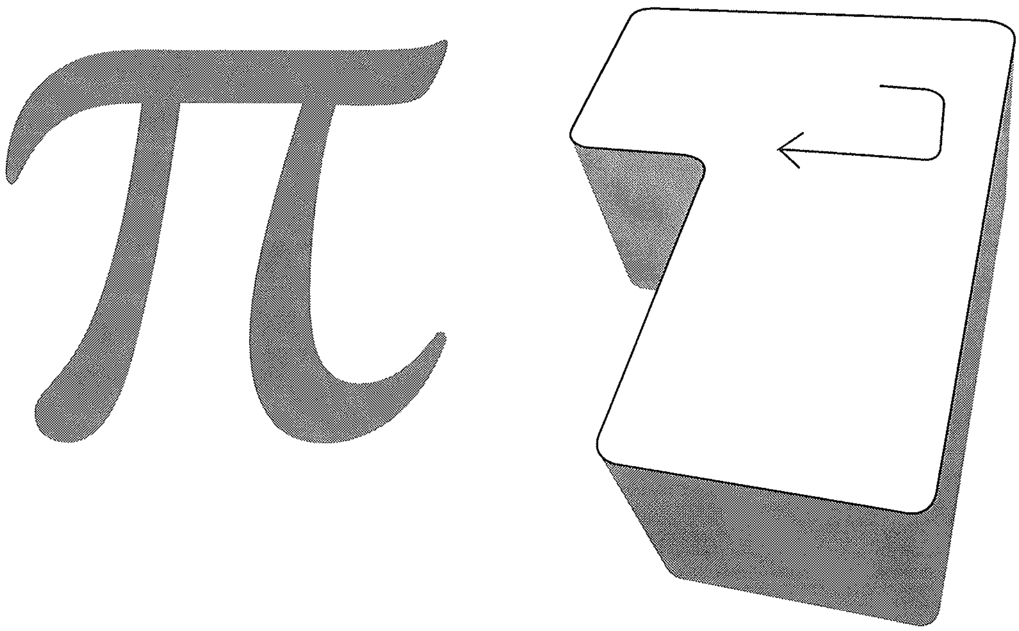
THEMA

De Pi-code

3,
141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944
592307816406286208998628034825342117067982148086513282306647
093844609550582231725359408128481117450284102701938521105559
644622948954930381964428810975665933446128475648233786783165
271201909145648566923460348610454326648213393607260249141273
724587006606315588174881520920962829254091715364367892590360
011330530548820466521384146951941511609433057270365759591953
092186117381932611793105118548074462379962749567351885752724
891227938183011949129833673362440656643086021394946395224737
190702179860943702770539217176293176752384674818467669405132
000568127145263560827785771342757789609173637178721468440901
224953430146549585371050792279689258923542019956112129021960
864034418159813629774771309960518707211349999998372978049951
059731732816096318595024459455346908302642522308253344685035
261931188171010003137838752886587533208381420617177669147303
598253490428755468731159562863882353787593751957781857780532
171226806613001927876611195909216420198938095257201065485863
278865936153381827968230301952035301852968995773622599413891
249721775283479131515574857242454150695950829533116861727855
889075098381754637464939319255060400927701671139009848824012
858361603563707660104710181942955596198946767837449448255379
774726847104047534646208046684259069491293313677028989152104
752162056966024058038150193511253382430035587640247496473263
914199272604269922796782354781636009341721641219924586315030
286182974555706749838505494588586926995690927210797509302955
321165344987202755960236480665499119881834797753566369807426
542527862551818417574672890977772793800081647060016145249192
173217214772350141441973568548161361157352552133475741849468

DE PI-CODE: 6e LEERJAAR + / GROEP 8 + 1e JAAR SECUNDAIR / VOORTGEZET ONDERWIJS



Zoek het pi-woord!
Hint: Hoe slim is de return? ....

DE PI-CODE: 6e LEERJAAR + / GROEP 8 + 1e JAAR SECUNDAIR / VOORTGEZET ONDERWIJS

1. WIST JE DAT?

- pi een oneindig aantal decimalen, cijfers na de komma heeft en begint met 3,14…?

- pi en de computer elkaar nodig hebben?

- in 2002 het team van professor Yasumasa Kanada van de universiteit van Tokio met een Hitachi supercomputer het getal pi tot 1,24 biljoen (ruim miljoen x miljoen) decimalen heeft berekend tijdens 400 uur rekentijd?

- tegenwoordig het berekenen van π wordt gebruikt om de snelheid van computers te onderzoeken?

- je op de 'Pi-search Page' site (http://www.angio.net/pi/piquery) een aantal cijfers kunt intikken, bijvoorbeeld je geboortedatum, en die dan in verschillende posities kunt lokaliseren?

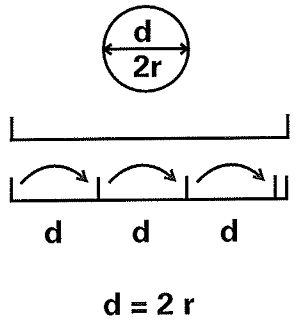
- het 14 maart (3/14, niet 14/3 of 31/4) pi-dag is op veel Amerikaanse, maar ook op Vlaamse en Nederlandse scholen?

- 14 maart ook de geboortedag is van de geleerde natuurkundige Einstein?

- dat het ultieme pi-moment op 14 maart 1592 (3/14/1592 in de Amerikaanse schrijfwijze voor data) om 6:53:58 (6 uur, 53 minuten en 58 seconden) was, wat overeenkomt met de eerste 12 cijfers van π (3,14159265358)

- dat π in heel wat meetkundige formules (hoek, omtrek, oppervlakte, inhoud, volume) zit die te maken hebben met een cirkel, een ellips, een bol, een cilinder en een kegel?

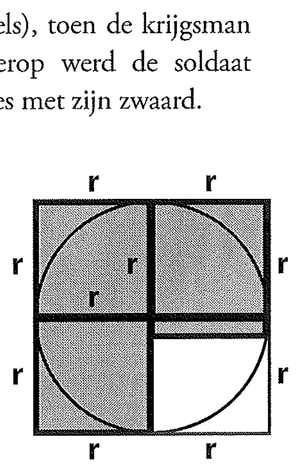
2. (H)EUREKA, ARCHIMEDES BEREKENT ALS EERSTE PI WISKUNDIG!



To(ut) π or not to(u)t π?
Een diameter (Grieks: diametros, 'doormeter') gaat ruim driemaal in de omtrek van een cirkel. De constante verhouding van de omtrek en de diameter, of de omtrek gedeeld door de diameter, **is het getal pi** ($\pi \approx 3{,}14$).

Eureka of Heureka betekent: **'ik heb het gevonden'**. Het is de Griekse uitspraak ευρηκα/ηυρηκα, de voltooid tegenwoordige tijd van ευρισκω, heuriskoo - ik vind. De uitroep is beroemd geworden, omdat volgens een anekdote, een kort grappig verhaaltje, **Archimedes** naakt door de straten van Syracuse rende. Toen zou hij '(h)eureka' hebben geroepen na het ontdekken in zijn bad van een naar hem genoemde wet. Sindsdien is '(h)eureka' een blijde uitroep als iemand een moeilijke opgave heeft opgelost. Hopelijk mag jij in dit thema dikwijls '(h)eureka' roepen.

Archimedes werd vermoord door een overijverige, impulsieve Romeinse soldaat bij de inname van Syracuse, een Griekse kolonie op het Italiaanse eiland Sicilië. Volgens een overgeleverd verhaal had Archimedes een wiskundig cirkeldiagram/taartdiagram in het zand getekend en was hij hierover aan het nadenken.
Verstrooid riep hij uit: 'Verstoor mijn cirkels niet!' (Grieks: μη μου τους κυκλους ταραττε, vaak in het Latijn weergegeven als 'Noli turbare circulos meos') 'Don't disturb my circles!' (Engels), toen de krijgsman binnenkwam en over zijn tekening liep. Hierop werd de soldaat woedend en doodde de toen bejaarde Archimedes met zijn zwaard.



Pi is ook de constante verhouding van de oppervlakte van de cirkel en het kwadraat van de straal (straal x straal). Deze wiskundige constante wordt ook wel de **constante van Archimedes** * genoemd. Waarom Archimedes die eer krijgt, verneem je verder in dit thema wel.

Hoe je inzichtelijk tot pi komt, vind je verder op de pagina's 16, 61, 64, 66.
3,14 en zelfs het kommagetal 3,14159265358979323846264338327950288... is maar een fractie, een deeltje van het merkwaardige decimale getal π dat momenteel tot 1,24 biljoen cijfers na de komma berekend is. Ruim 2 000 jaar geleden waren er nog geen computers. Pet af voor Archimedes.

** Archimedes van Syracuse (287 - 212 v.C.) was een Oud-Griekse wiskundige, natuurkundige, ingenieur, uitvinder en sterrenkundige. Hij wordt beschouwd als een van de belangrijkste wetenschappers uit de klassieke oudheid.*

a. Zoek informatie op over het leven, de uitvindingen en de wet van Archimedes.

b. Vertaal in het Latijn en in het Engels:

	Latijn	Engels		Latijn	Engels
cirkels:	....	....	mijn:	....	....
verstoren:	....	....	niet:	....	....

c. Wat blijkt uit de vorige tekst? Kruis 2 correcte antwoorden aan.

O Archimedes was een naturist, nudist, naaktloper…

O Archimedes was een wetenschapper.

O Archimedes was erg op hygiëne gesteld.

O De Romeinen waren oorlogsvoerders.

O Archimedes had net voor zijn dood de cirkel uitgevonden.

d. Waarom is het verhaal over de dood van Archimedes geen anekdote?

....

e. Waarom werd de soldaat daarna wellicht door zijn bevelhebber gedood?

....

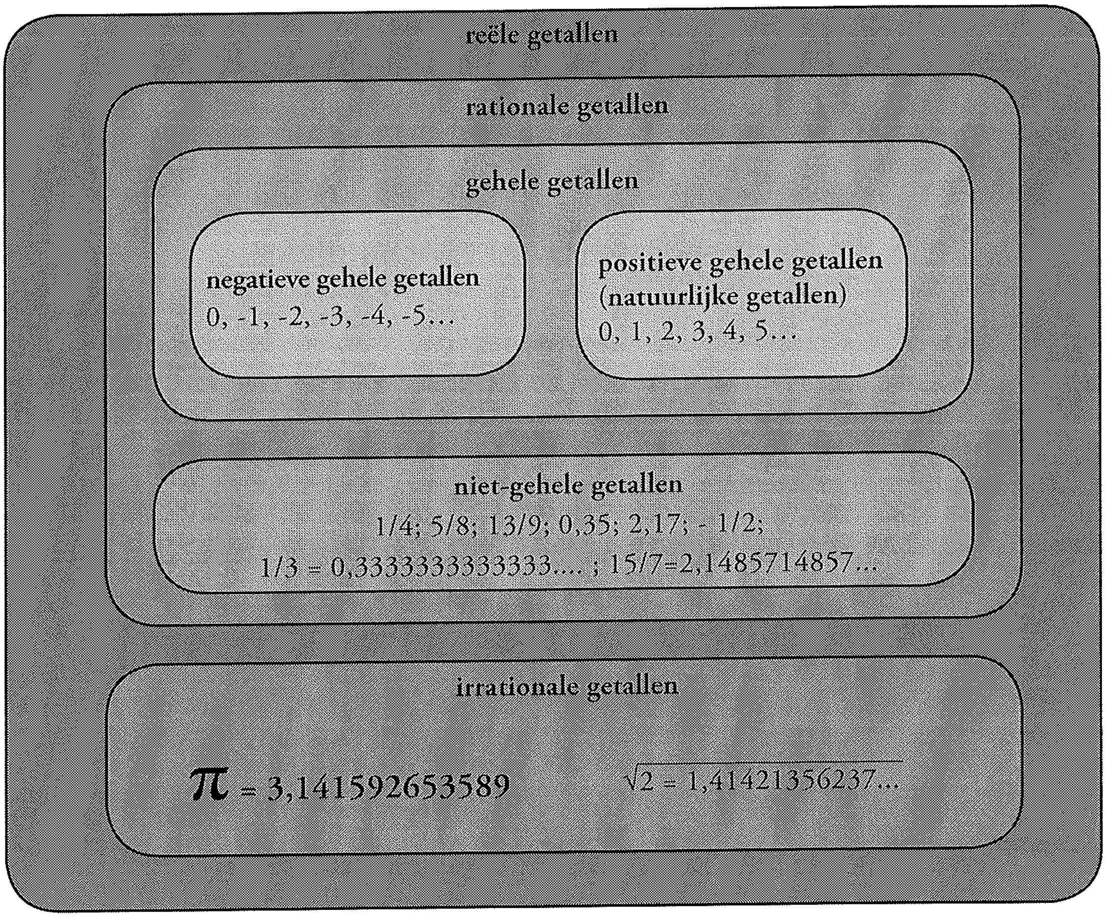
....

....

f. Zoek Italië, Rome, Sicilië, Griekenland en Egypte op in je atlas.

3. PI, EEN IRRATIONAAL, TRANSCENDENT, NORMAAL EN UNIVERSEEL GETAL.

3.1 Welke getallen zijn er?



Rationale getallen zijn

- De gehele getallen

  positieve gehele of **natuurlijke getallen**, bijvoorbeeld **0, 1, 2, 3, 4 , 5...**

  negatieve gehele getallen, bijvoorbeeld **0, -1, -2, -3, -4, -5...**

- alle getallen die je als breuk, een quotiënt, een verhouding van twee gehele getallen (noemer, deler, tweede getal $\neq 0$) kunt schrijven.

  dus ook de als breuk geschreven gehele getallen

  bijvoorbeeld 1/1, 2/1, 3/1, 4/1, 5/1 .... 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 ...

  bijvoorbeeld -1/1, -2/1, -3/1, -4/1, -5/1 .... -1:1, -2:1, -3:1, -4:1, -5:1 ...

  breuken die je als een afbrekend eindig kommagetal/decimaal getal wolledig kunt schrijven

  bijvoorbeeld 1/4 = 1 : 4 = 0,25; 5/8 = 5 : 8 = 0,625

- Repeterende oneindige kommagetallen met te voorspellen regelmatig aflopende patronen

  bijvoorbeeld 1/3 = 0,3333...; 15/7 = 2,142857142857 ....

Irrationale getallen

-Niet repeterende oneindige komagetallen met een onregelmatige, niet te voorspellen afloop

bijvoorbeeld: π = 3,141592653589...; $\sqrt{2}$ = 1,41421356237

-kun je **nooit als** een **breuk schrijven** en worden soms 'gekke breuken' genoemd.

(Bij de berekening van π gaan we die zeker tegenkomen.)

Kies en vul in.

0 0,040404... -100 1,606695152415291763... 10 3/2 0,33333... 1/100 0,125 1/9 100 0,32 1/10 -10 2,71828182886...

natuurlijke getallen	
positieve gehele getallen	
negatieve gehele getallen	
gehele getallen	
rationale getallen	
niet-gehele rationale getallen	
irrationale getallen	
reële getallen	
tiendelige breuken	
kommagetallen	

3.2 Het getal pi

π = 3,14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781...

Pi is een **irrationaal getal**: het is een oneindig kommagetal waarvan je niet kunt voorspellen hoe de staart eruitziet en ook nooit als een breuk kunt schrijven. Pi is dus niet te schrijven als een verhouding , een breuk tussen twee gehele getallen.
Pi is ook een **transcendent getal**. Men kan van pi geen uiterste waarden berekenen. Pi is een onmeetbaar getal. Pi is geen breuk van gehele getallen en pi is geen oplossing van een algebraïsche vergelijking.

Enkele niet bewezen maar vermoedelijke eigenschappen:
Pi is een normaal getal. Dit betekent dat als je genoeg decimalen van pi bekijkt, elk cijfer (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) evenveel keren, dus 1/10 deel van het aantal keren, voorkomt.
Pi is een universeel getal. Dit betekent dat als je een willekeurig rijtje getallen bedenkt, bijvoorbeeld je pincode of je geboortedatum, en je vervolgens lang genoeg in de decimalen van pi zoekt, je dit rijtje altijd kunt vinden.

Marthe is geboren op 1 juni 2003. De datumnotatie 01062003 komt tussen de 1,4 biljoen cijfers na de komma 3 maal voor.

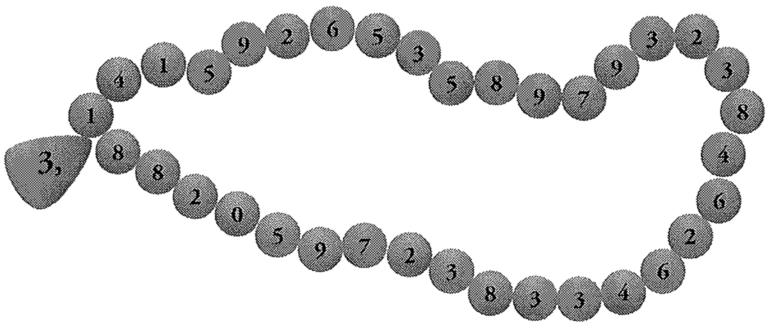
3,1415926535897932384626433832795028841971693993751058209749445923078 1…
…7275493715526163163 3 **01062003** 9866312644705812478 1… *op de 66 728 564ᵉ plaats*
…4593049538648060087 3 **01062003** 5600420799838271533 3… *op de 72 446 968ᵉ plaats*
…1935390023013374782 1 **01062003** 8433769056189894401 0… *op de 188 973 433ᵉ plaats*

a. Vul de miljoentallen waarin de geboortedatum 1 juni 2003 voorkomt in:

…………………… miljoen, …………………… miljoen en …………………… miljoen.

b. Zoek een website op Google waarmee je je geboortedatum in pi direct kunt opzoeken.

c. Kleur in het cirkelgetal pi (π = 3,14159265358979323846264338327950288…)
elke kraal met hetzelfde cijfer in dezelfde kleur (bijvoorbeeld: 1 geel, 2 groen…)



d. Is pi een repeterend of een niet-repeterend kommagetal? Waarom?

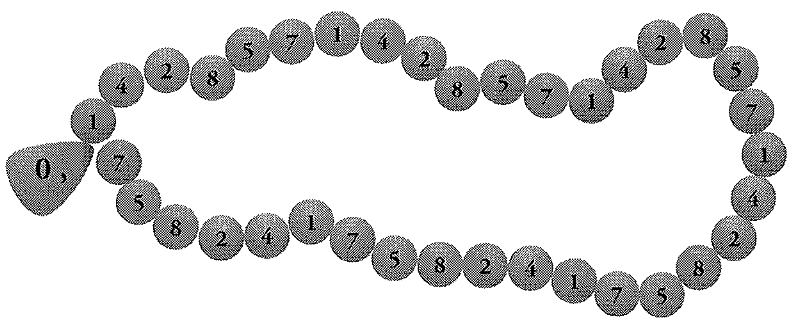
……………………………………………

……………………………………………

……………………………………………

……………………………………………

e. Kleur in het kommagetal 0,142857142857142857…, ≈ (*) het resultaat van de breuk 1/7, elke kraal met hetzelfde cijfer in een dezelfde kleur (bijvoorbeeld 1 geel, 2 groen …).
(*) ongeveer



f. Is 0,142857142857… (de breuk 1/7) een repeterend of niet-repeterend kommagetal? Waarom?

……………………………………………

……………………………………………

……………………………………………

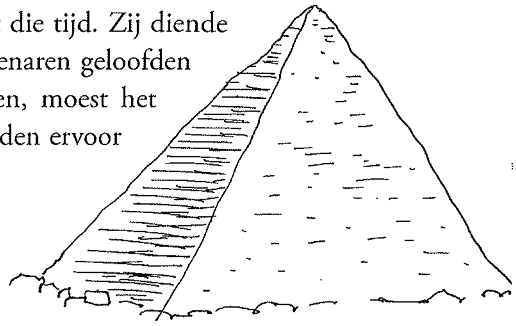
……………………………………………

……………………………………………

4. DE PIRAMIDEN VAN GIZEH EN PI

Vlakbij Caïro, de hoofdstad van Egypte, op de westelijke Nijloever, liggen de drie beroemde piramiden van Gizeh. Deze werden ongeveer 2 500 jaar voor Christus in opdracht van de farao's, Cheops, Chefren en Myckerinos gebouwd.

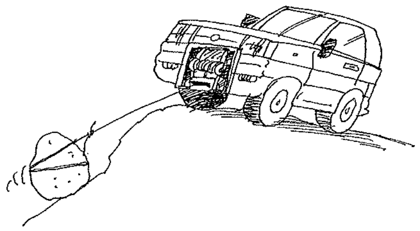
Een piramide is een graftombe voor een farao, een koning uit die tijd. Zij diende als laatste rustplaats voor het lichaam van de farao. De Egyptenaren geloofden dat ze naar de onderwereld gingen. Om daar verder te leven, moest het lichaam zo goed mogelijk bewaard worden. De grafgiften zorgden ervoor dat hen in het hiernamaals niets te kort kwam.



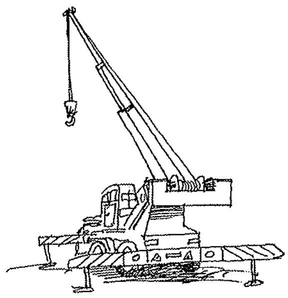
De Grote Piramide of de Piramide van Cheops is de grootste van de drie piramiden. Het is één van de zeven wereldwonderen. De 4 grondlijnen of zijden, elk ongeveer 230 meter lang, zijn precies naar het noorden, het zuiden, het westen en het oosten gericht. De omtrek van het grondvlak van deze piramide is bijna een kilometer, voldoende om er 3 voetbalvelden in te plaatsen. De piramide bestaat uit 2,5 miljoen kalkstenen blokken. Deze steenblokken van elk ongeveer 2,5 ton werden uitgehakt in de rotsen. Duizenden seizoenarbeiders, wellicht boeren, hakten, transporteerden en plaatsten per dag zo'n 330 stenen. Er bestonden toen nog geen katrol, lier en hijskraan. Rollende boomstammen en hefbomen waren werktuigen die de bouwers wel al gebruikten. De Oude Egyptenaren moeten geniale wiskundigen en architecten zijn geweest.

a. Kies uit en vul in.

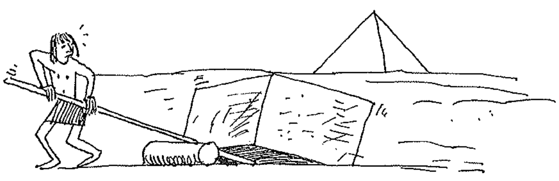
hefboom - katrol - lier - hijskraan



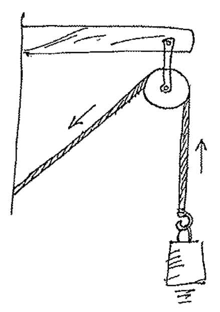
....



....



....



....

b. Hoeveel wegen die steenblokken samen? ....

Berekening: ....

....

....

c. De Eiffeltoren weegt 7 175 000 kg = 7 175 ton en was het eerste bouwwerk dat de piramide van Cheops in de hoogte overtrof.
Hoeveel keer zwaarder is de piramide van Cheops dan de Eiffeltoren? ....

Berekening: ....

Hoeveel dagen waren er nodig om de 2 500 000 stenen op hun plaats te leggen? ....

Berekening: ....

(Rond af tot op 1 eenheid!)

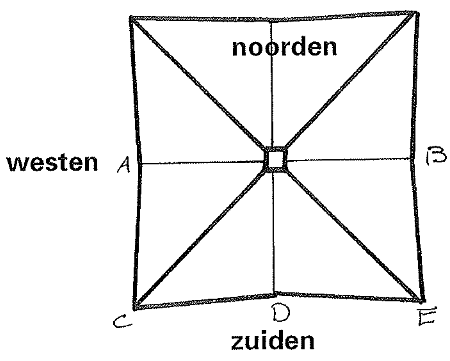
Hoeveel jaren zijn dat? (een jaar telt 360 dagen) ....

Berekening: ....

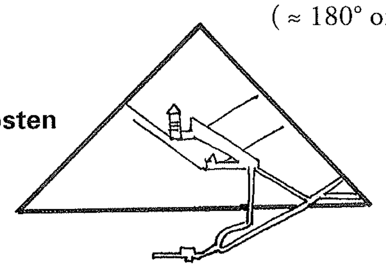
25 000 arbeiders werkten in ploegverband aan de piramide. Tijdens de overstromingsmaanden werd hun aantal vermeerderd met werkloze boeren.
De binnenkant van de Grote Piramide is nog raadselachtiger met de geheime gangen en ondergrondse tunnels. Een raadsel vormen ook de afmetingen.
Het grondvlak van de piramide was ruim 230 meter bij 230 meter.

d. Hoeveel is de oppervlakte van het grondvlak? ....

