10. DE PI-CODE, DE π-FILES... WHAT'S IN A NAME?

10.1 Waarom berekenen wiskundigen pi tot op 1,2 biljoen cijfers na de komma?

Het getal pi maakt al eeuwenlang een prominent deel uit van de wiskundige cultuur. Je vraagt toch ook niet naar het nut van een schilderij of een symfonie. Hetzelfde geldt voor pi. Het is een doel op zich. Het antwoord op de vraag waarom een wiskundige 1,2 biljoen decimalen van pi berekent, is voor sommigen hetzelfde antwoord als de bergbeklimmer geeft als je hem vraagt waarom hij de Mount Everest wil beklimmen: omdat de berg er staat en omdat de bergbeklimmer de berg wil overwinnen. Maar er is ook de rusteloze gedrevenheid, de prikkelende uitdaging, de nonstop zoektocht naar het onbekende, het onmogelijke, het onbereikbare...

Wellicht vraag jij je af waarom dit echt noodzakelijk is. Welnu de moderne technologie staat niet stil en alles moet zo perfect mogelijk kunnen worden gemeten en gemaakt. Maar er zijn ook wetenschappers die erin geloven dat er ooit eens een breuk zal gevonden worden die de exacte waarde van pi zal kunnen weergeven.

Maar ondanks al die gekte om zoveel mogelijk cijfers van pi na de komma te kennen, gebruiken de scholen gewoon 3,1415925. Het is niet nodig om precies het hele getal te gebruiken. Want om praktische redenen heb je aan deze zeven decimalen meer dan voldoende.

10.2 Waarom fascineert pi de mens?

Naar analogie van de Da Vinci Code spreken we over De Pi-Code/π-Code.
In navolging van the X-Files duiken de π-Files op.

'*Pi onderzoeken is als het onderzoeken van het Heelal...*' David Chudnovsky

'*... of liever nog het onderzoeken van de wereld onder de zeespiegel, want we bevinden ons onder water en alles lijkt vormloos. We hebben een lamp nodig en onze computer is die lamp.*' Gregory Chudnovsky

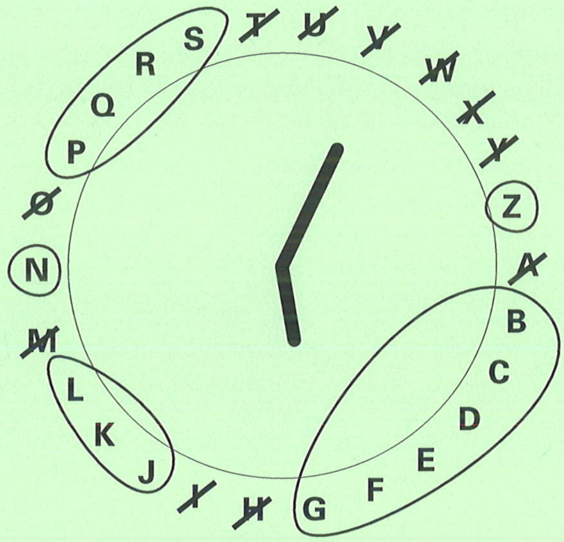
De gebroeders Chudnovsky berekenden pi tot ruim 4 miljard cijfers na de komma.

Ooit werd voorspeld dat de wiskunde haar bestaansrecht zou verliezen door de opkomst van de computer. Inmiddels is duidelijk dat het nog heel lang zal duren voordat de computer het menselijk brein kan imiteren als het om wiskundige bewijzen gaat. Echter, qua numerieke wiskunde zijn er gigantische resultaten behaald. Bijvoorbeeld wat betreft de berekening van pi.

11. PI IN HET NEDERLANDSTALIG ALFABET

a. Rond het getal pi als 3,1415926535… af tot op 4 cijfers na de komma.

3,1416



Doorstreep de symmetrische letters A, H, I, M, O, T, U, V, W, X en Y.

Omcirkel de groep BCDEFG, de groep JKL, de aparte N, de groep PQRS en de aparte Z.

b. In de klokcirkel staan de letters alfabetisch gerangschikt in wijzerzin.
Streep al de letters door die een links-/rechtssymmetrie hebben, bijvoorbeeld A, O en W.
De letters die overblijven vormen groepjes van een aantal letters.
Begin bij de groep JKL met 3 letters en ga dan verder in wijzerzin.
Vul in onderstaande tabel alle in wijzerzin opeenvolgende lettergroepen in met het aantal cijfers.

letters	JKL	N	PQRS	Z	BCDEFG
aantal cijfers	3,	1	4	1	6

Welk getal tot 4 cijfers na de komma bekom je? 3,1416

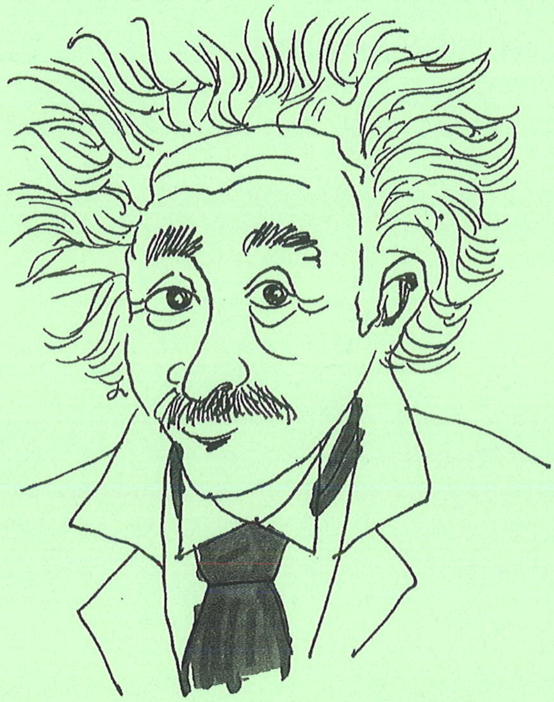
Welk getal heb je afgerond tot op 4 cijfers na de komma? 3,1416

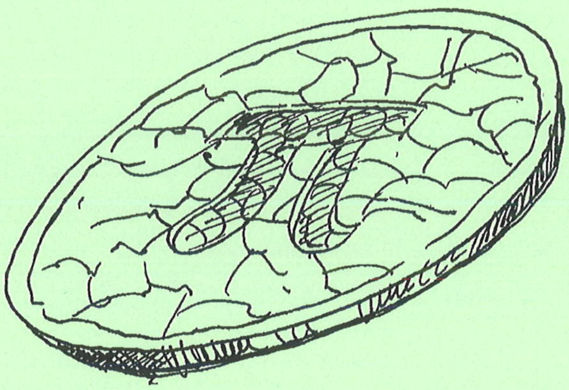
Wat stel je vast? Dat is hetzelfde kommagetal

Vind je dat ook frappant?

Welke spitsvondigheden zal het menselijk brein nog onderzoeken!

12. HET IS PI-DAG. LEVE EINSTEIN!





14 maart is het π-dag. **3/14** is de Amerikaanse notatie voor 14 maart, de 14^{e} dag van de 3^{e} maand. Niet alleen op veel Amerikaanse scholen, maar zeker ook in Vlaanderen en Nederland wordt de π-dag gevierd. Hopelijk trakteert jouw (wiskunde)leerkracht dan op taart (= pie) en vertelt hij/zij over de geschiedenis van π.
14 maart 1879 is de geboortedag van de geleerde natuurkundige Einstein.
De apotheose die dag is om **1:59 uur** in de namiddag (π = 3,14159).

a. Noteer de data op verschillende wijzen.

datum	Amerikaanse notatie	Europese notatie
6 januari	1/6	6/1
22 juli	7 / 22	22 / 7
29 februari	2 / 29	29 / 2
11 september	9 / 11	11 / 9
onmogelijk	9/31	31/9

Zoek op welke historische gebeurtenis heeft plaatsgevonden op nine eleven 2001 (negen elf 2001).

c. Wat betekent 'it was a piece of cake'? Kruis 3 correcte mogelijkheden aan.

