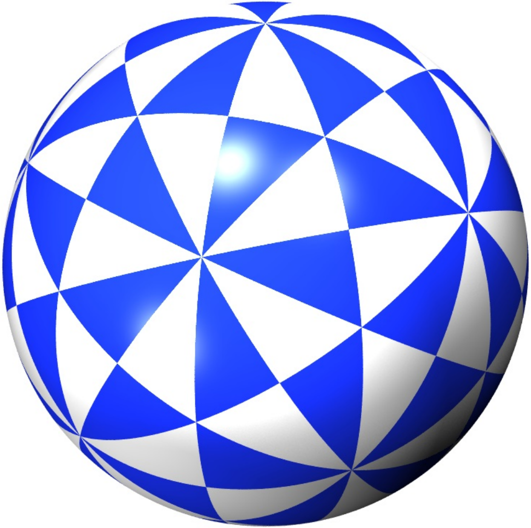
Een wiskundige kijk op

SYMMETRIE

Jan van de Craats (UvA)

Koninklijk Genootschap Physica, Alkmaar, 5 maart 2018



Symmetrie op het boloppervlak

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)
- Strookpatronen (7 soorten)

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)
- Strookpatronen (7 soorten)
- Behangpatronen (tegelpatronen) (17 soorten)

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)
- Strookpatronen (7 soorten)
- Behangpatronen (tegelpatronen) (17 soorten)
- Symmetrische voorwerpen (14 soorten)

Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)
- Strookpatronen (7 soorten)
- Behangpatronen (tegelpatronen) (17 soorten)
- Symmetrische voorwerpen (14 soorten)
- Bolpatronen (14 soorten)

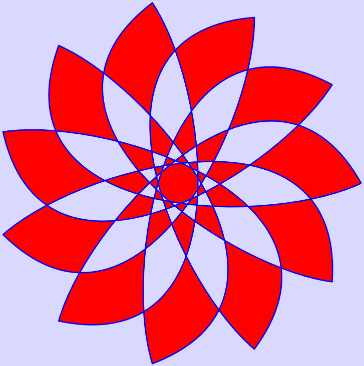
Soorten symmetrische patronen en voorwerpen

- Rozetpatronen (2 soorten)
- Strookpatronen (7 soorten)
- Behangpatronen (tegelpatronen) (17 soorten)
- Symmetrische voorwerpen (14 soorten)
- