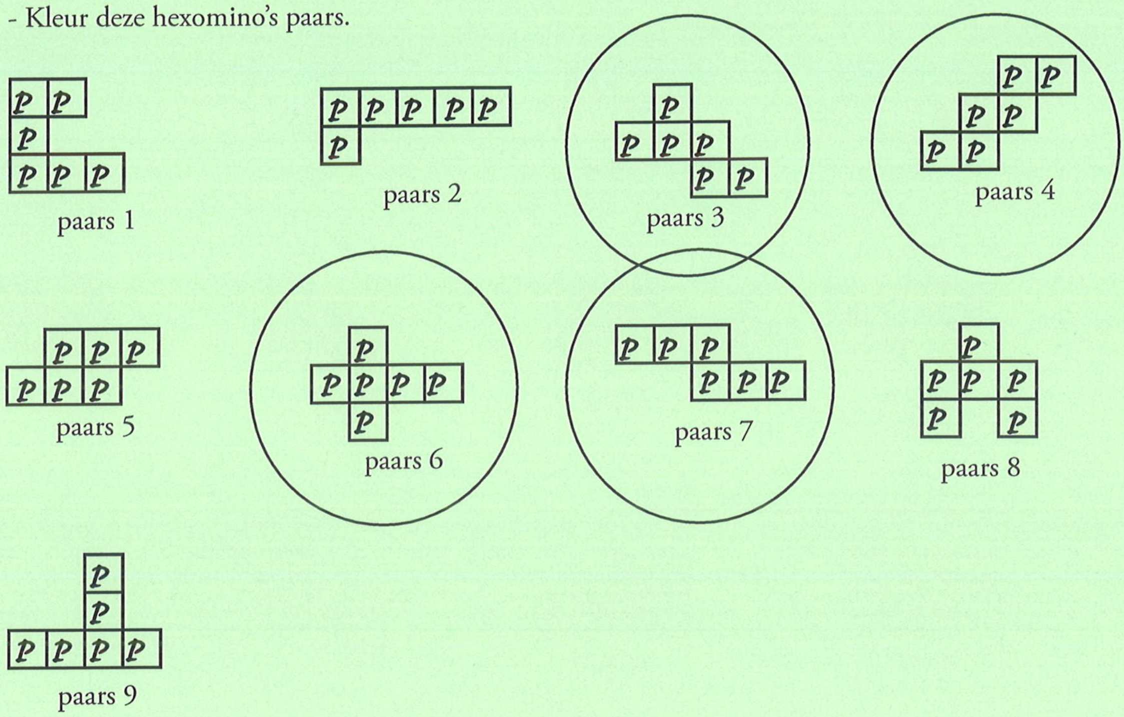
- Kleur deze hexomino's paars.



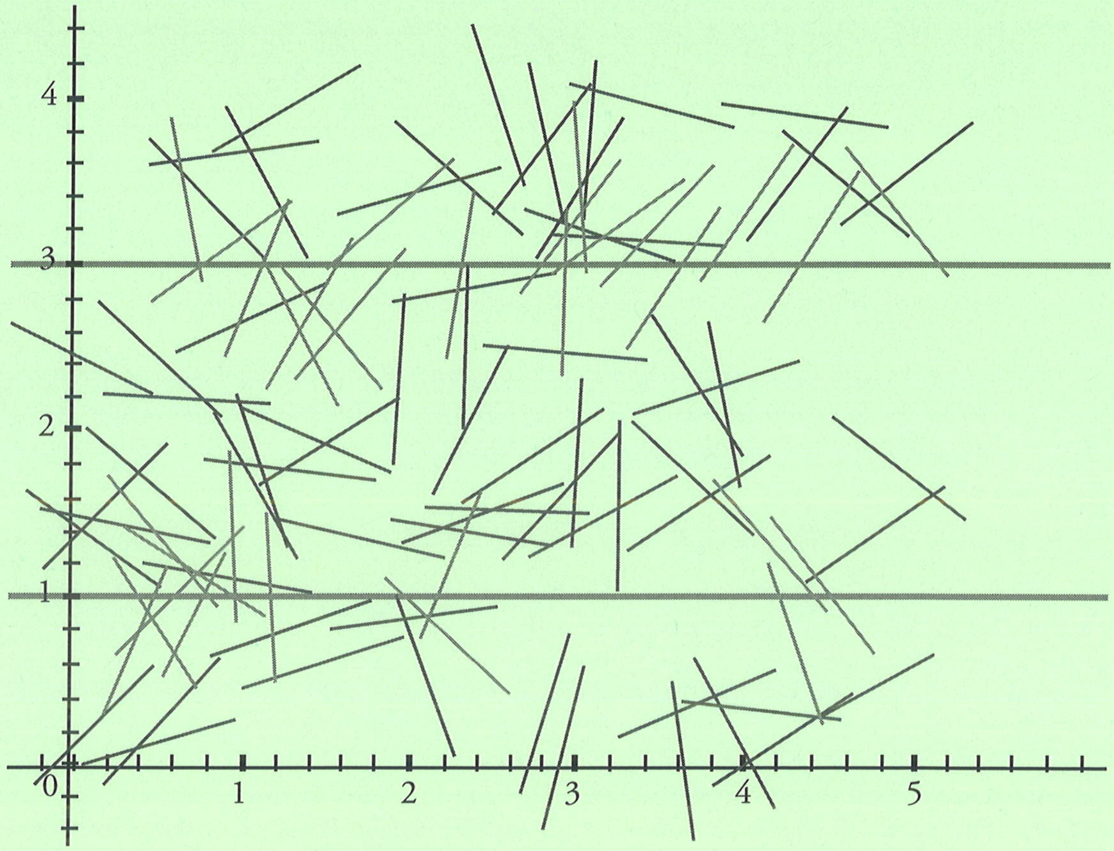
- Elf van de voorgaande hexomino's zijn de ontvouwing, de ontwikkeling, de ontplooiïng of het netwerk van een kubus.
Omcirkel deze 11 ontvouwingen.