Berekening: ....



hoek CDE = 179,4 graden
(≈ 180° of een gestrekte hoek)



AB = 229,1 meter
CD + DE = 230,4 meter

Bij punt D is de indeuking circa 60 cm op een afstand CD van circa 115 m.

e. Hoeveel is de oppervlakte van een voetbalveld? ....
(lengte 100 meter en breedte 70 meter)

Berekening: ....

f. Hoeveel voetbalvelden kunnen er in het grondvlak van de piramide? ....
(Rond af tot op een half.)

Berekening: ....

g. De oorspronkelijke hoogte was 146,73 meter, de omtrek van het grondvlak 921,46 meter. Dit zijn niet zomaar getallen!
Om gemakkelijk te werken, afgerond 150 meter en 1 kilometer.
Hoeveel is de omtrek gedeeld door tweemaal de hoogte? ....
(Rond af tot op 2 cijfers na de komma.)

....

h. Bereken de onderstaande verhoudingen.

$\frac{\text{omtrek piramide}}{\text{hoogte piramide}} \quad \frac{921{,}46 \text{ m}}{146{,}73 \text{ m}} \approx$ .... $\approx 2 \text{ x}$ ....

$\frac{\text{omtrek cirkel}}{\text{straal cirkel}} \quad \frac{6{,}28 \text{ m}}{1{,}00 \text{ m}} \approx$ .... $\approx 2 \text{ x}$ ....

i. Zoek Egypte, Caïro, de Nijl en Mexico op in je atlas.

5. DE MEGALIETEN EN PI

Ook Nederland en België kennen oude bouwwerken. De hunebedden en dolmen zijn megalithische (Grieks: mega=groot, lithos=steen) steenkamers die bestaan uit rechtopstaande grote draagstenen of zuilen, waarop platte dekstenen rusten. Ze dateren uit de periode van ruim 3000 voor Christus en werden onder andere in de provincie Drenthe (Noord-Nederland, museum Assen) en in de provincie Luxemburg, aan de grens met de provincie Namen en Luik in Wéris teruggevonden. Uit onderzoek blijkt dat de mens van toen veel moeite deed om de bouwwerken te maken. Waarschijnlijk werden ze gebruikt om rituelen uit te voeren of dienden ze als grafkamer of zonnekalender.

a. Ga op het internet op zoek naar afbeeldingen en informatie over:
- de dolmen van Wéris in Wallonië
- de hunebedden van Borger in Nederland

b. Welke gelijkenissen en verschillen zijn er tussen de twee bouwwerken?

....

....

....

....

....

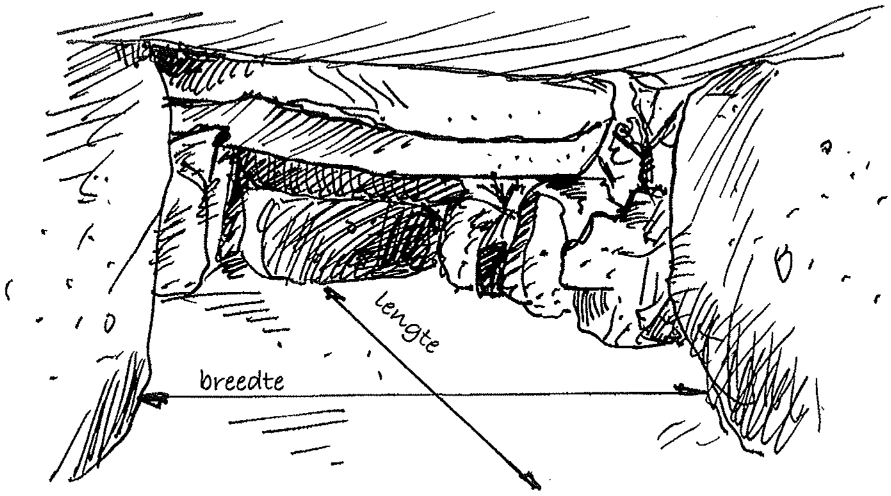
....

Uit recent onderzoek zijn merkwaardige feiten opgedoken. De verhouding tussen de lengte en de breedte van de grafruimte is vaak een geheel aantal keren pi.
In Havelte zijn twee hunebedden gevonden.
Het grootste hunebed heeft een lengte van 21,33 meter en een breedte van 6,79 meter.
Het kleinste hunebed meet 16,78 meter bij 2,67 meter.

c. Wat is de verhouding tussen de lengte en de breedte van het grootste hunebed? *(Rond af tot op 2 cijfers na de komma.)* ....

Berekening: ....

breedte : 6,79 m
lengte: 21,33 m



d. Hoeveel keer is dat pi? .... keer

Berekening: ....

e. Wat de verhouding tussen de lengte en de breedte van het kleinste hunebed? ....
(Rond af tot op 2 cijfers na de komma.)

Berekening: ....

f. Hoeveel keer is dat pi? .... keer

Berekening: ....

Het hunebed D41 (nummer 41 van de 54 hunebedden van Drenthe) bij Emmen bevat een bijna cilindervormige zijsteen, de zogenaamde 'Vonhoff-**pi**laar'. Een horizontale doorsnede zou bijna een volmaakte cirkel opleveren waarbij de verhouding tussen de omtrek en de diameter ongeveer 3,142 is. Heel bekende megalieten zijn die van Stonehenge in Groot-Brittannië.

f. Te Loon bij Assen (in de provincie Drenthe) in Nederland ligt het hunebed D15.

Wat betekent D? ....

Wat betekent 15? ....

g. Zoek op in je atlas!

Drenthe - Assen - Emmen - Luxemburg - Namen - Luik - Durbuy

6. PI BENADEREN MET IN- EN OMGESCHREVEN VEELHOEKEN

Archimedes heeft als eerste een methode ontwikkeld om het getal π stap voor stap te benaderen. Hij deed dit op grond van het insluitingprincipe tussen de waarde van in- en omgeschreven regelmatige veelhoeken met steeds meer hoeken: 6, 12, 24, 48 en 96 hoeken.

Een cirkel met middellijn 1 centimeter heeft als omtrek 3,14 centimeter of één keer pi. Een cirkel met middellijn 4 centimeter heeft als omtrek 12,56 centimeter of het viervoud van pi.
Je kunt die omtrek niet exact bepalen, maar wel benaderen door het gemiddelde van de omtrek van een ingeschreven regelmatige zeshoek (6 x straal r = 3 x diameter d) en van een omgeschreven vierkant (8 x straal r = 4 x diameter d) te berekenen.

a. Wat is de diameter van een cirkel met als omtrek 3,14 cm (1 x 3,14 cm)? ....

b. Wat is de diameter van een cirkel met als omtrek 6,28 cm (2 x 3,14 cm)? ....

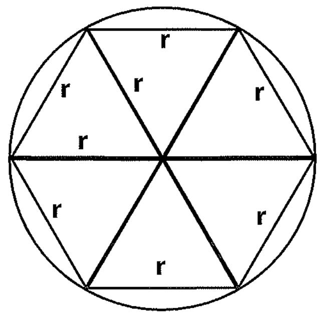
c. Wat is de diameter van een cirkel met als omtrek 9,42 cm (3 x 3,14 cm)? ....

d. Wat is de diameter van een cirkel met als omtrek 12,56 cm (4 x 3,14 cm)? ....

e. Kijk naar de getekende veelhoeken!

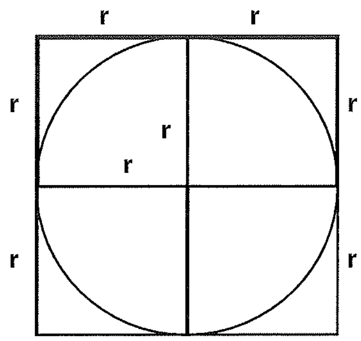
- Wat is de omtrek van de ingeschreven regelmatige zeshoek? ....
- Wat is de omtrek van het omgeschreven vierkant? ....
- Teken hieronder een cirkel met als omtrek 4 keer pi of 3,14 cm.

figuur 1



omtrek zeshoek
6 x 2 cm = **12 cm**
6 x r = 3 x 2r = 3 x d

figuur 2



omtrek vierkant
8 x 2 cm = **16 cm**
8 x r = 4 x 2r = 4 x d

omtrek cirkel
3,14 x 4 cm = **12,56 cm**
3,14 x 2r = 3,14 x d

De ingeschreven veelhoek met het grootste aantal zijden (figuur 1) heeft een omtrek die kleiner is dan de omtrek van de cirkel. Dat is de **benedengrens**. De omgeschreven veelhoek met het grootste aantal zijden (figuur 2) heeft een omtrek die groter is dan de omtrek van de cirkel. Dat is de **bovengrens**. Hoe groter het aantal zijden of hoeken, hoe dichter de benaderende beneden- en bovengrens. De omtrek van de cirkel ligt bij een regelmatige zeshoek en een vierkant tussen ondergrens 6 r (= 3 d) en bovengrens 8 r (= 4 d), dus tussen 3 keer en 4 keer de diameter. Hoe groter de regelmatige veelhoeken, bijvoorbeeld 96-hoeken, hoe nauwkeuriger de benaderende waarde. Volgens Archimedes zou de waarde van pi liggen tussen de benaderingsbreuken 223/71 en 22/7. Het gemiddelde van die twee grenzen zit dicht tegen de echte waarde.

f. Bereken met je zakrekenmachine (ZRM) erbij.

- Zoek op je ZRM de waarde van de ondergrens breuk 223/71 tot op 1 tienduizendste. ....

....

- Zoek op je ZRM de waarde van de bovengrens breuk 22/7 tot op 1 tienduizendste. ....

....

- Bereken het gemiddelde van de ondergrens en de bovengrens tot op 1 tienduizendste...................

....

- Wat is het verschil tussen dit gemiddelde en het getal pi (3,14159) tot op 1 tienduizendste? ....

....

We zijn al zeer dicht genaderd!

7. HET GETAL PI DOOR DE EEUWEN HEEN

7.1 De geschiedenis van pi

Pi heeft een lange geschiedenis achter de rug. Allerlei beschavingen, wetenschappers en freaks zijn al duizenden jaren gefascineerd door het getal pi. Vertrekkend van het getal 3, evolueerde de waardebepaling tot een verfijning van steeds meer cijfers na de komma.

De oude beschavingen zoals de **Babylonische**, gebruikte als waarde voor pi (toen nog niet gekend als het symbool π) 3 + 1/8 = 25/8, dus ongeveer 3,125. Die waarde 3,125 verschilt 0,53 % van de hedendaagse bepaling.

a. Bereken dat percentage ten opzichte van de gangbare hedendaagse waarde van pi = 3,14159.

....

In 1936 werd een 4 000 jaar oud Babylonisch kleitabel (van 2000 v.C.) ontdekt. Uit deze bron blijkt dat vertrokken werd vanuit een regelmatige zeshoek. De omtrek was meer dan drie keer de diameter en de oppervlakte was meer dan drie keer het kwadraat van de straal (straal x straal). Zie pagina 16, 61, 64, 66.

In 1885 werd het **Oud-Egyptische Rhind-papyrus** (een soort papieren rol) ontdekt, een kopie van het oudst bekende handboek rekenen, ongeveer 1650 jaar voor onze jaartelling. Het was geschreven in **hiërogliefen** door de priester Ahmes. De waarde van pi was toen 3,16049... (256/81) met een fout van ten hoogste 0,6 %.

b. Bereken dat percentage ten opzichte van de gangbare hedendaagse waarde van pi = 3,14159.

....

Zelf in het **Oude Testament** van de Bijbel (1 Koningen 7:23, ≈ 950 v.C.*) staat dat bij het maken van het cirkelvormige gietijzeren bad in de tempel van de Joodse koning Salomo, pi met waarde 3 werd gebruikt. Ook de koperen zuil had een omtrek van 6 meter en een doorsnede van 2 meter. Omdat het ambachtswerk in die tijd nog weinig precieesheid vergde, volstond de waarde 3.
* *1e boek, 7e hoofdstuk, 23e vers*

In de Griekse oudheid was **Archimedes** (287-212 v.C.) de eerste die het probleem van pi wiskundig aanpakte. Hij constateerde bij de cirkel eenzelfde verhouding tussen zowel de omtrek en de diameter als tussen de oppervlakte en het kwadraat van de straal (straal x straal). Archimedes werkte ook met diameter 1. Zo is de omtrek van een cirkel met diameter 1 centimeter gelijk aan 3,14 centimeter. Als je een straal van 1 cm hebt, is de oppervlakte 3,14 cm^2. Door de cirkel te vergelijken met regelmatige veelhoeken (tot een 96-hoek) berekende Archimedes de waarde van pi tussen 3 + 1/7 = 22/7 en 3 + 71/10 = 223/71, dus tussen 3,1408 en 3,1429 of een benaderend gemiddelde van 3,14186 met een fout van 0,009 %. Hoe meer hoeken de veelhoek telde, hoe dichter die de waarde van de omtrek van de cirkel en dus ook van pi benaderde.

c. Bereken dat percentage ten opzichte van de gangbare hedendaagse waarde van pi = 3,14159.

....

De methode van Archimedes was verbluffend gelet op de beperkte middelen. Deze methode bleef overeind tot aan de 17e eeuw.

Omstreeks 263 n.C. benaderde de Chinese wiskundige Lui Hui pi vanuit een regelmatige 3 072-hoek. Daarna berekende Zu Chongzhi (480 n.C.) de waarde van pi vanuit de breuk 355/113. Duizend jaar later verfijnde de Nederlandse wis- en sterrenkundige Metius (1571-1635) deze berekening tot 3,14159292. Daarom wordt dat ook **het getal van Metius** genoemd.

De Indiase wiskundige Aryabhata (499 n.C.) berekende de waarde van pi tot 4 cijfers na de komma als de breuk 62 832 / 20 000, met als uitkomst 3,1416.

Omstreeks 1430 berekende de Perzische/Arabische wiskundige Al-Kashi in het **zestigtallige stelsel pi** tot 16 decimalen nauwkeurig door het verder uitbreiden en uitwerken van de 96-hoek van Archimedes. De 805 306 368-hoek was praktisch niet meer te onderscheiden van een cirkel. Deze nauwkeurigheid was noodzakelijk om de baan van de planeet Saturnus te bestuderen. De waarde van pi kwam op 3,14159265358979. Vanaf dan werd pi steeds nauwkeurig berekend.

Een van de eerste Europeanen die zich met het getal pi (π) bezig hield was de Fransman François Viète (1593 n.C.). Ook hij gebruikte de methode van Archimedes en berekende pi (π) met een regelmatige veelhoek van 393 216 zijden. Hij kwam met een waarde van pi (π) 3,1415926536.

Omstreeks 1610 berekende Ludolph van Ceulen, een Nederlandse Duitser en hoogleraar wiskunde in Leiden, pi nauwkeurig tot 35 decimalen na de komma. Hij deed dit op basis van de methode van Archimedes. In Duitstalige landen wordt de constante van Archimedes, Ludolphs constante genoemd. Vanaf dat tijdstip kwam het er alleen nog op aan om pi zo nauwkeurig mogelijk te berekenen en met zoveel mogelijk cijfers na de komma uit te breiden. De wedloop naar de pi-maan was begonnen.

In 1882 werd door de Duitse wiskundige C.L.F. von Lindemann bewezen dat pi een **transcendent** getal is: een getal dat geen uiterste waarde heeft. Men kan van pi zoveel termen berekenen als men maar wil, maar nooit zal een uiterste waarde van het getal gevonden worden. Vanaf die tijd staat vast dat pi altijd een onmeetbaar getal is en zal blijven.

Ook de Amerikanen lieten zich niet onbetuigd. Een leuk verhaal is 'De pi-wet van Indiana'. Op 15 januari 1897, werd door het huis van afgevaardigden van de Amerikaanse staat Indiana unaniem een wet aangenomen waarin de waarde van pi werd vastgelegd op 3,2 om gemakkelijker te kunnen rekenen. Toen de wet in de senaat aan de orde kwam, gaf de toevallig aanwezige professor C.A. Waldo, een wiskundige, een spoedcursus hoe pi (π) berekend moest worden. Alle aanwezigen waren het er over eens dat 3,2 geen correcte oplossing was en de wet werd niet aangenomen.

De geavanceerde supercomputers berekenen tegenwoordig pi tot miljarden cijfers en meer na de komma. In 2002 berekende het team van de Japanse professor Yasumasa Kanada van de universiteit van Tokio met een Hitachi supercomputer het getal pi tot 1,24 biljoen (ruim 1 miljoen x 1 miljoen) decimalen tijdens 400 uur rekentijd. Hoe beter de wetenschappers pi in kaart brengen, hoe raadselachtiger het getal wordt.

De zoektocht naar een steeds nauwkeurigere waarde van pi, dus naar steeds meer cijfers na de komma, is een wereldwijd gebeuren van alle tijden. Vanaf Archimedes gebruikten de wiskundigen in cirkels ingeschreven (en omgeschreven) regelmatige veelhoeken met steeds meer hoeken en zijden om de waarde van pi steeds nauwkeuriger te bepalen. Er werden steeds exactere breuken en ingewikkelde berekeningsformules afgeleid en meer decimalen gevonden om pi te bepalen.

d. Lees de tekst en vul de tabel aan.

namen perioden	tijdstip	namen personen	pi-benadering
De Babyloniërs	.... v.C.		3, ... of .... / ....
De	1650 v.C.	Ahmes	3,16049 of 256/81
De Joden – De Bijbel	≈ 950 v.C.		.... of 30/10
De	.... v.C.	Archimedes	3,14186 223/71 < π < .... / .... -hoek
De .... periode	480 n.C.	Zu Chongzhi	≈ 3,14159292 of 355/113 3 072-hoek
De Indiase periode	.... n.C.	....	3,1416 of 62 832/20 000
De Arabische periode	1430	Al-Kashi	3,1415926535897932 16 decimalen .... -hoek
De Europese periode	....	François Viète	3,1415926536
De .... periode	1610	Ludolph van Ceulen	.... decimalen
De Amerikaanse periode	1897	C.A. Waldo	.... (klopt niet!!)
De Japanse periode	....	Yasumasa Kanada	.... biljoen decimalen
3,14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781640628....			

7.2 Het symbool of de notatie van π

π ('pi' uitgesproken) werd in 1706 voor het eerst gebruikt door William Jones (1675-1749) in zijn boek 'Synopsis Palmariorum Methesios' (Een nieuwe inleiding tot de wiskunde) voor de wiskundige **constante verhouding tussen de omtrek van de cirkel en de diameter**. De notatie werd pas echt algemeen toen Leonhard Euler (1707-1783) het in 1736 overnam. Het symbool π komt uit het Griekse alfabet en is de zestiende kleine letter. 'π' komt van het Griekse woord 'perimetros' (π) perimeter in het Engels, hetgeen 'omtrek' betekent. Dit getal heeft oneindig veel cijfers achter de komma zodat het niet is op te schrijven. Pi is evenmin in een breuk uit te drukken. In de wiskunde heet dat een **irrationaal getal**.
Belangrijk in de ontwikkeling van het getal pi was de Duits-Nederlandse wiskundige Ludolph van Ceulen, die in 1610 de eerste 35 decimalen van het getal pi berekende. Omdat hij zo trots was liet hij die decimalen in zijn grafsteen in de Leidse Pieterskerk beitelen. In die periode was er al een verwoede zoektocht naar de kwadratuur van de cirkel. Kun je een vierkant construeren met een oppervlakte even groot als dat van een cirkel? Daarvoor moet je de waarde van pi volledig kunnen berekenen. Nu er al ruim 1,24 biljoen cijfers na de komma gekend zijn, is dit nog altijd niet mogelijk. Het is blijkbaar moeilijker dan de eerste reis naar de maan.

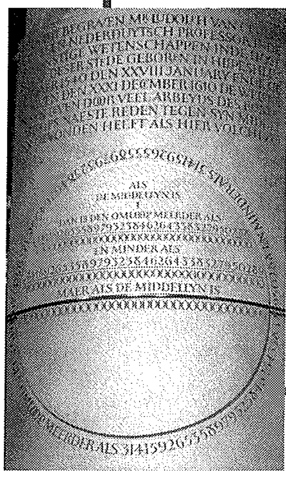
HIER LEIT BEGRAVEN MR. LUDOLPH VAN CEULEN
GEWESEN NEDERDUYTSCH PROFESSOR INDE WISCONSTIGE
WETENSCHAPPEN INDE HOGE SCHOLE DESER STEDE
GEBOREN IN HILDESHEIM INT JAER 1540 DEN XXVIII
JANUARY ENDE GESTORVEN DEN XXXI DECEMBER 1610
DE WELCKE IN SYN LEVEN DOOR VEEL ARBEYDS
DES RONDS OMLOOPS NAESTE REDEN TEGEN SYN
MIDDELLYN GEVONDEN HEEFT ALS HIER VOLCHT
ALS DE MIDDELLYN IS 1
DAN IS DEN OMLOOP MEERDER ALS

$$3\frac{14159265358979323846264338327950288}{100000000000000000000000000000000000}$$

EN MINDER ALS

$$3\frac{14159265358979323846264338327950289}{100000000000000000000000000000000000}$$

MAER ALS DE MIDDELLYN IS
100000000000000000000000000000000000
DAN IS DEN OMLOOP MEERDER ALS
314159265358979323846264338327950288
EN MINDER ALS
314159265358979323846264338327950289



grafzerk van Ludolph van Ceulen

Ludolph van Ceulen

Wat is de betekenis van de Oudnederlandse woorden en de Romeinse cijfers? Vul in.

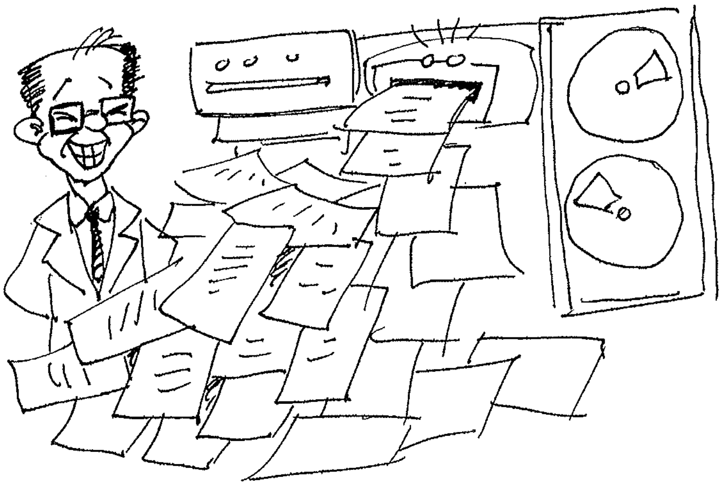
leit	Hoge Schole ....
omloop	XXVIII ....
wisconstige	ronds ....
middellyn	XXXI ....

8. PI-RECORDS, EEN DECIMALENSPAGHETTI OF GETALLENBRIJ?

a. Hoeveel cijfers na de komma kunnen er ongeveer op één A4-bladzijde? ....
Neem bijvoorbeeld 50 rijen van 60 cijfers, lettertype Arial, lettergrootte 20 pt.

3,

141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944
592307816406286208998628034825342117067982148086513282306647
093844609550582231725359408128481117450284102701938521105559
644622948954930381964428810975665933446128475648233786783165
271201909145648566923460348610454326648213393607260249141273
724587006606315588174881520920962829254091715364367892590360
011330530548820466521384146951941511609433057270365759591953
092186117381932611793105118548074462379962749567351885752724
891227938183011949129833673362440656643086021394946395224737
190702179860943702770539217176293176752384674818467669405132
000568127145263560827785771342757789609173637178721468440901
224953430146549585371050792279689258923542019956112129021960
864034418159813629774771309960518707211349999998372978049951
059731732816096318595024459455346908302642522308253344685035
261931188171010003137838752886587533208381420617177669147303
598253490428755468731159562863882353787593751957781857780532
171226806613001927876611195909216420198938095257201065485863
278865936153381827968230301952035301852968995773622599413891
249721775283479131515574857242454150695950829533116861727855
889075098381754637464939319255060400927701671139009848824012
858361603563707660104710181942955596198946767837449448255379
774726847104047534646208046684259069491293313677028989152104
752162056966024058038150193511253382430035587640247496473263
914199272604269922796782354781636009341721641219924586315030
286182974555706749838505494588586926995690927210797509302955
321165344987202755960236480665499119881834797753566369807426
542527862551818417574672890977772793800081647060016145249192
173217214772350141441973568548161361157352552133475741849468
438523323907394143334547762416862518983569485562099219222184
272550254256887671790494601653466804988627232791786085784383
827967976681454100953883786360950680064225125205117392984896
084128488626945604241965285022210661186306744278622039194945
047123713786960956364371917287467764657573962413890865832645
995813390478027590099465764078951269468398352595709825822620
522489407726719478268482601476990902640136394437455305068203
496252451749399651431429809190659250937221696461515709858387
410597885959772975498930161753928468138268683868942774155991
855925245953959431049972524680845987273644695848653836736222
626099124608051243884390451244136549762780797715691435997700
129616089441694868555848406353422072225828488648158456028506
016842739452267467678895252138522549954666727823986456596116
141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944
592307816406286208998628034825342117067982148086513282306647
093844609550582231725359408128481117450284102701938521105559
644622948954930381964428810975665933446128475648233786783165



In 2002 berekende het team van professor Yasumasa Kanada aan de universiteit van Tokio met een Hitachi supercomputer het getal pi tot 1,24 biljoen (ruim miljoen x miljoen) decimalen gedurende 400 uur rekentijd.
Op een A4-pagina (21 cm bij 29,7 cm) gaan ongeveer 50 rijen van 60 cijfers.
Als je nauwkeurig en netjes werkt, duurt dit ongeveer 1 seconde per cijfer, dus 1 minuut per rij, dus...

b. Hoe lang duurt het ongeveer om één A4-pagina vol te schrijven? ....

