 | Practicum 2  |
| 14.30       | Afsluiting   |

## De computer: breekijzer of oud schroot?

### Ten geleide

Wat is vandaag de dag de rol van de computer in de wiskunde? De wat provocerende formulering van het thema van de vakantiecursus dit jaar lijkt de mogelijkheid open te laten dat die rol er niet zou zijn. Dat is helemaal niet waar. De computer wordt op vele manieren zeer nuttig gebruikt in allerlei onderdelen van de wiskunde. Je moet daarbij denken aan het genereren van voorbeelden om inzicht te krijgen wat je bij een bepaalde wiskundige vraag kunt verwachten, het doen van (formele) berekeningen die met de hand ondoenlijk zijn, het ondersteunen van bewijzen door vele gevallen geautomatiseerd na te gaan. Een stap verder gaat het geautomatiseerd controleren van de correctheid van door mensen gemaakte bewijzen van wiskundige resultaten, of zelfs het genereren van bewijzen van wiskundige stellingen. De ontwikkelingen gaan snel, en je moet niet verbaasd zijn als je over 50 jaar een computer kunt vragen om een stelling te bewijzen of te weerleggen. En natuurlijk heeft de wiskunde ook enorm geprofiteerd van de computer: een heel nieuw vakgebied, numerieke wiskunde, is hierdoor ontstaan.

Waarom dan dat “oud schroot”? Wel, een computer geeft de gebruiker nieuw gereedschap, en een wiskundige met een computer, of een leerling met een rekenmachine, vermog ongetwijfeld meer dan dezelfde wiskundige of leerling zonder die hulp. Als deze rekenhulp ertoe leiden dat bepaalde vaardigheden minder worden beheerst, is het nog maar de vraag of de mogelijkheden door het gebruik van een rekenhulp vergroot worden. Toen software als Mathematica en Maple beschikbaar werden, bleek aan de UvA, dat studenten de eigenwaarden van een diagonaalmatrix gingen uitrekenen met hun computer. Dat spant het paard achter de wagen! In het onderwijs is een doordacht gebruik van rekenmachine of computer noodzakelijk.

In deze cursus zullen vele aspecten van de relatie tussen wiskunde, onderwijs en computer aan de orde komen. Er zijn weer zes voordrachten en twee practicum-uren. In de cursus zal Arjeh Cohen beginnen met een voordracht over hoe de computer gebruikt kan worden voor het bepalen van decimale ontwikkelingen van getallen, en voor het automatisch primitiveren van functies, waarbij de computer ons ook vertelt als een functie geen primitieve in bekende functies heeft. Daarna spreekt Sander Dahmen over het abc-vermoeden, waarvan recent werd beweerd dat er een bewijs zou zijn. Joost Hulshof gaat vervolgens in op onderwijskundige aspecten. De zaterdagmorgen wordt geopend door Han Peters, die ons in sneltreinvaart door de ontwikkelingen in de complexe dynamica zal voeren. Een geheel ander onderwerp staat op stapel in de voordracht van Freek Wiedijk, als hij spreekt over het stapelen van bollen, zoals sinaasappels bij een groentenboer. Tenslotte spreekt Wil Schilders over de belangrijke en vrij nieuwe interdisciplinaire vakgebieden CSE en MSO.

Ook dit jaar wordt er weer ruimte voor zelfwerkzaamheid gemaakt. Er zal één practicum op vrijdag en één op zaterdag zijn, waarbij de deelnemers gaan werken aan vraagstukken die in direct verband staan met de voordrachten van de dag.

Ik hoop weer veel wiskundeleraren te mogen verwelkomen op een inspirerende vakantiecursus 2017!

Jan Wiegerinck, voorzitter programma-commissie VC 2017

## Orakels en algoritmen voor getallen en integratie

Arjeh Cohen  
 T U Eindhoven  
[a.m.cohen@tue.nl](mailto:a.m.cohen@tue.nl)

De computer laat zelfs de klassieke wiskunde niet onberoerd. Ook in de benadering van begrippen die in het middelbaar onderwijs behandeld worden, klinken algoritmen door. We bespreken dit verschijnsel aan de hand van reële getallen en onbepaalde integratie.