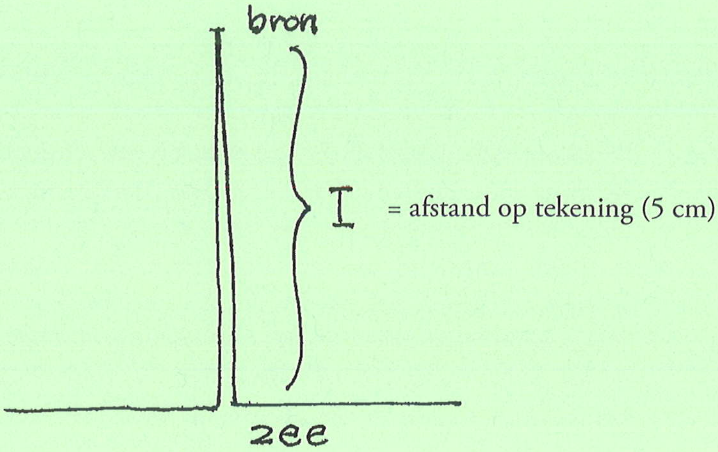
- ⊗ het was een makkie
- ○ het was een stuk taart
- ⊗ het was een peulenschil
- ⊗ het was een fluitje van een cent
- ○ het was heel lekkere taart

d. Op 14 maart herontdekken de scholieren pi door:
- de diameter en de omtrek van een cirkel af te stappen.
- een touwtje op de omtreklijn van die cirkel te leggen en daarna af te passen hoeveel maal de diameter in de omtrek gaat.
- een cirkel te omschrijven met een vierkant, dit grote vierkant te verdelen in 4 gelijke kleinere vierkanten.
- het omschreven cirkeloppervlak te beleggen met schijfjes, waarna al schuivend zoveel mogelijk kleine vierkanten met de schijfjes worden bedekt.

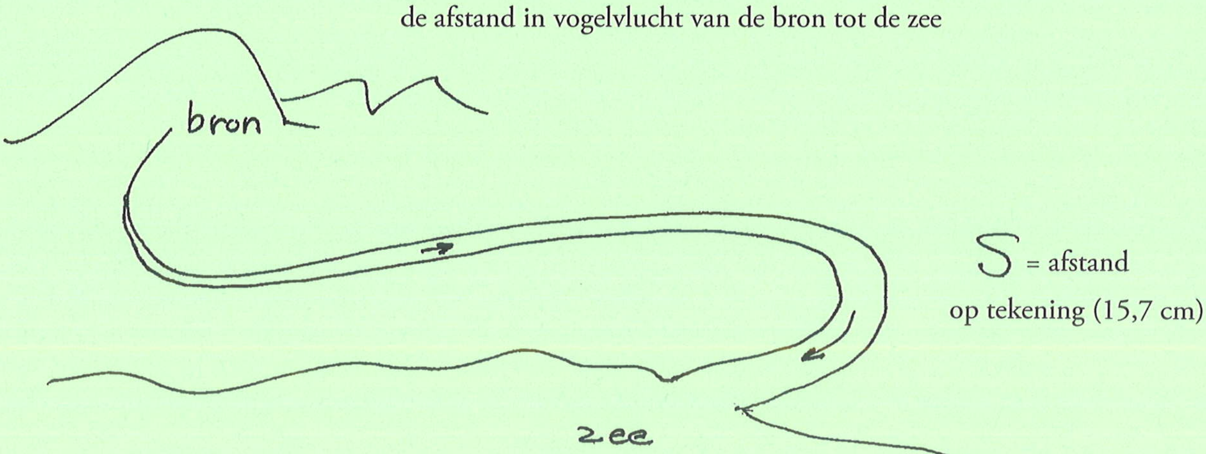
13. PI IN VOGELVLUCHT

Wat heeft Einstein met pi te maken? Hij koppelde zijn theorie over rivieren aan pi. Een rivier stroomt nooit netjes in een rechte lijn van de bron naar de zee. Een professor in Cambridge berekende de verhouding tussen de werkelijke afstand die een rivier aflegt en de afstand in vogelvlucht tussen de bron/de oorsprong en de zee. Wat is die verhouding?
I staat voor de afstand in vogelvlucht, S voor de s-vormige afstand van de bron/de oorsprong tot de zee.

3,14	x	I	=	S
3,14	x	I	**IS**	S



de afstand in vogelvlucht van de bron tot de zee



de S-vormige afstand van de bron tot de zee

de schaal is 1:4 000 000 of 1/4 000 000

a. Wat is de afstand van de bron van de rivier tot de zee in vogelvlucht? ....200........ km

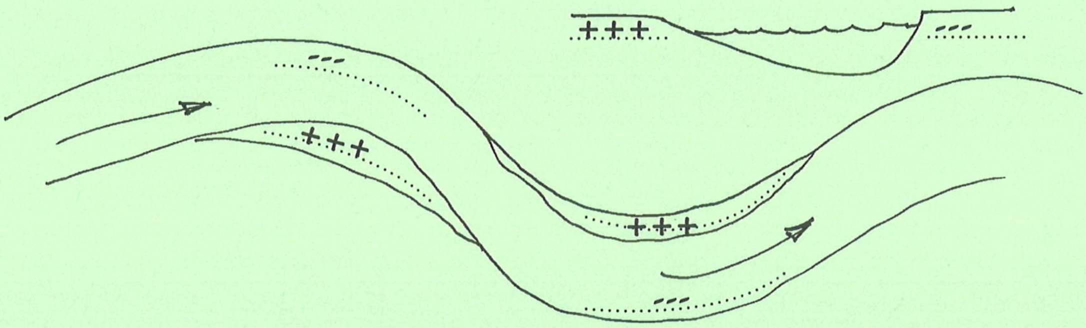
b. Wat is de werkelijke afstand van de bron van de rivier tot de zee? ..628................ km

c. Wat is de verhouding van de werkelijke afstand en de afstand in vogelvlucht? ....3,14.............

d. Vergelijk die verhouding met pi ($\pi \approx 3,14$).

14. PI MEANDERT

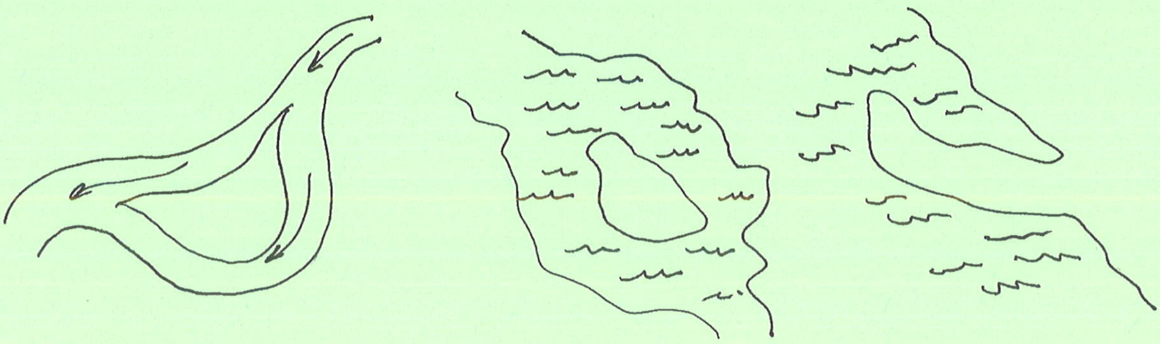
Zet in de bochten mintekens (- - -) waar het water de grond wegspoelt en plustekens (+ + +) waar het water de grond afzet.



