

VAKANTIECURSUS 1990



GETALLENTHEORIE EN HAAR TOEPASSINGEN



Stichting Mathematisch Centrum

VAKANTIECURSUS 1990

voor leraren in de exacte vakken VWO, HAVO en HBO
en andere belangstellenden

De vakantiecursus die de Stichting Mathematisch
Centrum in 1990 organiseert heeft als thema

Getallentheorie en haar toepassingen

Het zal ook nu weer een tweedaagse cursus zijn, die zowel in Amsterdam als in Eindhoven zal plaatsvinden.

De cursus te **Eindhoven**, die gericht is op de regio Zuid (Limburg, Noord-Brabant en Zeeland), wordt gehouden op donderdag 23 en vrijdag 24 augustus in het Rekencentrum van de Technische Universiteit Eindhoven, den Dolech 2 te Eindhoven.

In Eindhoven is er gelegenheid om in de kantine te lunchen. De hieraan verbonden kosten dienen ter plaatse te worden voldaan.

De cursus te **Amsterdam**, die bestemd is voor de regio's Noord (Noord en Zuid Holland) en Midden (overige provincies) wordt gehouden op vrijdag 31 augustus en zaterdag 1 september in het Centrum voor Wiskunde en Informatica, Kruislaan 413 te Amsterdam.

Op vrijdag bestaat de mogelijkheid een warme maaltijd te gebruiken (f 20,-), terwijl op zaterdag de mogelijkheid bestaat te lunchen (f 15,-). Deze kosten dienen tezamen met het inschrijfgeld te worden voldaan.

Aanmelding voor deelname aan de cursus kan geschieden door het

aanmeldings-formulier achter in deze brochure in te vullen en vóór 1 augustus op te sturen.

INLEIDING

A.W. Grootendorst

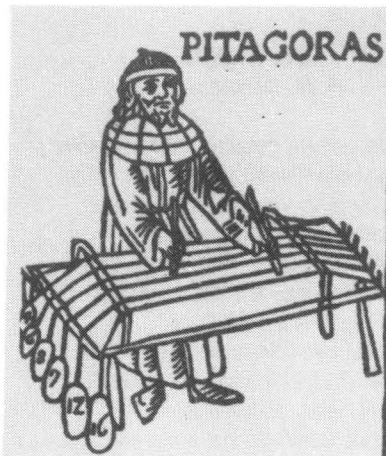
Over de gehele getallen, het onderwerp waarop de getallentheorie zich richt, zijn in de loop van de eeuwen zeer markante uitspraken gedaan.

Overbekend zijn de uitspraken van Leopold Kronecker (1821-1891), gedaan tijdens de Berliner Naturforscher Versammlung in 1886: "Die ganze Zahlen hat der liebe Gott gemacht, alles andere ist Menschenwerk" en de uitspraak van Gauss (1777-1855) waarin hij de wiskunde de koningin der wetenschappen noemt en de getallentheorie de koningin der wiskunde.

Er zijn echter meer en oudere uitspraken die het fundamentele belang onderstrepen dat men steeds gehecht heeft aan de gehele (aanvankelijk slechts de natuurlijke) getallen. Zo is er een fragment, toegeschreven aan de Pythagoreër Philolaus (± 450 v. C.) dat luidt: "Inderdaad heeft alles wat men kan kennen een getal, want het is niet mogelijk iets te begrijpen of te kennen zonder het getal". Ook een fragment

van Chrysogonos (± 500 v. C.) spreekt duidelijke taal: "Wij leven door getal en berekening, deze immers redden de stervelingen". Getal is daarbij steeds natuurlijk getal.

De schok was daarom groot toen men reeds ten tijde van Pythagoras (ca. 560-ca. 480 v. C.) ontdekte dat niet alles in de ons omringende realiteit door (natuurlijke) getallen kan worden uitgedrukt, zoals bijv. de verhouding tussen de zijde en de diagonaal van een vierkant: het irrationale deed zijn intrede. Daarmee ontstond een strenge scheiding tussen de getallentheorie en de leer van de "grootheden", die meetkundig geïnterpreteerd werden.