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.



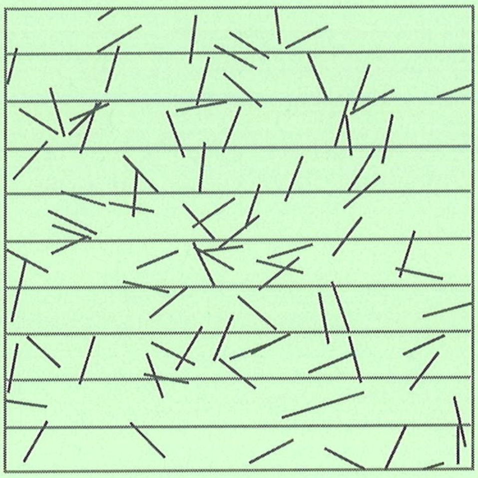
Vul de ontbrekende getallen in de verhoudingstabel in volgens de verhouding $1/\pi$.

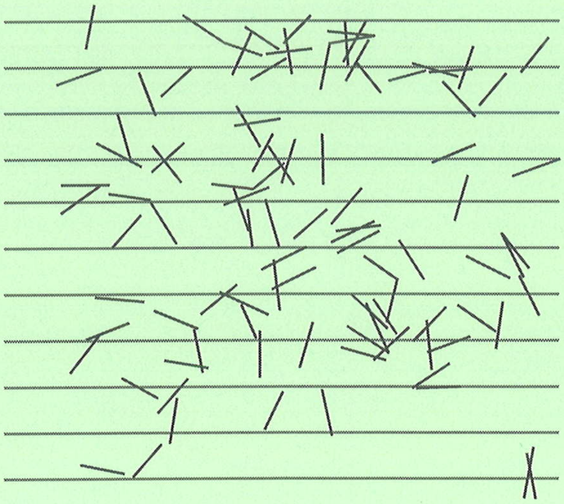
treffers	1	1	......7......	14	....500..	1000
worpen/pogingen	π	$\approx 3{,}14$	≈ 22	≈....44....	≈ 1571	≈..3.142

**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	....28.....	200	840......
worpen	π	$\approx 3{,}14$	≈....11.....	≈ 44	≈..314...	≈ 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 ...

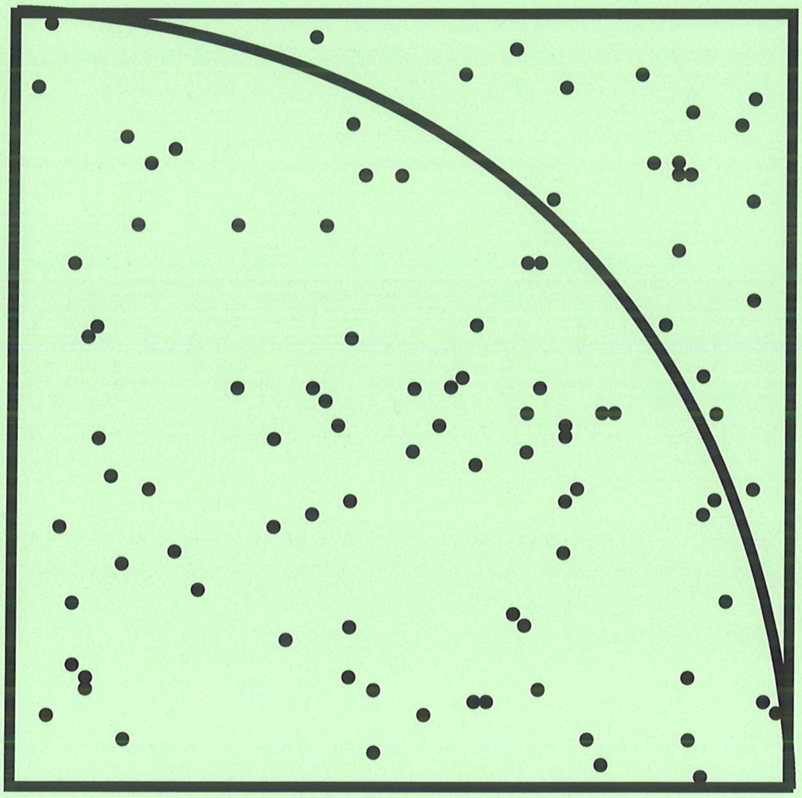
Het aantal worpen gedeeld door **de helft van het aantal treffers**
44 : 14 (28 : 2) = 3,14; 314 : 100 (200 : 2) = 3,14; 1 320 : 420 (840 : 2) = 3,14 ...

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.



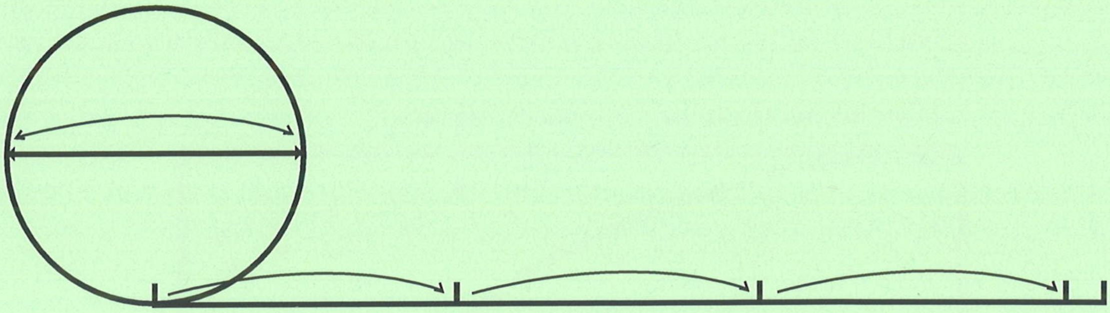
c. We spreken van een 'treffer' wanneer de stip in de kwartcirkel ligt.
Weet je waarom het aantal treffers gedeeld door het totale aantal geplaatste stippen bij benadering gelijk is aan $\pi/4$?

treffers	π	≈ 3,14	≈.....11.....	≈ 44	≈..1.100..	≈ 1320
aantal stippen	4	4	14	....56......	1400	.1.680...

