

Personalia: naam

Stelling

D. G. A. Huylebrouck  $\approx \pi$

Bewijs

3 voornamen, voor de punt  
→ cijfer 3 en "."

a=1, b=2, c=3, ...  
→ Huylebrouck = 141.

→ D. G. A.  
Huylebrouck  
= 3.141

Quod erat  
demonstrandum

Christus, in het Grieks:  $\chi\rho\rho\sigma\tau\omicron\varsigma$   
 $\chi = 600$   
 $\rho = 100$   
 $\iota = 10$   
 $\sigma = 200$   
 $\tau = 300$   
 $\omicron = 70$   
 $\varsigma = 200$

1480

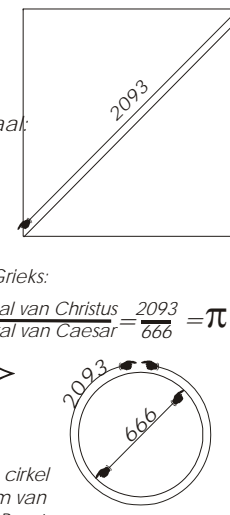
diagonaal: 2093

Caesar, de nieuwe God, in het Grieks:  $\kappa\alpha\iota\sigma\alpha\rho\ \nu\ \theta\epsilon\omicron\varsigma$   
 $k = 20$   $v = 50$   $\theta = 9$   
 $\alpha = 1$   $\epsilon = 5$   
 $\iota = 10$   $\omicron = 70$   
 $\sigma = 200$   $\varsigma = 200$   
 $\alpha = 1$   $\omicron = 70$   
 $\rho = 100$   $\varsigma = 200$

het getal van Christus = 2093  
het getal van Caesar = 666 =  $\pi$

som: 666

De kwadratuur van de cirkel transformeert de naam van Christus in die van het Beest



Over de geschiedenis van de wiskunde ...

1960:

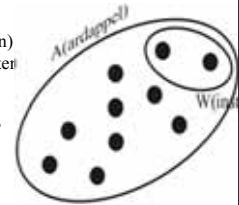
Boer verkoopt aardappelen voor 10 euro.  
Kosten = 4/5 verkoopprijs.

Winst?

1970 (moderne wiskunde):

Boer: verzameling A(ardappelen)  
Teken bolletjes voor de elementen  
van W(inst).

Wat is het cardinaalgetal ervan?



Over de geschiedenis van de wiskunde ...

1980:

Boer verkoopt aardappelen voor 10 euro.  
Kosten 8 euro, winst 2 euro.

Onderlijn "aardappelen".  
Wissel van gedachten met je *studiegroep*.

1990:

Boer verkoopt aardappelen voor 10.00 euro.  
Kosten = 0.80 van de verkoopprijs.  
Run het programma "PATAT" op je rekenmachine.

Schrijf een *paper* die het analyseert voor de *werkelijke* wereld van de economie.

Over de geschiedenis van de wiskunde ...

2000:

Boer verkoopt aardappelen.  
Het Internet stelt dat de koers van de International Potato Company 10 punten is.

Consulteer het Internet om de winst af te lezen.

2005:

Er zijn geen boeren meer.  
Importeer aardappelen aan 10 euro, verkoop aan 8 euro, gesubsidieerd door een lening van de bank van 2 euro.

Werk met het negatieve getal -2 om uit te leggen dat er toch winst is.

Over de geschiedenis van de wiskunde ...

2010:

Er zijn geen boeren meer.  
Er zijn geen banken meer.  
Maak van het schoolspeelplein een moestuin en kweek 10kg aardappelen.  
Hou 8kg en verkoop 2kg als winst.

2050:

Er zijn geen boeren meer.  
Er zijn geen banken meer.  
Er zijn geen moestuinen meer (opwarming van de aarde!).  
Zal er dan nog wiskunde zijn?

### ... in vergelijking met (beeldende) kunst ...

**Vul in:** wiskunde – wiskundig(e) of kunst(enaars) – kunstzinnig(e).

De voortstuwende kracht van de ... .. vinding is niet de redenering maar de verbeelding.

Wiskundige en logicus Augustus De Morgan vulde in: *wiskundige*

... .. bestaat erin vermaak en waarheid te verenigen.

Dichter Samuel Johnson vulde in: *(dicht)kunst*

... .. beoefenen hun vak in absolute vrijheid.