Voor de meeste leerlingen is een reëel getal een punt op de getallenlijn. Maar er is een concreet beeld te geven van een reëel getal als een orakel dat precies weet welk getal bedoeld wordt, en toch bij elke vraag een klein stukje van de sluier oplicht. Denk hierbij aan de oneindige decimale ontwikkeling; een mens kan van zo'n getal slechts een eindig beginstuk te weten komen, een benadering door middel van een rationaal getal dat als noemer een macht van 10 heeft. Als je meer geduld hebt, kan het orakel je een betere benadering geven (een decimaal getal dus waarvan de noemer een hogere macht van 10 is). Dit beeld sluit perfect aan bij de meekundige opvatting van een reëel getal dat ingekneld ligt tussen gegeven rationale getallen. Om een voorbeeld te noemen:  $\sqrt{2}$  kan opgevat worden als het orakel dat bij invoer van het aantal decimalen  $n$ , het grootste natuurlijke getal  $x$  geeft dat voldoet aan  $x^2 \leq 2 \cdot 10^{2n}$ , zodat de decimale ontwikkeling van  $\sqrt{2}$  tot op  $n$  cijfers afgeleverd kan worden als  $x \cdot 10^{-n}$ . De bonus van deze behandeling is het inzicht hoe rekenmachines tot benadering van een getal als  $\sqrt{2}$  zouden kunnen komen. In dit voorbeeld is het orakel een algoritme, waardoor de verkeerde indruk kan ontstaan dat dit altijd zo is. Maar als we een algoritme voor de decimale ontwikkeling van een reëel getal  $a$  ongelijk aan 0 hebben (bijvoorbeeld  $a = e$ , het getal van Euler), dan ook voor  $a^2$ ,  $1/a$ ,  $2^a$ , en dergelijke. De decimale ontwikkeling van het getal  $2^a$  is bijvoorbeeld te vinden door het te schrijven als  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + a \cdot \frac{\ln(2)}{n}\right)^n$ , waarbij  $\ln(2) = \int_1^2 \frac{dx}{x}$ .

Als  $f$  een reële continue functie is, dan bestaat er een differentieerbare functie waarvan de afgeleide  $f$  is. Zo'n functie heet een primitieve of onbepaalde integraal van  $f$ . Primitiveren, het bepalen van die onbepaalde integraal voor een gegeven functie is een uitdaging die vaak niet als uitvoering van een algoritme wordt ervaren. Er is een arsenaal aan technieken waarvan substitutie en partieel integreren de bekendste zijn. Maar er is een probleem dat belichaamd wordt door  $e^{-x^2}$ : deze functie heeft geen primitieve die in termen van bekende functies geschreven kan worden. Hierbij bedoel ik natuurlijk geen schrijfwijzen als  $\int f(x)dx$ , die je als definitie van primitieve kunt zien. Er bestaan algoritmen die voor bepaalde klassen functies een primitieve afleveren *als* die bestaat en *zoniet* aangeven dat er geen functie bestaat binnen die klasse (of een bepaalde iets grotere klasse). Ik zal ingaan op het algoritme dat een rationale functie primitivert. Bovengenoemde logaritme  $\ln$  is geen rationale functie, terwijl  $\ln$  toch de onbepaalde integraal van een rationale functie is.

## Het abc-vermoeden

Sander Dahmen  
VU Amsterdam  
[s.r.dahmen@vu.nl](mailto:s.r.dahmen@vu.nl)

Het optellen en vermenigvuldigen van natuurlijke getallen is iets dat op de basisschool al onderwezen wordt. Tegelijkertijd valt er nog veel over te ontdekken en vormt het een belangrijk onderdeel van hedendaags wiskundig onderzoek.

Dit is bij uitstek waar voor het samenspel tussen de twee basisoperaties. Een beroemd vermoeden hierover is het zogenaamde abc-vermoeden. Het is eenvoudig te formuleren, maar raakt wel tot in de kern van de moderne getaltheorie. Zo'n vijf jaar geleden claimde de Japanse wiskundige Shinichi Mochizuki een bewijs ervoor te hebben. Naar aanleiding hiervan is er wereldwijd veel aandacht aan besteed in de pers en anderszins. Momenteel is de wiskundige gemeenschap er echter nog niet van overtuigd dat het bewijs correct is.

In deze voordracht zullen we in elementaire termen het abc-vermoeden formuleren en proberen te begrijpen waarom er zo veel belang aan wordt gehecht. Verder zullen we veel numerieke voorbeelden bekijken en ingaan op de rol van de computer hierbij. Tot slot zullen we onderzoeken waarom de meeste wiskundigen geloven dat het vermoeden waar is.