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 3,14 of het getal π (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! 450 omwentelingen

$3{,}14 \times 0{,}71\ m \approx 2{,}23\ m\ (2{,}2294)$

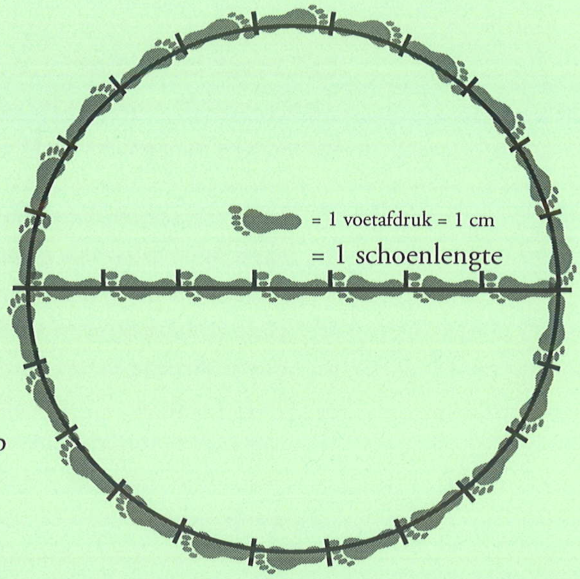
$1\ km = 1\ 000\ m$; $1\ 000\ m : 2{,}23\ m = 448{,}43$ keer,

Dus $\approx$ 450 omwentelingen of omlopen

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! ...5,28...... m

b. Op welke schaal is die cirkel hier getekend? ..7 cm / 168 cm = 1 cm / 24 cm = 1/24

c. Wat is de werkelijke lengte van één voetafdruk/schoenlengte? ....0,24...... m (1,68: 7=0,24)

d. Hoeveel is de werkelijke lengte van de 22 voetafdrukken samen? .....5,28....... m

e. Hoeveel voetafdrukken/schoenlengtes gaan er in de diameter? ....7.........

f. Hoeveel voetafdrukken/schoenlengtes gaan er in de omtrek? ....22.........

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! ....22 / 7..............
- Druk die verhouding uit in een kommagetal, tot op twee cijfers na de komma. ...3,14......
- Druk ook de verhouding tussen de omtrek en de diameter (1,68 m) uit in een kommagetal, tot op twee cijfers na de komma. ...3,14...... (5,28 m : 1,68m = 3,14)
- De verhouding tussen de omtrek en de diameter van een cirkel noemen we .pi...........
- Deze verhouding wordt voorgesteld door het symbool ..π..........

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

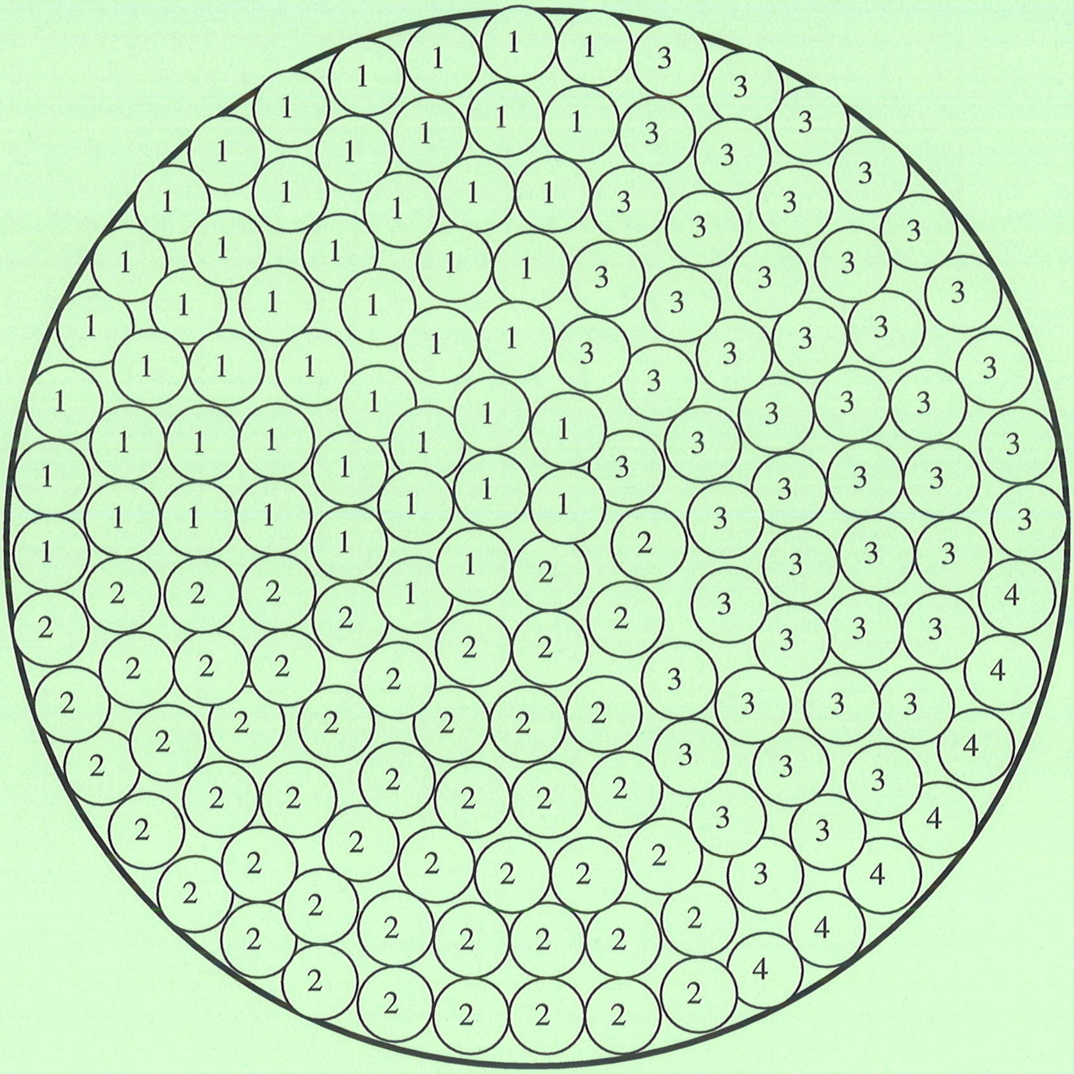
Niet alleen vanuit de omtrek, maar ook vanuit het oppervlak en de oppervlakte van een cirkel kun je pi berekenen.