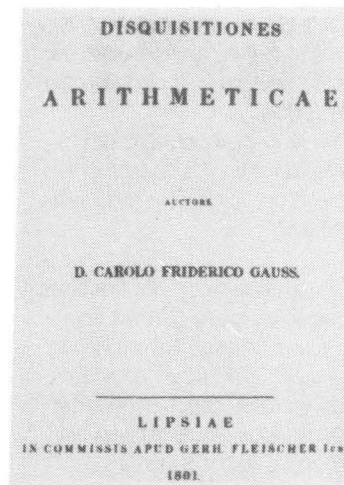


In de *Elementa* van Euclides (ca. 295 v. C.) vinden we de eerste theorie daarover (boeken 7,8,9,11). Later in de klassieke oudheid verscheen het beroemde werk van Diophantos van Alexandrië (250 na. C.) waarin tal van speciale problemen opgelost werden o.a. de zgn. Diophantische vergelijkingen, d.w.z. onbepaalde vergelijkingen die met rationale getallen moeten worden opgelost (niet uitsluitend met gehele getallen zoals men tegenwoordig eist!)

Veel later, in de 17e eeuw, zou Pierre de Fermat (1601-1665) het werk van Diophantos weer oppakken, maar daarover later.

Opvallend is dat de getallentheorie gedurende eeuwen een verzameling van weinig samenhangende problemen en resultaten is gebleven. Ook bleven lange tijd "echte" toepassingen uit; het vak bleef eeuwenlang een echte "luxe".

De eerste die de tot zijn tijd verworven getallentheoretische resultaten samenvatte en verwerkte tot een coherente theorie (maar niet alleen dát: hij voegde er ook briljante eigen vondsten aan toe) was Carl Friedrich Gauss met zijn "*Disquisitiones Arithmeticae*" uit 1801 (hij was toen 24 jaar). Dit werk geldt als de basis voor de moderne getallentheorie.



Zoals gezegd, er was lange tijd weinig samenhang in de verworven resultaten. Dit weerspiegelt zich in zekere zin ook in de keuze van de onderwerpen van deze vacatiecursus. Natuurlijk zou het mogelijk geweest zijn één onderwerp aan de orde te stellen en dat in zekere mate uitputtend te behandelen, maar

daarvoor is niet gekozen.

De behandelde onderwerpen vertonen wellicht weinig onderlinge verwantschap, maar zij sluiten wel aan bij wezenlijke componenten van de theorie. Allereerst zal in de *inleidende voordracht* een aantal hoofdmomenten van de ontwikkeling van de getallentheorie worden geschetst. Twee voordrachten nl. die van *Duparc* en die van *Beukers* bouwen voort op wellicht de oudste onderwerpen die de aandacht trokken nl. aspecten van priemgetallen en (generalisaties van) Pythagorische tripels. *Duparc* koos een onderwerp dat samenhangt met een actueel probleem, de bepaling van grote priemgetallen. *Beukers* vraagt aandacht voor moderne aspecten van het probleem van Fermat. Het oude probleem, de bepaling van Pythagorische tripels, d.w.z. drietallen (x, y, z) van gehele getallen die voldoen aan $x^2 + y^2 = z^2$, werd door Fermat gegeneraliseerd tot de vraag naar tripels positieve gehele die voldoen aan $x^n + y^n = z^n$ ($n = 3, 4, 5, \dots$).



Het vermoeden van Fermat dat zulke tripels niet bestaan is tot op heden nooit bewezen of weerlegd, maar het

zoeken naar de oplossing van dit probleem heeft toch een rijke oogst opgeleverd nl. de theorie van de algebraïsche getallen! Terloops zij opgemerkt dat juist in de getallentheorie een groot aantal problemen in omloop is die zich zeer eenvoudig laten formuleren, maar waarvan de oplossing op -tot nu toe- onoverkomelijke moeilijkheden is gestoten. Eerder werd al genoemd de schokkende ontdekking die de Grieken deden, nl. dat er ook irrationale "getallen" bestaan, d.w.z. getallen die niet geheel zijn en ook niet het quotiënt van twee gehele getallen. Aan de -vrij natuurlijke- vraag hoe men deze irrationaliteiten zou kunnen benaderen d.m.v. rationale breuken is de voordracht van *Tijdeman* gewijd, een voordracht die ook een aantal praktische problemen aan de orde stelt. Als voorbeeld van een eenvoudig te formuleren, maar moeilijk op te lossen (en nog onopgelost) probleem, behandelt *van de Lune* het roosterpuntenprobleem. Reeds in het begin van de 19^e eeuw heeft Gauss zich de vraag gesteld hoeveel roosterpunten, d.w.z. punten met geheeltallige coördinaten er liggen binnen een cirkel met gegeven straal. Van de Lune zal moderne benaderingen van dit aantal behandelen.