Schrijver Henry Brooks Adams vulde in: *wiskundigen*

Ik denk dat een mogelijke definitie van onze moderne cultuur is dat het er een is waarin negen tienden van onze intellectuelen niets van ... .. kent.

Dichter Randall Jarell vulde in: *(dicht)kunst*

### ... en muziek

**Jim Henle:**

*De affiniteit [tussen wiskunde en muziek] is duizenden jaren oud. Vanaf de Pythagoreërs tot Aristoxenus en Boethius, hebben de filosofen muziek voorgesteld als een tak van de wiskunde. [...]*

*Schilderkunst, beeldhouwen en architectuur hebben alle hun wiskundige componenten, en er is geen mystiek (of statistisch) verband. [...]*

*Kort gezegd, het is niet zo dat muziek wiskundig is. Juister is te zeggen dat wiskunde muziek is.*

**Toch:**

Geschiedenis van de wiskunde: opeenvolging definitie – stelling – bewijs – voorbeelden (oefeningen) - definitie – stelling – bewijs – voorbeelden (oefeningen) - ...



Geschiedenis van de kunsten: revoluties, omwentelingen!

### Douglas Hofstadter

Gegeven: MI bestaat

Regel 1: laatste letter I  $\Rightarrow$  U mag toegevoegd op het einde

Regel 2: Mx  $\Rightarrow$  Mxx

Regel 3: III  $\Rightarrow$  mag vervangen door U

Regel 4: UU  $\Rightarrow$  mag geschrapt.

**Stelling:** MUIIU bestaat

**Bewijs**

Regel 2: MII bestaat

Regel 2: M II II bestaat dus ook

Regel 1: M II II U bestaat dus ook

Regel 3: M III IU = M U IU kan gemaakt worden.

Regel 2: M UIU UIU

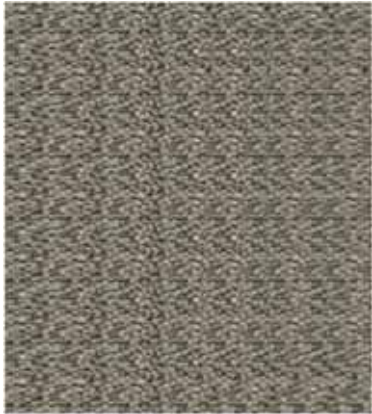
Regel 4: MUIUUIU = M UIIU.

**QED**

**Vraag:**

Waarom niet: MI  $\Rightarrow$  M II  $\Rightarrow$  M III  $\Rightarrow$  M III III  $\Rightarrow$  M UI IU, zelfs zonder Regel 4... (?)

### Het begin



Doe zelf archeologie (stereogram Lieselotte Slembrouck)

### Het begin



Ishangobeentje(s): 11-21-19-9/11-13-17-19/3-6-4-8-10-5-5-7

### Egypte

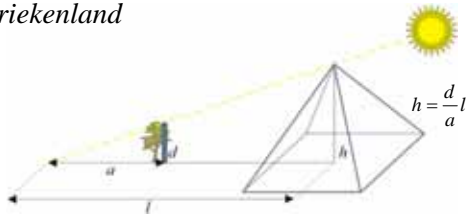


Verband tussen het volume en de oppervlakte van een bol:

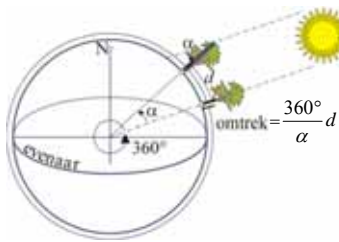
$$\text{Volume} = (4/3)\pi r^3 = (1/3) \times (4\pi r^2) \times r = (1/3) \times \text{Opp} \times r$$

! Egyptenaren: kenden volume bol, maar niet dit "bewijs", al is het met piramiden; het is een "legende" ... (boek Salem...)

## Griekenland



Thales 600 v.C.  
Plato 350 v.C.  
Euclides 300 v.C.  
Erasthostenes 235 v.C.  
Archimedes 250 v.C.  
Diophantis 250 n.C.  
Pappus 350 n.C.



## Griekenland

3 klassieke vraagstukken:  
driedeling van een hoek  
verdobbeling van een kubus  
kwadratuur van de cirkel  
(oplossing van "x<sup>2</sup>=2"?)