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.

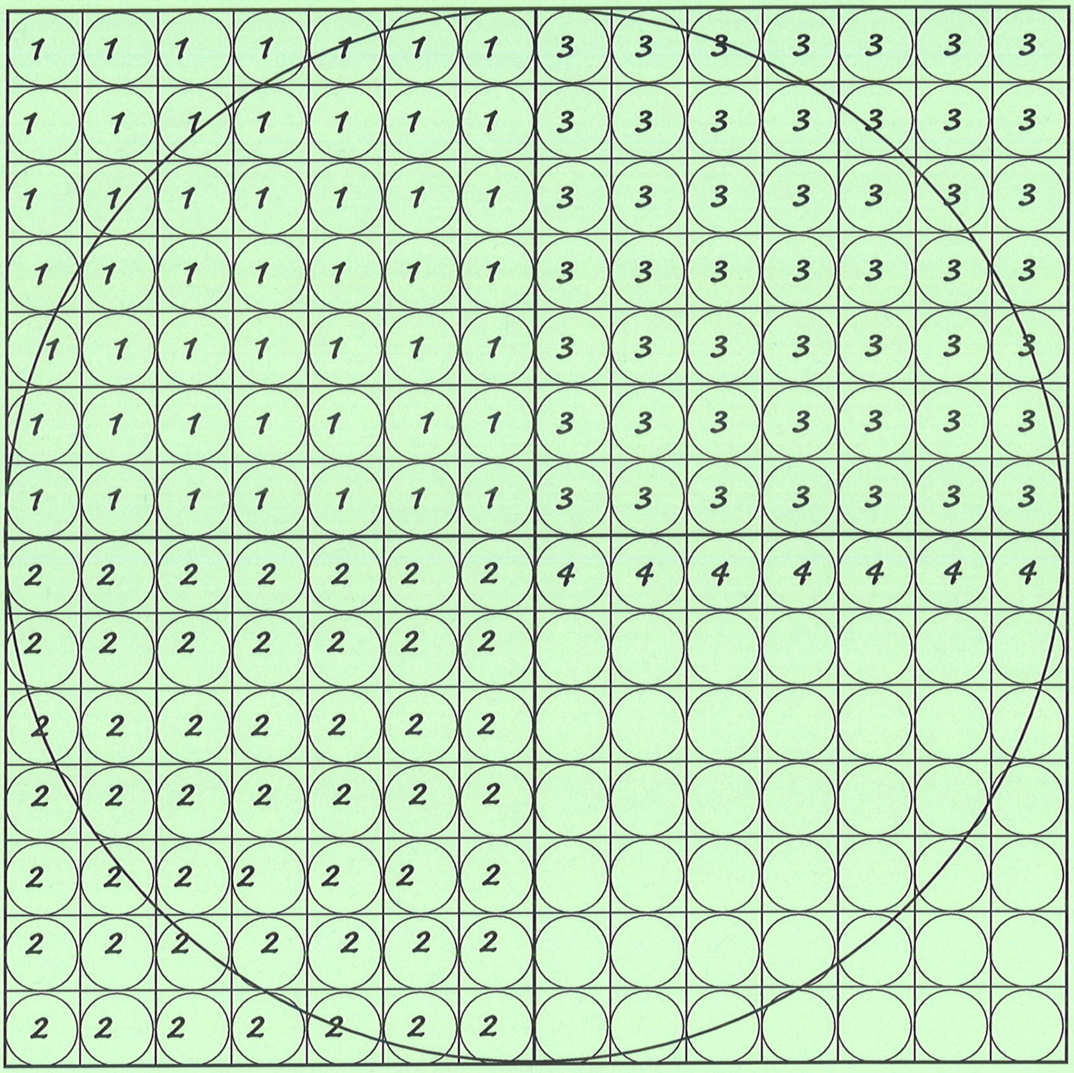
a. Verdeel de 154 cirkeltjes van de grote cirkel (figuur 1) in groepen van 49.
- De eerste groep van 49 cirkeltjes kleur je oranje.
- De tweede groep van 49 cirkeltjes geel
- De derde groep van 49 cirkeltjes blauw.
- Kleur de 7 resterende cirkeltjes roze.