....

....

c. Hoeveel A4-bladzijden kun je vullen met 1,24 biljoen cijfers na de komma?

....

d. Hoeveel eeuwen zou het duren om 1,24 biljoen cijfers op A4-papier te schrijven? ....

....

....

....

....

....

e. Hoeveel dagen rekentijd heeft de computer nodig om die cijfers te berekenen?

O 17 dagen O 2 dagen O 16 dagen O 1 dag

....

f. Hoeveel boeken van 100 pagina's heb je nodig om het getal pi met 1,24 biljoen decimalen te noteren?

....

....

g. Hoe hoog kun je theoretisch die boeken stapelen. Recto verso gedrukt zijn ze 0,5 cm dik.
(recto verso = dubbelzijdig, tweezijdig)

....

....

....

h. Hoeveel stapels van 3 m hoog kun je daarmee maken? ....

....

i. Hoeveel magazijnruimte heb je minstens nodig om die boekjes op rekken met stapelruimte 3 m hoogte te stapelen?

O 10 bij 10 m O 20 bij 25 m O 20 bij 20 m O 30 bij 30 m

....

....

....

9. EEN MILJOEN, EEN MILJARD, EEN BILJOEN CIJFERS NA DE KOMMA

Pi kan met de computer, in 400 uren, al berekend worden tot op 1,24 biljoen cijfers na de komma. Dat zijn veel, heel veel cijfers. Een echte papierslag: ruim 400 miljoen volle A4-bladzijden, ruim 4 miljoen boeken recto verso, een op elkaar gestapelde droomwolkenkrabber van 20 kilometer hoogte (geen luchtkastelen bouwen!), een magazijn vol met bijna 7000 stapels van 3 meter hoog, ruim 400 m^2 magazijnruimte.

Door combinaties van tien cijfers kun je een oneindig aantal getallen vormen. **Het decimale** (**) **talstelsel** is een **positiestelsel** waarbij de **waarde** van elk **cijfer** in een getal wordt bepaald door haar **plaats, rang** of **positie** in dat **getal.**
Iedere **rang naar links** is **10 maal groter** dan de rang net rechts daarvan.
Iedere **rang naar rechts** is **10 maal kleiner** dan de rang net links daarvan.
Het **hoogste cijfer** per rang is **9**.
Vanaf 10 wordt er **omgewisseld** voor **1** eenheid van de **net hogere rangorde** die je **links** van de **net lagere rangorde** schrijft.

a. Vul in.
900 + 300 = ...
9H + 3H = ...H.
H is het symbool voor honderdtal.
12H kun je splitsen in 10H en ....H.
Wissel 10H om in 1D.
12H = ...D + ...H.

(**) in decimaal zit het Latijnse voorvoegsel 'decem' dat 'tien' betekent; 'deci' in decimaal en 'decimus' betekent 'tiende'. Decimaal of tientallig slaat op het feit dat we tien verschillende cijfers gebruiken in ons talstelsel: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en 9.

Het decimale of tientallige talstelsel heeft als **grondtal 10**, omdat we altijd **per 10 groeperen**. Je vormt eerst groepjes van 10 eenheden, die je **omwisselt** voor een tiental. Daarna vorm je groepjes van 10 tientallen die je omwisselt voor een honderdtal, enzovoort.

Elke rang(orde) bestaat uit een **macht** van het **grondtal 10**:
$\mathbf{10^0}$ = 1 = 1**E** (= 1 **eenheid**);
$\mathbf{10^1}$ = 10 = 1 x 10 = 1**T** (= 1 **tiental**);
$\mathbf{10^2}$ = 10 x 10 = 100 = 1 x 100 = 1**H** (= 1 **honderdtal**)

$\mathbf{10^2}$ = (10 x 10) = 1**00**
10 is het **grondtal**, ^{2} is de **exponent** en uitkomst **100** is de tweede **macht** van 10.
10 moet je tot de tweede macht verheffen om 100 te bekomen. Dat wordt het kwadraat van 10 of tien tot de tweede genoemd.

$\mathbf{10^3}$ = 10 x 10 x 10 = 1 000 = 1 x 1 000 = 1**D** (= 1 **duizendtal**)
wordt verwoord als 10 tot de 3^e macht of tien tot de derde.
Bij **machten** wordt het **grondtal herhaaldelijk met zichzelf vermenigvuldigd**.
Je neemt **zoveel factoren als** de **exponent** van de **macht** aangeeft.

Een **ezelsbruggetje** is een geheugensteuntje om te onthouden hoeveel nullen een bepaalde macht van 10 bevat.
Schrijf evenveel nullen na het cijfer 1 als de exponent aangeeft.

$\mathbf{10^0}$ → exponent 0 → 1 (geen nul)
1 → 1 op de rang van de E
We nemen aan dat 1^0 - 2^0 - 3^0 - … - 10^0 telkens gelijk is aan 1.
Later leer je deze stelling wel te bewijzen.

$\mathbf{10^1}$ → exponent 1 → één nul na de 1 → **10**
10 → 1 op de 1^e rang links van de E
Bij macht 1, wordt het grondtal 1 keer genomen.

$\mathbf{10^2}$ → exponent 2 → twee nullen na de 1 → **100**
10 x **10** → 1 op de 2^e rang links van de E
10 tot de 2^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **2 factoren**, elk **10**
of 10 wordt vermenigvuldigd met zichzelf.

$\mathbf{10^3}$ → exponent 3 → drie nullen na de 1 → **1 000**
10 x **10** x **10** → 1 op de 3^e rang links van de E
10 tot de 3^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **3 factoren**, elk **10**

10^4 → exponent 4 → vier nullen na de 1 → **10 000**
10 x 10 x 10 x 10 → 1 op de 4^e rang links van de E
10 tot de 4^e (macht) → een **vermenigvuldiging met 4 factoren**, elk **10**

10^5 → exponent 5 → vijf nullen na de 1 → **100 000**
10 x 10 x 10 x 10 x 10 → 1 op de 5^e rang links van de E
10 tot de 5^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **5 factoren**, elk **10**

10^6 → exponent 6 → zes nullen na de 1 → **1 000 000**
10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 → 1 op de 6^e rang links van de E
10 tot de 6^e (macht) → een **vermenigvuldiging** met **6 factoren**, elk **10**

In het decimale talstelsel heeft **elke** plaats, rang(orde) of **positie** in een getal de **waarde** van een **macht van 10**, als volgt uitgedrukt
eenheden: $\mathbf{10^0}$=1=**1**(E)=1**E**,
tientallen: $\mathbf{10^1}$=1x10=10=**10**(E)=1**T**,
honderdtallen: $\mathbf{10^2}$=10x10=100=**100**(E)=1**H**,
duizendtallen: $\mathbf{10^3}$=10x10x10=1000=**1000**(E)=1**D**, enzovoort.

b. Vul in de tabel de cijfers van het getal 1 583 642 907 (1 miljard vijfhonderdrieëntachtig miljoen zeshonderdtweeënveertig duizend negenhonderdenzeven) aan met nullen tot de rang(orde) van de eenheden. 7 en 900 zijn al ingevuld.

10^9	10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
	miljoentallen			**duizendtallen**			**eenheden**		
Md	**HM**	**TM**	**M**	**HD**	**TD**	**D**	**H**	**T**	**E**
1	5	8	3	6	4	2	9	0	7
									7
								0	
							9	0	0
						2			
					4				
				6					
			3						
		8							
	5								
1									

c. Noteer de plaats- of rangwaarde van elk cijfer op twee wijzen: met symbolen en als getal.

7 → 7E = (7 x1) = 7 (E)	4 → 4 . = ... (E)	8 → 8 . = ... (E)
9 → 9H = (9 x 100) = 900 (E)	6 → 6 . = ... (E)	5 → 5 . = ... (E)
2 → 2 . = ... (E)	3 → 3 . = ... (E)	1 → 1 . = ... (E)

d. Zet de machten om in een natuurlijk getal.

Schrijf de machten als een product ... ...en werk dan uit.

1 miljoen = 10^6 = ... = ...

1 miljard = 10^9 = ... = ...

....

1 biljoen = 10^{12} = ... = ...

....

e. Schrijf het getal 206 miljard met cijfers.

....

f. Schrijf het getal 1,24 biljoen met cijfers.

....

g. Bereken het verschil tussen 1,24 biljoen en 206 miljard.

....

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

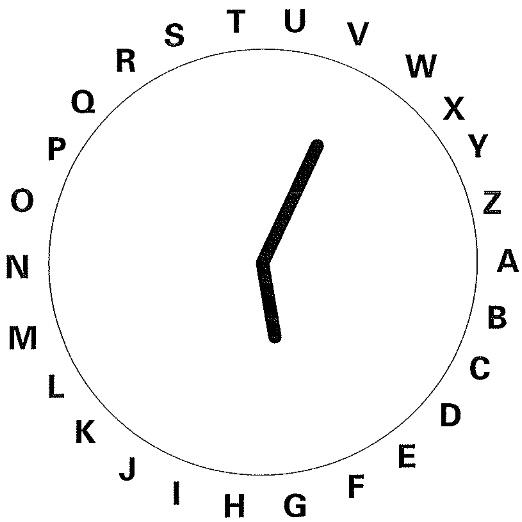
De gebroeders Chudnovsky berekenden pi tot ruim 4 miljard cijfers na de komma.

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.

....



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	....	....	....	....
aantal cijfers	3 ,	.	.	.	.

Welk getal tot 4 cijfers na de komma bekom je? ....

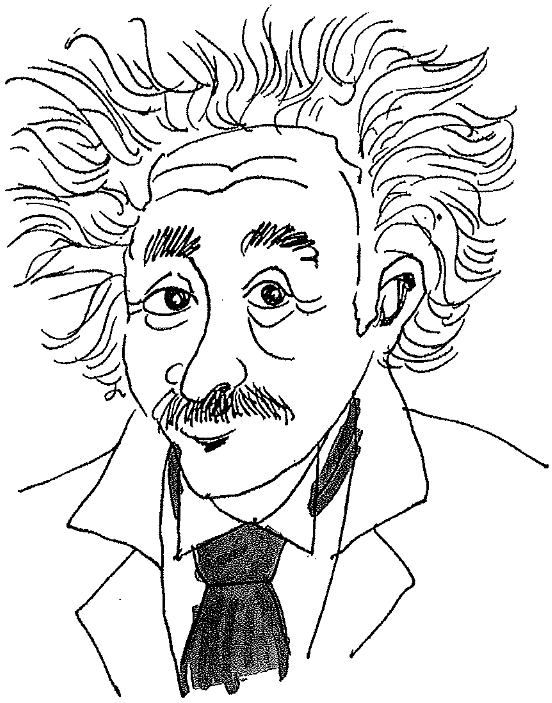
Welk getal heb je afgerond tot op 4 cijfers na de komma? ....

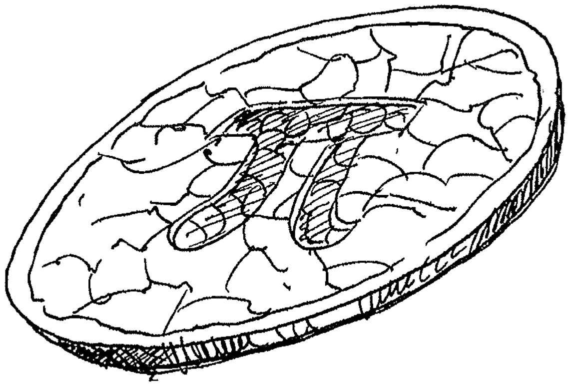
Wat stel je vast? ....

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	.... /	.... / ....
29 februari	.... /	.... / ....
11 september	.... /	.... / ....
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.

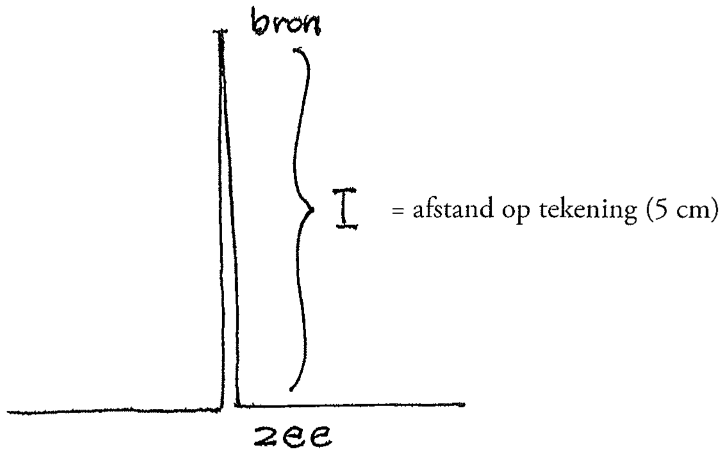
- ○ het was een makkie
- ○ het was een stuk taart
- ○ het was een peulenschil
- ○ het was een fluitje van een cent
- ○ het was heel lekkere taart

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.

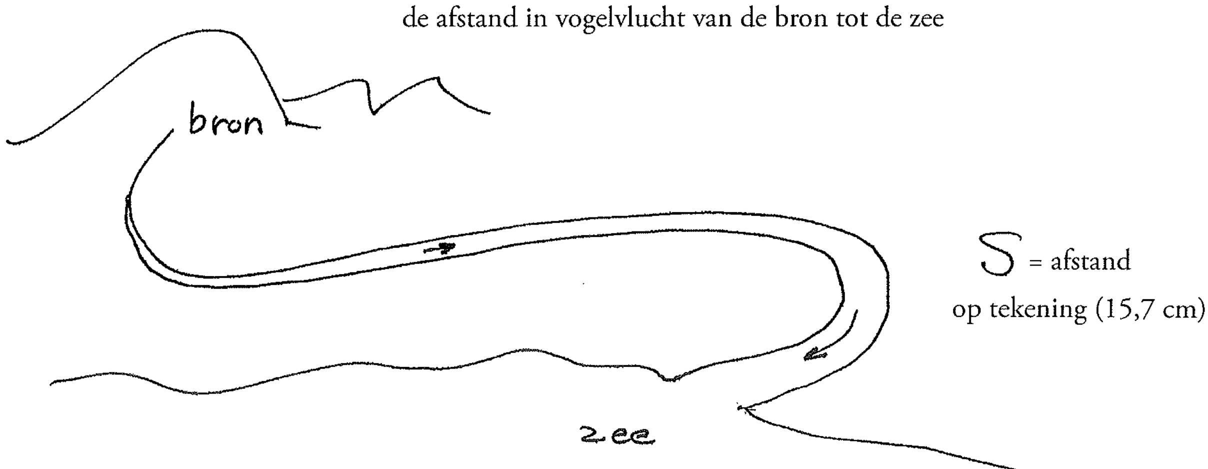
13. PI IN VOGELVLUCHT

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? .... km

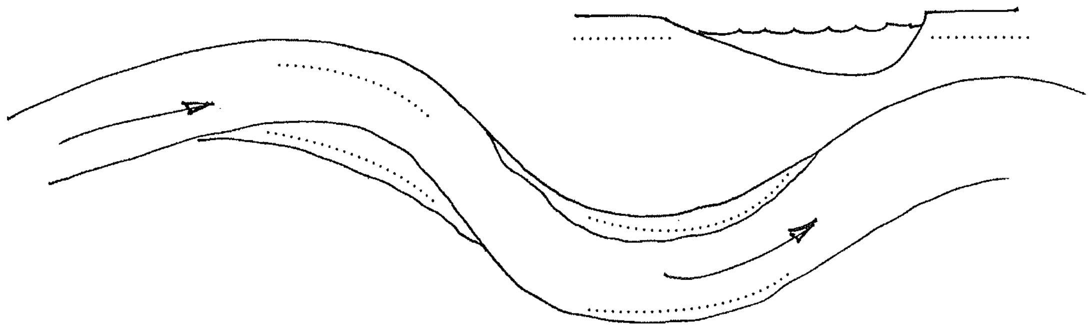
b. Wat is de werkelijke afstand van de bron van de rivier tot de zee? .... km

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

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

14. PI MEANDERT

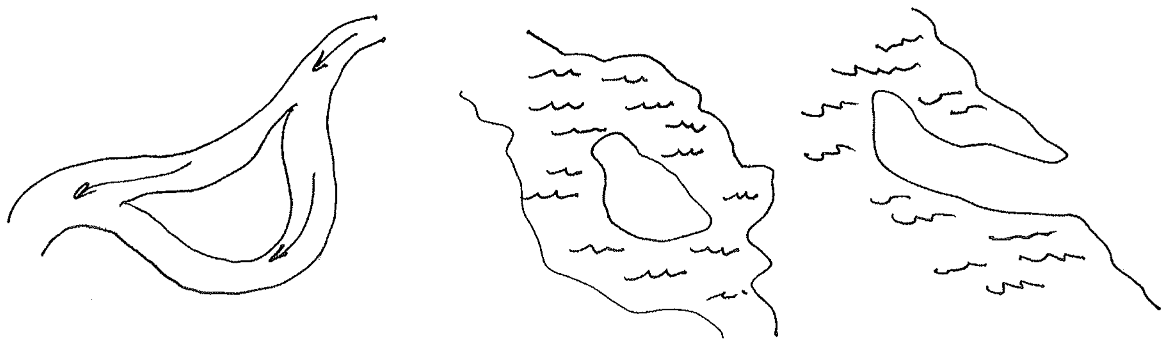
Zet in de bochten mintekens (- - -) waar het water de grond wegspoelt en plustekens (+ + +) waar het water de grond afzet.



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

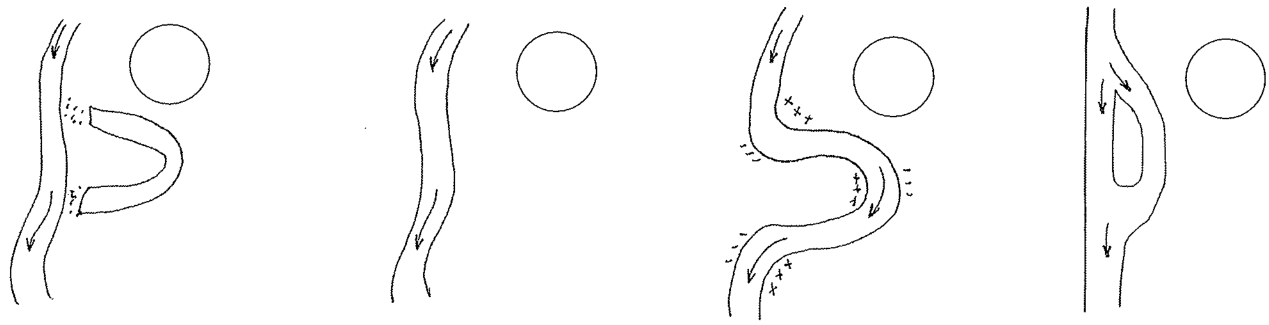


....

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



....

....

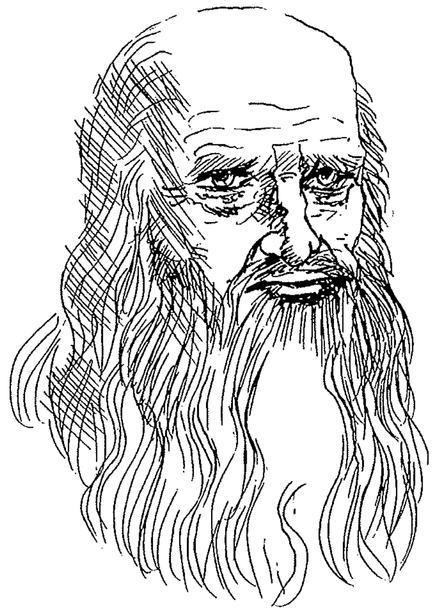
....

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
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....

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)

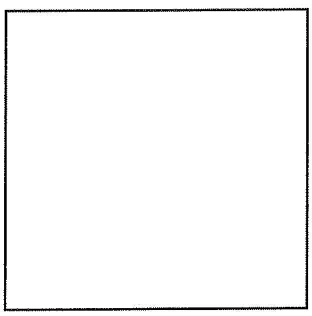
Onderaan zijn twee vierkanten getekend met als zijde 4 cm.

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? ....

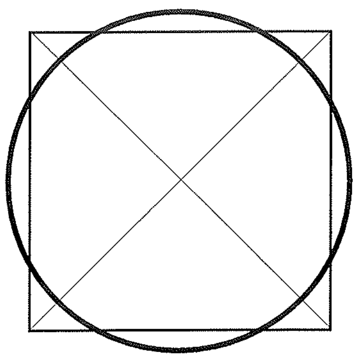
c. Pi = 3,14. Bereken de straal van de cirkel, afgerond op 1 duizendste, die dezelfde oppervlakte heeft als het vierkant waarvan een zijde gelijk is aan 4 cm. ....

....



d. Bereken de oppervlakte van het vierkant.

....



e. Bereken de oppervlakte van de cirkel.

....

....

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

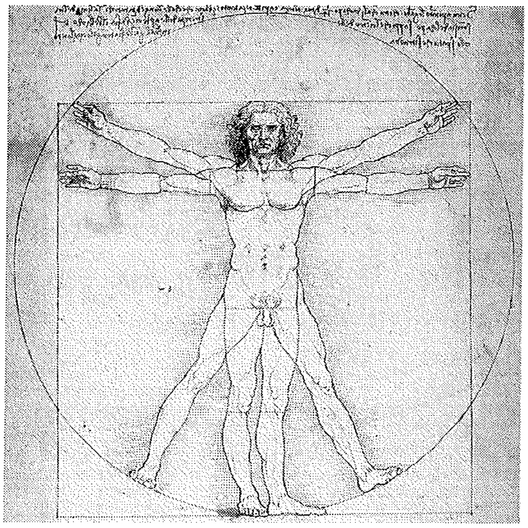
Een heel interessante tekening is '**De Man van Vitruvius'** (1452-1519) van de bekende kunstenaar en geleerde Leonardo da Vinci (zie figuur 1a en 1b). In deze schets toont hij dat het menselijk lichaam de cirkel lijkt te kwadrateren.

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.

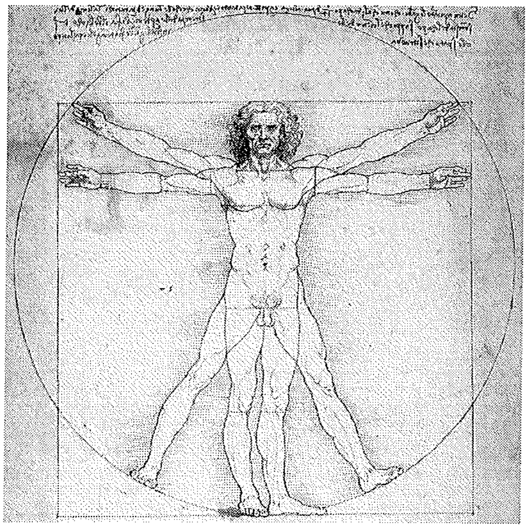
h. Wanneer hij zijn benen spreidt en zijn armen omhoog houdt, wordt het lichaam van de man perfect omschreven door de cirkel.
Kleur de man en overtrek de omtrek van de cirkel in figuur 1b.

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

figuur 1a

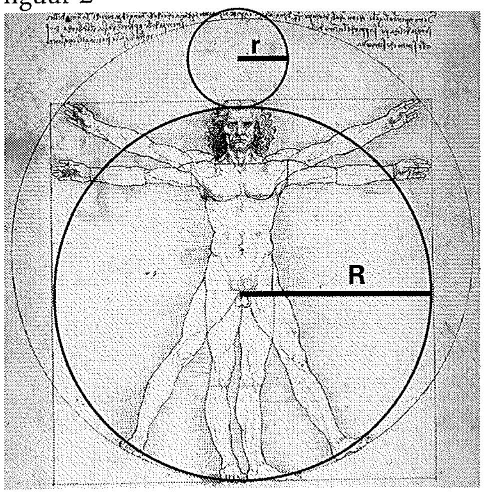


figuur 1b



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.