Annelore Vercouter & Layla Lavens

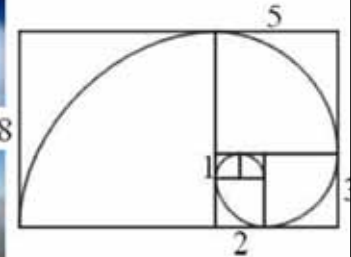
## Fibonacci

Vergelijkingen uit Arabische boeken:  
 $x^2 + 10x - 39 = 0$

Eigen vergelijkingen:  $x^3 + 2x^2 + 10x - 20 = 0$

Men wist: niet op te lossen met  $\sqrt{a \pm \sqrt{b}}$

Rij van Fibonacci...



## Pacioli : (de) Divina Proportione

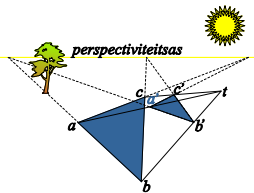
Interesse voor de vergelijkingen  $x^3 + px - q = 0$

Scipione del Ferro

Nicolo Fontana Tartaglia → algemene oplossing

Girolamo Cardano

↑ favoriet!



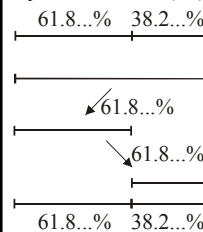
Desargues



1413: Brunelleschi veroorzaakte volkstoeloop op San Giovanni plein in Firenze met perspectieftekening

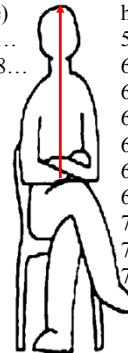
## Pacioli : (de) Divina Proportione

Recept: op een lijn met lengte 1 twee stukken met lengte x en 1-x afpassen zodat  $x/1 = (1-x)/x$ .



Tabel

Grootte (lengte)	navel-hoofd
1m 53...	58,5 cm
1m 618...	61,8 cm
1m 66	63,5 cm
1m 70	65 cm
1m 74	66,5 cm
1m 78	68 cm
1m 82	69,5cm
1m 86	71 cm
1m 90	72,5 cm
1m 95	74,5 cm



## Newton (1643–1727) ...

De "proportiones" mogen nu ook *infinitesimaal* zijn:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

of

$$a = \frac{dv}{dt}$$

en toch kan ermee gerekend worden:

$$F = ma.$$

Invloed fysica, zelfs op vergelijkingen: ze worden nu ook *benaderend* opgelost. Voor, bijvoorbeeld:  $x^3 - x + 1 = 0$ : neem  $x \approx -1$ , dan volgen betere waarden door substitutie in

$$x - \frac{x^3 - x + 1}{3x^2 - 1}$$

De noemer is de afgeleide, de *snellheid*. Voor  $x = -1$  wordt dit

$$-1 - \frac{(-1)^3 - (-1) + 1}{3(-1)^2 - 1} = -1,5.$$

Een nieuwe substitutie, van  $x = -1,5$ , levert  $-1,347...$ , enzovoort, tot er bij  $-1,324...$  geen verbetering meer is.

→ goede benadering van oplossing van  $x^3 - x + 1 = 0$ .

## Gauss (1777–1855)...

Hoofdstelling van de algebra: elke vergelijking

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 = 0,$$

waarbij  $a_n \neq 0$  heeft  $n$  oplossingen.

Voorbeeld:

$$x^6 - 97x^5 - 636x^4 + 1836x^3 + 1835x^2 + 1933x + 2472 = 0$$

→ 6 oplossingen: -8, -1, 3, 103 en de 2 imaginaire wortels uit -1,  $\pm\sqrt{-1}$ . Inderdaad, voor, bijvoorbeeld, de wortel  $\sqrt{-1}$ :

$$(\sqrt{-1})^6 - 97(\sqrt{-1})^5 - 636(\sqrt{-1})^4 + 1836(\sqrt{-1})^3 + 1835(\sqrt{-1})^2 + 1933(\sqrt{-1}) + 2472$$

$$= 1 - 97 \times \sqrt{-1} - 636 \times 1 - 1836 \times \sqrt{-1} - 1835 \times 1 + 1933 \times \sqrt{-1} + 2472$$

$$= 0$$

Ook de meetkunde scheen "afgewerkt"...



## Einde 19<sup>de</sup> eeuw, na 2000 jaar: irrationaliteit (en transcendentie) van $\pi$ (en $\pi^2$ ...)

Rationaal getal: kan geschreven worden als een breuk

Decimale schrijfwijze: herhaling van groepjes

$$uv \dots w, defgh \dots ijk \ defgh \dots ijk \ defgh \dots ijk \dots = \frac{a}{b}$$

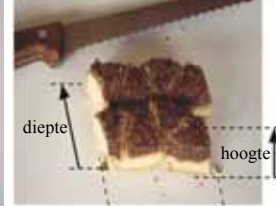
$$3,142857 \ 142857 \ 142857 \dots = \frac{22}{7} \approx \pi \text{ maar } \neq \pi = 3,1415926\dots$$

0,101001000100001... : "herhaling", maar is geen breuk

Volume torus =  $\pi^2 \times$  breuk



Volume parallellepipedum = breuk



Gelijk?  $\Rightarrow \pi^2 =$  breuk?

## Cantor

Getallen = 'elementen', van 'verzamelingen'

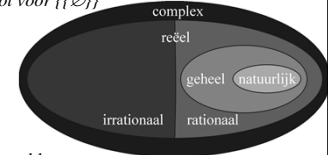
Voorheen (Grieken – Kronecker) = "geschenk van God"

'getal' 0 = symbool voor  $\emptyset$

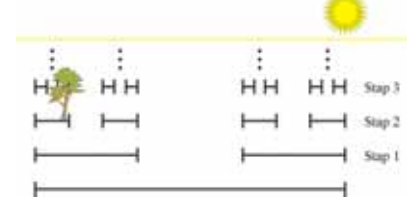
'getal' 1 = symbool voor  $\{\emptyset\}$

'getal' 2 =  $\{\emptyset, \{\emptyset\}\}$

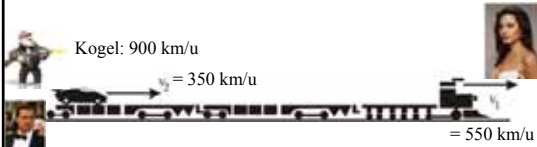
'enzovoort'



Er kwamen dan weer andere problemen:

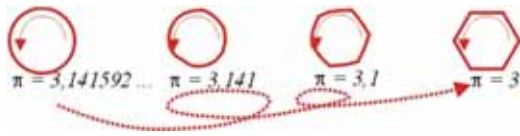


## Einstein



Volgens de relativiteitstheorie

$$v_{\text{totaal}} = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = \frac{550 + 350}{1 + \frac{550 \times 350}{(300000 \times 3600)^2}} = 899,99999999851 \text{ km/u}$$



Als  $\pi = 3$  was, dan zou deze zin er zo uit zien.

## Russell

Kort	Lang
Geprojecteerd	Handgeschreven
Nederlands	Frans
↑	↑
Homologisch	Heterologisch

## Quantummechanica

Schrödinger:  $\psi$  = 'grootte' = waarschijnlijkheid plaats en tijdstip deeltje.

Stel: groep van meer dan 16 personen.

Doe de "proef": hou een muntstuk goed vast,

en leg het dan met kop of munt naar boven.

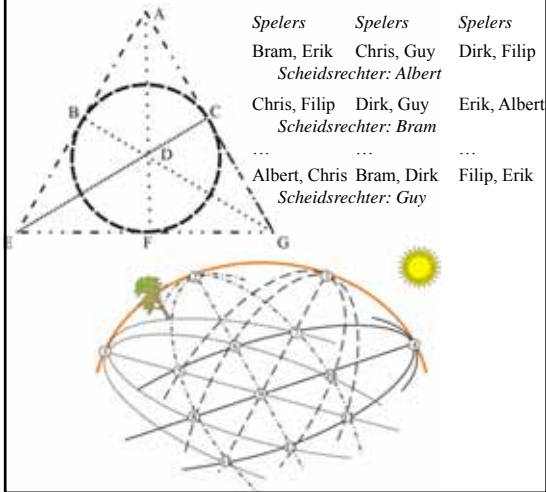
Doe dat 4 keer.

Voorbeeld:

Wie is dan paranormaal? Wie heeft een zesde zintuig?