Een natuurlijke waterloop (beek, rivier of zeestroming) **meandert**, maakt vanzelf steeds meer bochten en lussen. Dat komt door de snelheid van het stromende water. In de buitenbocht vloeit het water het snelst en wordt de grond weggespoeld. Door het **eroderen**, het afbrokkelen van de grond aan die kant ontstaat er nog een scherpere bocht. Daardoor gaat het water nog sneller stromen en schrijdt het meanderen verder tot de cirkel rond is of gesloten wordt. Op een bepaald ogenblik snijdt de rivier zichzelf. Dan kiest het water de kortste, dus rechte weg. De waterloop kronkelt minder en de lus snijdt zichzelf helemaal af. Op die manier ontstaat een hoefijzermeer. Geleidelijk aan herneemt de waterloop zijn oude loop. Deze twee tegengestelde krachten, het krommer worden en het minder krom of rechter worden van de rivier hebben als verhouding π. Wie heeft deze verklaring voor het eerst bedacht? Jawel, Einstein.

a. Kies uit en vul in

eiland - schiereiland - rivierarm

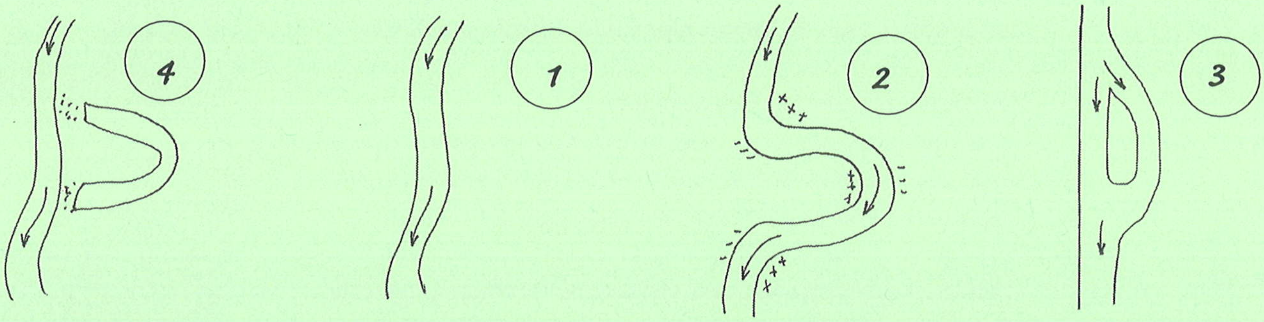


..........rivierarm.............. ....eiland.............. ....schiereiland........

b. Nummer de evolutie van een meanderende rivier van 1 tot 4.

c. Kies uit en vul in.

meanderende rivier - lus in de rivier - oude afgesloten rivierarm van schiereiland naar eiland - rivierbocht - hoefijzermeer - schiereiland



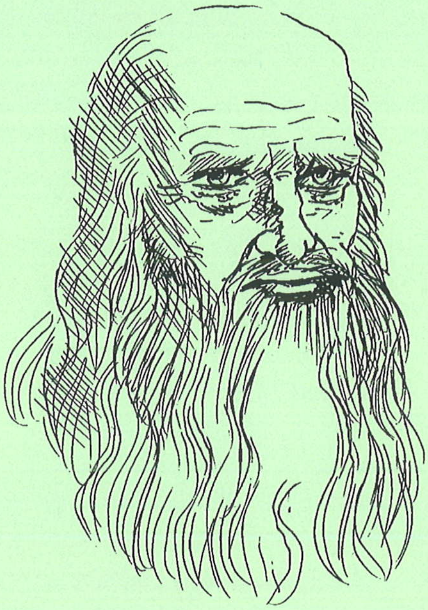
oude afgesloten	meanderende	lus in de rivier	van schiereiland
rivierarm	rivier	schiereiland	naar eiland
hoefijzermeer	rivierbocht		

d. Kies uit en vul het schema in.
Plaats de tegengestelde woorden op dezelfde rij.

steile oever - aanslibben grond - scherpe(re) hoek - harde oever - stootoever - snel(ler) stromend water - sedimentatie - afzetten grond - zachte oever - erosie - afkalven grond - glijoever - flauwe oever - stompe(re) hoek - wegspoelen grond - tra(a)g(er) stromend water

binnenbocht	buitenbocht
stompe(re) hoek	scherpe(re) hoek
tra(a)g(er) stromend water	snel(ler) stromend water
sedimentatie	erosie
afzetten grond	wegspoelen grond
aanslibben grond	afkalven grond
glijoever	stootoever
flauwe oever	steile oever
zachte oever	harde oever

15. LEONARDO DA VINCI EN DE KWADRATUUR VAN DE CIRKEL



Wat is het kwadratuur van de cirkel?
Dit wiskundig vraagstuk werd voor het eerst geformuleerd door wiskundigen in het oude Griekenland. Hippocrates en Archimedes verdiepten zich in de meetkunde. In de laatste driehonderd jaar hebben wiskundigen tevergeefs geprobeerd het probleem van de kwadratuur van de cirkel op te lossen.

Wat is het kwadratuur van de cirkel?
Is het mogelijk om alleen met behulp van een passer, een liniaal en een winkelhaak, een vierkant te construeren met exact dezelfde oppervlakte als een gegeven cirkel?

Om de oppervlakte van een vierkant te berekenen, gebruik je de formule:

basis x hoogte
1 cm x 1 cm = 1 cm^2 (of 1 cm in het kwadraat)
2 cm x 2 cm = 4 cm^2 (of 2 cm in het kwadraat)

zijde x zijde
1 cm x 1 cm = 1 cm^2 (of 1 cm in het kwadraat)
2 cm x 2 cm = 4 cm^2 (of 2 cm in het kwadraat)

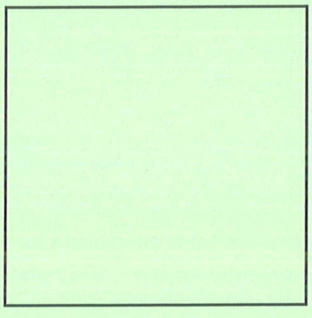
Onderaan zijn twee vierkanten getekend met als zijde 4 cm.

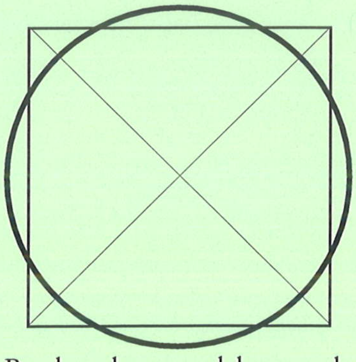
a. Teken in het rechter vierkant een cirkel met ongeveer dezelfde oppervlakte als het vierkant.
Het middelpunt van de cirkel is het snijpunt van de diagonalen van het vierkant.

b. Wat is bij benadering de lengte van de diameter van de cirkel? 4,5 cm

c. Pi = 3,14. Bereken de straal van de cirkel, afgerond op 1 duizendste, die dezelfde oppervlakte heeft als het vierkant waarvan een zijde gelijk is aan 4 cm. 2,257 cm

16 cm^2 : 3,14 = 5,094 cm^2; 2,257 cm x 2,257 cm = 5,094 cm^2





d. Bereken de oppervlakte van het vierkant.

4 cm x 4 cm = 16 cm^2

e. Bereken de oppervlakte van de cirkel.

3,14 x 2,257 cm x 2,257 cm =
15,9953 cm^2

f. Kruis de correcte mogelijkheden aan.
'De kwadratuur van de cirkel' is een vorm van beeldspraak, een metafoor, die voor een bepaalde onderneming, klus of karwei wordt gebruikt om uit te drukken dat

☒ ze nutteloos is

☐ ze boeiend is

☐ ze mysterieus is

☐ ze onverklaarbaar is

☒ ze tevergeefs is

☐ ze van wiskundige of rekenaard is

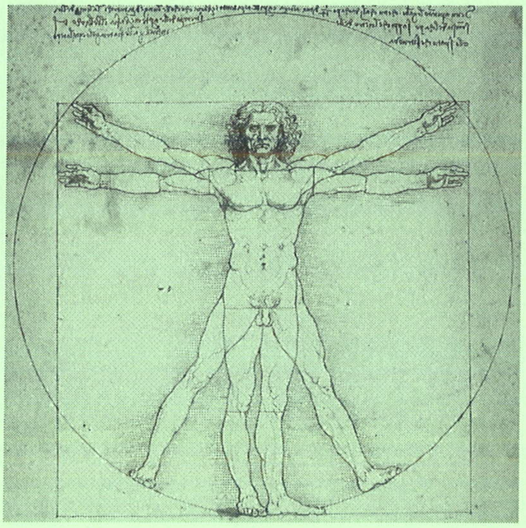
Een heel interessante tekening is '**De Man van Vitruvius'** (1452-1519) van de bekende kunstenaar en geleerde Leonardo da Vinci (zie figuur 1a en 1b). In deze schets toont hij dat het menselijk lichaam de cirkel lijkt te kwadrateren.

g. Wanneer de man zijn armen uitstrekt en ze horizontaal houdt, past hij precies in het vierkant.
Kleur de man en overtrek de omtrek van het vierkant in figuur 1a.