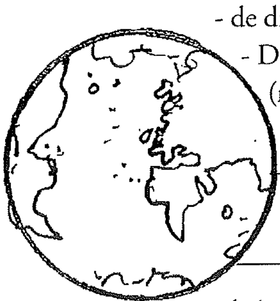
figuur 2



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	....	....	....
diameter	1,35 cm	5 cm	1,35 cm : 5 cm = ...
straal	....	....	....

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)

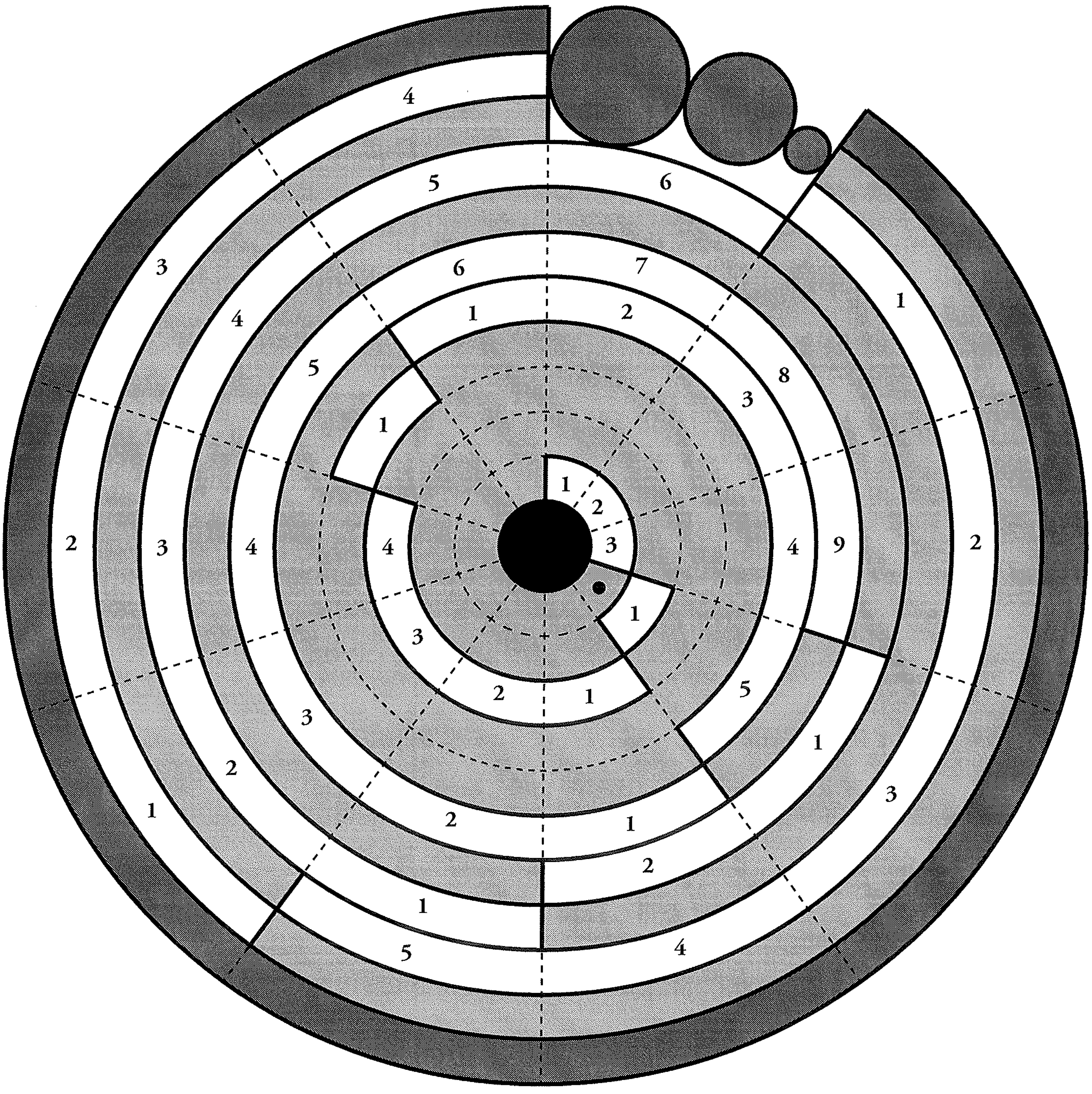


	maan	aarde	verhouding maan/aarde
omtrek (midden)	10 914 km	40 054 km	10 914 km : 40 054 km = ...
diameter	....	....	....
straal	....	....	....

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 .... van de .... en de .... van de ....
Met welke breuk komt die verhouding ongeveer overeen? .... / ....

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.

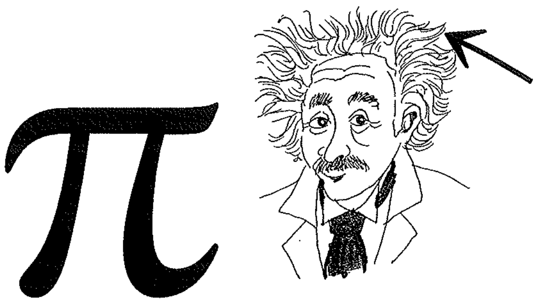
b. Waarom is de afronding van het negende cijfer (tiende gordel) na de komma overbodig?

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! ....



H=L

+

....

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! ....

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)

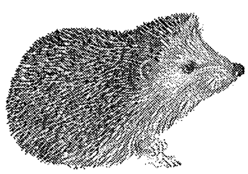
....

D πG

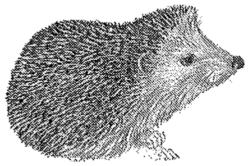
π L / W

....

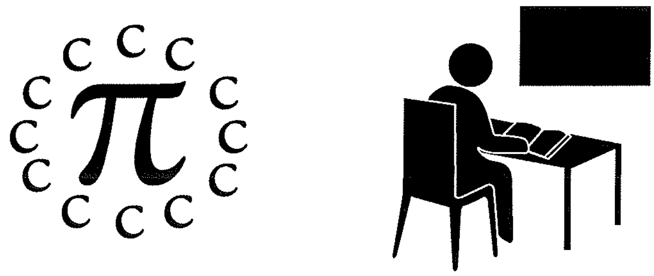
....

πS  +

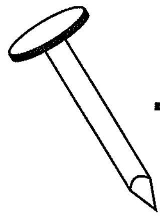
....

SSπ 

....



....

Sπ O  -L

....

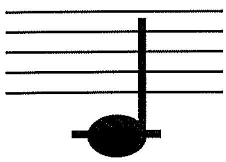
π EK

....

π π

P = T

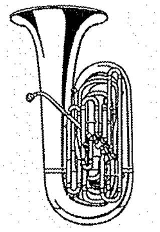
....

Q π 

....

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

....



A = O

π

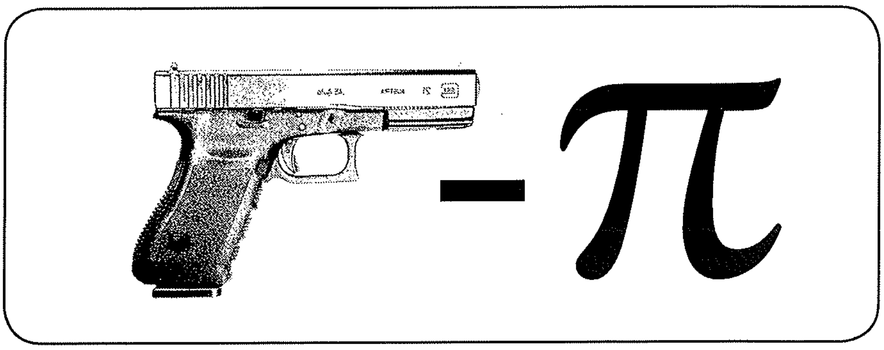
....

πR ME

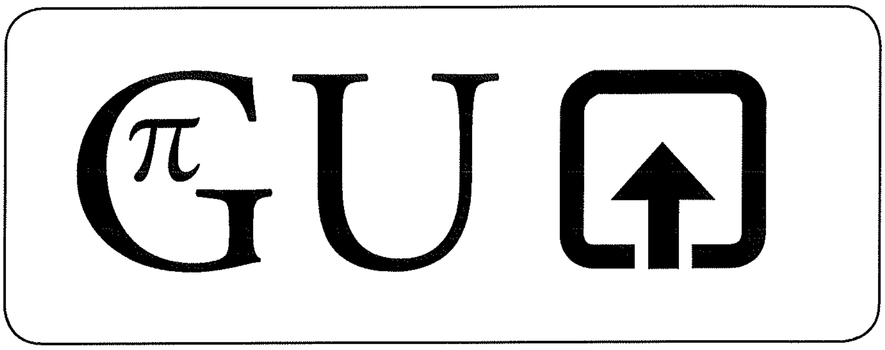
....

$-\pi$

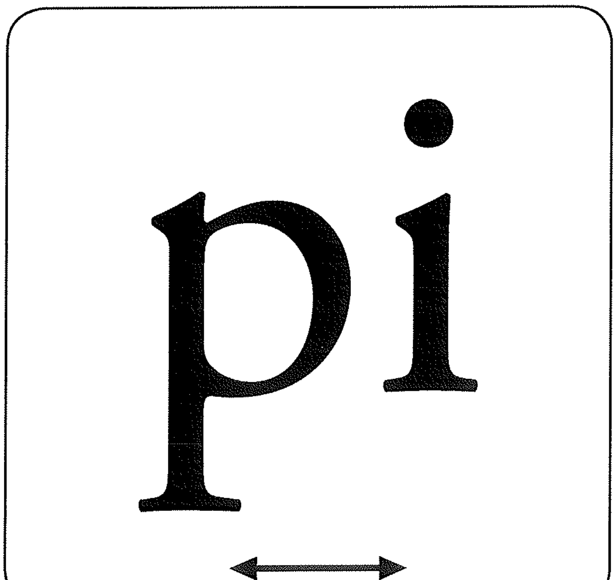
....


-π

....


π
GU

....


pi

....

$\pi_{R}\pi$ N 6

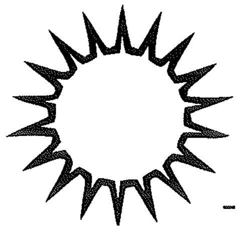
Z=S

....

π 

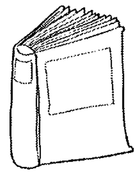
-K

....

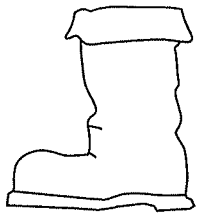
π 

-Z

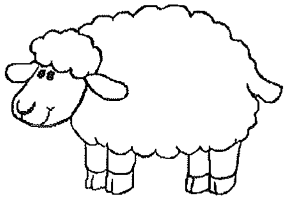
....

 -K π  -B 

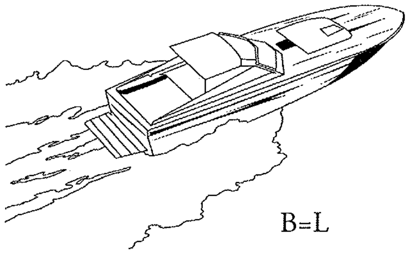
....

π  -S

....

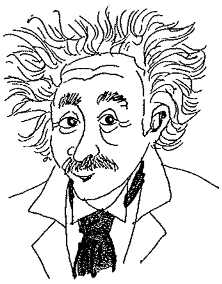
 π  -N

....

π 

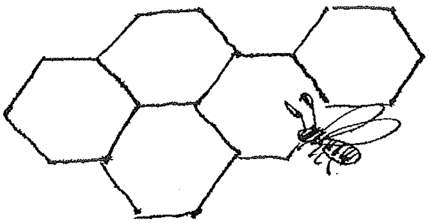
B=L

....

 π G

....

π + 

π + 

....

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.

		3	3								3	3
	2	2	4	12	11	3	3	3	11	12	3	3
10												
11												
12												
2 2 2												
2 2												
2 2												
2 2												
2 2												
3 2 1												
4 4												
4 4												
2 2												

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.

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

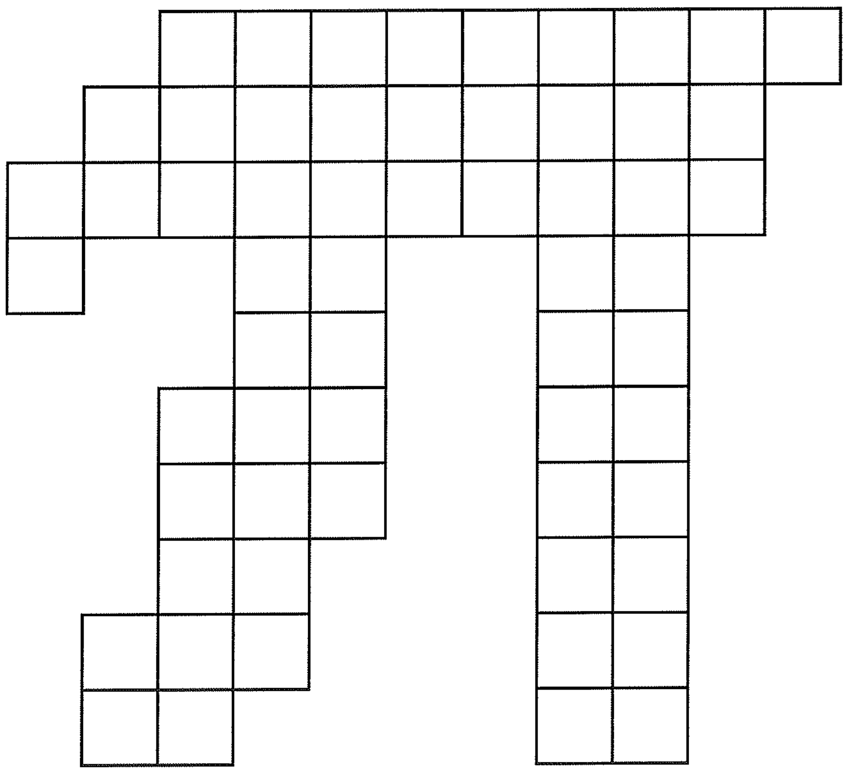
c. Maak de pentomino puzzel

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.

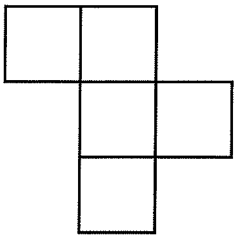
Polyomino's met 1 tot 6 vierkanten worden respectievelijk monomino's, domino's, tromino's (of triomino's), tetromino's, pentomino's en hexomino's genoemd. Polyomino's komen voor in populaire puzzels.

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

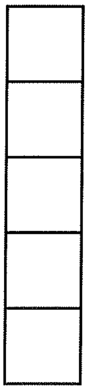
Kleur de pentomino's volgens de opdracht en kleur ze op dezelfde manier in de onderstaande pi-tekening.



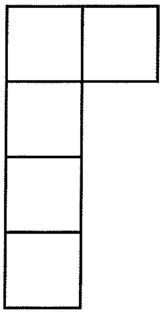
geel



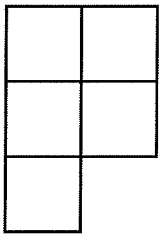
rood



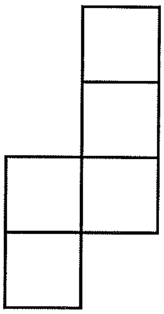
donkerblauw



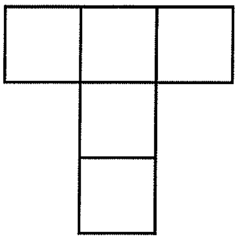
paars



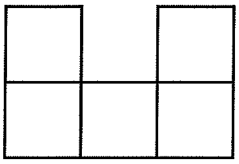
lichtblauw



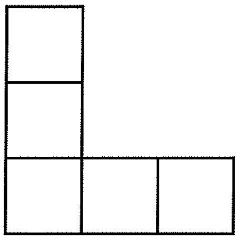
bruin



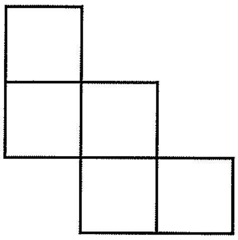
roze



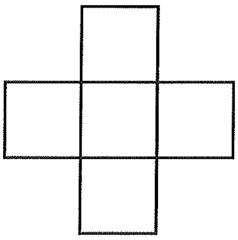
grijs



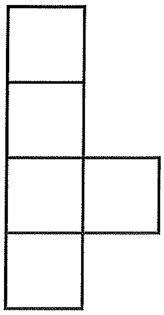
donkergroen



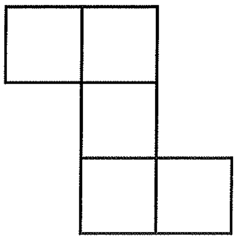
oranje



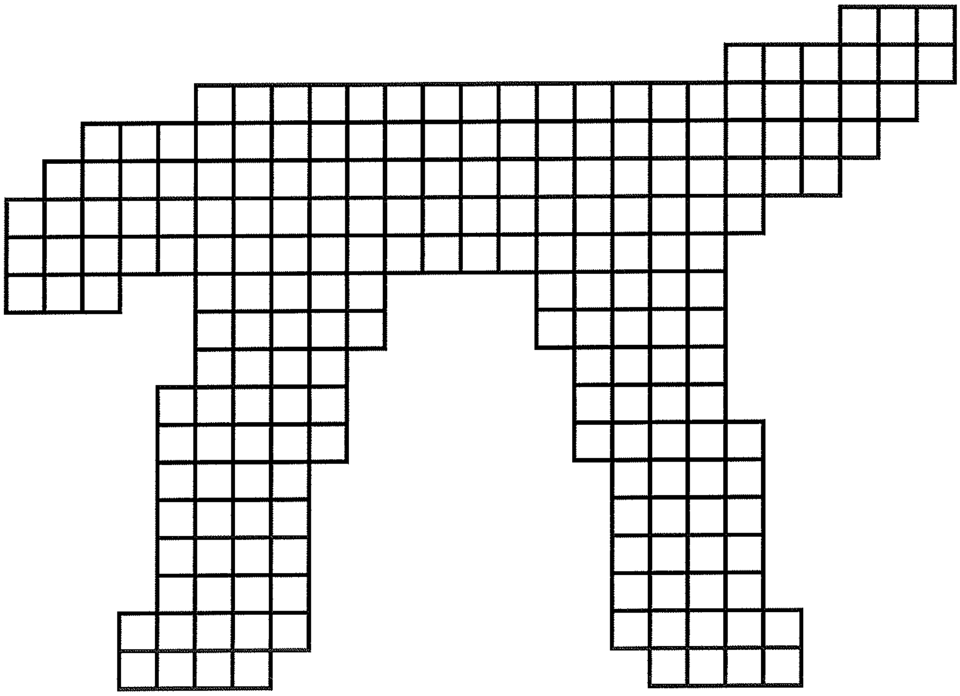
lichtgroen



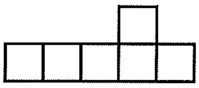
wit

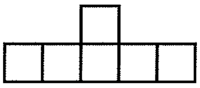


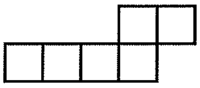
d. Maak de hexomino puzzel
De volgende hexomino-puzzel bevat 35 hexomino's of aaneengesloten stukjes van telkens 6 vierkantjes, in totaal 210 vierkantjes.

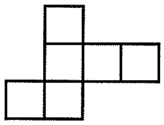


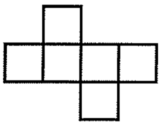
- Kleur deze hexomino's geel.

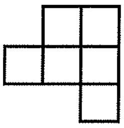

geel 1

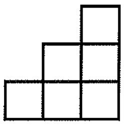

geel 2

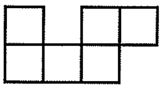

geel 3


geel 4

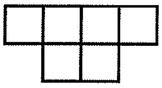

geel 5

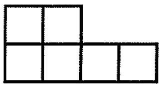

geel 6

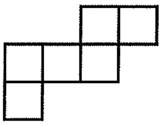

geel 7

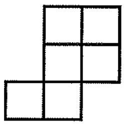

geel 8

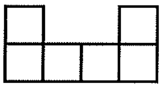
- Kleur deze hexomino's oranje.

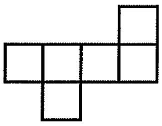

oranje 1

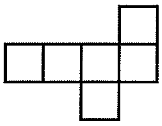

oranje 2

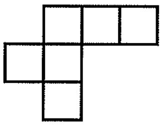

oranje 3

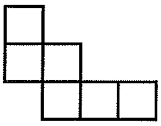

oranje 4


oranje 5

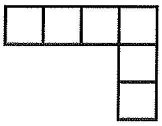

oranje 6

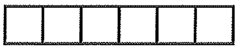

oranje 7

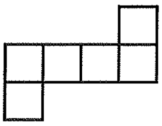

oranje 8

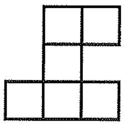

oranje 9

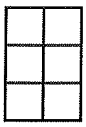
- Kleur deze hexomino's rood.

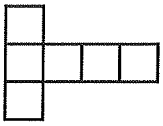

rood 1

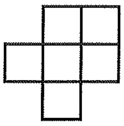

rood 2

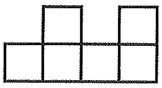

rood 3

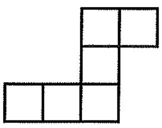

rood 4


rood 5

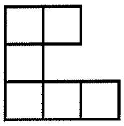

rood 6


rood 7

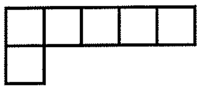

rood 8


rood 9

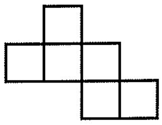
- Kleur deze hexomino’s paars.



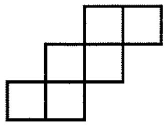
paars 1



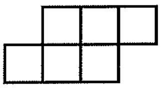
paars 2



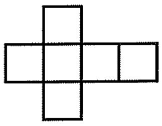
paars 3



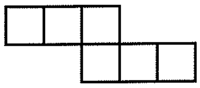
paars 4



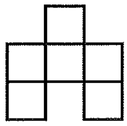
paars 5



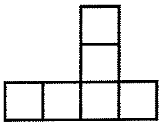
paars 6



paars 7



paars 8



paars 9

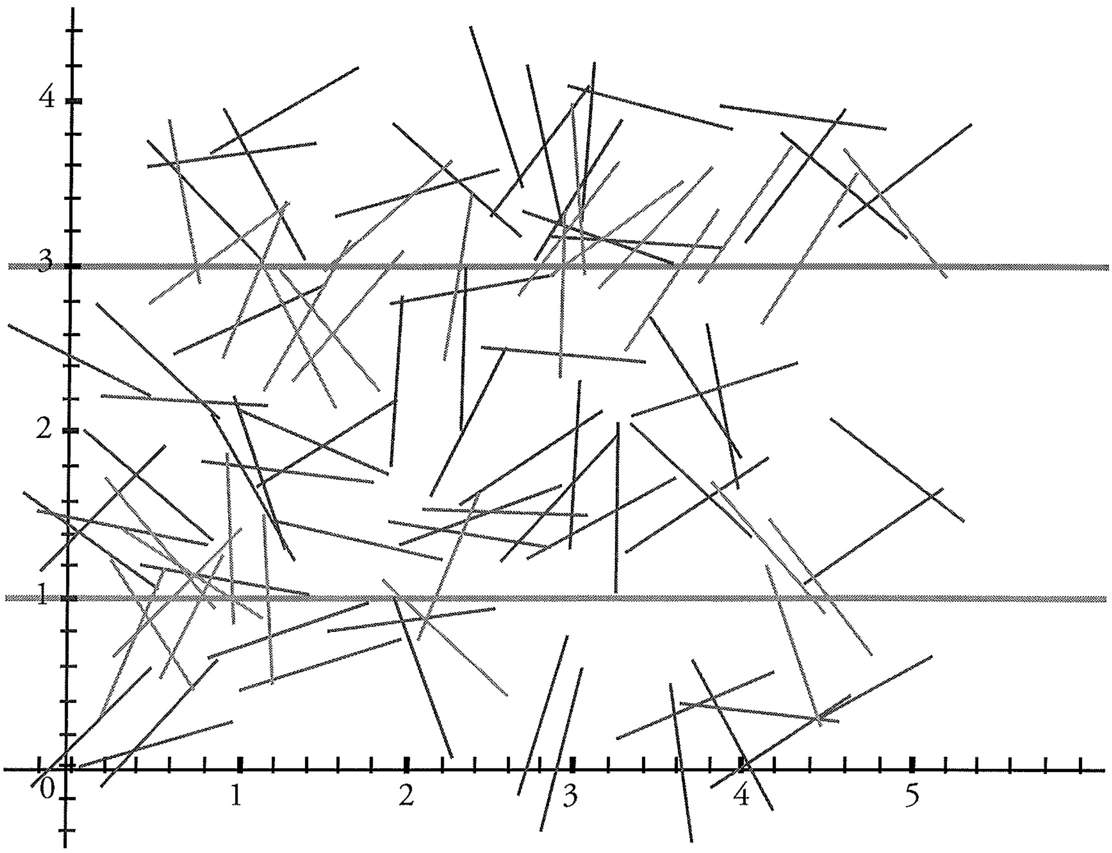
- Elf van de voorgaande hexomino's zijn de ontvouwing, de ontwikkeling, de ontplooiïng of het netwerk van een kubus.
Omcirkel deze 11 ontvouwingen.