Een vraag die bij velen opkomt is deze: kan men alle problemen die handelen over gehele getallen oplossen met gebruikmaking van uitsluitend gehele getallen, kort gezegd is er een "geheel" bewijs voor een "gehele" bewering?

Lange tijd heeft men dat geprobeerd, maar gaandeweg heeft men toch ook de hulp van de analyse en de functietheorie ingeroepen en die bleken machtige hulpmiddelen te zijn. Aan dit probleem: hulpmiddelen in de getallentheorie, besteedt *van der Blij* aandacht in zijn bijdrage. Overigens zij

opgemerkt dat niet allen de getallentheorie zijn hulptroepen elders recruteert: ook bij de reële analyse wordt vaak een beroep gedaan op complexe functietheorie. De leuze: "een reëel bewijs voor een reële bewering" is niet te handhaven. Een voorbeeld: de stelling:

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \dots = \frac{\pi^2}{6}$$

is eenvoudig met complexe functietheorie te bewijzen, hoewel het hier gaat om een relatie tussen uitsluitend reële grootheden. Ook bij het berekenen van reële integralen maakt men met succes gebruik van de functietheorie. Dat de getallen "theorie" van een verzameling verstrooide problemen en stellingen geworden is tot een fraai geheel, maar ook met uiterst moderne toepassingen, wordt getoond in de voordrachten van *van de Craats*. De kern daarvan is de vraag naar de fraude-bestendigheid van identiteitsdocumenten.

Moderner kan het haast niet! Het is indrukwekkend hoe zo'n oud onderzoeksgebied ook in onze tijd nog steun kan bieden bij de problemen van deze tijd.

Evenals bij de cursus 1989 is ook nu weer ruimte gemaakt voor het zelfstanding oplossen van enkele vraagstukken. Dit bleek vorig jaar in een behoefte te voorzien.

Tot slot de wens dat de deelnemers aan deze cursus deze zullen volgen met hetzelfde genoegen als waarmee de sprekers hun voordrachten hebben voorbereid en deze zullen presenteren.

PROGRAMMA EINDHOVEN

23 en 24 augustus

DONDERDAG 23 AUGUSTUS

10.00 - 11.00	Ontvangst, Koffie
11.00 - 11.05	Opening
11.05 - 11.45	Inleiding A.W. Grootendorst , TU Delft
11.45 - 12.15	Pauze
12.15 - 13.00	De priemtoets van Lucas H.J.A. Duparc , TU Delft
13.00 - 14.00	Lunch
14.00 - 14.45	Analyse helpt getallentheorie F. van der Blij , RU Utrecht
14.45 - 15.15	Pauze
15.15 - 16.00	Modulair worteltrekken en fraude-bestendige identiteitsdocumenten J. van de Craats , KMA Breda

VRIJDAG 24 AUGUSTUS

10.00 - 10.45	Benaderingsbreuken R. Tijdeman , RU Leiden
10.45 - 11.15	Pauze
11.15 - 12.00	Hoeveel roosterpunten liggen er binnen een cirkel? J. van de Lune , CWI Amsterdam
12.00 - 13.00	Lunch
13.00 - 13.45	Praktische Toepassingen
13.45 - 14.15	Pauze
14.15 - 15.00	De vergelijking van Fermat F. Beukers , RU Utrecht
15.00 - 15.05	Sluiting

PROGRAMMA AMSTERDAM 31 augustus en 1 september

VRIJDAG 31 AUGUSTUS

15.00 - 15.30	Ontvangst, Koffie
15.30 - 15.35	Opening
15.35 - 16.15	Inleiding A.W. Grootendorst , TU Delft
16.15 - 16.45	Pauze
16.45 - 17.30	De priemtoets van Lucas H.J.A. Duparc , TU Delft
17.30 - 18.30	Warme maaltijd
18.30 - 19.15	Analyse helpt getallentheorie F. van der Blij , RU Utrecht
19.15 - 19.45	Pauze
19.45 - 20.30	Modulair worteltrekken en fraude-bestendige identiteitsdocumenten J. van de Craats , KMA Breda