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? .....154..........

e. Hoeveel cirkeltjes met dezelfde kleur zitten er in één middelgroot vierkant? .....49............
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!

.......154....... / .....49............. = ...22......... / .....7............... .

Druk die verhouding ook uit in een kommagetal, tot twee cijfers na de komma. ....3,14.........

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.

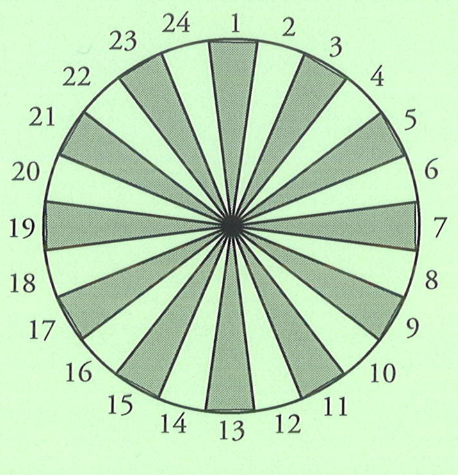
20.5 Een pi-taartpuntenbord/pi-zzapuntenbord

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.

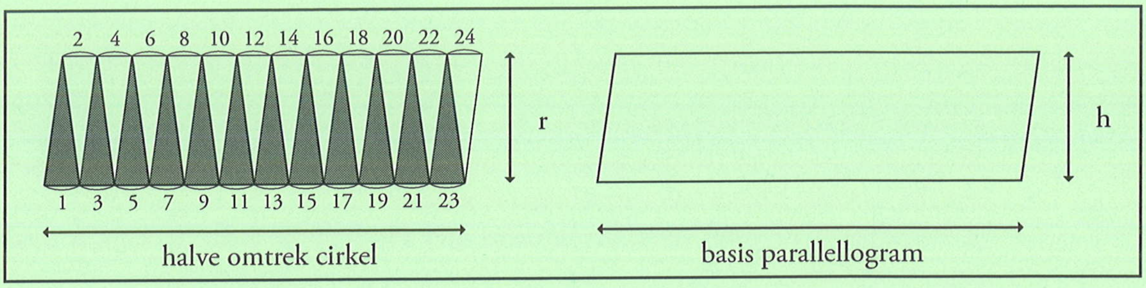
Om de oppervlakte van een cirkel te berekenen, structureer je die tot een parallellogram door de opeenvolgende sectoren in de tegenovergestelde richting naast elkaar te leggen (zie figuur 2). Vanuit de formule van een parallellogram (oppervlakte = basis x hoogte) werd de oppervlakte van de cirkel berekend: (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 ......som................. van de sectorbasissen = de ....omtrek....................... van de cirkel

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

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

de ....halve som...... van de sectorbasissen = de ....halve omtrek............... van de cirkel

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

de oppervlakte van de cirkel	=	de oppervlakte van de parallellogram
...........halve omtrek........... x straal		...........basis x hoogte...........
$\underline{\pi \times r} \times r$		$b \times h$

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.

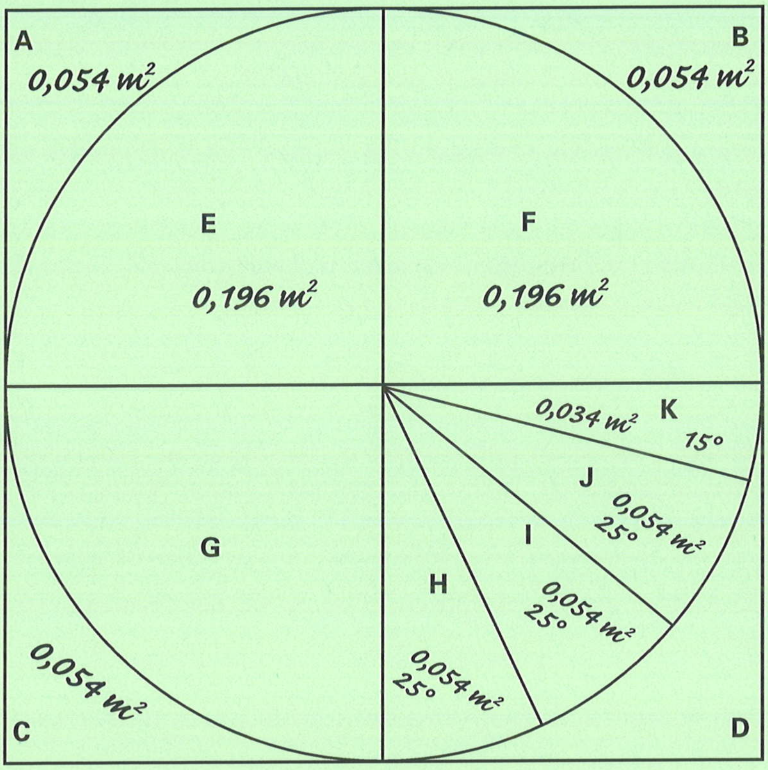
e. Verdeel de cirkelvormige plaat in 24 gelijke sectoren (taartenpunten, pizzapunten). Zaag deze plaat in 24 aparte stukken of knip ze uit. Verf en nummer deze sectoren. Wissel af met twee kleuren, bijvoorbeeld geel en blauw.