Kopieer de hexomino's. Knip ze uit en leg ze dan op de exacte plaats van de hexomino puzzel.

19. PI-PROEFJES

19.1 De naaldproef van Buffon

De Franse wiskundige Georges Louis Leclerc (1707-1788), graaf van Buffon, bedacht een leuk experiment om de waarde van pi te benaderen.
Georges Buffon gooide willekeurig naalden met lengte 1 (bijvoorbeeld ≈ 2 centimeter) op een horizontaal veld (bord, plankje, blad papier...) waarop lijnen waren getekend (in het rood) met onderlinge afstand 2 (bijvoorbeeld 4 centimeter).
De kans dat zo'n naald een rode lijn treft, is gelijk aan $1/\pi$ ($\approx 0{,}32$). *
Als een naald één evenwijdige lijn snijdt, dus er een gemeenschappelijk punt of een snijpunt mee heeft, spreken wij over een treffer. Een naald valt op de horizontale lijn of niet. Als je maar drie keer gooit, is de kans groot dat je er drie keer naast zit. Als je 2 200 keer gooit, is de kans groot dat je 700 treffers benadert, wat overeenkomt met ongeveer 1 op 3.
De kans om een treffer te hebben, is ongeveer 1 op 3 worpen of pogingen, om correct te zijn 1 op 3,14 (π of pi). Bijvoorbeeld 28 treffers op 88 worpen, 140 op 440 pogingen, 700 op 2 200 worpen enzovoort. Als je deze verhoudingen 28/88, 140/440 en 700/2 200 als een deling berekent zoals 88 : 28, bekom je telkens 3,14.



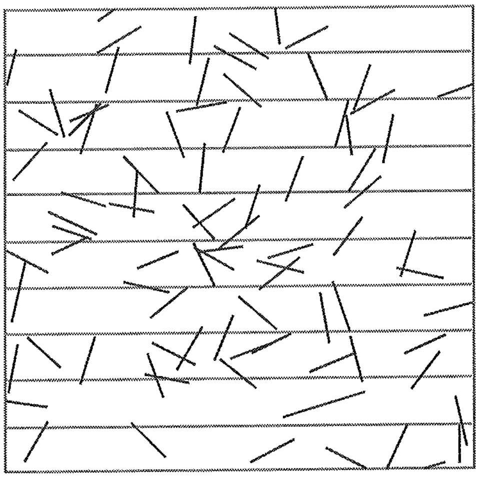
Vul de ontbrekende getallen in de verhoudingstabel in volgens de verhouding $1/\pi$.

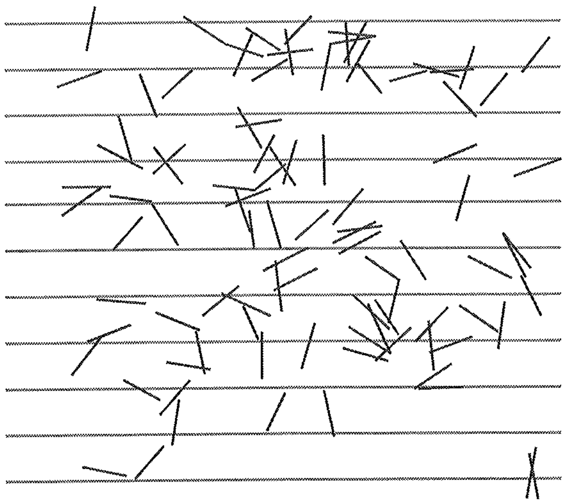
treffers	1	1	....	14	....	1000
worpen/pogingen	π	$\approx 3{,}14$	≈ 22	$\approx$.............	≈ 1571	$\approx$.............

**Wiskundigen hebben dat berekend met integralen en sinusfuncties. Dat ga je zeker in één van de volgende schooljaren leren.*

19.2 De proef met tandenstokers

Bij het uitvoeren van deze proef vervangen we de naalden door tandenstokers met een lengte van ongeveer 7,5 centimeter.





a. Pak een vel papier en verdeel het in stroken met een breedte van 7,5 à 8 centimeter. Belangrijk en rekenefficiënt is dat de afstand tussen de evenwijdige lijnen gelijk is aan de lengte van de tandenstokers.

b. Pak een tandenstoker en laat die vanaf ongeveer 30 centimeter hoogte vallen op het vel papier. Dit spel is een kansspel waarbij de verhouding tussen het aantal treffers en het aantal worpen bij benadering gelijk is aan 2 tot π of $2/\pi$ ($\approx 0{,}64$).

c. Vul de ontbrekende getallen in de verhoudingstabel in volgens de verhouding $2/\pi$.

treffers	2	2	7	....	200	....
worpen	π	$\approx 3{,}14$	$\approx$.............	≈ 44	$\approx$.............	≈ 1320

Om pi te berekenen zijn er twee werkwijzen:

Het dubbele aantal worpen gedeeld door het aantal treffers.

88 (= 2 x 44) : 28 = 3,14; 628 (= 2 x 314) : 200 = 3,14; 2 640 (= 2 x 1 320) : 840 = 3,14 ...

Het aantal worpen gedeeld door **de helft van het aantal treffers**

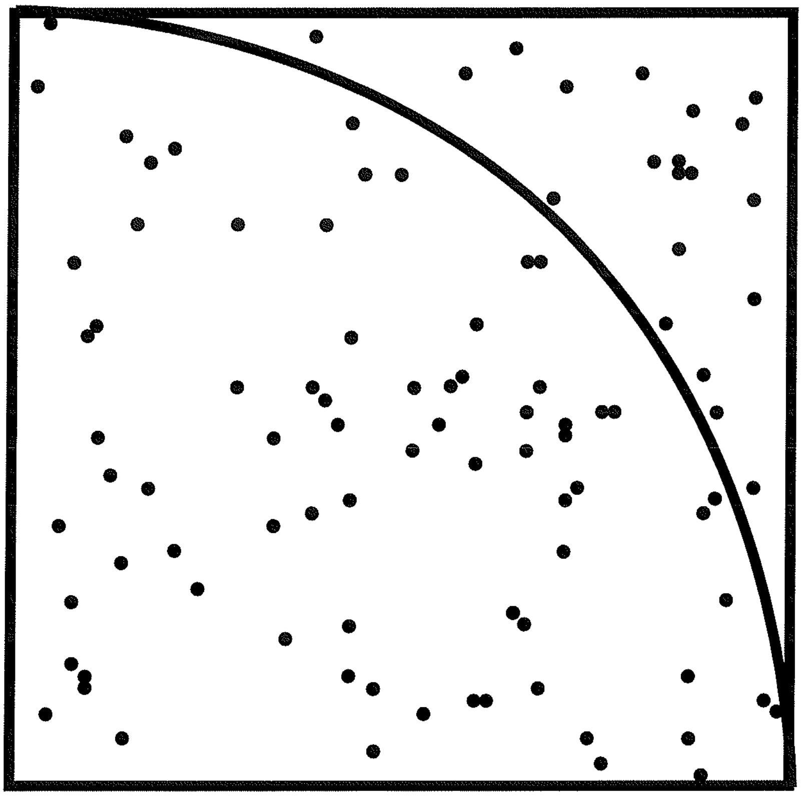
44 : 14 (28 : 2) = 3,14; 314 : 100 (200 : 2) = 3,14; 1 320 : 420 (840 : 2) = 3,14 ...

19.3 Een proef met stippen in een kwartcirkel

Er is nog een andere leuke experimentele manier om pi te benaderen.

a. Teken een vierkant met daarin een kwartcirkel met als middelpunt een hoekpunt van het vierkant.

b. Plaats lukraak een aantal stippen in het vierkant.



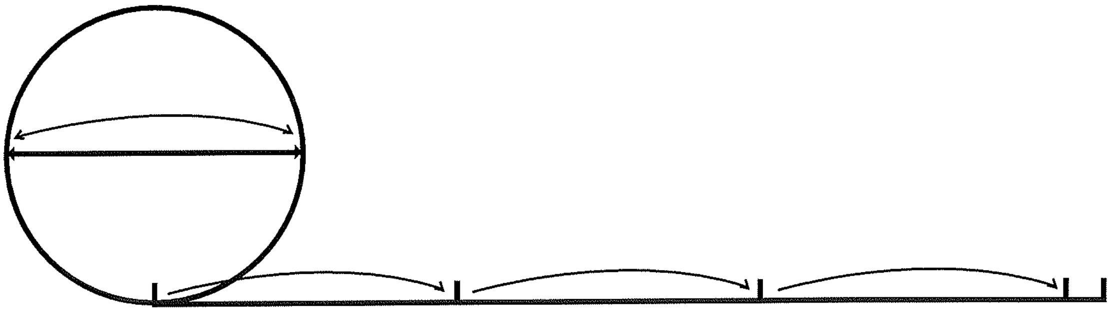
c. We spreken van een 'treffer' wanneer de stip in de kwartcirkel ligt.
Weet je waarom het aantal treffers gedeeld door het totale aantal geplaatste stippen bij benadering gelijk is aan $\pi/4$?

treffers	π	≈ 3,14	≈.............	≈ 44	≈.............	≈ 1320
aantal stippen	4	4	14	....	1400	....

Om pi te berekenen zijn er twee werkwijzen:
Het viervoud van het aantal treffers gedeeld door het aantal stippen.
44 (= 4 x 11) : 14 = 3,14; 176 (= 4 x 44) : 56 = 3,14; 5 280 (= 4 x 1 320) : 1680 = 3,14 ...

Het aantal treffers gedeeld door **een vierde van het aantal stippen**.
44 : 14 (= 56 : 4) = 3,14; 1 100 : 350 (= 1 400 : 4) = 3,14; 1 320 : 420 (1 680 : 4) = 3,14 ...

19.4 Wielen rollen, banden bollen



a. Breng zoveel mogelijk fietsen, fietswielen, autobanden en ronde voorwerpen mee naar school.

b. Zet het ventiel als beginpunt van je voorwiel loodrecht naar beneden. Markeer dat beginpunt op de grond.

c. Laat je wiel één omloop, één ronde maken, zodat het ventiel alweer loodrecht naar de grond wijst. Markeer dat punt op de grond als eindpunt.

d. Verbind het beginpunt en het eindpunt met een lijnstuk en meet de afstand van dat lijnstuk. Dat is de omtrek van de cirkel.

e. Meet dan de diameter van je wiel, buitenband inbegrepen.

f. Pas nu af hoeveel keer de diameter in dat lijnstuk gaat. Op die manier bereken je de verhouding van de omtrek en de diameter. Dat is ongeveer .... of het getal .... (Reken uit met je ZRM!)

g. Bereken hoeveel ontwentelingen je voorwiel, met een diameter van 71 centimeter, ongeveer moet maken om een afstand van 1 kilometer af te leggen! ....

....

....

....

h. Meet de diameter van je eigen fietswiel (buitenband inbegrepen) en bepaal hoeveel omwentelingen je voorwiel moet maken om een afstand van 10 kilometer af te leggen!

....

....

Hoeveel keer je moet trappen is een ander probleem. Dat heeft te maken met de grootte van je kamwielen en je versnellingsapparaat. Maak je geen zorgen. Dat is voor een ander thema.

20. PI-BORDEN KNUTSELEN

20.1. Het bord van Archimedes

Vanuit een regelmatige 96-hoek berekende de wiskundige Archimedes de waarde van pi tussen 22/7 en 223/71, met een gemiddelde waarde van 3,14186. We gaan even op weg met Archimedes.

Hiernaast staat een cirkel getekend op schaal.
In werkelijkheid is de diameter van de cirkel 1,68 meter.

a. Wat is de omtrek van de cirkel in ware grootte? Rond af tot 2 cijfers na de komma! .... m

b. Op welke schaal is die cirkel hier getekend? ....

c. Wat is de werkelijke lengte van één voetafdruk/schoenlengte? .... m

d. Hoeveel is de werkelijke lengte van de 22 voetafdrukken samen? .... m

e. Hoeveel voetafdrukken/schoenlengtes gaan er in de diameter? ....

f. Hoeveel voetafdrukken/schoenlengtes gaan er in de omtrek? ....

g. Wat is de verhouding tussen het aantal voetafdrukken van de omtrek en het aantal schoenlengtes van de diameter?

- Druk die verhouding uit in een breuk! .... / ....
- Druk die verhouding uit in een kommagetal, tot op twee cijfers na de komma. ....
- Druk ook de verhouding tussen de omtrek en de diameter (1,68 m) uit in een kommagetal, tot op twee cijfers na de komma. ....
- De verhouding tussen de omtrek en de diameter van een cirkel noemen we ....
- Deze verhouding wordt voorgesteld door het symbool ....

20.2 Maak het pi-bord van Archimedes

Omdat we hier werken met de verhouding 22/7 en omdat Archimedes deze breuk gebruikte om pi te berekenen, noemen we dit het bord van Archimedes. Kijk daarvoor naar het voorbeeld.

a. Neem een houten/kartonnen vierkanten plaat van 2 meter op 2 meter, dus van 4 vierkante meter.
b. Teken op de plaat een cirkel met als middelpunt het snijpunt van de diagonalen van het vierkanten bord en met als straal 0,84 meter.
c. Teken een diameter en verdeel deze in 7 gelijke delen, dus 0,24 meter per deel.
d. Verdeel de omtrek van de cirkel eveneens per deel van 0,24 meter, dus in 22 gelijke delen.
e. Maak minstens 29 voetafdrukken/schoenlengtes van 0,24 meter (schoenmaat ≈ 38/39). Maak eventueel namaaksandalen, waarin je schoenen kunnen geschoven worden. Op die manier kun je voetje voor voetje de diameter en de omtrek afstappen. Natuurlijk kun je ook de diameter en de omtrek beleggen met de voetafdrukken/namaaksandalen.
f. Bereken vanuit de verhouding van het aantal voetafdrukken van de omtrek en de diameter van de cirkel de waarde van het getal pi.
g. Maak 5 linten met als lengte 1,68 meter (diameter cirkel), verdeeld in 7 verschillend gekleurde strookjes van 0,24 meter.
h. Bereken vanuit de met linten belegde omtrek en de diameter van de cirkel de waarde van het getal pi.

20.3 Een schijfjesbord: 7 op een rij

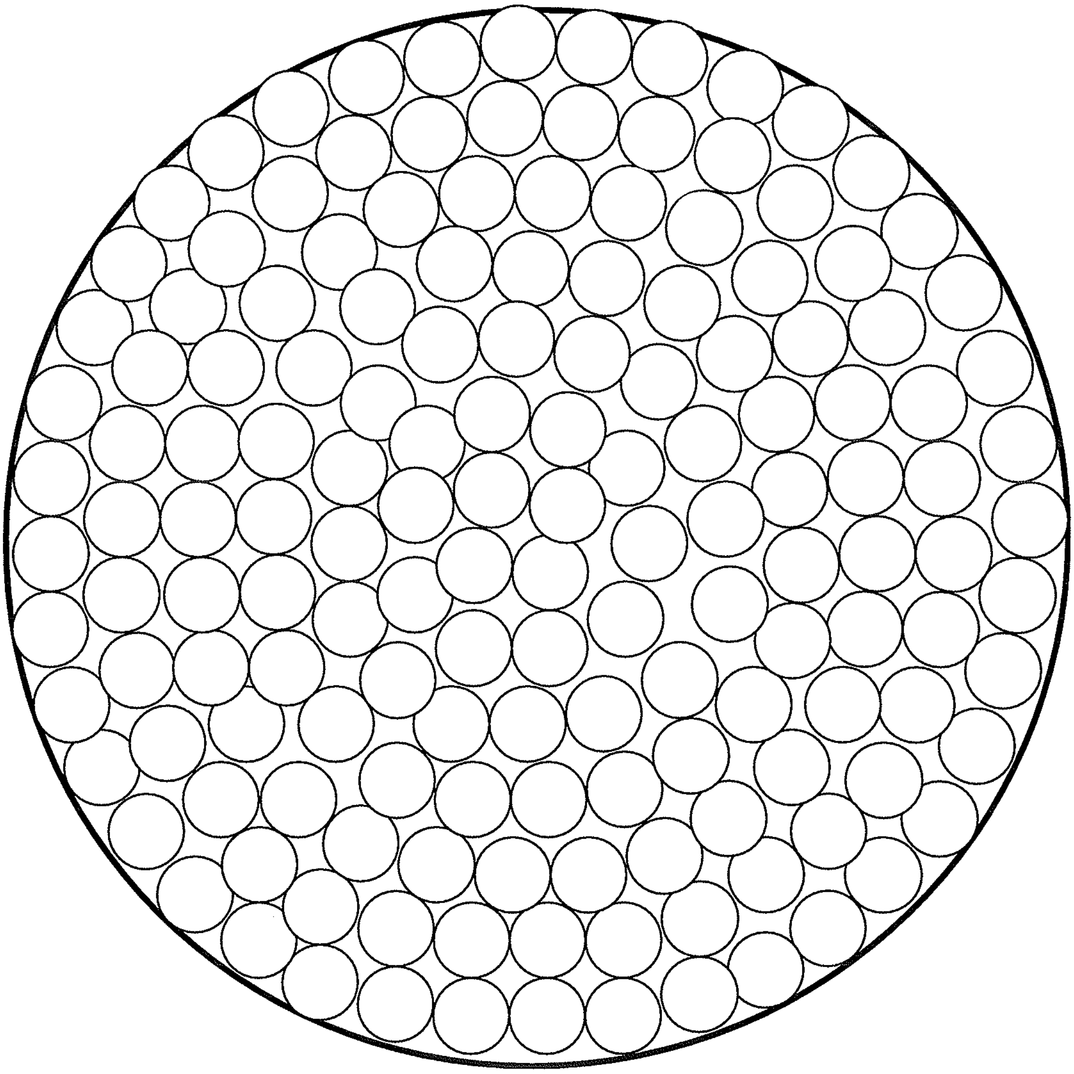
Niet alleen vanuit de omtrek, maar ook vanuit het oppervlak en de oppervlakte van een cirkel kun je pi berekenen.

Figuur 1 is een aparte grote cirkel. figuur 2 is een grote cirkel met omgeschreven vierkant getekend op schaal 1/10.
- Je kunt het natuurlijk ook bekijken als een vierkant met ingeschreven kwadrant cirkel.
- Het grote vierkant is verdeeld in 4 middelgrote vierkanten.
- Elk van deze middelgrote vierkanten is verdeeld in 49 vierkantjes.
- In elk vierkantje zit een cirkeltje/schijfje waarvan de diameter even lang is als de zijde van het vierkantje.
- In werkelijkheid is zowel de zijde van het middelgrote vierkant als de diameter van de grote cirkel 0,7 meter.

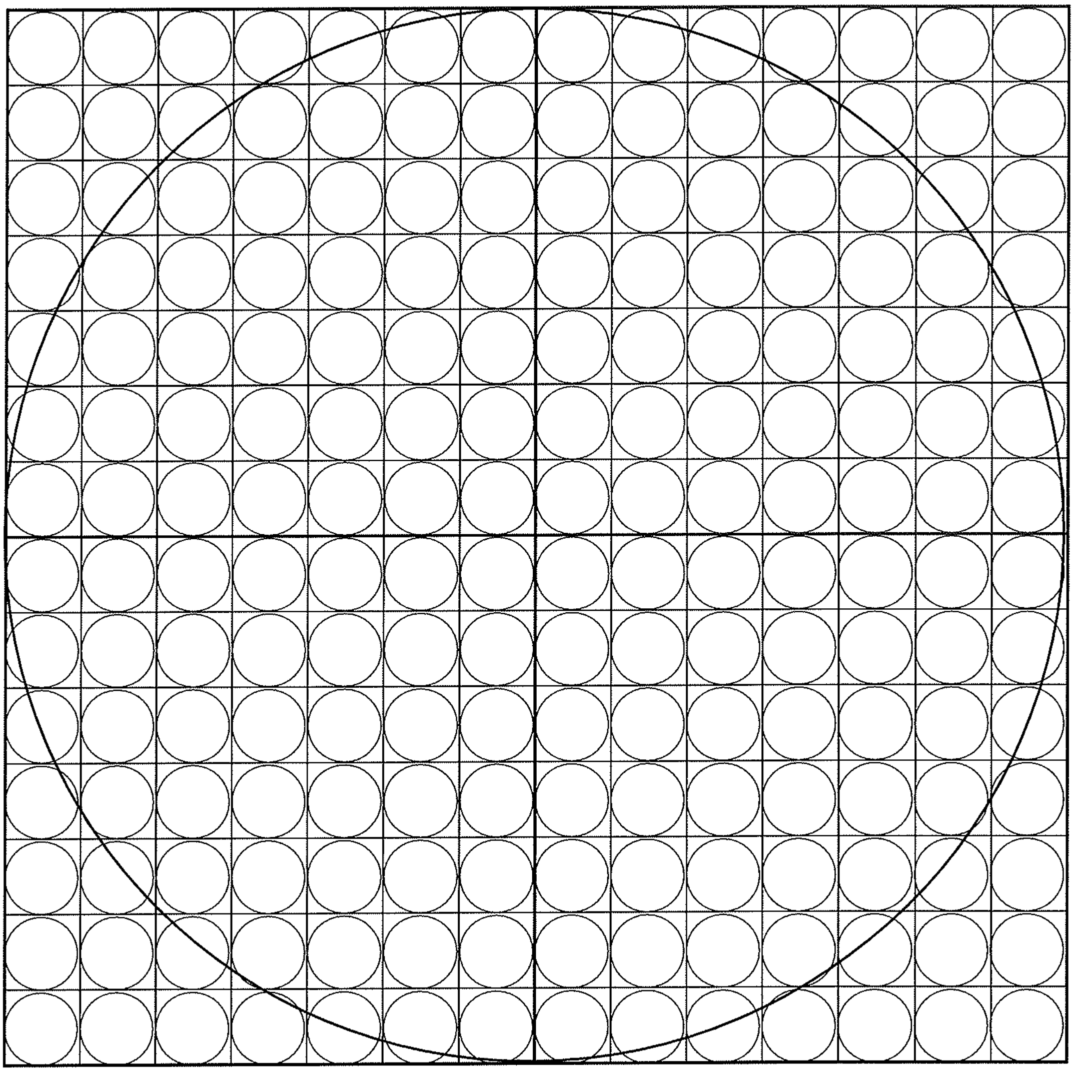
a. Verdeel de 154 cirkeltjes van de grote cirkel (figuur 1) in groepen van 49.
- De eerste groep van 49 cirkeltjes kleur je oranje.
- De tweede groep van 49 cirkeltjes geel
- De derde groep van 49 cirkeltjes blauw.
- Kleur de 7 resterende cirkeltjes roze.

b. Het grote vierkant met ingeschreven grote cirkel wordt verdeeld in 4 even grote middelgrote vierkanten. Kleur de omtrek van de middelgrote vierkanten linksboven grijs, rechtsboven bruin, linksonder paars en rechtsonder zwart.
c. Vul in figuur 2 zoveel mogelijk middelgrote vierkanten, met gekleurde omtrek, op met de 154 cirkeltjes/schijfjes van de grote cirkel (figuur 1). Dat zijn er evenveel als er cirkeltjes/schijfjes in de aparte grote cirkel zitten.
Doe dat door per middelgroot vierkant 49 cirkeltjes hetzelfde te kleuren zoals in de aparte grote cirkel: 49 oranje cirkeltjes, 49 gele cirkeltjes, 49 blauwe cirkeltjes en de 7 resterende cirkeltjes roze.

Figuur 1



Figuur 2



d. Hoeveel cirkeltjes zitten er in de aparte grote cirkel? ....

e. Hoeveel cirkeltjes met dezelfde kleur zitten er in één middelgroot vierkant? ....
Wat is de verhouding van het aantal cirkeltjes in de aparte grote cirkel en het aantal hetzelfde gekleurde cirkeltjes in één middelgroot vierkant? Druk die verhouding uit in de kleinst mogelijke breuk!

.... / .... = ... / ....