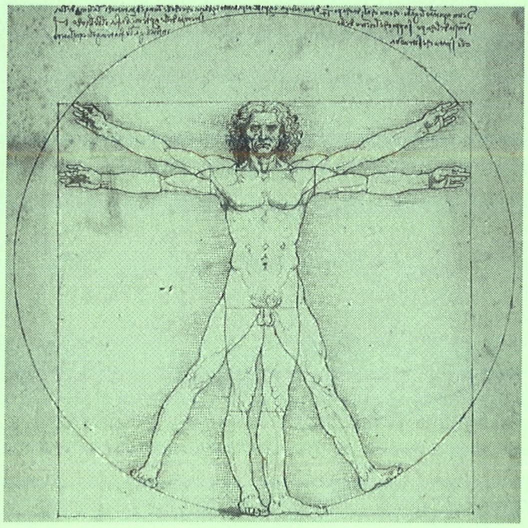
h. Wanneer hij zijn benen spreidt en zijn armen omhoog houdt, wordt het lichaam van de man perfect omschreven door de cirkel.
Kleur de man en overtrek de omtrek van de cirkel in figuur 1b.

De omtrek van het vierkant 'is ongeveer gelijk' aan die van de cirkel. Deze schets bevat heel wat verborgen geheime geometrie.

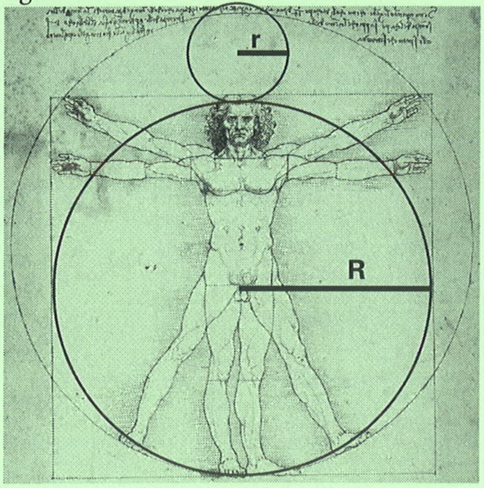
figuur 1a



figuur 1b



figuur 2



Hierbij wordt het menselijke lichaam beschouwd als een blauwdruk, een kopie van het heelal vanwege de verhoudingen in het lichaam (zie figuur 2).
Aan de oorspronkelijke tekening zijn twee cirkels toegevoegd. De grootste wordt omschreven door het vierkant. De kleinere cirkel ligt tussen de buitenste en de binnenste cirkel en raakt ze allebei.

i. Bereken:
- de omtrek en de straal van de kleine en grote cirkel.
- de verhouding van de omtrek, de diameter en de straal van de kleine cirkel tot die van de grote.

	kleine cirkel	grote cirkel	verhouding kleine cirkel/grote cirkel
omtrek	4,239 cm	15,7 cm	4,239 cm : 15,7 cm = 0,27
diameter	1,35 cm	5 cm	1,35 cm : 5 cm = 0,27
straal	0,675 cm	2,5 cm	0,675 cm : 2,5 cm = 0,27

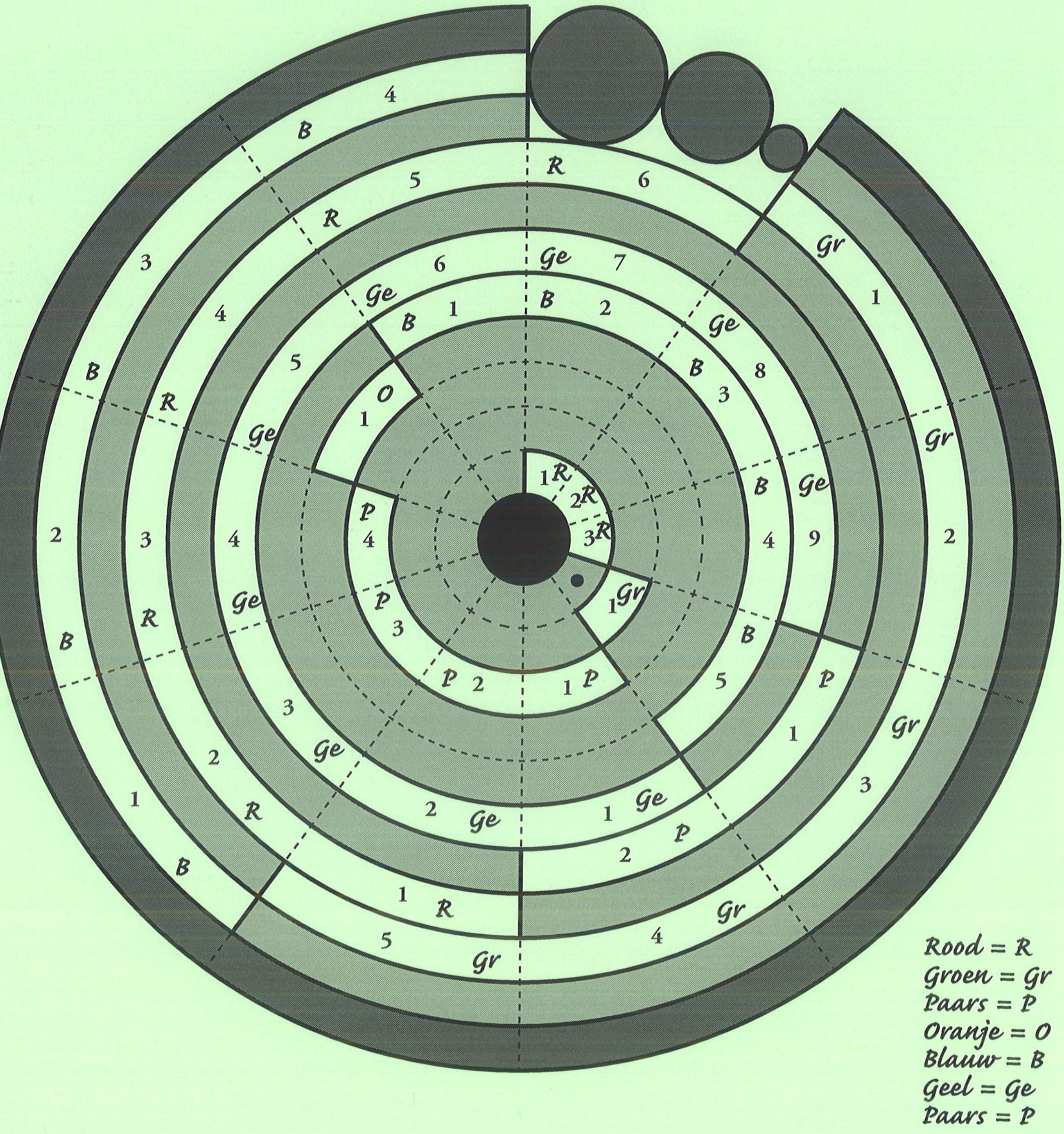
j. Bereken:
- de diameter, de straal van de maan en de aarde. (rond af tot op 1 km)
- De verhouding van de omtrek, de diameter en de straal van de maan tot die van de aarde. (rond af tot op 1 tienduizendste)

	maan	aarde	verhouding maan/aarde
omtrek (midden)	10 914 km	40 054 km	10 914 km : 40 054 km = 0,2725
diameter	3 476 km	12 756cm	3 476 km : 12 756 km = 0,2725
straal	1 738 km	6 378 km	1 738 km : 6 378 km = 0,2725

k. De verhouding tussen de diameter van de kleine cirkel en de diameter van de grote cirkel is ongeveer (≈) dezelfde als de verhouding tussen de diameter van de maan en de diameter van de aarde.
Met welke breuk komt die verhouding ongeveer overeen? 1 / 4

16. EEN PI-ZONDERE GRAANCIRKEL

'De perfecte pi' is volgens sommigen de meest complexe graancirkel die ooit is gemaakt. Deze beoordeling is te wijten aan de aura van ongrijpbaarheid die het getal pi omgeeft.
Dit gigantische kunstwerk werd op 1 juni 2008 in een graanveld gestampt, in het dorp Wroughton, in het Zuid-Engelse district Wiltshire. De natuurkundige Mike Reed ontwierp het patroon waarbij de cirkel een perfecte grafische afbeelding is van het getal pi tot negen cijfers na de komma: 3,141592654. De diameter van de graancirkel is ongeveer 100 meter en is opgebouwd uit **concentrische cirkels**. Dat zijn cirkels met eenzelfde middelpunt maar met verschillende straal. Het herkennen van het pi-patroon was een ingenieuze prestatie op zich.