ZATERDAG 1 SEPTEMBER

10.00 - 10.45	Benaderingsbreuken R. Tijdeman , RU Leiden
10.45 - 11.15	Pauze
11.15 - 12.00	Hoeveel roosterpunten liggen er binnen een cirkel? J. van de Lune , CWI Amsterdam
12.00 - 13.00	Lunch
13.00 - 13.45	Praktische Toepassingen
13.45 - 14.15	Pauze
14.15 - 15.00	De vergelijking van Fermat F. Beukers , RU Utrecht
15.00 - 15.05	Sluiting

SAMENVATTINGEN VAN DE VOORDRACHTEN

DE PRIEMTOETS VAN LUCAS

H.J.A. Duparc

Velen in onze maatschappij weten dat er deelbare en ondeelbare (priem-) getallen bestaan. Sinds de dagen van Euclides is een elementair bewijs bekend van het feit dat er oneindig veel priemgetallen bestaan. Maar, zoals zo vaak in de wiskunde, is men er daarmee nog niet: bedoeld bewijs is niet constructief, het geeft ons geen eenvoudige methode om daadwerkelijk priemgetallen te vinden.



Dat is jammer want voor diverse doeleinden is het tegenwoordig nuttig over grote priemgetallen te kunnen beschikken. Gelukkig is er sinds ruim een eeuw een methode bekend om grote priemgetallen van een bepaald type te vinden. In eerste instantie gaat het daarbij om de getallen van Mersenne (1588-1648), dat zijn getallen van het type $M_k = 2^k - 1$. Heel wat scholieren en gelukkig een nog groter percentage docenten

begrijpen dat M_k voor samengestelde k zelf ook samengesteld is. Maar als k ondeelbaar is, heeft M_k dat nog niet te zijn, zoals Euler (1707-1783) ons leerde: M_{11} is deelbaar door 23. Nu wordt het spannend die ondeelbare p te vinden waarvoor ook M_p ondeelbaar is. De hierboven bedoelde en in de cursus te behandelen toets van F. Lucas (1842-1891) geeft ons een voorwaarde die bovendien nog buitengewoon geschikt is om met moderne rekenmachines te worden behandeld. Het is daarbij een sport geworden om een vorig record te breken; af en toe is dat zelfs krantennieuws c.q. wereldnieuws.

ANALYSE HELPT GETALLENTHEORIE

F. van der Blij

Op hoeveel manieren is een getal als de som van een gelijk aantal vijfvouden en zesvouden te schrijven, op hoeveel manieren is een getal als de som van twee derde machten te schrijven?

Om dit soort problemen op te lossen zou men kunnen denken aan methoden als volledige inductie om vermoedens te bewijzen. Of aan methoden uit de algebra, de som van twee derde machten is te ontbinden als een produkt van drie complexe factoren en dan lijkt de gestelde vraag op de vraag naar de delers van een getal.

Maar bij een groot aantal problemen in de getallentheorie worden reële en/of complexe functies gebruikt, integralen worden uitgerekend of geschat, analyse is een hulpvak geworden voor de getallentheorie. Een manier om de analyse te gebruiken is om de te onderzoeken aantallen in te bouwen als coëfficiënten in reeksen.

Een andere manier is om de rationale getallen in te bouwen in een completering, dat zijn bijvoorbeeld de reële getallen, maar er zijn andere completering, de p -adische getallen. Het blijkt dat een bouwwerk van de aan elkaar gelijknde completering met analytische methoden inzicht in een aantal problemen over gewone gehele getallen geeft.

Natuurlijk zijn er nog fraaiere bouwwerken van combinaties van groepentheorie en complexe functietheorie die getallentheoretische problemen aanpakken, maar de auteurs van sommige onderzoekingen gebruiken titels als 'Monsters and Moonshine', en daar zullen we ons in de vakantie maar niet aan wagen.