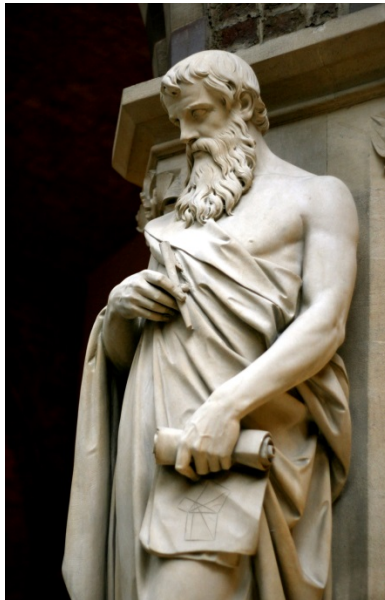




## Wat kun je allemaal zonder hulpmiddel? En daarna?

Joost Hulshof  
VU Amsterdam  
[j.hulshof@vu.nl](mailto:j.hulshof@vu.nl)

Integraalrekening begint doorgaans met benaderende Riemansommen voor de integraal van een functie  $f=f(x)$  op een interval  $[a,b]$ , maar later reken je ze vooral uit met behulp van een primitieve functie  $F=F(x)$  van  $f(x)$  als  $F(b)-F(a)$ . Alvorens het zover is heeft de middelbare scholier menig Riemansom ingetoetst op zijn verplichte GRM. Ik zal wat alternatieven voor deze leerlijn laten zien in de context van ondermeer integraal- en differentiaalrekening.



## Visualisatie en intuïtie in de complexe dynamica

Han Peters  
UVA Amsterdam  
[h.peters@uva.nl](mailto:h.peters@uva.nl)

Na een bijzonder actieve periode begin twintigste eeuw leek het alsof de complexe dynamica een snelle dood zou sterven. De weinige problemen die nog niet door de Franse wiskundigen Fatou en Julia waren opgelost leken veel te moeilijk. De beroemde analyticus Lars Ahlfors noemde het vakgebied wel het emph {moeras van de complexe analyse}. Betreed op eigen risico, voor je het weet wordt je vastgezogen en kom je geen stap meer verder!

In de jaren zeventig kwam het vakgebied plots opnieuw tot bloei. Een van de redenen: de opkomst van computerplaatjes. Niet alleen stelden deze computerplaatjes wiskundigen in staat de "complexe" materie beter te visualiseren, wat tot oplossingen van lang openstaande problemen leidde, nog belangrijker waren de vele nieuwe vragen die op natuurlijke wijze naar voren kwamen. Deze gaven een enorme stimulans aan het vakgebied.

In deze cursus lopen we met reuzenstappen door de geschiedenis van de complexe dynamica, en bekijken daarna met behulp van computersimulaties naar enkele belangrijke recente doorbraken in het vakgebied.

## Efficiënt bollen stapelen: een zeventiende-eeuws probleem met de computer opgelost

Freek Wiedijk  
Radboud Universiteit Nijmegen  
[freek@cs.ru.nl](mailto:freek@cs.ru.nl)

Er zijn in de wiskunde drie grote revoluties geweest. De eerste revolutie was de introductie van wiskundige bewijzen door Euclides van Alexandrië en zijn voorgangers, rond driehonderd voor Christus. De tweede revolutie was het rigoreus maken van wiskundige bewijzen door Augustin-Louis Cauchy en anderen in de negentiende eeuw. De derde revolutie was het feilloos maken van wiskundige bewijzen met behulp van de computer, een ontwikkeling die zijn oorsprong vond in de theoretische informatica aan het eind van de twintigste eeuw.

Er zijn tegenwoordig computerprogramma's, bewijsassistenten, die het mogelijk maken ieder wiskundig bewijs zo in de computer in te voeren dat het 100% zeker is dat dat bewijs geheel feilloos is. De meest gebruikte van deze systemen zijn de Coq bewijsassistent uit Frankrijk, en de Isabelle bewijsassistent uit Engeland en Duitsland. Een wat lichtere maar bijzonder elegante bewijsassistent, nauw verwant aan Isabelle, is de HOL Light bewijsassistent van John Harrison. John Harrison werkt bij Intel in Amerika, en gebruikt daar ook bewijsassistenten om Intel processors betrouwbaarder te maken.

In 1611 publiceerde Johannes Kepler een boekje over sneeuwvlokken, waarin hij claimde dat de meest efficiënte manier om bollen op te stapelen de manier is waarop een groenteboer sinaasappels opstapelt, de zogenaamde kubisch vlakgecentreerde stapeling. Deze claim kreeg bekendheid als het vermoeden van Kepler. Dit vermoeden werd voor het eerst in 1998 door Tom Hales van de Universiteit van Pittsburgh bewezen, waarbij deze zich baseerde op zeer uitgebreide computerberekeningen. Toen dit bewijs ter publicatie werd aangeboden, gaven de referenten na jarenlang het bewijs bestudeerd te hebben aan dat het zo ingewikkeld was dat ze er niet konden beoordelen, en ze dus geen uitspraak durfden te doen over de correctheid van dit bewijs.