Hoe zit het diagram in elkaar?

De cirkel is zoals een vogelpik ingedeeld in 10 gelijke sectoren met elk een hoek van 36°. Deze schijf bestaat ook uit 12 concentrische cirkels die gordels vormen: 1 zwarte volle cirkel in het centrum, 10 gekleurde gordels, die elkaar gedeeltelijk overlappen en een afsluitende, laatste gordel met 9 fragmenten. De doorsnede van de sectoren en de gordels vormen een aantal zichtbare genummerde cirkelfragmenten per sector.

Door de zichtbare cirkelfragmenten te nummeren in elke opeenvolgende cirkel, te beginnen vanuit het centrum, krijg je een opeenvolgend cijfer van pi. Het centrum krijgt geen cijfer en het punt in de tweede cirkel telt als komma, zoals op de ZRM (zakrekenmachine). De drie cirkeltjes in de buitenrand duiden aan dat pi oneindig is.

a. Kleur de pi-zondere of perfecte pi-graancirkel als volgt:
het centrum zwart, daarna van binnen naar buiten
1^e gordel: 3 fragmenten rood
2^e gordel: 1 fragment groen
3^e gordel: 4 fragmenten paars
4^e gordel: 1 fragment oranje
5^e gordel: 5 fragmenten blauw
6^e gordel: 9 fragmenten geel
7^e gordel: 2 fragmenten paars
8^e gordel: 6 fragmenten rood
9^e gordel: 5 fragmenten groen
10^e gordel: 4 fragmenten blauw (afgerond 3,1415926535 naar 3,141592654)
11^e gordel: 9 fragmenten grijs, om duidelijk de 10 sectoren aan te geven.
Daar de 10 sectoren nooit volledig gebruikt worden (3 of 1 of 4 of 1 of 5 of 9 enzovoort) komen er dichter naar het centrum toe lege gordelfragmenten vrij.

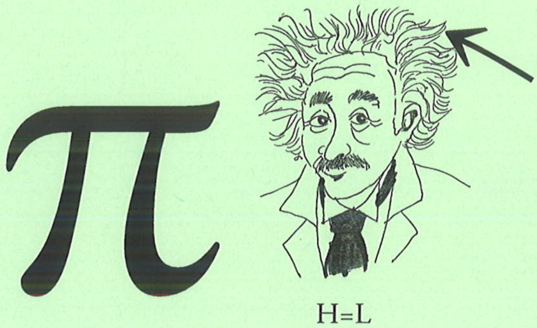
b. Waarom is de afronding van het negende cijfer (tiende gordel) na de komma overbodig?

c. Teken zelf een pi-zondere graancirkel!

17. PI-DROEDELS EN PI-REBUSSEN

Een rebus is een soort woordpuzzel of -raadsel waarin tekeningen gebruikt worden om woorden of woorddelen voor te stellen. Daarnaast bestaat de rebus meestal uit letters die toegevoegd, verwijderd of vervangen moeten worden door andere letters.
De term is ontleend aan het Latijnse 'rebus' (= door dingen uitgedrukt).

a. Los op en vul de rebus in! ....*pilaar*..................................



H=L

..................*pi* + ~~*h*~~ *laar*..................................

Een droedel is een raadsel en een woordspel waarbij alleen letters gebruikt worden en waarbij de onderlinge positie dikwijls van belang is.

b. Los op en vul de droedel in! ...*verspilling*.........................

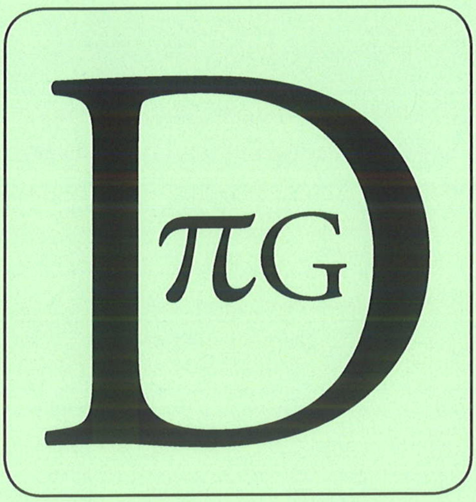
Hint: in het kader zit een bijzonder tekstgenre.

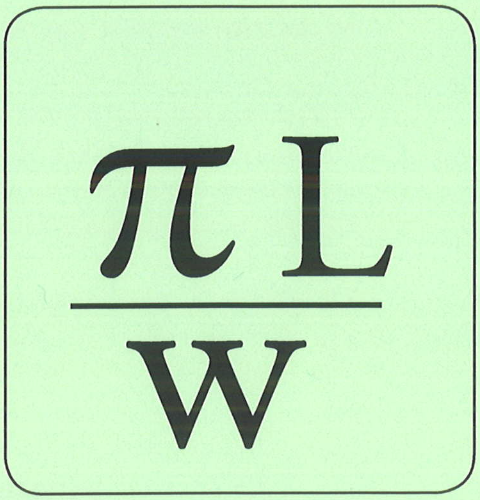
't Is niet altijd simpel,
'n droedel op te lossen,
en dat zonder hulp van
slimme vossen.

Lukt het je nog niet
misschien?
Probeer dan toch wat
verder te zien ...

(Emy Geyskens)

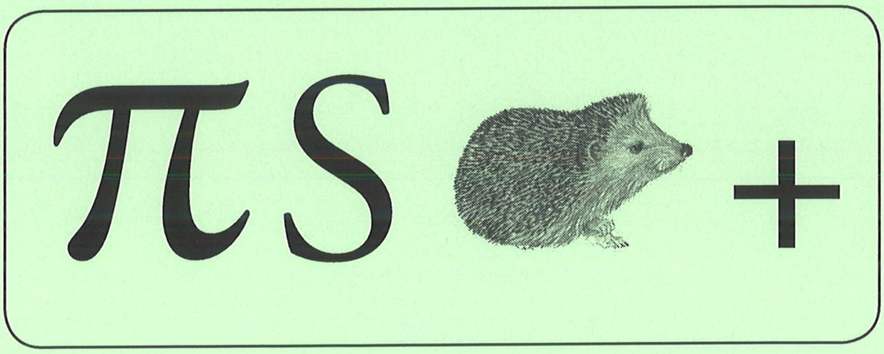
.............*vers*............. ....*pi*............. ....*ll in g*.............



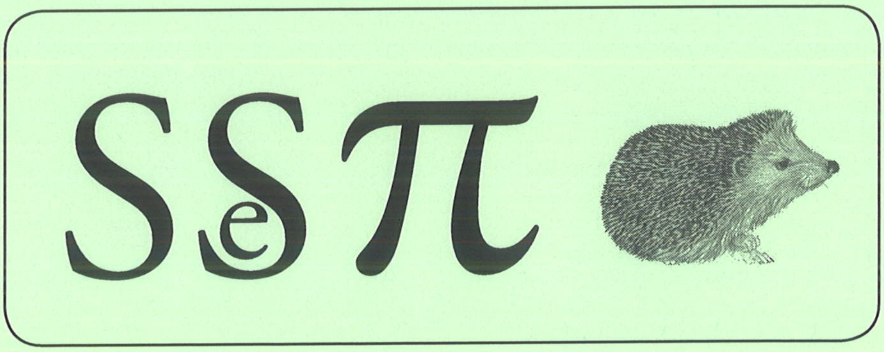


dompig

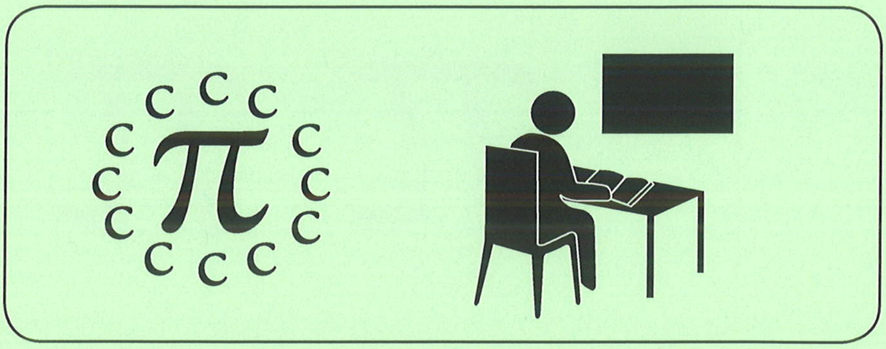
wonderpil



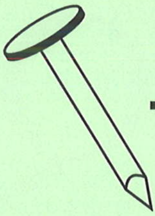
voorspiegelen



seinspiegel (heliograaf)