MODULAIR WORTELTREKKEN EN FRAUDEBESTENDIGE IDENTITEITSDOCUMENTEN

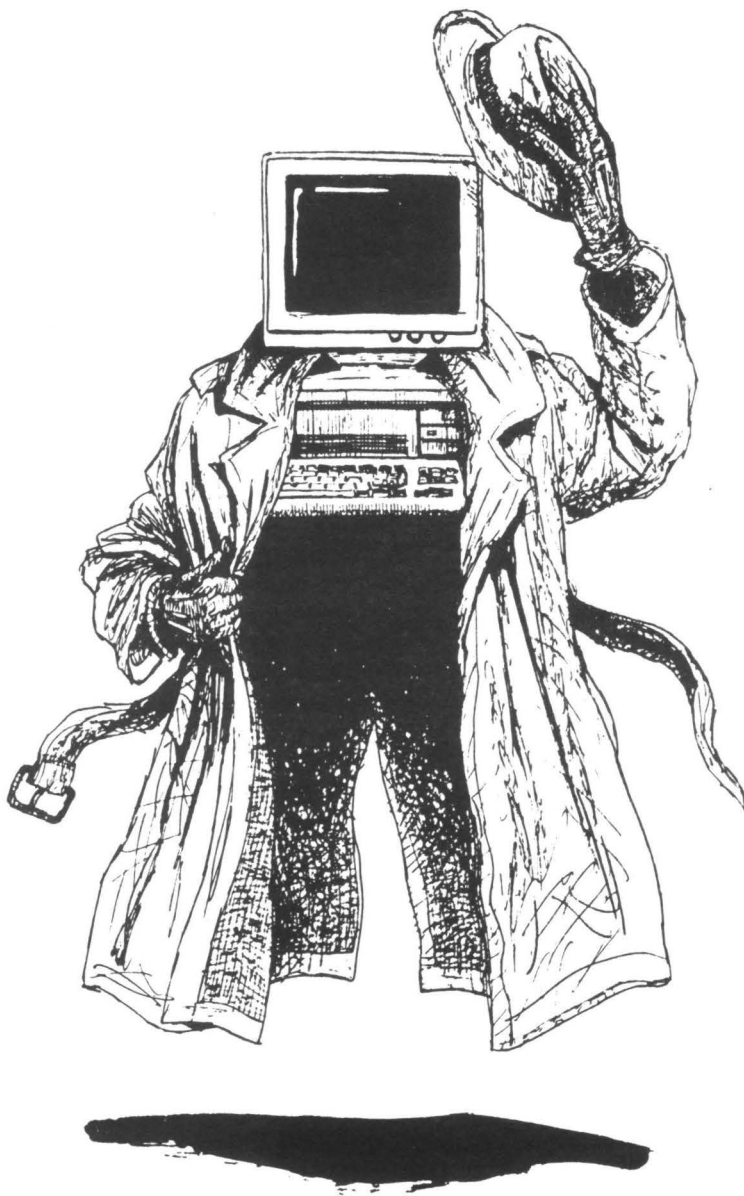
J. van de Craats

Vrijwel iedereen beschikt over een hele serie identificatiepapieren: een paspoort, een rijbewijs, een bankpas, een giropas, toegangsbewijzen, uitleenpasjes, credit cards. Allemaal kunnen ze vervalst worden, vaak met buitengewoon onplezierige gevolgen voor de rechtmatige eigenaar en voor de instantie die ze uitgeeft. De paspoortaffaire heeft aangetoond hoe moeilijk het is een werkelijk fraudebestendig identiteitsdocument te maken. Giromaatpasjes met magneetstrip en pincode zijn evenmin 100 % veilig.

Een principiële bezwaar van de meeste systemen is dat zodra men zich met zo'n document bij een "tegenpartij" identificeert, men die partij informatie in handen geeft om een vals document te maken. Dat is gevaarlijk als men niet zeker weet of men de tegenpartij kan vertrouwen. Gegevens en handtekeningen kunnen gefotokopieerd en nagemaakt worden. De informatie van een magneetstrip kan gelezen en geregistreerd worden, pincodes kunnen bij het intoetsen worden afgetapt, en aldus kan een malafide tegenpartij valse kaarten produceren en ongestraft rekeningen plunderen.