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? $1\ m^2$

Berekening: $1\ m \times 1\ m = 1\ m^2$

- Wat is de oppervlakte van de cirkel? $0{,}785\ m^2$

Berekening: $3{,}14 \times 0{,}5\ m \times 0{,}5\ m = 0{,}785\ m^2$

- Wat is de oppervlakte van een kwartcirkel (sector E of F of G of H+I+J+K)? $0{,}196\ m^2$

Berekening: $0{,}785\ m^2 : 4 = 0{,}19625\ m^2$

- Wat is de oppervlakte van 1 middelgroot vierkant (A+E of B+F of G+C…)? $0{,}250\ m^2$

Berekening: $0{,}5\ m \times 0{,}5\ m = 0{,}25\ m^2 = 0{,}250\ m^2$

- Wat is het verschil in oppervlakte tussen een middelgroot vierkant en een kwartcirkel, bijvoorbeeld A of B of C of D? $0{,}054\ m^2$

Berekening: $1\ m^2 - 0{,}196\ m^2 = 0{,}054\ m^2$

b. Controleberekening.

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

Berekening: $1\ m^2 - 0{,}785\ m^2 = 0{,}2154\ m^2$

- Wat is één vierde van dat verschil, bijvoorbeeld A, B, C of D? $0{,}054\ m^2$

Berekening: $0{,}215\ m^2 : 4 = 0{,}05375\ m^2$

- 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? $0{,}054\ m^2$ van sector I $0{,}054\ m^2$?

van sector J $0{,}054\ m^2$? en van sector K $0{,}054\ m^2$

Berekening: H, I of J $\rightarrow 25/90 \times 0{,}196\ m^2 \approx 0{,}054\ m^2$

K $\rightarrow 15/90 \times 0{,}196\ m^2 \approx 0{,}033\ m^2 \approx 0{,}034\ m^2$

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

Berekening: 27,5 % van 90° ≈ 25°; 17,5 % van 90° ≈ 15 %

$H + I + J + K = 0{,}196\ m^2$; $H = I = J = 0{,}054/0{,}196 \approx 27{,}5\ \%\ (27{,}55)$

H=A, I=B en J=C; $K = 0{,}034/0{,}196 \approx 17{,}5\ \%\ (17{,}35)$

$A = B = C = 0{,}054$; $K = 0{,}196 - (3 \times 0{,}054) = 0{,}196 - 0{,}162 = 0{,}034$;

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

- Welke figuren hebben ongeveer dezelfde oppervlakte als A, B, C en D? H, I en J

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

in groen A: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als H

in oranje B: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als I

in rood C: heeft ongeveer dezelfde oppervlakte als J

- Wat is de oppervlakte van de grote ingeschreven cirkel? $0{,}785\ m^2$

- Wat is de som van de oppervlakte van 3 middelgrote vierkanten (A+E)+(B+F)+(G+C)? $0{,}750\ m^2$

Berekening: $3 \times 0{,}250\ m^2 = 0{,}750\ m^2$

- Met welk figuur moet je de som van 3 middelgrote vierkanten aanvullen om eenzelfde oppervlakte als die van de cirkel te bekomen? $K = 0{,}034\ m^2$

Berekening: $K = 0{,}196 - (3 \times 0{,}054) = 0{,}196 - 0{,}162 = 0{,}034$

- Wat is de oppervlakte van die samengestelde figuur? $0{,}785\ m^2$

Berekening: $0{,}750 + 0{,}034 = 0{,}784$

- Wat is de som van de oppervlaktes van de 4 figuren (A+E) + (B+F) + (G+C) + K? $0{,}784\ m^2$

Berekening: $3 \times 0{,}250\ m^2 = 0{,}750\ m^2$; $0{,}750\ m^2 + 0{,}034\ m^2 = 0{,}784\ m^2$

- Som al de figuren op die deel uitmaken van de cirkel: E + F + G + H + I + J + K

- Herstructureer de cirkel in een aantal middelgrote vierkanten (inbegrepen een kwartcirkel) en één of meerdere figuren: E + F + G + K

- Wat is de verhouding tussen de oppervlakte van de cirkel en een middelgroot vierkant? 3,14

Berekening: $0{,}785\ m^2 : 0{,}250\ m^2 = 3{,}14$

- 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)? 3,14

Berkening: $((3 \times 0{,}250) + 0{,}034) : 0{,}250 = (0{,}750 + 0{,}034) : 0{,}250 =$

$0{,}784 : 0{,}250 = 3{,}136$

Wat is de naam van die verhouding? 3,14 en welk symbool? π

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 4e 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	....0,6........ dl	..3,6.......... l	6/ 13	....46........ %
4 delen ananassap	....0,4........ dl	..2,4.......... l	4/ 13	....31........ %
3 delen kokosroom	....0,3........ dl	..1,8.......... l	3/ 13	....23........ %
ijsgruis				