compileren

$S\pi O$  -L

spionage

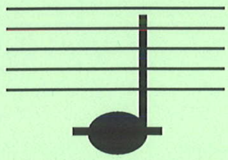
π EK

piek

$\pi\ \pi$

P = T

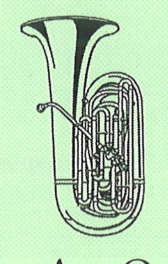
.... tipi ....

Q π 

.... cupido ....

$$\frac{2K}{\pi G}$$

.... tweekoppig ....


A = O

π

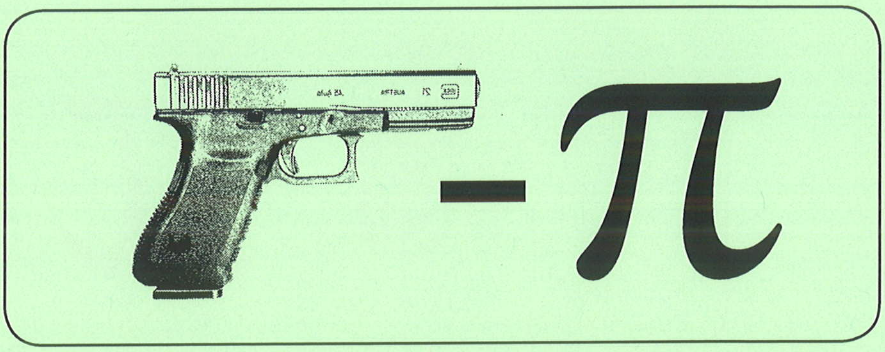
........................Pinatubo........................

πR ME

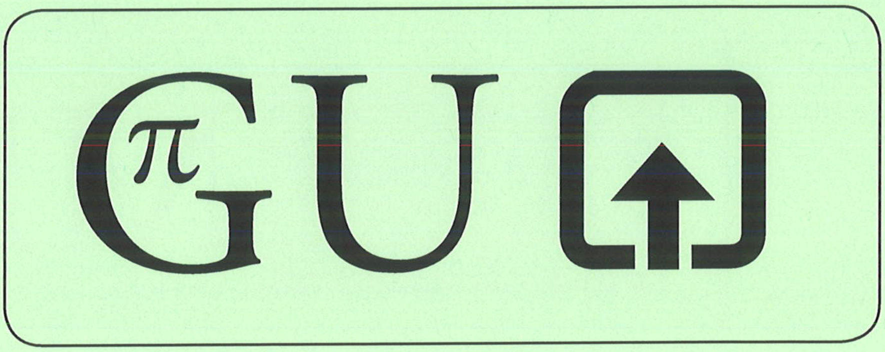
........................Menapiër........................


$- \pi$

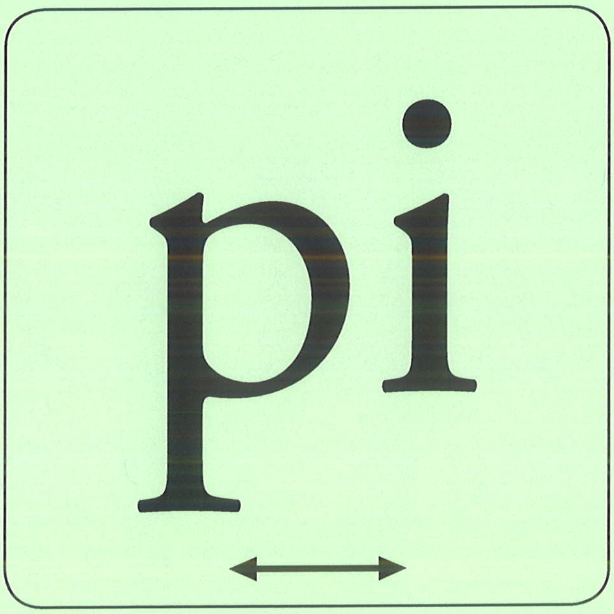
........................raat........................



pistool



pinguïn



IQ

π_R N 6

Z=S

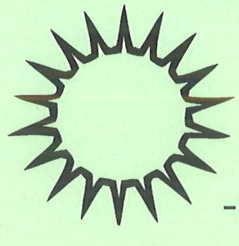
.............................prinses.............................

π

-K

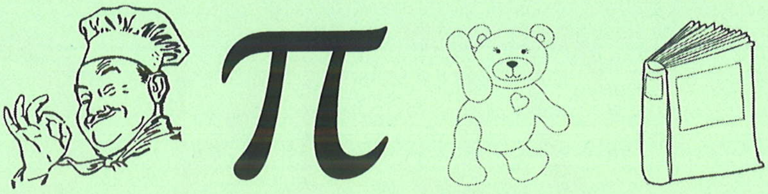
.............................piano.............................

π



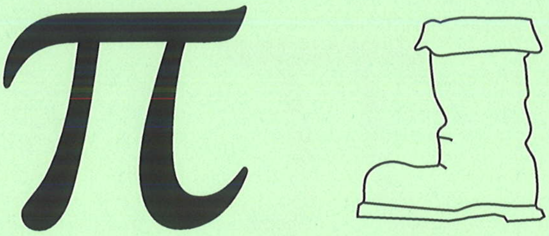
-Z

.............................pion.............................



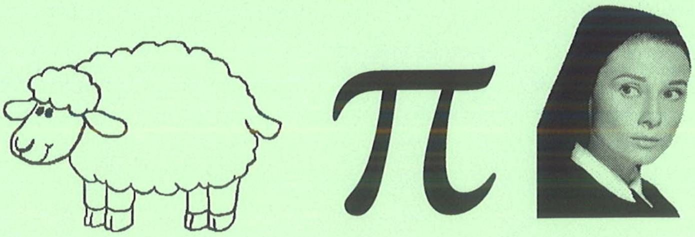
-K -B

kopieerboek



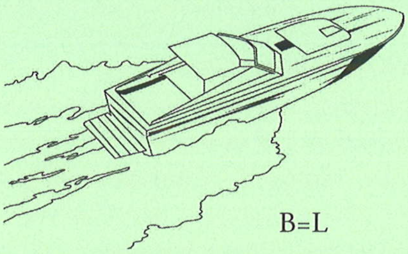
-S

pilaar

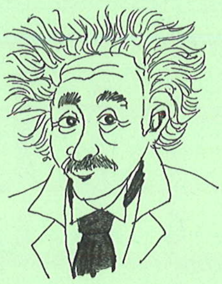


-N

lampion

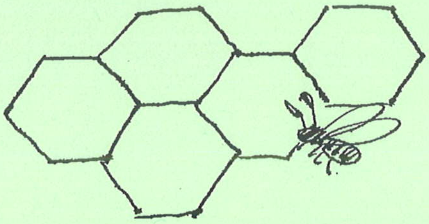
π 

............................piloot...............................

 πG

............................koppig...............................