De moderne chipkaarttechnologie, gecombineerd met de praktische onoplosbaarheid van bepaalde wiskundige problemen, maakt het mogelijk werkelijk fraudebestendige identificatiedocumenten te maken. Als illustratie zal getoond worden hoe men dankzij de praktische onmogelijkheid om vierkantswortels te trekken in bepaalde modulaire getallensystemen, toegangspasjes kan maken waarmee men een tegenpartij van zijn identiteit kan overtuigen zonder dat die

tegenpartij ook maar enige informatie in
handen krijgt die gebruikt kan worden
om zo'n pas na te maken.



BENADERINGSBREUKEN

R. Tijdeman

Veel getallen die in de wetenschappelijke literatuur voorkomen zijn irrationaal, d.w.z. niet het quotiënt van twee gehele getallen. Voorbeelden daarvan zijn $\pi, e, \sqrt{2}, \log 3/\log 2$. In berekeningen met zulke getallen worden vaak benaderingsbreuken gebruikt, zoals 3,14 of 22/7 of 355/113 voor π . Het klassieke kettingbreukalgoritme geeft een eenvoudige methode om de beste benaderingsbreuken van een getal x te vinden. Dit komt op hetzelfde neer als het bepalen van natuurlijke getallen q zó dat de afstand van qx tot het dichtstbijzijnde gehele getal kleiner is dan de afstand van rx tot het dichtstbijzijnde gehele getal voor welk natuurlijk getal r kleiner dan q ook. Het probleem om bij gegeven getallen $x_1, x_2, \dots, x_n$ ($n > 1$) een natuurlijk getal q te vinden zó dat elk van $qx_1, qx_2, \dots, qx_n$ dichtbij een geheel getal ligt, is moeilijker te behandelen. In de vorige eeuw stelde Jacobi al een algoritme voor, maar pas in 1982 vonden Lenstra, Lenstra en Lovász een algoritme dat in dit opzicht bevredigend is. Recente onderzoeken hebben uitgewezen dat hun algoritme ook gebruikt kan worden voor het volgende probleem: vind bij gegeven getallen $m, x_1, \dots, x_n$ een natuurlijk getal q zó dat de eerste m cijfers achter de komma van $qx_1, qx_2, \dots, qx_n$ elk een voorgeschreven waarde hebben. In de voordracht worden enkele fundamentele stellingen genoemd en geïllustreerd met numerieke resultaten en de gevolgen daarvan voor de indeling van het klavier, de verdeling van schrikkeljaren en de data van Pasen.

HET VERMOEDEN VAN FERMAT

Nieuwe ontwikkelingen
F. Beukers



Sedert het begin van de wiskunde is bekend dat $3^2 + 4^2 = 5^2$ en dat deze relatie een eenvoudige manier geeft om een rechte hoek te construeren. Minder bekend zijn de relaties $5^2 + 12^2 = 13^2$ en $880897^2 + 696696^2 = 1123105^2$. Dergelijke voorbeelden kunnen trouwens naar hartelust gemaakt worden door in de identiteit $(a^2 - b^2)^2 + (2ab)^2 = (a^2 + b^2)^2$ voor a en b willekeurige gehele waarden in te vullen. Een logisch vervolg hierop is de vraag, bestaan er ook twee derde machten waarvan de som weer een derde macht is? of twee vierde machten ...?. In het algemeen, kies n geheel en groter dan 2. Vraag: bestaan er twee positieve n -de machten waarvan de som weer een n -de macht is? Dit levert de volgende vergelijking op,

$$x^n + y^n = z^n, x, y, z \text{ positief geheel, } n > 2.$$

Deze vergelijking werd door Pierre de Fermat voor het eerst bestudeerd rond

1640. Hij vermoedde dat er geen oplossingen bestaan, en bewees dit voor het geval $n=4$. Tot op heden is voor algemene n Fermat's vermoeden nog steeds niet bewezen en in de driehonderdvijftig jaren van zijn bestaan gold dit probleem als één van de belangrijkste onopgeloste problemen in de wiskunde. Gedurende die tijd is er intensief aan gewerkt en deze inspanningen hebben, behalve gedeeltelijke antwoorden op Fermat's vraag, ook aanleiding gegeven tot belangrijke ontwikkelingen in de getallentheorie.