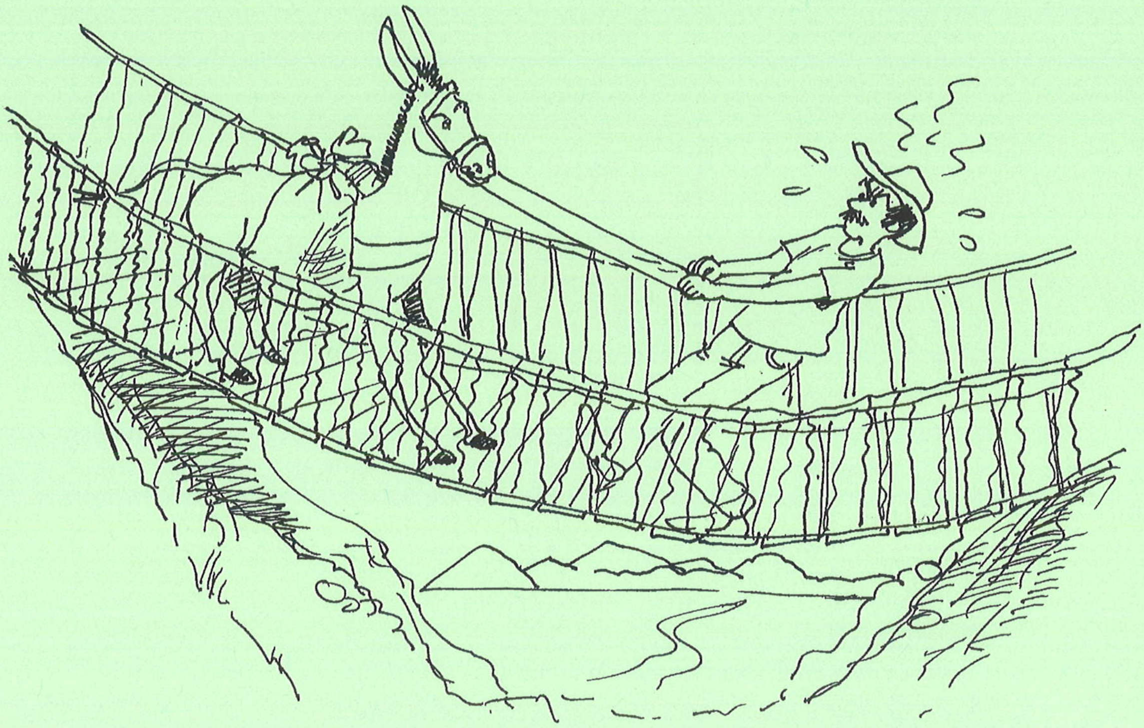
Bereidingswijze
1. Doe alle ingrediënten in een blender.*
2. Zet de blender aan totdat er een glad mengsel ontstaat.
3. Schenk het mengsel in een gekoeld longdrinkglas.
4. Garneer het glas met een stukje ananas.

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

my zyn gebleken, vaak nuttig te werken voor tal van docenten. Zie nu hoeveel decimalen.
2 3 8 4 6 2 6 4 3 3 8 3 2 7 9

(Dr. Pieter Moree)

Eva o lief, o zoete hartedief, uw blauwe oogen zyn wreed bedrogen.
3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8

(Oud-Nederlands voorbeeld)

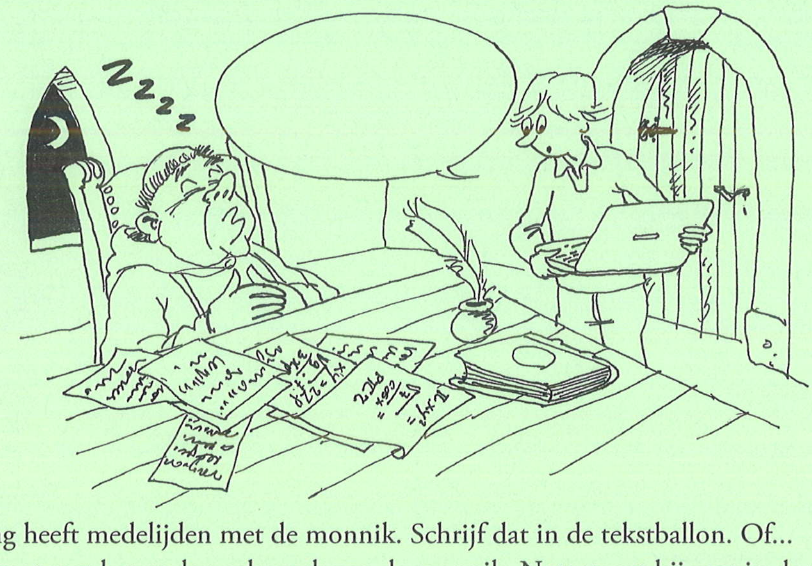
Wie u kent, o getal belangrijk en gepast, bezit ook grote waarheên, Ankervast.
3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8 9

(Piet Korteknie)

Kyk, 't moet u zeker verheugen te kunnen geven dit getal.
3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5

(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

  fanaat

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

  geplaagd

- schrijven, noteren

  optekenen

- tot een bepaalde rang de juiste waarde berekenen van iets

  benaderen

- een blad

  vel

- vanzelfsprekend, uiteraard

  natuurlijk

- evenwel

  nochtans

- enigszins

  ietwat

- becijferen

  berekenen

- vervolgens:

  daarna

d. Hoe staat in het gedicht dat…

- het berekenen van pi vroeger een eenzame klus was: nacht aan nacht berekende
- het berekenen van pi een lastige karwei was: geplaagd berekende
- er vroeger veel papier is volgeschreven om pi te berekenen: vel na vel
- bij de eerste pi-onderzoekers moderne middelen ontbraken: ja, ietwat laat
- de dichter medelijden heeft met de vroegere pi-onderzoekers: arme (fanaat)

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

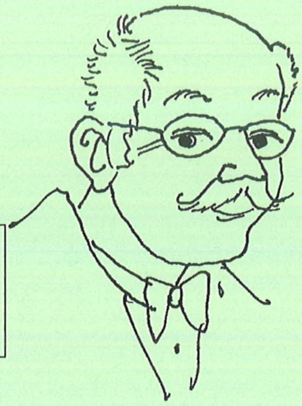
Leg uit.

Lang geleden werd pi traag berekend met behulp van een ganzenveer, potlood, pen, perkament, papier en inkt. Handwerk kost veel tijd. Nu gaat dat heel snel met de computer. Dit is het gevolg van de wetenschappelijke uitvindingen en vooruitgang.

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, 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5
Ik wierp een blik op de heldere sterren in het noorden.

I made a glass alligator... — 3,1 4 1 5 9
Ik heb een glazen krokodil gemaakt.

'Can I have a drink? Carbonate it please. Right now!' — 3 1 4 1 5 9 2 6 5 3
Kan ik een drank krijgen? Met veel prik alsjeblieft. Zo snel mogelijk!