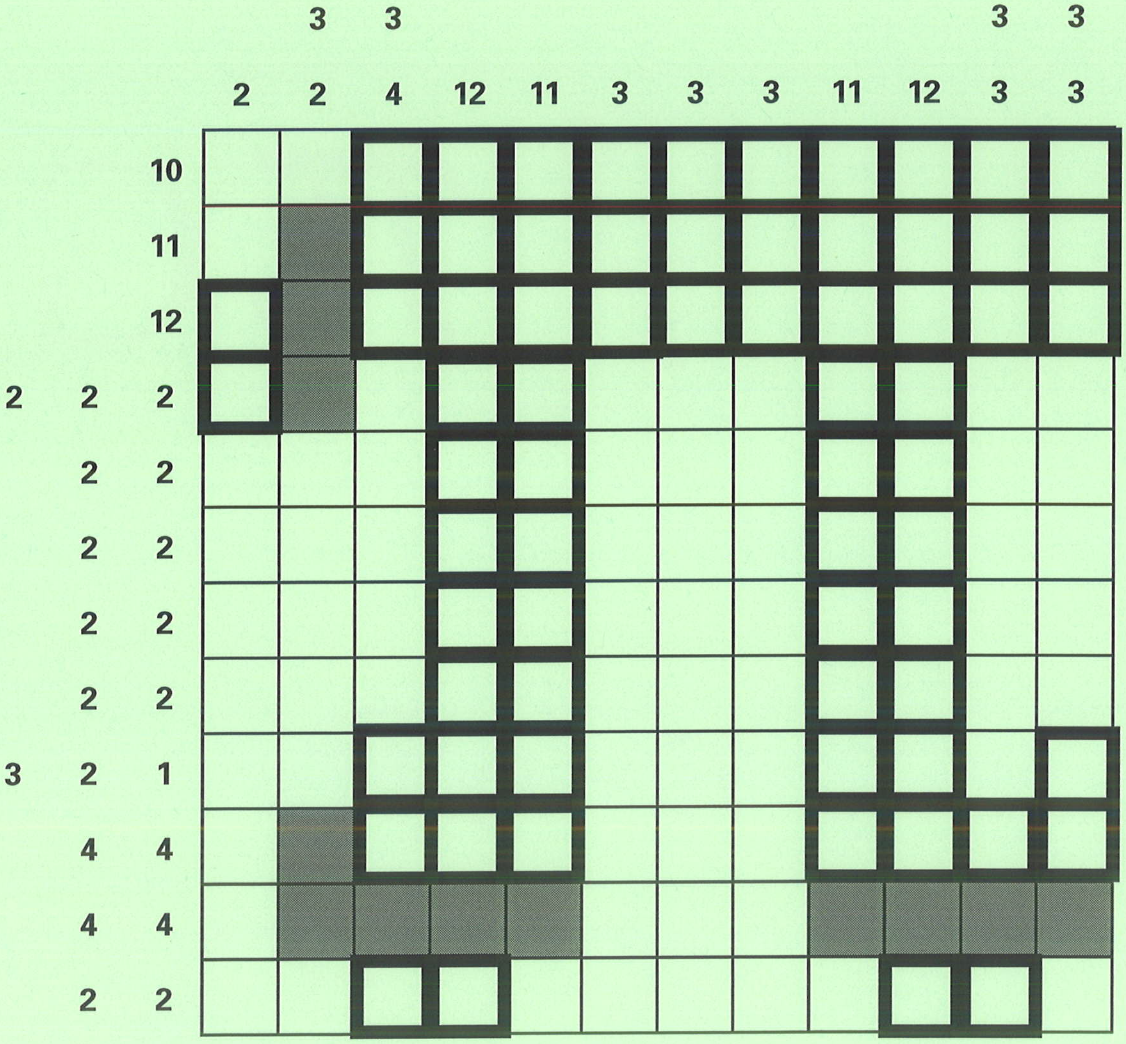
π + 

π + 

............................Piet Piraat...............................

18. PI-PUZZELS

a. Maak de Japanse puzzel
Bij de getallen boven de kolommen en naast de rijen, passen aaneengesloten ingekleurde vakjes. De reeksen van 1, 2, 3 of 4 getallen per kolom of rij worden gescheiden door witte vakjes. Bijvoorbeeld met 3 en 2 boven de 2^{e} kolom moet je van bovenaf ergens 3 en ergens 2 aaneengesloten vakjes inkleuren. Met 4 en 4 naast de 11^{e} of voorlaatste rij moet je vanaf links ergens 4 en nogmaals ergens 4 aaneengesloten vakjes inkleuren.



b. Maak de sudoku puzzel

In deze sudoku puzzel staan de eerste 32 opeenvolgende cijfers van het getal pi 3,14159265358979 32384626433832795 ingevuld.

Let op: Alle cijfers van 1 tot 9 moeten ingevuld worden in elke rij, in elke kolom en in elk vierkant van 3 x 3 vierkantjes van 1 cm^2.

5	9	7	8	2	3	6	1	4
3	8	6	7	4	1	5	9	2
1	4	2	9	6	5	8	7	3
6	2	1	3	5	8	9	4	7
4	5	9	6	1	7	3	2	8
7	3	8	4	9	2	1	5	6
2	6	5	1	8	4	7	3	9
9	7	4	5	3	6	2	8	1
8	1	3	2	7	9	4	6	5