Tegenwoordig bestaan er vrij eenvoudige tests om voor een gegeven n aan te tonen dat $x^n + y^n = z^n$ geen positieve gehele oplossingen heeft. Mede dankzij deze tests weten we nu dat Fermat's vermoeden waar is voor alle n tussen 3 en 150000. In onze

voordracht zullen we een dergelijke test bespreken.

Moderne ontwikkelingen op het gebied van diophantische vergelijkingen (=vergelijkingen met gehele getallen als onbekenden, zoals Fermat's vergelijking) worden veelal gestimuleerd door nieuwe resultaten uit de meetkunde, met name de algebraïsche meetkunde. Hoe tegenstrijdig de combinatie meetkunde-getallentheorie ook mag voorkomen, het heeft vruchten afgeworpen voor de vergelijking van Fermat. Enkele jaren geleden werd aangetoond dat Fermat's vermoeden waar is voor 'bijna alle n '. Wat dit precies betekent zullen we tijdens de voordracht duidelijk maken. Een ander verrassend recent resultaat is dat het zogenaamde Taniyama-Weil vermoeden uit de algebraïsche meetkunde het vermoeden van Fermat impliceert.



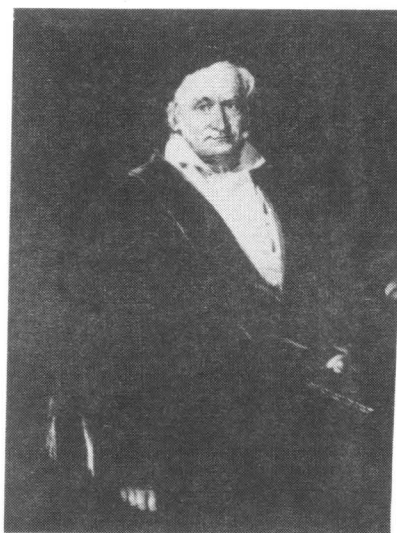
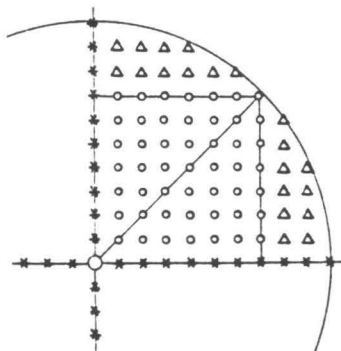
Tenslotte een kleine generalisatie van Fermat's vermoeden. Het is bekend dat $x^3 + y^3 = z^3$ geen positieve gehele oplossingen heeft. Dit werd door Euler rond 1760 bewezen. Hieraan voegde Euler het volgende vermoeden toe, de vergelijking $x^4 + y^4 + z^4 = u^4$ zou geen positieve gehele oplossingen hebben. Dat vermoedens niet altijd juist hoeven te zijn blijkt uit het volgende tegenvoorbeeld uit 1988 van Noam Elkies, een 20-jarige Harvard-student: $95800^4 + 217519^4 + 414560^4 = 422481^4$. Er zijn oneindig veel van dit soort voorbeelden en ze kunnen gevonden worden met wederom een methode uit de algebraïsche meetkunde.

HOEVEEL ROOSTERPUNTEN LIGGEN ER BINNEN EEN CIRKEL?

J. van de Lune

In het begin van de 19^e eeuw heeft Gauss zich de vraag gesteld hoeveel roosterpunten $(a, b) \in \mathbb{Z}^2$ er in een gesloten (grote) cirkelschijf $x^2 + y^2 \leq t$ liggen. Noemen we dit aantal $P(t)$, dan is volgens Gauss $P(t)$ ongeveer gelijk aan de oppervlakte ($=\pi t$) van de schijf. De fout $E(t) := P(t) - \pi t$ is onderwerp van diepgaande studies geweest. Gauss kon eenvoudig aantonen dat $E(t) = O(t^{1/2})$ d.w.z. $|E(t)| < Kt^{1/2}$ voor een zekere constante K . Pas in 1906 wist Sierpinski dit te verscherpen tot $E(t) = O(t^{1/4})$. In 1923 toonde onze landgenoot J.G. van der Corput (1890-1975) aan dat $E(t) = O(t^\theta)$ met $\theta = 33/100$. In 1988 konden Iwaniec en Mozzochi aantonen dat $\theta \leq 7/22$. Wat is de ware (maximale) grootte orde van $E(t)$ als $t \rightarrow \infty$? Dit is een nog steeds onopgelost probleem. Om een indruk te krijgen van het (grillige) gedrag van $E(t)$ zullen we een methode bespreken om systematisch "alle extremen" van $E(t)$ te berekenen op $0 < t \leq t_0$ voor een vrij grote t_0 .