Naar aanleiding hiervan begon Tom Hales in 2003 het Flyspeck project, om zijn bewijs met behulp van HOL Light (en een klein stukje in Isabelle) feilloos te bewijzen. Dit project werd in 2014 afgerond, waardoor het nu 100% zeker is dat Tom Hales het vermoeden van Kepler inderdaad bewezen heeft.

Deze voordracht geeft een overzicht van de stand van zaken van de bewijsassistententechnologie, en een gedetailleerd beeld van de HOL Light bewijsassistent en het Flyspeck project.



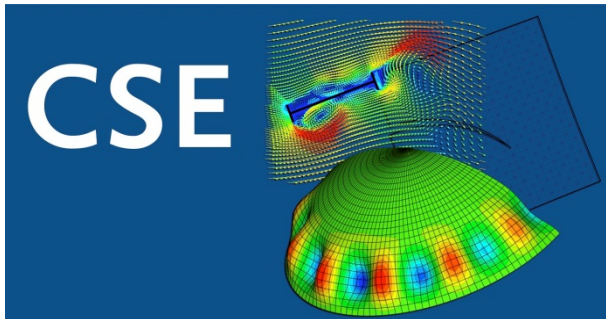
## Moderne wiskunde: MSO en CSE

Wil Schilders

TU Eindhoven en directeur PWN

[w.h.a.schilders@tue.nl](mailto:w.h.a.schilders@tue.nl)

In deze voordracht zal de rol van de computer in de wiskunde als breekijzer worden gepresenteerd. Wiskunde is vandaag de dag alom tegenwoordig, en we zouden dan ook met gemak stickers met het opschrift “Mathematics Inside” kunnen plakken op vele producten, net zoals een bekende firma van chips dat ook doet op al onze laptops. En misschien zou dit ook wel goed zijn, want we zijn als wiskundigen niet erg goed in onze PR: terwijl iedereen weet dat computers elk jaar sneller worden volgens de zogenaamde “wet van Moore”, weet vrijwel niemand dat wiskundige algoritmen ook steeds sneller worden. Sterker nog, wiskundige algoritmen verslaan met gemak de snelheidswinst die door computers wordt behaald. Een bekende wiskundige zei ooit: “Ik zou liever met de nieuwste algoritmen op oude computers rekenen, dan met oude algoritmen op de nieuwste computers.” En dus zijn de enorm ingewikkelde berekeningen die tegenwoordig overal gedaan worden, vooral mogelijk door de vooruitgang in de wiskunde. Tegenwoordig worden vliegtuigen ontworpen zonder dat er fysieke windtunnelexperimenten nodig zijn, simpelweg omdat maatschappijen als Airbus en Dassault zogenaamde “numerieke windtunnels” hebben gebouwd. Het gedrag van elektronische schakelingen kan volledig worden berekend zonder dat er 1 prototype hoeft te worden gefabriceerd (hetgeen maanden werk zou zijn).



We zullen wat dieper ingaan op deze ontwikkelingen, en komen dan termen tegen als CSE, wat staat voor “Computational Science and Engineering”, en MSO, hetgeen “Mathematical Modelling, Simulation and Optimisation” betekent. En aan het einde van de voordracht zal duidelijk zijn dat we aan het begin van deze abstract eigenlijk hadden moeten schrijven dat we het over de rol van wiskunde op de computer als breekijzer zouden hebben. Want feitelijk is het dus de wiskunde welke de rol van breekijzer vervult, niet de computer!



## Cursusgeld

Het cursusgeld bedraagt €95, waarbij de syllabus en de maaltijden zijn inbegrepen. Voor studenten aan lerarenopleidingen bedraagt het cursusgeld €35, terwijl voor gepensioneerden een gereduceerd tarief geldt van €50.

## Aanmelding

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

Platform Wiskunde Nederland  
o.v.v. Vakantiecursus 2017  
Science Park 123  
1098 XG Amsterdam

Tegelijkertijd dient men het cursusgeld over te maken op bankrekening **NL95INGB0005864482** van de Stichting Platform Wiskunde Nederland onder vermelding van uw naam en VC2017.

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

BANK ING BANK N.V.  
BIC INGBNL2A  
IBAN NL95INGB0005864482

## **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 dan wel door invulling van het betreffende formulier op de website.