Druk die verhouding ook uit in een kommagetal, tot twee cijfers na de komma. ....

20.4 Maak een pi-schijfjesbord

a. Gebruik een houten/kartonnen vierkanten plaat van minimum 1,5 meter op 1,5 meter (2,25 vierkante meter) en maximum 2 meter op 2 meter (4 vierkante meter).
b. Teken op de plaat een cirkel met als middelpunt het snijpunt van de diagonalen van het vierkanten bord en een straal van 0,70 meter.
c. Teken een omgeschreven vierkant met als zijde 1,4 meter.
d. Verdeel dit grote vierkant in 4 gelijke middelgrote vierkanten met als zijde 0,7 meter.
e. Verdeel deze middelgrote vierkanten in 49 vierkantjes (7 x 7) met als zijde 0,1 meter of 1 decimeter.

f. Maak 154 schijfjes met een straal van 5 centimeter, dus met een diameter van 10 cm. Verf daarvan 49 schijfjes oranje, 49 schijfjes geel, 49 schijfjes blauw en de 7 overblijvende schijfjes roze. We raden aan om van elke kleur wat reserveschijfjes te maken.
g. Beleg/bedek de grote ingeschreven cirkel met 154 schijfjes zodat de schijfjes met dezelfde kleur gegroepeerd zijn.
h. Beleg/bedek door te verschuiven zoveel mogelijk middelgrote vierkanten met schijfjes van dezelfde kleur. Leg de resterende 7 roze schijfjes op een rijtje in het vierde middelgrote vierkant.
e. Bereken vanuit de verhouding van de cirkel en één middelgroot vierkant de waarde van het getal pi.

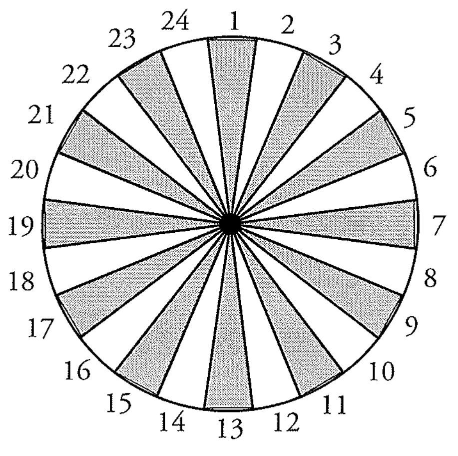
20.5 Een pi-taartpuntenbord/pi-zzapuntenbord

Bij elke verjaardag hoort natuurlijk taart. Dan wordt een ronde taart gesneden en verdeeld in gelijke stukken. Deze gelijke stukken lijken op cirkelsectoren en worden taartpunten genoemd. Dat is ook mogelijk met een pizza. Dan spreken we over pizzapunten.

In de geschiedenis op zoek naar pi hebben we gezien dat de onderzoekers sinds Archimedes via ingeschreven regelmatige veelhoeken probeerden om pi zo dicht mogelijk te benaderen. Na Archimedes met een 96-hoek en Zu Chongzhi met een 3 072-hoek, kwam Al-Kashi zelfs met een 805 306 368-hoek op de proppen. Deze veelhoek was praktisch niet meer te onderscheiden van een cirkel. De conclusie is heel duidelijk: hoe meer hoeken of zijden de regelmatige veelhoek telt, hoe dichter je de omtrek en de oppervlakte van de cirkel benadert. De som van de basissen van de driehoekjes (≈ sectoren) is ongeveer gelijk aan de omtrek van de cirkel. De hoogte van elk driehoekje is ongeveer gelijk aan de straal.

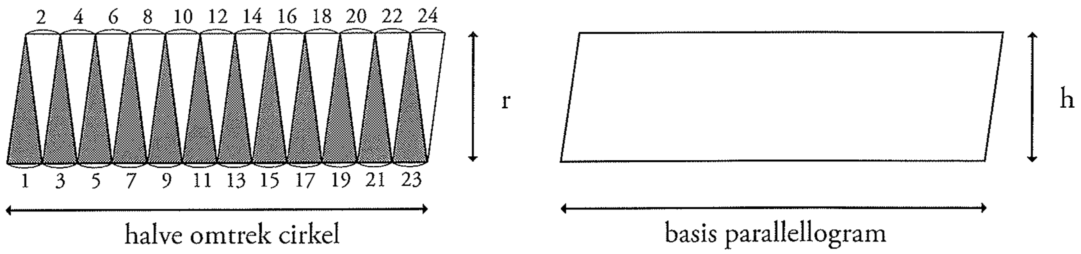
Om de oppervlakte van een cirkel te berekenen, structureer je die tot een parallellogram door de opeenvolgende sectoren in de tegenovergestelde richting naast elkaar te leggen (zie figuur 2). Vanuit de formule van een parallellogram (oppervlakte = basis x hoogte) werd de oppervlakte van de cirkel berekend: (halve omtrek cirkel) x straal = (pi x straal) x straal = pi x straal x straal.
Als formule is dat: π x r x r. De omtrek is π x 2 x r (= π x d).

a. Kleur de sectoren van de 24-hoek. (figuur 1). Wissel af met twee kleuren, bijvoorbeeld geel en blauw.
b. Zet de sectoren van de 24-hoek om in een parallellogram. Zorg ervoor dat de nummers en de kleuren van het parallellogram overeenkomen met die van de sectoren.



Figuur 1

Figuur 2



c. Kies uit en vul in.

π (= pi) - r (= straal) - d (= diameter) - b (= basis) - h (= hoogte) - som - halve som - omtrek - halve omtrek - basis - hoogte

1+ 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 + 19 + 20 + 21 + 22 + 23 + 24 =

de .... van de sectorbasissen = de .... van de cirkel

de omtrek van de cirkel = $\boxed{\ .\ \times 2 \times r\ }$ = $\pi \times .$

1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 + 15 + 17 + 19 + 21 + 23 =

de .... van de sectorbasissen = de .... van de cirkel

de halve omtrek van de cirkel = $\boxed{\ .\ \times r\ }$

de oppervlakte van de cirkel = de oppervlakte van de parallellogram

.... x straal .... x ....

$\boxed{\ \underline{.\ \times\ .}\ \times r\ }$. x .

20.6 Maak een pi-taartpuntenbord/pi-zzapuntenbord

a. Gebruik een houten/kartonnen vierkanten plaat van minimum 1,5 meter op 1,5 meter (2,25 vierkante meter) en maximum 2 meter op 2 meter (4 vierkante meter).

b. Teken op de plaat een cirkel met als middelpunt het snijpunt van de diagonalen van de plaat en een straal van 0,70 meter.

c. Verdeel de cirkel in 24 gelijke sectoren, dus met middelpunthoeken van 15°. Kleur de cirkelsectoren afwisselend, bijvoorbeeld blauw en geel en nummer ze van 1 tot 24.

d. Maak een houten/kartonnen cirkelvormige plaat met een straal van 0,70 meter.

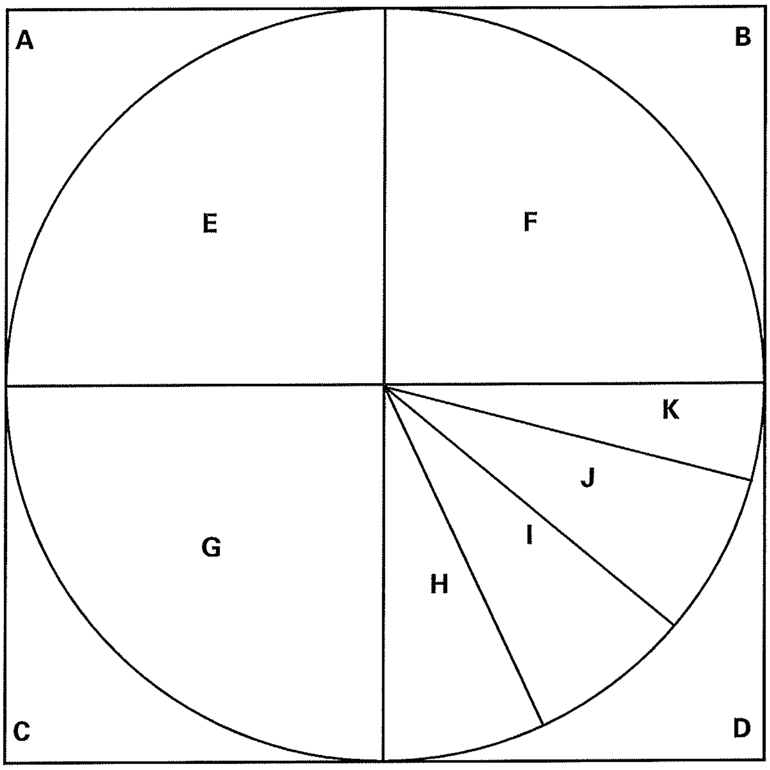
e. Verdeel de cirkelvormige plaat in 24 gelijke sectoren (taartenpunten, pizzapunten). Zaag deze plaat in 24 aparte stukken of knip ze uit. Verf en nummer deze sectoren. Wissel af met twee kleuren, bijvoorbeeld geel en blauw.

f. Leg de afzonderlijke sectoren van de geknipte cirkel op de identieke genummerde en gekleurde sectoren van de cirkel.

g. Leg de opeenvolgende sectoren in de tegenovergestelde richting naast elkaar tot ze een parallellogram vormen.

h. Bereken de oppervlakte van de cirkel vanuit het parallellogram.

20.7 Een pi-zonder bord



Het bovenstaande model van een cirkel met omgeschreven vierkant is getekend op schaal 1/10.
a. Schrijf de werkelijke oppervlakte bij elke figuur tot 3 cijfers na de komma.

- Wat is de oppervlakte van het grote omgeschreven vierkant? ....

Berekening: ....

- Wat is de oppervlakte van de cirkel? ....

Berekening: ....

- Wat is de oppervlakte van een kwartcirkel (sector E of F of G of H+I+J+K)? ....

Berekening: ....

- Wat is de oppervlakte van 1 middelgroot vierkant (A+E of B+F of G+C...)? ....

Berekening: ....

- Wat is het verschil in oppervlakte tussen een middelgroot vierkant en een kwartcirkel, bijvoorbeeld A of B of C of D? ....

Berekening: ....

b. Controleberekening.

- Wat is het verschil in oppervlakte tussen het grote omgeschreven vierkant en de cirkel? (A+B+C+D)?

Berekening: ....

- Wat is één vierde van dat verschil, bijvoorbeeld A, B, C of D? ....

Berekening: ....

- De 4^e kwart cirkel (H+I+J+K), eveneens een rechthoekige middelpunthoek (=90°) zoals E, F en G, is verdeeld in 4 sectoren met als middelpunthoeken H (≈ 25°), I (≈ 25°), J (≈ 25°) en K (≈ 15°).

Wat is de oppervlakte van sector H? .... van sector I .... ?

van sector J .... ? en van sector K ....

Berekening: ....

....

- Hoe kom je aan ongeveer hoekgrootte 25° voor H, I en J en aan 15° voor K.

Berekening: ....

....

....

c. De figuren A, B, C en D hebben dezelfde oppervlakte.

- Welke figuren hebben ongeveer dezelfde oppervlakte als A, B, C en D? ....

- Vul een figuur in met dezelfde oppervlakte en kleur deze figuren in dezelfde kleur:

in groen A: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als ....

in oranje B: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als ....

in rood C: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als ....

- Wat is de oppervlakte van de grote ingeschreven cirkel? ....

- Wat is de som van de oppervlakte van 3 middelgrote vierkanten (A+E)+(B+F)+(G+C)? ....

Berekening: ....

- Met welk figuur moet je de som van 3 middelgrote vierkanten aanvullen om eenzelfde oppervlakte als die van de cirkel te bekomen? ....

Berekening: ....

- Wat is de oppervlakte van die samengestelde figuur? ....

Berekening: ....

- Wat is de som van de oppervlaktes van de 4 figuren (A+E) + (B+F) + (G+C) + K? ....

Berekening: ....

- Som al de figuren op die deel uitmaken van de cirkel: ....

- Herstructureer de cirkel in een aantal middelgrote vierkanten (inbegrepen een kwartcirkel) en één

of meerdere figuren: ....

- Wat is de verhouding tussen de oppervlakte van de cirkel en een middelgroot vierkant? ....

Berekening: ....

- Wat is de verhouding tussen enerzijds de som van de oppervlakte van 3 middelgrote vierkanten

(AE+BE+GC) en sector K en anderzijds één middelgroot vierkant (A+E)? ....

Berkening: ....

....

Wat is de naam van die verhouding? .... en welk symbool? ....

20.8 Maak een pi-zonder bord.

a. Gebruik een houten/kartonnen vierkanten plaat van minimum 1,5 meter op 1,5.

b. Zaag een vierkant met zijde 1 meter uit.

c. Teken een ingeschreven cirkel met straal 0,50 meter in dat grote vierkant.

d. Verdeel zowel het vierkant als de cirkel in 4 gelijke delen.

e. Verdeel één van de kwartcirkels in 4 sectoren, waarvan 3 middelpunthoeken van 25° en 1 middelpunthoek van 15°.

f. Zaag al de getekende figuren uit.

g. Verf 3 kwartcirkels geel en de aansluitende sector met middelpunthoek 15° blauw.

h. Verf van de 4^e kwartcirkel, de 3 sectoren met middelpunthoeken 25° respectievelijk groen, oranje en rood.

i. Verf de verschillen tussen de middelgrote vierkanten en de andere kwartcirkels eveneens groen, oranje en rood.

j. Bereken de oppervlakte van de cirkel door het omstructureren en het omwisselen van figuren met dezelfde oppervlakte.

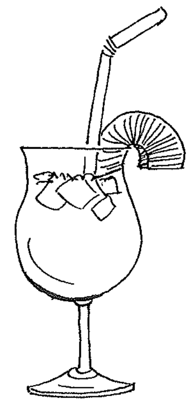
21. PI-DRANKJES EN PI-VERSNAPERINGEN

In pizza zit de naam pi. Pizza noemen we een pi-woord. Als we een woordenboekje doorbladeren vinden we heel wat pi-woorden terug die wat met drank of voeding te maken hebben: Piña Colada, pisang, pindanootjes, pindakaas, pitten van zonnebloemen, pilipili, pickles…
Maak een Pi-ña Colada!
Een Piña Colada is een alcoholische longdrink-cocktail op basis van witte rum, ananassap en kokosmelk. Volgens de overlevering werd de cocktail in 1954 uitgevonden door een barman uit San Juan. De cocktail is dan ook de nationale drank van Puerto Rico. Er bestaat ook een lekkere niet-alcoholische versie van de Piña Colada!

Mini Colada (alcoholvrij): 6 delen koude melk, 4 delen ananasnectar, 3 delen kokosroom en ijsgruis.
Tijdens de pi-dag wil een leerkracht voor 39 leerlingen een verfrissend glaasje van 2 dl alcoholvrije Mini Colada (laten) maken.
Vul de ingrediënten aan in verhouding tot 1,3 l; 7,8 l; breuken en percenten.

	1,3 dl	**7,8 l**	**. / .**	**%**
6 delen koude melk	.... dl	 l	**. / 13**	.... %
4 delen ananassap	.... dl	 l	**. / 13**	.... %
3 delen kokosroom	.... dl	 l	**. / 13**	.... %
ijsgruis				

Bereidingswijze
1. Doe alle ingrediënten in een blender.*
2. Zet de blender aan totdat er een glad mengsel ontstaat.
3. Schenk het mengsel in een gekoeld longdrinkglas.
4. Garneer het glas met een stukje ananas.

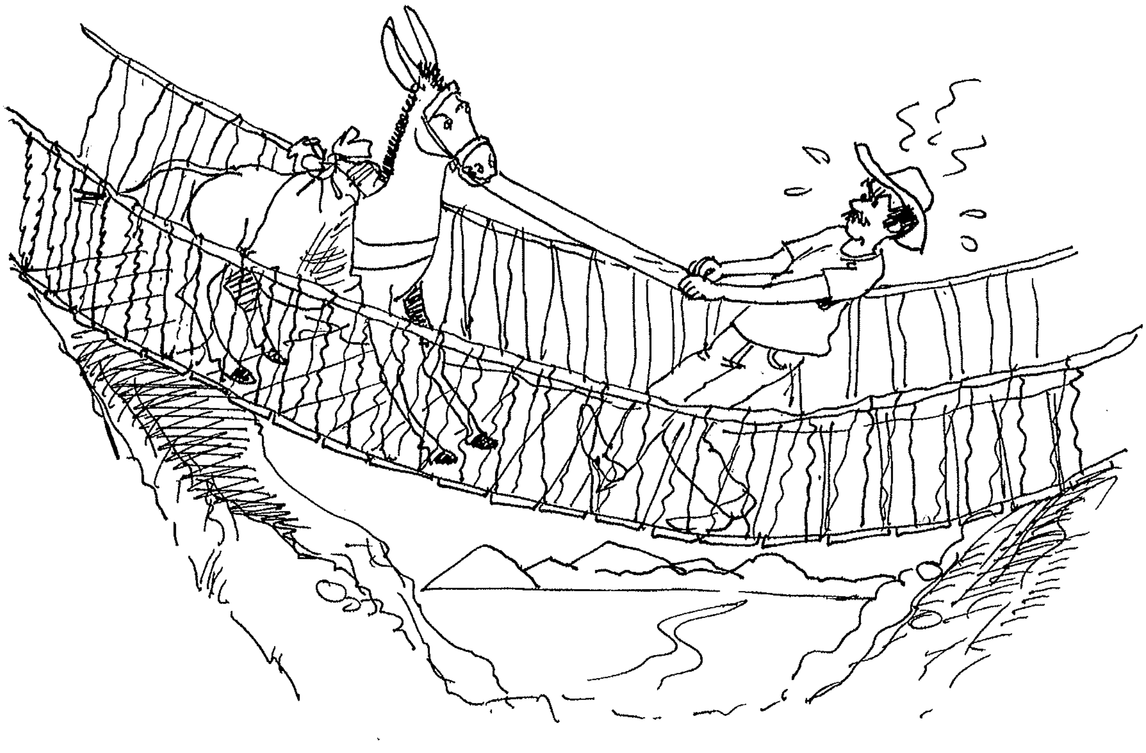


* *Mixer waarmee je fruit en groenten heel fijn kunt snijden en mixen tot sappen.*

22. PI-EZELBRUGGETJES

22.1 Pi-philologie

Ooit al gehoord van 'piphilologie'?
Dat is een humoristische verzamelnaam van mnemotechnieken en andere ezelsbruggetjes of geheugensteuntjes om de cijfers van π te onthouden. Piphilologie is een woordspeling op pi zelf en het taalkundige of linguïstisch onderzoeksgebied filologie (Engels: philology).
Filologie (van het Griekse, philos: 'liefde' en het Griekse logos: 'woord, rede') is een tak die zowel levende als dode talen bestudeert.
Dode talen worden in tegenstelling tot levende talen in het dagelijks leven niet meer als voertaal gebruikt, het zijn talen die niemand meer beschouwt als zijn of haar moedertaal.



Een pi-ke is een dicht- of taalvorm waarbij het aantal woorden onbeperkt is, maar waar het aantal letters per woord het decimaal cijfer aangeeft zoals het in het getal pi voorkomt: 3,14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781640628 62089986280348253421170679821 48086513282306647

Om een aantal decimalen van pi te kunnen onthouden bestaan er gemakkelijk te onthouden zinnen, uitroepen of rijmpjes in verschillende talen. Daarin geeft het aantal letters per woord steeds het decimale cijfer aan. Dit is een mnemotechnisch middeltje, beter bekend als ezelsbruggetje.

22.2. Pi-kes in het Nederlands

a. Schrijf het aantal letters onder elk woord. Controleer of het aantal overeenkomt met het cijfer pi.

Zie, 'k geef u thans, geleerden en leeken, ouden van dagen, frissche studenten, weinige regeltjes, die my zyn gebleken, vaak nuttig te werken voor tal van docenten. Zie nu hoeveel decimalen.

(Dr. Pieter Moree)

Eva o lief, o zoete hartedief, uw blauwe oogen zyn wreed bedrogen.

(Oud-Nederlands voorbeeld)

Wie u kent, o getal belangrijk en gepast, bezit ook grote waarheên, Ankervast.

(Piet Korteknie)

Kyk, 't moet u zeker verheugen te kunnen geven dit getal.

(Marieke van Hagen www.kidswork.nl)

In het Nederlands kennen wij sinds 1986 het gedicht van E.C. Buissant des Amorie, dat 31 decimalen telt. Het aantal letters per woord geeft een decimaal aan. (zie p. 74)

b. De leerling heeft medelijden met de monnik. Schrijf dat in de tekstballon. Of...
De leerling spot met het onderzoekswerk van de monnik. Noteer wat hij zegt in de tekstballon. Hou het grappig!

Wie π voor 't eerst optekende **3 1 4 1 5 9** **en daarna nacht aan nacht geplaagd berekende,** **2 6 5 3 5 8 9** **schreef natuurlyk vel na vel.** **7 9 3 2 3** **Nochtans, arme fanaat** **8 4 6** **(ja, ietwat laat)** **2 6 4** **met een computer kun je sneller benaderen, jawel!** **3 3 8 3 2 7 9 5**

Bron: tijdschrift Pythagoras nummer januari 2005 (http://www.pythagoras.nu.mmmcms/public/artikel228.html)

c. Zoek het juiste woord!

- persoon met een hartstochtelijke inzet tot een bepaalde zaak

....

- erdoor gehinderd worden, er last van hebben, erdoor gekweld worden

....

- schrijven, noteren

....

- tot een bepaalde rang de juiste waarde berekenen van iets

....

- een blad

....

- vanzelfsprekend, uiteraard

....

- evenwel

....

- enigszins

....

- becijferen

....

- vervolgens:

....

d. Hoe staat in het gedicht dat…

- het berekenen van pi vroeger een eenzame klus was: ....
- het berekenen van pi een lastige karwei was: ....
- er vroeger veel papier is volgeschreven om pi te berekenen: ....
- bij de eerste pi-onderzoekers moderne middelen ontbraken: ....
- de dichter medelijden heeft met de vroegere pi-onderzoekers: ....

e. Welke titel past het best bij dit gedicht? Kruis aan.

○ Met pi de digitale snelweg op

○ Pi een ramp in de oudheid

○ De magie van pi

○ Pi, van pen tot computer

○ Koortsachtige zoektocht naar pi

○ Pi rolt uit de computer

Leg uit.

....

....

....

....

f. Bedenk zelf twee passende titels.

○ ....

○ ....

22.3. Pi-kes in het Engels

How I want a drink, alcoholic of course, after the heavy lectures involving quantum mechanics. All of thy geometry, Herr Planck, is fairly hard...:

Source: Pi through the ages
Wat wil ik graag een drankje, alcoholisch natuurlijk, na de ingewikkelde voordrachten over kwantummechanica! Meneer Planck, uw geometrie is redelijk moeilijk ...

'Thy' is 'oud' Engels, vergelijkbaar met 'gij' voor 'jij' in het Nederlands. Max Planck (1858-1947) is een Duits natuurkundige. Voor zijn ontwikkeling van de kwantumtheorie ontving hij in 1918 de Nobelprijs voor de Natuurkunde.

Tel het aantal letters per woord. Controleer of het correct is.

I took a quick glimpsing at bright stars far north. 3, ...
Ik wierp een blik op de heldere sterren in het noorden.

I made a glass alligator... 3, ...
Ik heb een glazen krokodil gemaakt.

'Can I have a drink? Carbonate it please. Right now!' ....
Kan ik een drank krijgen? Met veel prik alsjeblieft. Zo snel mogelijk!

Now I took a drink carefully as Shelly sings. ....
Ik neem een slok van mijn drankje terwijl Shelly zingt.

I hope I dance beautiful in eleven years for mommy. 3, ...
Ik hoop dat ik binnen elf jaar mooi zal kunnen dansen voor mama.

I want a mouse notifying me eleven times for three weekends. 3, ...
Ik wil een muis die me gedurende drie weekends elf keer verwittigt.

For a time I stood screaming at George while Ann cried. ....
Ik stond te schreeuwen tegen George terwijl Ann aan het huilen was.

I want a pizza, yesterday we wanted pizza, Yes, pizza! ....
Ik wil pizza, gisteren wilden we pizza. Ja, pizza!

I ride a horse. Saturdays at eleven. Every day light. 3, ...
Ik ga paardrijden. Elke zaterdag om elf uur. Iedere morgen.

Can I tell a story regarding my family lives and views? ....
Mag ik iets over mijn familie vertellen?

22.4. Pi-kes in het Frans

Schrijf het aantal letters onder elk woord of letter.