De resultaten hiervan wekken de indruk dat $E(t) = O(t^{1/4} \log t)$, hetgeen in overeenstemming is met een reeds vroeger door Hardy geopperd vermoeden.



CURSUSGELD

Het cursusgeld bedraagt f75.--, waarbij de syllabus is inbegrepen. Dit bedrag is echter exclusief de kosten van maaltijden.

AANMELDING

Door het inschrijfformulier achter in deze brochure ingevuld te retourneren aan:

Stichting Mathematisch Centrum
T.a.v. Mevr. M. Bruné
Postbus 4079

1009 AB Amsterdam

Voor telefonische informatie kunt u bellen met Mevr. M. Bruné tel. 020-5924175

BETALING

Na ontvangst van het inschrijfformulier sturen wij u een factuur voor de kosten van deelname aan de cursus en voor de kosten van door u gewenste maaltijden

PLAATS

Eindhoven: Rekencentrum,
Technische Universiteit Eindhoven, den Dolech 2

Amsterdam: Centrum voor Wiskunde en Informatica, Kruislaan 413 (zaal Z011)

SYLLABUS

De syllabus zal worden uitgereikt bij aankomst op de cursus.

BOEKENTENTOONSTELLING

Zoals gebruikelijk, zal ook dit jaar weer een boekententoonstelling worden ingericht.

ILLUSTRATIES

Voorpagina: Houtsneede van Gregor Reisch uit 1503

Pag. 2 links: Pythagoras als muzikant

Pag. 2 rechts: Carl Friedrich Gauss, titelblad van zijn "Disquisitiones Arithmeticae" uit 1801

Pag. 3: Leopold Kronecker (1821-1891)

Pag. 7: Marin Mersenne (1588-1648)

Pag. 10: Pierre de Fermat (1601-1665)

Pag. 11: Plimpton tabel 322

Pag. 12: Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

SPREKERS

Dr. F. Beukers

R.U. Utrecht

Faculteit Wiskunde en Informatica

Postbus 80010

3508 TA Utrecht

Prof.dr. F. van der Blij

Ruysdaellaan 6

3723 CC Bilthoven

Prof.dr. J. van de Craats

K.M.A. Breda

Vakgroep Wiskunde en Operations

Research

Postbus 90154

4800 RG Breda

Prof.dr. H.J.A. Duparc

Insulinde 26

2612 EM Delft

Prof.dr. A.W. Grootendorst

Aardbeistraat 11

2564 TM Den Haag

Dr. J. van de Lune, Ph.D.

Centrum voor Wiskunde en Informatica

Postbus 4079

1009 AB Amsterdam

Prof.dr. R. Tijdeman

R.U. Leiden

Faculteit Wiskunde en Informatica

Postbus 9512

2300 RA Leiden

**AANMELDINGSFORMULIER
VAKANTIECURSUS 1990
GETALLENTHEORIE EN HAAR TOEPASSINGEN**

Ondergetekende,

Naam: _____ Functie: _____

Adres: _____ Telefoon: _____

Postcode: _____ Woonplaats: _____

wenst deel te nemen aan de Vakantiecursus 1990, die zal worden gehouden te

- | | | |
|----|--|---------|
| A. | Eindhoven op 23 en 24 augustus 1990
(lunchen tegen contante betaling in de kantine) | ja/nee* |
| B. | Amsterdam op 31 augustus en 1 september 1990 | ja/nee* |
| | Deelname aan warme maaltijd (f 20.--) | ja/nee* |
| | Deelname aan lunch (f 15.--) | ja/nee* |

datum:

Handtekening:

Gelieve dit formulier vóór 1 augustus 1990 op te sturen naar:

Stichting Mathematisch Centrum
T.a.v. Mevr. M. Bruné
Postbus 4079
1009 AB Amsterdam

*doorhalen wat niet van toepassing is