## **Plaats(en)**

Eindhoven: TU Eindhoven, Auditorium (zaal staat aangegeven), Den Dolech 2  
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 het bureau van het Platform Wiskunde Nederland, tel. 020-592 4006 dan wel 06-51892525, e-mail: [vakantiecursus@platformwiskunde.nl](mailto:vakantiecursus@platformwiskunde.nl)

## **Contactinformatie**

Bureau PWN, 020 – 592 4006; e-mail: [vakantiecursus@platformwiskunde.nl](mailto:vakantiecursus@platformwiskunde.nl);  
Platform Wiskunde Nederland, Science Park 123, 1098 XG Amsterdam

### **Docenten**

Prof. dr. A.M. Cohen, TU Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven

Dr. S.R. Dahmen, VU Amsterdam, De Boelelaan 1081a, 1081 HV Amsterdam

J. Hulshof, VU Amsterdam, De Boelelaan 1081a, 1081 HV Amsterdam

Dr. H. Peters, UVA Amsterdam, Postbus 94248, 1090 GE Amsterdam

Dr. F. Wiedijk, Radboud Universiteit Nijmegen, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

Prof. dr. W.H.A. Schilders, TU Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven

## Routebeschrijvingen

### TU Eindhoven

*Met openbaar vervoer:*

NS-station Eindhoven, perron af, rechtsaf en via de uitgang aan de noordzijde naar het busstation. Loop 25 meter schuin naar rechts en je ziet de universiteitsgebouwen liggen op enkele minuten loopafstand. Steek bij de verkeerslichten over en volg het golvend voetpad naar de TU/e-campus.

Het pad aan de rechterzijde van de campus, de Prof. Dr. Dorgelolaan, is geschikt voor rolstoelgebruikers.

*Met de auto:*

Vanaf alle autosnelwegen naar en rond Eindhoven (A2, A50, A58, A67 en A270) kun je de richting Centrum op de ANWB-wegwijzers blijven volgen, tot Universiteit staat aangegeven.

*Parkeren:* Op de campus kunt u tegen betaling parkeren. Er zijn helaas geen uitrijkaarten beschikbaar, men kan betalen bij de automaten op het terrein.

### CWI Amsterdam

*Met openbaar vervoer:*

- Vanaf station Amsterdam Amstel en station Amsterdam Muiderpoort: bus 40 of bus 240. Zie [www.gvb.nl](http://www.gvb.nl) voor meer informatie.
- Vanaf Amsterdam Centraal Station, of Weesp, stopt er vier keer per uur een trein op Science Park Amsterdam. Zie [www.ns.nl](http://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 2017**  
**De computer: breekijzer of oud schroot?**

Ondergetekende,

Naam:

Functie:

Adres:

Postcode:

Woonplaats:

Telefoon:

E-mail:

wenst deel te nemen aan de Vakantiecursus 2017 op de lokatie

Eindhoven op vr. 25 en za. 26 augustus 2017 [ ]

Amsterdam op vr. 1 en za. 2 september 2017 [ ]

en heeft het verschuldigde bedrag van €95,- (dan wel €35,- of €50)  
overgemaakt (voor rekeningnummer zie pagina 15).

Mijn voorkeur gaat uit naar vegetarisch eten [ ]

Nascholingscertificaat [ ]

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

.....  
Gelieve dit formulier vóór 1 augustus 2017 te sturen naar:

Platform Wiskunde Nederland  
o.v.v. Vakantiecursus 2017  
Science Park 123  
1098 XG Amsterdam

**NASCHOLINGSCERTIFICAAT**  
**VAKANTIECURSUS 2017**  
**De computer: breekijzer of oud schroot?**

Naam:

Voornamen (zonder afkortingen):

Geboortedatum:

Geboorteplaats:

School:

Gelieve dit formulier vóór 1 augustus 2017 te sturen naar:

Platform Wiskunde Nederland  
o.v.v. Vakantiecursus 2017  
Science Park 123  
1098 XG Amsterdam





## Voor wie is PWN interessant?

Beroepswiskundigen

Wiskundeleraren

Bedrijven

Leerlingen en studenten

Breed publiek

Platform Wiskunde Nederland is hét landelijke loket voor alles wat met wiskunde te maken heeft.

PWN behartigt de belangen van, en fungeert als spreekbuis voor, de gehele Nederlandse wiskunde.

Platform Wiskunde Nederland | Science Park 123 | kamer L013 | 1098 XG Amsterdam | 020 592 40 06

Ga voor meer informatie naar:  
[www.platformwiskunde.nl](http://www.platformwiskunde.nl)

 platform  
wiskunde nederland