Que j'aime à faire apprendre
Un nombre utile aux sages!
Immortel Archimède, artiste ingénieux,
Qui de ton jugement peut priser la valeur?
Pour moi ton problème eut de pareils avantages…

Bron: in Frans België (gepubliceerd in 1879)

Klopt dat ook nog met de vertaling? ……………………………………………………………………………

Wat hou ik ervan om knappe leerlingen een nuttig getal te leren!
Onsterfelijke Archimedes, vernuftige kunstenaar,
wie kent volgens jou de echte waarde van dat getal?
Ik heb er net zoveel problemen mee gehad als jij.

Als hulp krijg je π met 3 gehelen en 30 decimalen: 3,141592653589793238462643383279

23. PI-POËZIE: ELFJES, LIMERICK...

Een elfje is een gedicht dat uit 11 woorden bestaat en 5 regels bevat:
1, 2, 3, 4 woorden en 1 woord.

23.1 Pi-elfjes in het Nederlands

cirkels, met omtrek waarin de diameter een aantal keer gaat pi *(René De Cock)*	oneindige reeks cijfers na de komma voorafgegaan door cijfer drie (of 'voorgesteld door Griekse letter') pi *(Emy Geyskens)*
drie met daarna oneindig veel cijfers kan enkel benaderd worden pi *(Emy Geyskens)*	exact weet je de waarde niet van het merkwaardige getal pi *(Emy Geyskens)*

23.2 Pi-elfjes in het Engels

circles, for centuries have inspired people they are so mysterious unexplainable *(Emy Geyskens)*	cirkels gedurende eeuwen hebben mensen geïnspireerd zij zijn zo geheimzinnig onverklaarbaar
circumferences and diameters of all circles are firmly attached to pi *(Emy Geyskens)*	cirkelomtrekken en diameters van alle cirkels zijn vast verbonden met pi

23.3 Pi-limerick in het Engels

It's a favourit hobby of mine

a new value for pi to assign.

I would fififififififififfiix it at three

because it's easier, you see

than three point one four one five nine (3.14159).

Een van mijn favoriete hobby's

is een nieuwe waarde aan pi toekennen

Ik zou die op drie vastleggen

aangezien dat makkelijker is

dan drie punt een vier een vijf negen

(Bron: Bert Bakvis. Almere.)

23.4. Wis- en natuurlyriek

Cirkelomtrek

Een pier beet zich vast
in de staart van zijn vrouw,
waarop zij enthousiast
vroeg: 'Mag ik ook bij jou?'

Kop-staart kwam zo het span
in een cirkel terecht,
tot verwondering van
een passerende specht.

'Rond is mooi,' sprak het dier
'en men ziet reeds van ver:
een pier en een pier
maakt tesaam twee pi-er!'

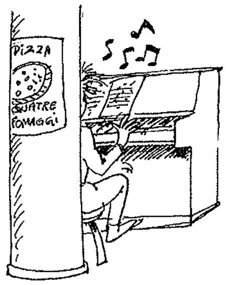
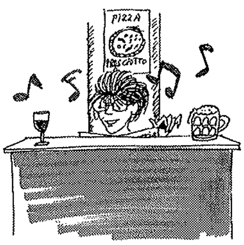
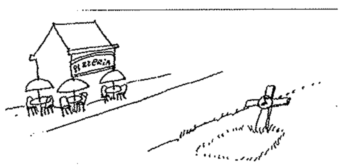
Drs. P en Marjolein Kool (uit Wis- en natuurlyriek)

Zoek informatie over een limerick en over lyriek.

24. PI-GEDICHTEN VAN FRANK POLLET

24.1. Een . . neutje . . anissimo

neut

De anostemmer die, hoewel een echte as,	**a**	**1**
zelf geen goede aniste was,	....	
maar voor haar lol ano speelde in een zzabar	**b**	
het liefst verscholen achter een laar, 	....	
was een punkster met ekhaar	**b**	**2**
en verslaafd aan not noir;	....	
ze kon ntelieren als een man	**c**	
ad fundum ledigde ze iedere ntkan. 	....	
Maar die dag, bij cknickweer,	**d**	**3**
ging een tbull wild tekeer;	....	
hij vrat alle zza's op en zoop liters not noir. 	**b**	
En ook de aniste werd het snel gewaar.	....	**4**
Tegen zoveel snijdigheid bleek zij niet bestand.	**e**	
Nu speelt ze heel anissimo		
aan de overkant 	....	

Frank Pollet, dichter en jeugdschrijver

a. Een nonsensgedicht of toch niet?!
Lees het gedicht zoals het er staat! Draag het voor de hele klas/groep maar eens voor.
Wat vind je ervan? Wat ga/moet je er nu mee doen?

b. Kleur het passende cirkeltje.

- O dit is een gatengedicht dat je moet lezen, begrijpen en interpreteren zoals het er staat
- O dit is een gatengedicht dat je eerst moet aanvullen om het daarna te lezen, te begrijpen en te interpreteren
- O dit is nonsenspoëzie

c. Vul het gatengedicht 'neut' op
Denk hierbij aan de benaming van het merkwaardige getal π/pi (= 3,14) of aan de 16^e letter π/pi van het Griekse alfabet.

d. Lees het aangevulde gedicht.

e. Kleur het passende cirkeltje.

- O dit is nonsenspoëzie
- O dit is poésie pure
- O dit is een light verse/plezierdicht

f. Zoek informatie op over poëzie/gedichten van Drs. P en Geert De Kockere.
- Rubriceer een aantal gedichten volgens doel, vorm, aantal regels en maat.
- Zoek van elke soort een voorbeeld.

g. Zoek naar woorden in het gedicht met dezelfde betekenis

borrel	....	blauwe druivensoort	....
slachtoffer	....	rechtstaand kapsel	....
kwibus	....	heel zachte muziek	....
zuil	....	borrelen	....
zuipen	....	heel erge boosheid	....
tot de bodem	....	pijler	....
buitensmulpartij	....	dupe	....
hondenras	....	paljas	....

h. In welke strofe staat…

- dat de vrouw een drankprobleem had? strofe ....
- dat de vrouw het onderspit moest delven tegen de vechthond? strofe ....
- dat de vrouw eigenlijk geen goede muzikante was? strofe ....
- dat de vechthond brutaal en gulzig/schrokkerig te werk ging? strofe ....

i. Vul de passende rijmwoorden in. Onderstreep wat rijmt.

1e strofe			3e strofe		
a	pi<u>as</u>	w<u>as</u>	d	picknickw...............	....
b	pizzab.....................	....	b	pinot n..................	

2e strofe			4e strofe		
b	piekh......................	....	b	....	
c	m...........................	....	e	best.........................	....

Per versregel krijgt een rijmwoord eenzelfde letter. Bijvoorbeeld bij de 1e strofe krijgen 'as' van 'pias' en 'was' de letter 'a' en krijgen 'ar/aar' van 'pizzabar' en 'pilaar' de letter 'b'.

j. Welk rijmschema past bij dit gedicht? Duid hieronder aan.

- ○ abba cddc effe ghhg
- ○ aabba ccddc eeffe gghhg
- ○ abab cdcd efef gg
- ○ aabb bbcc ddb bee
- ○ abcabc defdef ghighi
- ○ abcb defe ghih jklk

Het gedicht 'Neut' is een speciaal sonnet
Een sonnet of klinkdicht bestaat uit **14 regels verdeeld in vier strofen**: twee kwatrijnen (strofen van vier versregels) en twee terzines (strofen van drie versregels). Dus 4-4-3-3 versregels. De twee kwatrijnen vormen samen een octaaf, de terzines een sextet.

k. Het gedicht 'neut' wijkt lichtjes af van het normale sonnet.

- Hoeveel versregels heeft 'neut'? ....

- Wat is het verschil met een 'normaal' sonnet? ....

- Wat is de structuur? 4 - 4 - .... - .... - ....

- Waaraan kun je zien dat de allerlaatste versregel de voortzetting is van de 14^e regel en niet een 15^e regel is?

....

- Waarom denk je dat de dichter 'Nu speelt ze heel pianissimo' en 'aan de overkant' splitst in 2 versregels?

....

....

....

Een klinkdicht is heel populair bij plezierdichters. Het woord 'sonnet' komt van het Latijn 'sonare' (klinken), in het Italiaans 'sonetto' en in het Frans 'chanson', liedje. Bij de klinkdichten spelen de muzikaliteit, de toon en **het ritme** een belangrijke rol.
Na het 2^e kwartet van het octaaf (na de 8^e versregel) komt de chute of **de volta**. Dat is een duidelijke inhoudelijke verandering of wending.

l. Wat is de chute in het gedicht 'neut'? ....

....

....

....

m. Zoek de passende informatie op. Maak een werkstuk of spreekbeurt.

- Welke zijn de voornaamste rijmschema's in een terzine (drieregelige strofe) en in een kwatrijn (vierregelige strofe)? Geef telkens een passend voorbeeld!
- Dit gedicht is geschreven in een gepaard rijm. Verklaar! Geef ook andere rijmvormen.

Het gedicht 'neut' is een light verse.
Een plezierdicht is de naam voor poëzie die geschreven wordt met het doel de lezer te **amuseren**. De dichter probeert de 'dingen des levens' te relativeren en minder ernstig en humoristisch voor te stellen. Ook schrijvers van **liedjesteksten** maken vaak toegankelijke light verse. Nochtans kan daarbij ook een ernstige ondertoon worden aangeslagen. Het 'lichte vers' kende in de jaren zeventig en tachtig een grote bloei, met vooraanstaande dichters en zangers als Drs. P. , Annie M.G. Schmidt, Jules de Corte, Robert Long en Ivo de Wijs.

n. Wat is de betekenis van 'de jaren zeventig'? ....

o. Welke luchtige elementen vind je terug in 'neut'?

....

....

p. Welke ernstige ondertoon vind je terug in 'neut'?

....

q. Zoek in 'De Griekse Tango' (Songtekst Drs. P) een aantal grappige dingen die typisch zijn voor een light verse of een plezierdicht.
- Vind je in 'De Griekse Tango' ook een ernstige ondertoon?

r. Bekende voorbeelden van light verse zijn de limerick en het ollekebolleke.
Zoek daarover informatie. Welke rol speelt Drs. P daarbij?

s. Beantwoord de vragen.

- Hoe staat in het gedicht dat de vrouw niet graag in het openbaar optrad of gezien werd?

....

- Hoe staat in het gedicht dat de vrouw er niet conformistisch, niet alledaags uitzag?

....

- Hoe staat in het gedicht dat de omstandigheden gunstig waren voor een buitenparty?

....

- Hoe staat in het gedicht dat de vrouw niet tegen de pitbull opkon?

....

- Wat kun je uit 'Nu speelt ze heel pianissimo' 'aan de overkant' besluiten?

○ de vrouw werkt nu in een andere pizzabar aan de overkant van de straat.

○ de vrouw is doodgebeten door de pitbull.

○ de vrouw speelt nu veel stiller piano dan vroeger, rekening houdend met gehoorschade.

- Wat is de figuurlijke betekenis van 'aan de overkant'?

○ de vrouw speelt piano in een pizzabar aan de overkant van de straat.

○ de vrouw ligt begraven aan de overkant van de pizzabar.

○ de overkant van het leven is de dood.

- Wat betekent de woordspeling 'pioëzie'?

....

- Waarom kunnen we de naam Frank Piollet in plaats van Frank Pollet gebruiken?

○ omdat Piollet een pseudoniem is van Pollet.

○ om te beklemtonen dat dichter Frank Pollet pi gebruikt in zijn gedichten.

○ omdat Piollet beter klinkt dan Pollet.

○ om een voorbeeld van literaire creatie, spielerei te geven.

t. Pianissimo op de piano
Dichter Frank Pollet is een echte muziekliefhebber. Dat lees je in zijn biografie. Niet verbazend dat hij pi verwerkt heeft in de muziekterm pianissimo.
Kies uit en vul in.

zacht – luid/sterk – zo luid/zo sterk mogelijk – volledig stil – gematigd zacht
heel luid/sterk – zo zacht mogelijk – gematigd luid/sterk – heel zacht

n	niente	....
ppp	pianissimo possibile	....
pp	pianissimo	....
p	piano	....
mp	mezzopiano	....
mf	mezzoforte	....
f	forte	....
ff	fortissimo	....
fff	fortissimo possibile	....

24.2 Zestien (16) . . epkenduik

16 [. . EPKENDUIK]

Toen ik je ontmoette, vroeg je: ‘Schat me eens!’ Je was niet rond, wel duister. Onberekenbaar bleek je. Een eindeloze speurtocht, een eeuwige droom, een oneindig verhaal.

Frank Pollet, dichter en jeugdschrijver

a. Ontcijfer de 24 letters van het Griekse letterschrift.
- Vergelijk de Griekse letters met de Nederlandse letters.
- Vul in de tabel de Nederlandse letters in.

Griekse letters	Nederlandse letters (uitspraak)	Vertaling
α λ φ α β η τ ο	**alfabeto**	alfabet
δ ι α μ ε τ ρ ο ς	**diametros**	diameter
Α ρ χ ι μ η δ η ς	**Archimedes**	Archimedes
ε υ ρ η κ α	**(h)eureka**	ik heb het gevonden
ε υ ρ ι σ κ ω	**(h)euriskoo**	ik vind
π ε ρ ι μ ε τ ρ ο ς	**perimetros**	omtrek
φ ι λ ο ς	**philos**	liefde
λ ο γ ο ς	**logos**	woord, rede

Hoofdletters	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω
Kleine letters	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	ο	π	ρ	σ ς	τ	υ	φ	χ	ψ	ω
uitspraak	.	.	.	.	.	z	ij	th	.	.	.	.	n	x ks	.	.	.	.	.	.	.	.	ps	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	alfa	bèta	gamma	delta	epsilon	zèta	èta	thèta	jota/iota	kappa	lambda	mu	nu	xi	omikron	pi	rho	sigma	tau	ypsilon	phi	chi	psi	omega

b. Schrijf al de Griekse woordjes met GRIEKSE HOOFDLETTERS. Bijvoorbeeld:
(h)eureka! ik heb het gevonden → ε υ ρ η κ α → **ΕΥΡΗΚΑ**

c. In welke letterlijke betekenis gebruikt de dichter de hoofdtitel 16?

O als letter

O als getal

Hoe weet je dat?

....

....

d.Het gedicht 16 [. . EPKENDUIK] is een liefdesgedicht.
Wat is hier de betekenis van 16?

....

....

e. Het gedicht 16 [. . EPKENDUIK] heeft een dubbele bodem.
Welke twee betekenissen bevat het gedicht?

O het gaat over de eerste 16 cijfers van pi na de komma

O het gaat over een verliefd koppeltje van 16 jaar

O het gaat over de 16e letter van het Griekse alfabet

O het gaat over het toepassen van pi bij het berekenen van de omtrek van een cirkel

O het gaat over 'the never ending' (de nooit eindigende) expeditie naar het getal pi

f. Hoe drukt de dichter uit dat het zoeken naar pi quasi uitzichtloos, hopeloos is?

....

....

Het enjambement
We spreken over een enjambement als **een zin doorloopt van de ene versregel in de volgende** zonder pauze, zonder rustmoment. Er is dan een overgang van het laatste woord/zinsdeel van de ene versregel naar het eerste woord/zinsdeel van de volgende versregel. Door het enjambement moet de lezer **doorlezen,** omdat een pauze het gedicht onbegrijpelijk zou maken.
De versregels horen wat zinsbouw betreft bij elkaar.

g. Op welke wijze gebruikt dichter F. Pollet het enjambement?

- Wanneer/waarom gebruikt dichter Frank Pollet het enjambement in 16 bij 'Schat/me eens!'?

○ om een speciaal rijm te kunnen creëren (stroferijm).

○ om een verrassende of grappige wending te construeren.

○ om een bepaald rijm meer te benadrukken.

○ om (de eentonigheid van) een bepaald rijm minder te benadrukken (rijmverdoezeling).

○ omwille van het metrum (beklemtoond, ontbeklemtoond) en/of het ritme (geluid, rust).

○ om een extra betekenis aan het gedicht toe te voegen.

- Wanneer/waarom gebruikt dichter Frank Pollet het enjambement in 16 bij 'Onberekenbaar bleek/je'?

○ om een speciaal rijm te kunnen creëren (stroferijm).

○ om een bepaald rijm meer te benadrukken.

○ om een extra betekenis aan het gedicht toe te voegen.

○ om (de eentonigheid van) een bepaald rijm minder te benadrukken (rijmverdoezeling).

○ omwille van het metrum (beklemtoond, onbeklemtoond) en/of het ritme (geluid, rust).

○ om een bepaald woord of zinsdeel te accentueren.

- Wanneer/waarom gebruikt dichter Frank Pollet het enjambement in 16 bij 'een eeuwige/droom'?

○ om een speciaal rijm te kunnen creëren (stroferijm).

○ om een bepaald rijm meer te benadrukken.

○ om (de eentonigheid van) een bepaald rijm minder te benadrukken (rijmverdoezeling).

○ om een extra betekenis aan het gedicht toe te voegen.

○ omwille van het metrum (beklemtoond, ontbeklemtoond) en/of het ritme (geluid, rust).

○ om een bepaald woord of zinsdeel te accentueren.

- Wat is het verschil tussen 'Toen ik je ontmoette, vroeg je: 'Schat' en 'Toen ik je ontmoette, vroeg je: Schat me eens!'?

... 'Schat: ....

... 'Schat me eens!: ....

....

....

- Wat is het verschil tussen 'Onberekenbaar bleek' en 'Onberekenbaar bleek je.?

Onberekenbaar bleek: ....

....

Onberekenbaar bleek je: ....

....

....

- Waarom scheidt de dichter 'een eeuwige' en 'droom'?

....

....

....

h. Ga op zoek naar de dubbele bodem in het gedicht.

Het gedicht 16 gaat zowel over een verliefd paar 16-jarige pubers als over het getal pi.

- Waarom gebruikt de dichter pi als zinnebeeld, als allegorische vergelijking met het verliefd paartje?

....

....

....

....

....

....

....

....

- Waarom is 'een onvoorspelbare liefde' een passende titel?

....

....

- Wie vroeg om ingeschat, beoordeeld te worden?

- ○ de ik-persoon
- ○ de andere geliefde
- ○ het getal pi
- ○ de dichter Frank Pollet

- Het meisje bleek onberekenbaar

Kleur het juiste symbool.

Wie is de ik-persoon?	♀	♂	Wie wordt bedoeld met je?	♀	♂
Wie vroeg: 'Schat met eens!'	♀	♂	Wie wordt hier bedoeld met 'Schat'?	♀	♂
Wie moet schatten?	♀	♂	Wie wordt hier bedoeld met 'me'?	♀	♂
Wie was niet rond, wel duister?	♀	♂			

- 'Schat me eens!

Als het meisje vraagt: 'Schat met eens!'

Wat betekent dan het antwoord 'Je was niet rond,...'

○ dat de jongen het gewicht niet wil schatten

○ dat de jongen het gewicht wel wil schatten

○ dat de jongen het meisje niet dik vindt

○ dat de jongen het meisje wel dik vindt

○ dat de jongen het meisje niet openhartig vindt

- Wat is de betekenis van 'je was niet rond' (als je aan pi denkt)?

○ je was eerlijk

○ je was niet openhartig

○ je was niet dik

○ je eindigde niet op nul

○ je was niet klaar met je opdracht

○ je was geen afgerond getal

- Waarom gebruikt de dichter 'PIEPKENDUIK'?

○ de geliefden lieten zich niet zien zoals zij echt waren

○ de geliefden zonderden zich af van de buitenwereld

○ de geliefden hielden zich verborgen voor de anderen

○ de pi in PIepkenduik

○ de geliefden verborgen zich achter elkaar

○ omdat wegstekertje, verstoppertje spelen een leuk spelletje is

- Liefdesgedicht en het getal pi

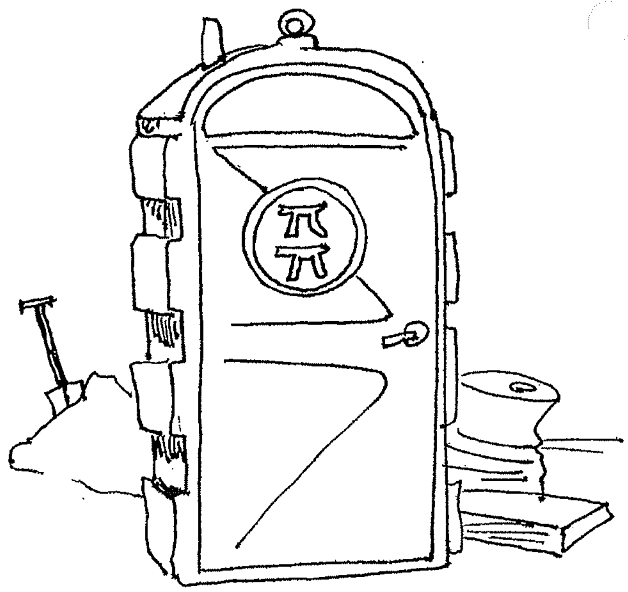
Welke woorden/zinsdelen kun je zowel gebruiken in de context van een liefdesgedicht als in een gedicht over het getal pi?

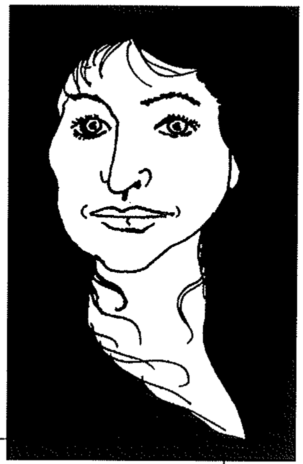
....

....

'PIepkenduik' verwijst naar The New Bo Beep of PIckadilla, een Engelse volkdans, bij ons beter bekend als 'Bal in de straat'.

Bron: http://www.youtube.com/watch?v=scz3b5kJ5zM





25. PI-LIEDJES EN PI-RAPPEN

25.1. Kate Bush zingt 'Pi'

'Aerial' (Vanuit de lucht) is de naam van het eerste dubbelalbum van Kate Bush. Op de eerste cd 'A Sea of Honey', vind je het liedje Pi. 'A sea of honey' betekent 'een zee van honing'.

Sweet and gentle sensitive man With an obsessive nature and deep fascination for numbers And a complete infatuation with the calculation of π Oh he love, he love, he love He does love his numbers And they run, they run, they run him In a great big circle In a circle of infinity 3.1415926535 897932 3846 264 338 3279	Lieve en zachte, gevoelige man Met zijn dwangmatige gedrag en een diepe fascinatie voor cijfers En een blinde liefde voor het berekenen van π O, hij houdt van, hij houdt van, hij houdt van Hij houdt echt van die cijfers En ze laten hem lopen, lopen, lopen In een grote cirkel Een cirkel van oneindigheid 3.1415926535 897932 3846 264 338 3279
Oh he love, he love, he love He does love his numbers And they run, they run, they run him In a great big circle In a circle of infinity But he must, he must, he must Put a number to it 50288419 716939937510 58209749 44 59230781 6406286208 821 4808651 32 Oh he love, he love, he love He does love his numbers And they run, they run, they run him In a great big circle In a circle of infinity 82306647 0938446095 505 8223...	O, hij houdt van, hij houdt van, hij houdt van Hij houdt echt van die cijfers En ze laten hem lopen, lopen, lopen In een grote cirkel Een cirkel van oneindigheid Maar hij moet, hij moet, hij moet Afronden 50288419 716939937510 582319749 44 59230781 6406286208 821 4808651 32 O, hij houdt van, hij houdt van, hij houdt van Hij houdt echt van die cijfers En ze laten hem lopen, lopen, lopen In een grote cirkel Een cirkel van oneindigheid 82306647 0938446095 505 8223...

Bron: http://www.katebush.co.uk/katebush_html/lyrics.html

a. Vul de onderstaande tabellen met vertalingen aan. Je vindt de antwoorden in de tekst.

sweet	....	....	een cirkel
gentle	....	....	hij moet
sensitive	....	....	hij houdt echt van
deep	....	....	een cijfer
great	....	....	ze laten hem lopen

to put a number to it	....
in a great big circle	....
....	een cirkel van oneindigheid
....	en een blinde liefde
....	voor het berekenen van π

b. Beantwoord de vragen in het Engels, behalve als het anders vermeld wordt.

- Kate Bush vindt het altijd leuk om haar liedjesteksten een vleugje geheimzinnigheid te geven. In het liedje PI zingt Kate over een man die wel een heel bijzondere obsessie heeft. Welke?

He has (hij heeft)

....

....

- Noteer drie Engelse woorden uit de tekst die nog meer vertellen over het karakter van de man.

....

- Wat laten de decimalen van π de man doen?

....

....

- Betekent dit dat deze man in een cirkeltje gaat lopen? Motiveer je antwoord.

....

....

....

- Stip hieronder het deeltje aan dat het best bij de tekst past.