Jan		Sander	
Charlotte		Melissa	
Eline		Frederik	
Sophie		Dries	
Lien		Ingabire	
Mara		Julie	
Elke		Jeroen	
Marieke		Bieke	

## Eindige meetkunde



<i>Spelers</i>	<i>Spelers</i>	<i>Spelers</i>
Bram, Erik	Chris, Guy	Dirk, Filip
<i>Scheidsrechter: Albert</i>		
Chris, Filip	Dirk, Guy	Erik, Albert
<i>Scheidsrechter: Bram</i>		
...	...	...
Albert, Chris	Bram, Dirk	Filip, Erik
<i>Scheidsrechter: Guy</i>		

## Romantiek

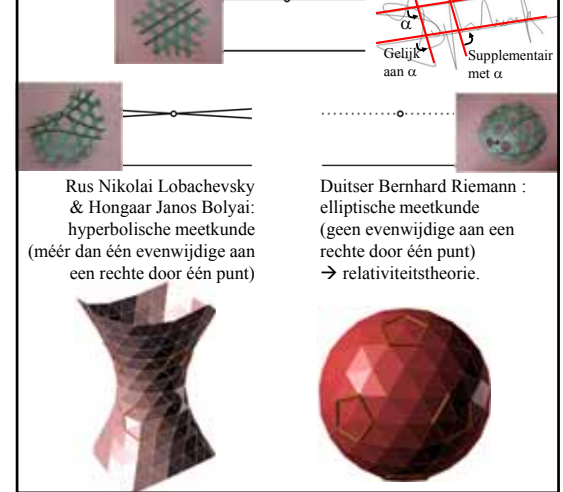
Noorwegen: Niels Henrik Abel  
 Frankrijk: Évariste Galois  
 → passende "acteurs":  
 Richtten zich tot 'de burger', niet naar autoriteiten, over oude vraagstukken.  
 Abel: stierf op 26 aan longziekte want spendeerde geld aan wiskunde  
 Galois: stierf op 22 op de avond voor een duel 'pour elle', tot de levenskaars in zijn cel letterlijk uitging:

**I k heb me in mijn leven dikwijls laten leiden tot stellingen waarvan ik niet helemaal zeker was; maar alles wat ik hier heb geschreven is sinds bijna één jaar in mijn hoofd, en het ligt me te nauw aan het hart om me niet te vergissen opdat men mij niet zou verdenken theorema's te hebben aangekondigd waarvan ik geen volledig bewijs zou hebben gehad.**

Je zal openlijk aan Jacobi of Gauss vragen hun mening te geven, niet over de waarheid, maar over de belangrijkheid van de stellingen.  
 Daarna, zullen er, hoop ik, mensen zijn die de bereidheid zullen willen opbrengen om dit gekrabbel te ontcijferen.  
**I k omhels je hartelijk**  
 E. GALOIS.



## Impressionisme



Rus Nikolai Lobachevsky & Hongaar Janos Bolyai: hyperbolische meetkunde (méér dan één evenwijdige aan een rechte door één punt)

Duitser Bernhard Riemann: elliptische meetkunde (geen evenwijdige aan een rechte door één punt) → relativiteitstheorie.

## Constructivisme



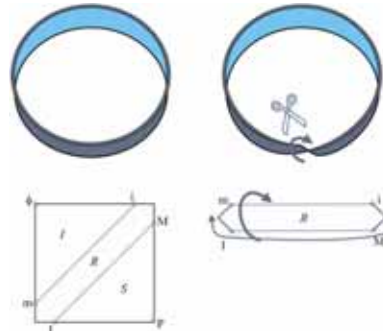
Constructivisme in de wiskunde:  
 - verdedigde doorgedreven objectieve benadering (geen door God gegeven getallen, ...)  
 - wou geen bewijzen door "ongerijmdheid": *stel dat de stelling niet waar is ... dan is 1=2 en dus is de stelling wel waar.*



Niet nee = ja

Ja ja

## Expressionisme



Freudiaans psycho-analiticus Jacques Lacan:

I = het Ik-ideaal

M = betekenaar van het primordiale object

i = het imaginaire ik

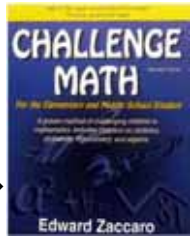
m = moi, het moi imaginaire (moi, mij, blijft onvertaald).

## Naar een nieuwe, realistische wiskunde?



← Bourbaki: Ø...

Onderwijs →



← Poincaré Coxeter

Onderwijs →