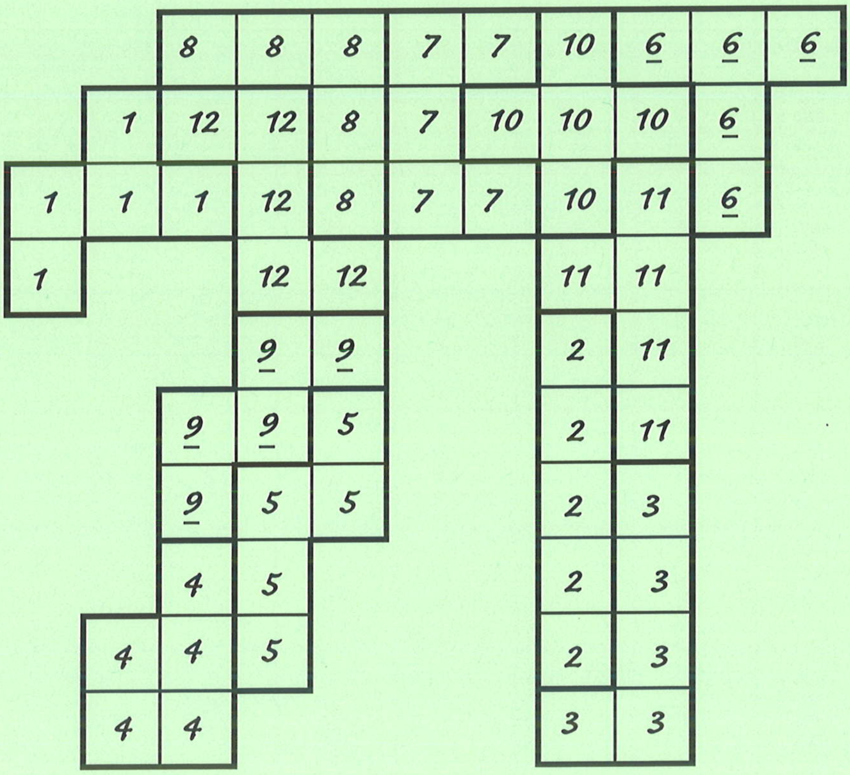
c. Maak de pentomino puzzel

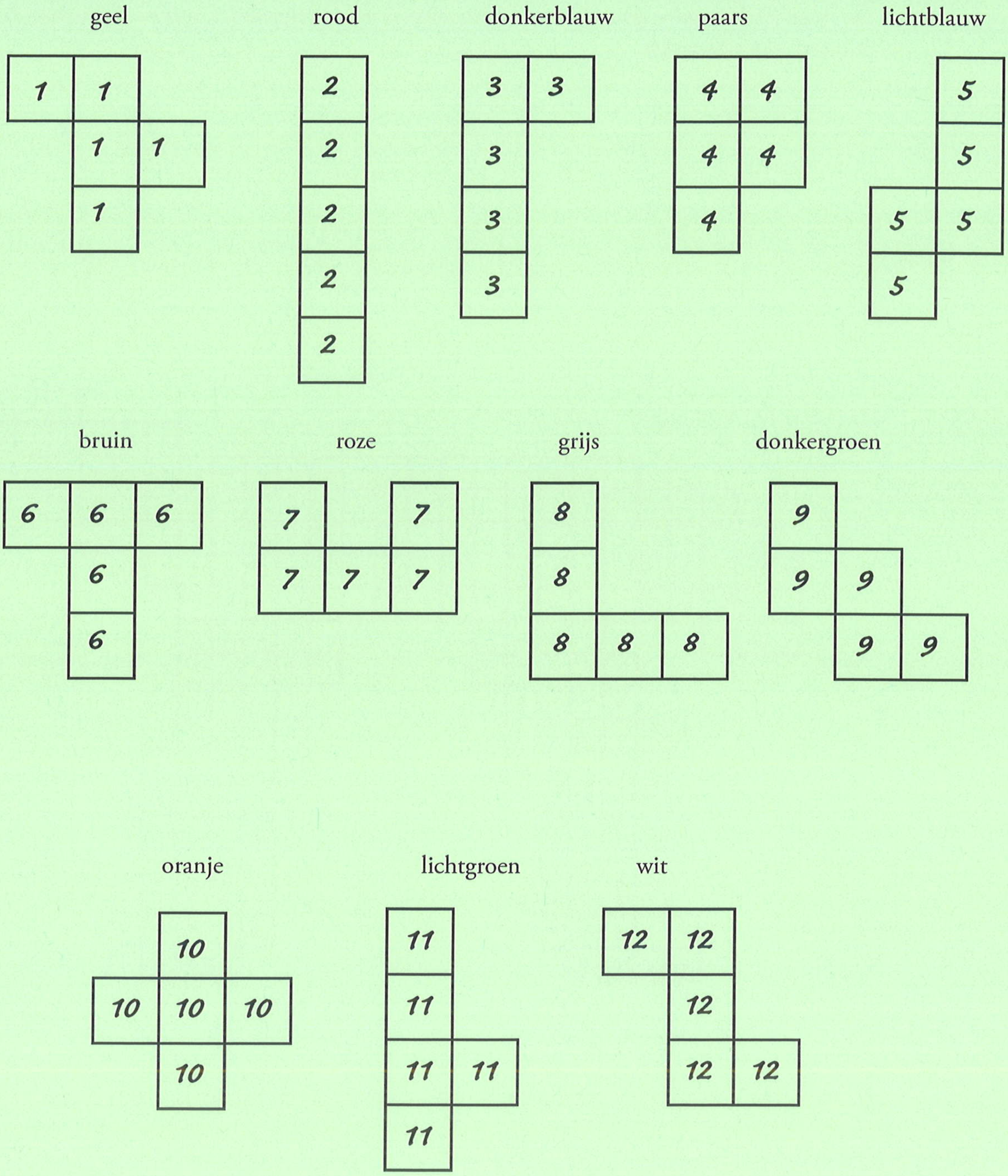
Een polyomino bestaat uit een figuur gevormd uit vierkantjes als basisvorm. De figuur (bijvoorbeeld een pentomino met 5 vierkantjes) vormt één geheel en de vierkantjes raken elkaar aan minstens één zijde.

Polyomino's met 1 tot 6 vierkanten worden respectievelijk monomino's, domino's, tromino's (of triomino's), tetromino's, pentomino's en hexomino's genoemd. Polyomino's komen voor in populaire puzzels.

De volgende pentomino puzzel bevat 12 pentomino's of aaneengesloten stukjes van telkens 5 vierkantjes, in totaal 60 vierkantjes.

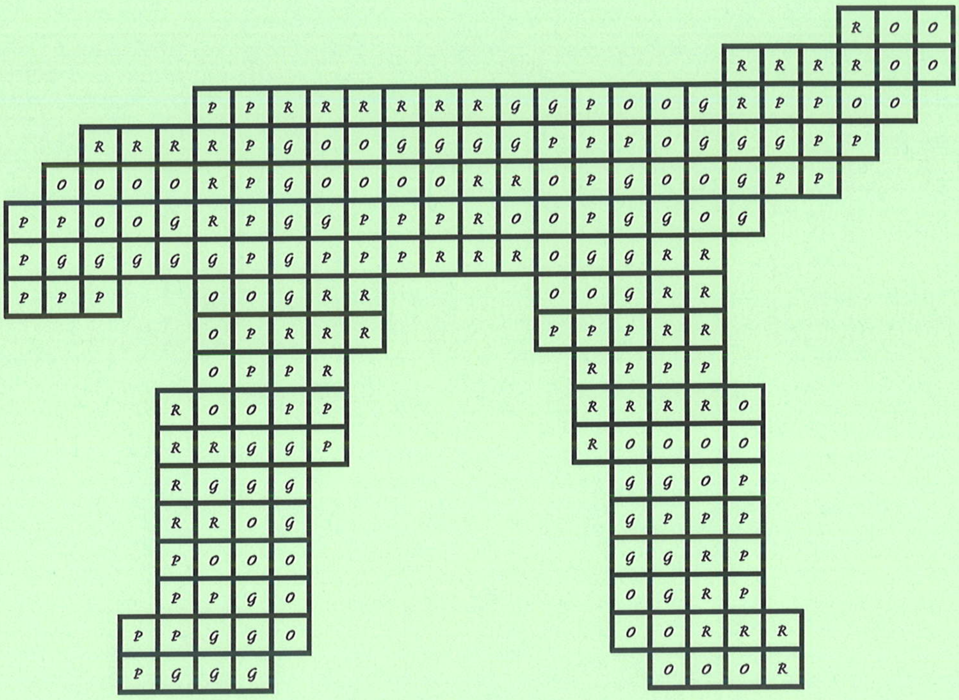
Kleur de pentomino's volgens de opdracht en kleur ze op dezelfde manier in de onderstaande pi-tekening.



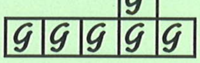

geel
1 1
1 1
1
rood
2
2
2
2
2
donkerblauw
3 3
3
3
3
paars
4 4
4 4
4
lichtblauw
5
5
5 5
5
bruin
6 6 6
6
6
roze
7 7
7 7 7
grijs
8
8
8 8 8
donkergroen
9
9 9
9 9
oranje
10
10 10 10
10
lichtgroen
11
11
11 11
11
wit
12 12
12
12 12

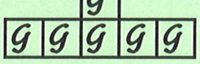
d. Maak de hexomino puzzel

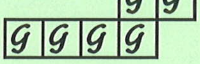
De volgende hexomino-puzzel bevat 35 hexomino's of aaneengesloten stukjes van telkens 6 vierkantjes, in totaal 210 vierkantjes.



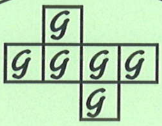
- Kleur deze hexomino's geel.

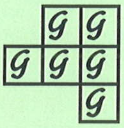

geel 1

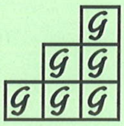

geel 2


geel 3


geel 4

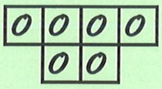

geel 5

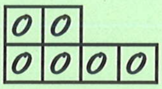

geel 6

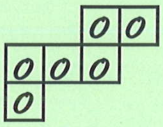

geel 7

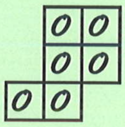

geel 8

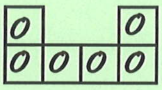
- Kleur deze hexomino's oranje.

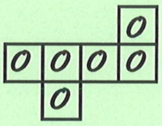

oranje 1

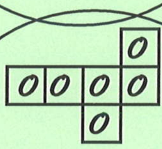

oranje 2

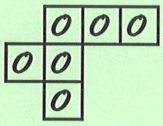

oranje 3

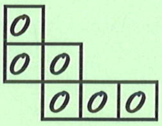

oranje 4


oranje 5

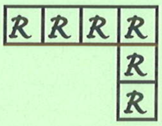

oranje 6


oranje 7

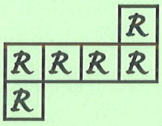

oranje 8

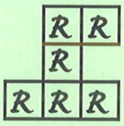

oranje 9

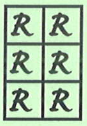
- Kleur deze hexomino's rood.

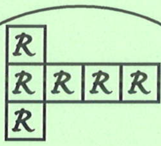

rood 1

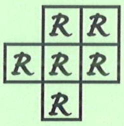

rood 2

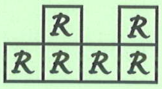

rood 3

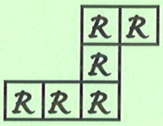

rood 4


rood 5


rood 6


rood 7


rood 8


rood 9