O in cirkels denken

O een gesloten cirkel

O een cirkel zonder einde

O de cirkel draait door

- De man uit de tekst kent blijkbaar bijzonder veel decimalen van π. Stel je voor dat Kate ergens optreedt en dit liedje live wil zingen ... Dan moet Kate de decimalen ook kennen!

Noteer de eerste tien decimalen van pi in het Engels en in de correcte volgorde.

1	one	2	two
4	four	6	six
1	one	5	five
5	five	3	three
9	nine	5	five

- Hieronder vind je π met 'enkele' decimalen.

3,

1415926535 89793238462643383279502884197169399375105820974944592307816406286208998628034825342117067982148086513282306647

Ga na of π in de tekst van Kate de correcte decimalen bevat.

Antwoord: ....

....

....

....

- Kate Bush verandert niet alleen nummers, maar voegt er ook nummers aan toe. Waarom doet ze dit?

....

- In de tekst staat verschillende keren 'he love'. De auteur van de tekst heeft blijkbaar beslist om Kate 'he love' te laten zingen. Toch is dat fout. In correct Engels is het 'he loveS'.
Vul de andere werkwoorden uit de tekst aan.

He .... his numbers.

They .... him.

He .... put a number to it.

- Waarom moet de man uit de tekst het getal π afronden?

....

....

- Pi gaat over een man met een obsessie voor getallen, in het bijzonder het getal pi.
Opmerkelijk is dat het refrein enkel bestaat uit cijfers achter/na de komma.

Hoeveel? ....

25.2 De Griekse Tango (songtekst Drs. P.)

a. Kies uit en vul in.

figuur – duur – bovenbuur – cirkelkwadratuur – huur – overstuur – muur – zuur

Verleden week bezocht ik voor de eerste maal mijn ....

Het had te maken met lekkage naar ik meen of met de ....

Er hing een levensecht portretje van een cirkel aan de ....

en hij ontpopte zich als vreemde en ascetische ....

die zich in leven hield met brokjes en augurken in het ....

Het schikt me slecht, ik moet veel werk verrichten sprak hij .... ,

ik heb al jaren een obsessie en die geeft me rust nog ....

daar ik verslaafd ben aan de ....

b. Kies uit en vul in.

globaal – transcendentaal – decimaal – verhaal – zaal – straal – banaal – geniaal

Als men de omtrek van een cirkel, zo begon hij zijn .... ,

gaat delen door de doorsnee, uiteraard is die twee keer de ....

Dan komt er een quotiënt, ja mag ik even stilte in de .... ,

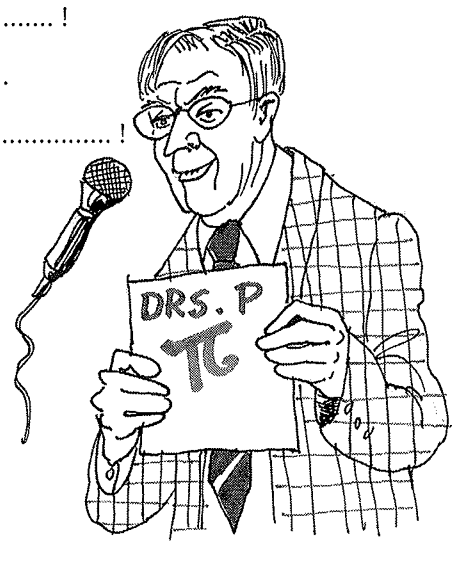
vaak zegt men tweeëntwintig zevende maar dat is te ....

In feite is het twee-pi-er en dat is lang niet zo .... !

Het blijkt dat pi irrationeel is en daarbij ....

En een computer heeft het uitgerekend, is dat niet .... !

Tot in de weet ik veel hoeveelste ....



c. Kies uit en vul in.

manie – pi – encyclopedie – fobie – planimetrie – magie – compromis – mystici

Ja deze pi dat staat te lezen in de ....

Is eeuwenoud, wetenschappelijk en Grieks en vol ....

Als ik zo pieker over pi, spreekt u wellicht van een .... ,

maar zijn wij allen niet neuro-, fana-, roman- of .... ?

Een ander heeft een kolibrie, een relikwie of een ....,

maar ik verdiep me onophoudelijk en zonder ....

in dit unieke en verheven wonder der ....

Ik zoek het antwoord op het grote raadsel .... !

d. Kies uit en vul in.

kordaat – staat – gepraat – pi-r-kwadraat – gelaat – ornaat – straat – zuurstofapparaat

Na deze woorden onderbrak hij spastisch hijgend zijn ....

en er verscheen een onrustbarend kleurenspel op zijn ....

Dus ik begon al rond te kijken naar een .... ,

maar hij bedaarde en hervatte zijn verhandeling ....

Er is een andere formule, die is ook niet van de ....

De oppervlakte van een cirkel immers is ....

en om de waarde van die pi nu eens te zien in vol .... ,

dat is wat mij als ideaal voor ogen .... !

e. Kies uit en vul in.

wrijf – schrijf – lijf – blijf – 3,14159265 – tijdverdrijf – rekenschijf – verstijf

Aldus weet ik ....

Etcetera, etcetera, ja het heeft heel wat om het ....

Zodat ik elke morgen na het opstaan eventjes ....

bij de gedachte aan de eindeloosheid van dit ....

Waarna ik mij toch altijd weer verman en in m'n handen .... ,

ik grijp de rekenliniaal, (maar ook wel eens de ....) .

Ik zet me neer en calculeer en schrijf en calculeer en ....

en ik zal blijven zoeken tot ik er in ....!

Bronvermelding: Musicfrom Network/Stichting Musi©opy
auteur: Heinz Hermann Polzer
componist: Heinz Hermann Polzer

f. Onder de titel Griekse Tango schreef Drs. P een aan een pi-minnaar gewijd, dramatisch lied, dat onder meer te vinden is op Drs. P Compilé sur CD. Drs. P gebruikt het slagrijm aaaaaa, waarbij alle versregels hetzelfde eindrijm hebben. Daarmee probeert de dichter een komisch effect te bereiken. Geef daar enkele voorbeelden van.

g. Zoek op het internet informatie over de biografie en de bibliografie van Drs. P (Heinz Hermann Polzer).

h. Waarom gebruikt Drs. P voor 'Pi' de titel 'Griekse Tango'.

O omdat hij rapt.

O omdat hij in het gedicht dansen verwerkt.

O omdat pi een Griekse letter is.

O omdat het π-teken als twee dansende personen kan voorgesteld worden.

i. Tik in een zoekmachine op internet 'pi day song' in. Je komt dan zeker uit bij Engelstalige pi-liedjes die kunnen gezongen worden op de tonen van een bekend lied: Happi Pi Day op 'Happy Birthday', Oh Number Pi op 'Oh Christmas Tree', Pi Day Song op 'Jingle Bells'.

26. PI-BOEKEN EN PI-FILMS

26.1. Het leven van Pi

Deze paperback van schrijver Yann Martel krijgt allerlei superlatieven opgeplakt. Het is een filosofisch avonturenverhaal, een prachtig sprookje over geloof, hoop en liefde.
Een schrijver, die worstelt met zijn nieuwe roman, reist naar Pondicherry, een Indiase stad. Daar ontmoet hij een oudere man die zegt hem op het spoor te kunnen zetten van een verhaal. Dat verhaal zal de auteur misschien wel in God doen geloven.
Het is het verhaal van Piscine Patel. De schrijver ontmoet hem in Toronto, de grootste stad van Canada.

Als jongen groeit Piscine Patel, kortweg Pi, op in Pondicherry waar zijn vader een dierentuin beheert. Pi leert daar veel over dieren en vertelt er heerlijke verhalen over. Hij heeft interesse in verschillende religies: christendom, islam en hindoeïsme. De dierentuin rendeert onvoldoende en zijn ouders besluiten te emigreren naar Canada, het beloofde land. Als 16-jarige jongen scheept Pi samen met zijn ouders en hun gekooide beestenboel in. Op een stormachtige nacht vergaat het vrachtschip bijna met man en muis en belandt Pi als enige overlevende mens in een reddingssloep. Daarin dobbert hij in gezelschap van een tijger, een hyena, een orang-oetan en een zebra 227 dagen over de Stille of Grote Oceaan.

Weet je hoe een alfamannetje zich van een bètamannetje onderscheidt? Ben je dol op Expeditie Robinson? Wil jij je nautische terminologie bijspijkeren? Dat kan allemaal in dit boek. Het verhaal bestaat uit drie stukken: deel 1: India; deel 2: de Grote Oceaan en deel 3: het slot. Deze overlevingstocht geeft aanleiding tot een ongelooflijk, buitengewoon fantasierijk en origineel verhaal. Het is zowel een fascinerend als een grappig, tragikomisch avontuur vol ontberingen met een intrigerend slot. De roman doet je geloven in de onverwoestbare kracht van verhalen en fantasie.

Er wordt allang gedacht aan de verfilming van dit boek. Meerdere scriptschrijvers hadden zich al eerder verbonden aan dit filmproject, maar haakten af. Naar alle verwachtingen zal Ang Lee, die in 2005 succes boekte met Brokeback Mountain, de verfilming op zich nemen.

a. Zoek een synoniem in de tekst en vul in.

- verkenningstocht: ....
- diepzinnig, beschouwend: ....
- goedkoop boek, pocket: ....
- zwembad (Frans woord): ....
- zeer sterk ....
- opbrengen: ....
- openstaan voor: ....
- van land verhuizen: ....
- bewoordingen: ....
- fascinerend: ....
- scenario: ....
- godsdienst van de moslims: ....

b. Zoek het juiste woord bij de verklaring.

- Overtreffend, overstijgend, uitbundig geprezen, in de hoogste graad: ....
- Een ingenaaid of gekartonneerde goedkope uitgave van een boek met gelijmde rug en een kaft bestaande uit een papieren omslag met een plastic laagje: ....
- Zich met hangen en wurgen, inspiratieloos, met veel moeite aan het schrijven zetten: ....
- Een prozaverhaal (geen versregels, maar in de vorm van gewone spraak) dat vertelt hoe zich het leven en het karakter van één of meer personen gedurende een bepaalde periode ontwikkeld heeft met teksten van overwegend fictionele aard: ....
- Alle passagiers lijden schipbreuk en verdrinken: ....
- Bewoordingen betreffende de scheepsvaart of de watersport: ....
- Iets op het vereiste niveau brengen: ....
- Treurig en tevens vrolijk: ....
- Een gebrek aan noodzakelijke levensbehoeften: ....
- Een geschreven tekst van een film, radioprogramma e.d.: ....
- Een individueel dier dat in een groep dieren duidelijk de leiding heeft: ....

c. Los de vragen op!
- Waaruit bestaat het begin van het verhaal?

....

- Waaruit bestaat het midden van het verhaal?

....

- Waarom besluiten de ouders van Pi naar Canada te emigreren?

....

....

....

- Waaruit kun je afleiden dat Pi misschien wel eens op een onbewoond eiland is terecht gekomen?

....

- Waaruit kun je afleiden dat de dieren tijdens hun overlevingstocht wellicht niet steeds democratisch met elkaar omgingen? ....

- Waaruit kun je afleiden dat de verfilming van 'Het leven van Pi' geen gemakkelijk opdracht is?

....

- Waaruit kun je zeker afleiden dat 'Het leven van Pi' fictie is?

....

....

d. Zoek op in een atlas.

India - Madras - Canada - Toronto - Grote of Stille Oceaan

e. Stippel een boottocht uit van India naar Canada over de Grote of Stille Oceaan. Vertrek vanuit Pondicherry, dat ligt ten zuiden van Madras.

f. Zoek op internet wat 'Expeditie Robinson' betekent. Vanwaar komt de naam 'Robinson'?

g. Zoek op wat alfamannetjes en bètamannetjes zijn bij de dieren. Geef voorbeelden van hun gedrag. Vind je dat ook bij mensen? Zo ja, geef voorbeelden.

h. Zoek informatie op over verschillende religies: christendom, islam, hindoeïsme …

26.2 De Pi-man

'Van Pi-man naar student' is een dvd over studeren met autisme en het belang van begeleiding. Het is een portret van een student met autisme. In deze documentaire wordt Ivo gevolgd tijdens de overgang van het secundair/voortgezet onderwijs naar zijn studie aan de universiteit. Het resultaat is een informatieve en soms aangrijpende film over de problemen waarmee Ivo geconfronteerd wordt.

Bij een eerste aanblik lijkt Ivo een doodgewone tiener. Een hoogbegaafde jongen, dat wel. Dat maakt hem heel bijzonder, maar dat merk je niet aan de buitenkant. Ingewikkelde wiskundige berekeningen, zoals het berekenen van pi, zijn voor hem een uitdaging.
Na het voortgezet/secundair onderwijs wil hij niets liever dan studeren aan de Technische Universiteit in Eindhoven. Daar brandt de lamp, zijn lamp! Zijn doel is uitvinder of professor worden. Maar wat ook niet aan hem te zien is: Ivo heeft autisme. Hij heeft het syndroom van Asperger. Door zijn klasgenoten wordt hij soms de Pi-man genoemd omdat hij dol is op het berekenen van het wiskundige getal pi.

De film 'Van Pi-man naar student' volgt Ivo in zijn eerste stappen om zijn uiteindelijk doel te bereiken. Al snel blijkt dat hij er met zijn buitengewone intelligentie niet komt. Het loopt mis. Ivo kan het studietempo niet bijbenen omdat hij op een totaal andere manier denkt. De universitaire opleiding sluit absoluut niet aan bij zijn manier van kennis vergaren. Ivo benadert zijn studie op een voor docenten en medestudenten onnavolgbare manier. Daardoor mist hij de aansluiting.

'Van Pi-man naar student' is een persoonlijk en aangrijpend portret van Ivo's strijd om een doodgewone student te zijn. De documentaire toont beelden van Ivo op de universiteit, thuis en een door hem zelf gefilmd videodagboek. Op de dvd zijn interviews met zijn moeder, studiebegeleider en studiekeuzeadviseur toegevoegd. Deze geven de film extra diepgang en achtergrond.

De film geeft geen antwoorden, maar stelt wel de indringende vragen: hoeveel 'Einsteins' in dop gaan er in Nederland verloren? Is het Nederlandse onderwijssysteem aangepast aan mensen met autisme? Hoeveel talent laten we aan hun lot over? Gaat het in Vlaanderen zoveel beter?

De film is een uitgave van Tijdcode Producties en werd gemaakt door Pieter van de Langenberg (filmmaker) en Saskia Sliepenbeek (autismespecialist). Eén jaar volgden filmers Pieter van de Langenberg en Saskia Sliepenbeek de nieuwbakken student. 'Van Pi-man naar student' is te bestellen op: www.tijdcode.nl/webshop.

a. Zoek een woord in de tekst en vul in.

- leraar ....

- raadgever, consulent ....

- levensschets ....

- nog jong en talentvol ....

- Een film met een beschrijvend verhaal waarbij een beeld van de werkelijkheid wordt weergegeven.

....

- Een ontwikkelings-/gedragsstoornis waarbij de personen sterk op zichzelf gericht, in zichzelf gekeerd zijn en moeilijk contact kunnen maken met de omgeving. ....

- Een complex van verschijnselen die kenmerkend zijn voor een bepaalde ziekte of toestand en dat gewoonlijk naar de ontdekker wordt genoemd. ....

b. Los de vragen op!

- Waarom wordt Ivo 'Pi-man' genoemd?

....

- Waarom wordt Ivo 'De Einstein van Eindhoven' genoemd?

....

....

- Waarom gebruikt de schrijver van dit artikel na Eindhoven, 'Daar brandt de lamp, ...'?

....

- Is 'Van Pi-man naar Student' fictie of non-fictie? ....

Uit welk sleutelwoord kun je dat afleiden? ....

- Wat geeft de film extra diepgang en achtergrond? ....

....

- Hoe kan Ivo zijn autisme camoufleren?

....

- Waarom loopt het mis met Ivo? Zoek een oorzaak bij Ivo zelf en een externe oorzaak!

....

....

....

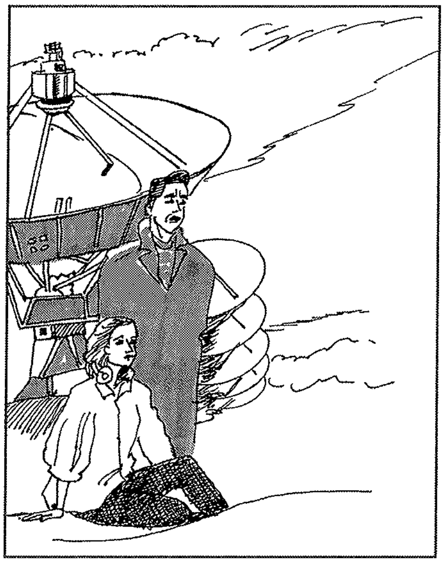
- Waaruit kun je afleiden dat het in Nederland met heel wat begaafde leerlingen met autisme meestal niet zo positief afloopt? ....

....

c. Zoek informatie op over autisme en het syndroom van Asperger. Welke kenmerken heeft het syndroom van Asperger die ook in het autismespectrum zijn terug te vinden?

26.3. Contact

Contact



Een boek van sciencefiction schrijver Carl Sagan
In romanvorm publiceerde hij zijn visie op mens en kosmos.
In 1997 verfilmd met Jodie Foster in de hoofdrol.
Het getal pi oefent een bijna magische aantrekkingskracht uit op kunstenaars. Carl Sagan beschrijft hoe een briljante sterrenkundige Ellie Arroway een signaal opvangt van buitenaardse wezens. Die vertellen haar allerlei geheimen, waaronder het feit dat het getal pi een geheime boodschap bevat die zelfs de aliens nog niet konden ontcijferen. Vele vragen worden gesteld bijvoorbeeld over de schoonheid van het heelal. De antwoorden staan in pi, het getal dat een belangrijke rol speelt in het boek. In pi zit een goddelijke boodschap verborgen, wat uiteindelijk leidt tot het maken van een tijdmachine. Uiteraard weet Arroway de pi-code aan het einde van het boek (maar niet van de film – ga het boek lezen, nu!) te breken. Een verhaal over botsingen tussen geloof en wetenschap, tussen Ellie Arroway, een vrouw van de wetenschap en de theoloog, Palmer Jos, een man van God. Hoewel perfecte tegenpolen, komen ze dichter tot elkaar.

a. De film is een sciencefictionfilm. Als je sciencefiction letterlijk vertaalt, vind je 'wetenschapsfictie'. Wat betekent fictie? Zoek op in een woordenboek.

....

....

b. Geef een voorbeeld uit het verhaal van een 'verzonnen element'.

....

....

c. Waarom is de titel 'Contact' een passende titel bij dit verhaal?

....

....

d. Waarom vinden vele mensen het getal pi magisch?

....

....

e. Het tegenovergestelde van fictie is non-fictie. Stip hieronder alle delen aan die bij non-fictie horen.

- ○ vampierverhalen
- ○ informatieve boeken
- ○ woordenboeken
- ○ sprookjesboeken
- ○ wetenschappelijke tijdschriften
- ○ stripverhalen

f. Carl Sagan was een Amerikaanse astronoom. Waaruit blijkt dat hij deze wetenschap populariseerde, begrijpelijk, toegankelijk maakte voor niet-wetenschappers?

....

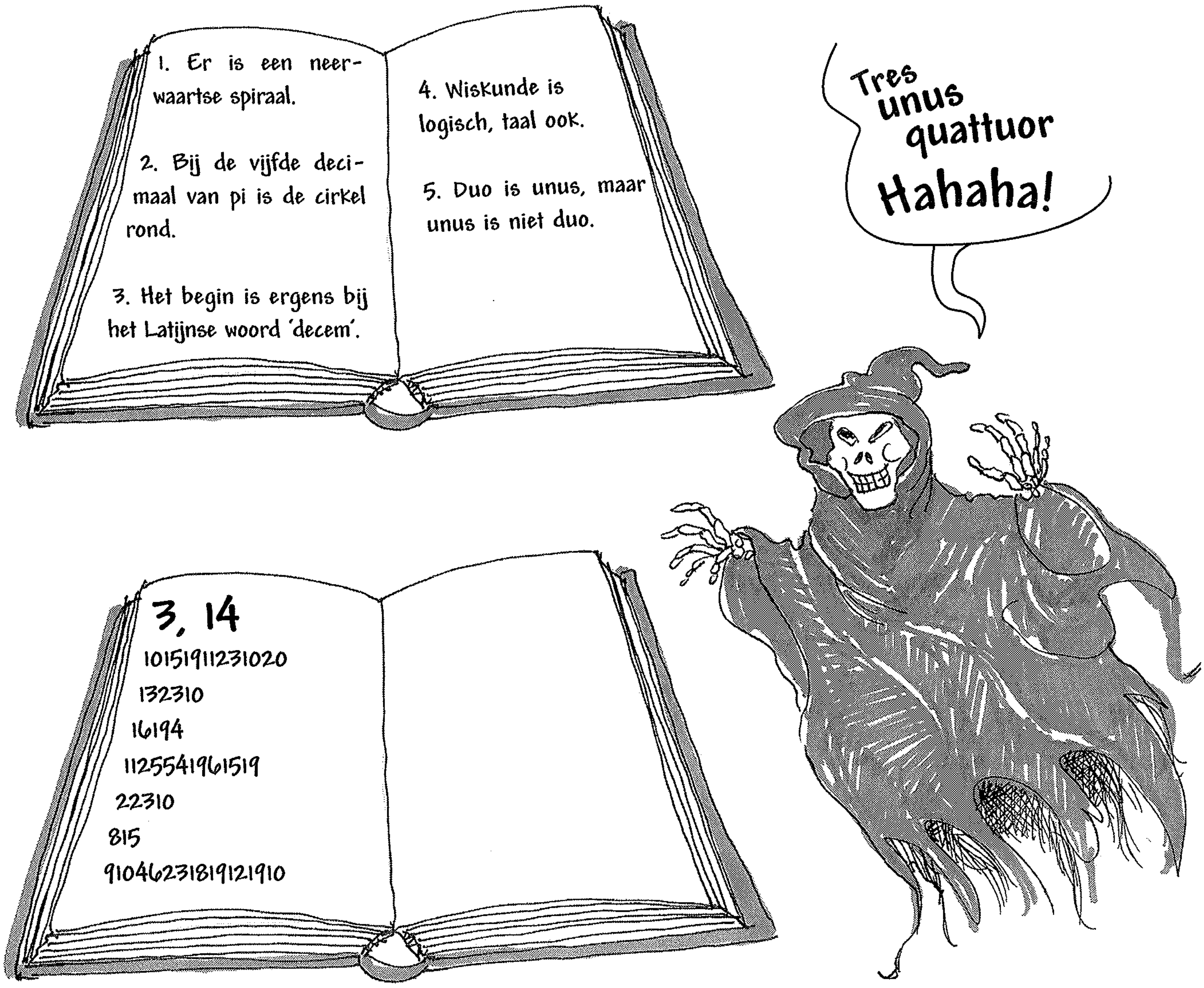
EX g. Zoek op darwinisme versus creationisme. Welke vergelijking kun je maken met 'Contact'?

....

27 HET EINDE VAN PI

27.1 Kraak de code!

Het einde van pi? Dan moet de pi-code gekraakt worden.
Daarvoor krijg je enkele cryptische omschrijvingen of tips. Laat je vooral niet ontmoedigen. Het is heel moeilijk, maar dat kan ook niet anders. Het gaat over een getal dat al eeuwenlang bestudeerd wordt door vele verschillende culturen, wetenschappers, schrijvers en dichters en nu ook door jou: het getal pi.
Kun jij de code kraken en de verborgen geheime boodschap ontcijferen?



a. Wat is de geheime boodschap die we zoeken?

....

2.7.2 Het 'Glorieuze' pi-lied

Lang geleden leefde er een oude Griek
Hoe hij een cirkel meten moest dat wist ie niet!
En hij krabde in zijn haren en stelde heel wat vragen
Maar tot een oplossing kwam het niet meteen...

Na heel wat denken en heel wat uren werk
had hij 't gevonden en jongens 't was heel sterk!!!
Hij wist het niet meteen, maar vond er toen toch één,
Straal x straal x PI waarom ook nie(t)...

Singin'ya ya yipPI yipPI yeah 2x
Singin'ya ya yipPI,ya ya yipPI
Yaya yipPI yiPI yeah!

Bereken d'omtrek van de cirkel met de pi
En ook bij d'oppervlakte vergeet je hem best nie(t)
't Is een heel belangrijk getal, 't is 3,14
Als je dat niet weet dan ben je wel gezien!!!

Singin'ya ya yipPI yipPI yeah 2x
Singin'ya ya yipPI,ya ya yipPI
Yaya yipPI yiPI yeah!

Singin'ya ya yipPI yipPI yeah 2x
Singin'ya ya yipPI,ya ya yipPI
Yaya yipPI yiPI yeah!

KSO Glorieux Ronse Vlaanderen in België