Now I took a drink carefully as Shelly sings. — 3 1 4 1 5 9 2 6 5
Ik neem een slok van mijn drankje terwijl Shelly zingt.

I hope I dance beautiful in eleven years for mommy. — 3, 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5
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, 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8
Ik wil een muis die me gedurende drie weekends elf keer verwittigt.

For a time I stood screaming at George while Ann cried. — 3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5
Ik stond te schreeuwen tegen George terwijl Ann aan het huilen was.

I want a pizza, yesterday we wanted pizza, Yes, pizza! — 3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8 9 7
Ik wil pizza, gisteren wilden we pizza. Ja, pizza!

I ride a horse. Saturdays at eleven. Every day light. — 3, 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5
Ik ga paardrijden. Elke zaterdag om elf uur. Iedere morgen.

Can I tell a story regarding my family lives and views? — 3 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5
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
3 1 4 1 5 9
Un nombre utile aux sages!
2 6 5 3 5
Immortel Archimède, artiste ingénieux,
8 9 7 9
Qui de ton jugement peut priser la valeur?
3 2 3 8 4 6 2 6
Pour moi ton problème eut de pareils avantages…
4 3 3 8 3 2 7 9

Bron: in Frans België (gepubliceerd in 1879)

Klopt dat ook nog met de vertaling? Nee, want: 3 3 2 5 2 6 10 3 6 5 2 5

Wat hou ik ervan om knappe leerlingen een nuttig getal te leren!
3 3 2 5 2 6 10 3 6 5 2 5
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 fififififififififififfiix 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!'

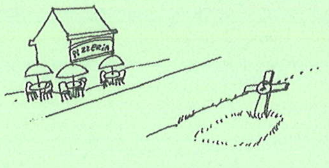
Drs. P en Marjolein Kool (uit Wis- en natuurlyriek)

Zoek informatie over een limerick en over lyriek.

24. PI-GEDICHTEN VAN FRANK POLLET

24.1. Een pineutje pianissimo

pineut

De pianostemmer die, hoewel een echte pias,		a	1
zelf geen goede pianiste was,		a..	
maar voor haar lol piano speelde in een pizzabar		b	
het liefst verscholen achter een pilaar,		b..	
was een punkster met piekhaar		b	2
en verslaafd aan pinot noir;		b....	
ze kon pintelieren als een man		c	
ad fundum ledigde ze iedere pintkan.		c..	
Maar die dag, bij picknickweer,		d	3
ging een pitbull wild tekeer;		d..	
hij vrat alle pizza's op en zoop liters pinot noir.		b	
En ook de pianiste werd het snel gewaar.		b..	4
Tegen zoveel pisnijdigheid bleek zij niet bestand.		e	
Nu speelt ze heel pianissimo			
aan de overkant		.e.	

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.

○ dit is een gatengedicht dat je moet lezen, begrijpen en interpreteren zoals het er staat

● dit is een gatengedicht dat je eerst moet aanvullen om het daarna te lezen, te begrijpen en te interpreteren

○ 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 16e letter π/pi van het Griekse alfabet.

d. Lees het aangevulde gedicht.

e. Kleur het passende cirkeltje.

○ dit is nonsenspoëzie

○ dit is poésie pure

● 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	neut	blauwe druivensoort	pinot noir
slachtoffer	pineut	rechtstaand kapsel	piekhaar
kwibus	pias	heel zachte muziek	pianissimo
zuil	pilaar	borrelen	pintelieren
zuipen	pintelieren	heel erge boosheid	pisnijdigheid
tot de bodem	ad fundum	pijler	pilaar
buitensmulpartij	picknick	dupe	slachtoffer
hondenras	pitbull	paljas	pias

h. In welke strofe staat…

- dat de vrouw een drankprobleem had? strofe ..2....
- dat de vrouw het onderspit moest delven tegen de vechthond? strofe ..4...
- dat de vrouw eigenlijk geen goede muzikante was? strofe ..1....
- dat de vechthond brutaal en gulzig/schrokkerig te werk ging? strofe ..3....

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

1e strofe			3e strofe		
a	pias	was	d	picknickw.eer.........	..tekeer..................
b	pizzabar..................	pilaar..................	b	pinot n.oir.............	

2e strofe			4e strofe		
b	piekh.aar..............	.pinot noir..........	b	.gewaar................	
c	m..an...................	.pintkan..............	e	best.and...............	..overkant............

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
- ○ abab cdcd efef gg
- ○ abcabc defdef ghighi
- ○ aabba ccddc eeffe gghhg
- ● aabb bbcc ddb bee
- ○ 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'? 15
- Wat is het verschil met een 'normaal' sonnet? Het gedicht 'neut' heeft één versregel meer.
- Wat is de structuur? 4 - 4 - 3 - 3 - 1
- Waaraan kun je zien dat de allerlaatste versregel de voortzetting is van de 14e regel en niet een 15e regel is?
  'Pianissimo' rijmt nergens op, 'overkant' rijmt op 'bestand'.
- Waarom denk je dat de dichter 'Nu speelt ze heel pianissimo' en 'aan de overkant' splitst in 2 versregels?
  Hij wil de nadruk leggen op 'pianissimo' (heel zachte muziek, begeleidingsmuziek bij een begrafenis) en op 'aan de overkant' (de dood, als de overkant van het leven).

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 2e kwartet van het octaaf (na de 8e versregel) komt de chute of **de volta**. Dat is een duidelijke inhoudelijke verandering of wending.

l. Wat is de chute in het gedicht 'neut'? De pianiste met piekhaar ging vrolijk door het leven als een fuifnummer of drankorgel tot de pitbull wild tekeer ging. De vechthond viel de vrouw aan en beet haar dood. Zo kreeg het leven van de pianiste een andere wending tot de dood toe.

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.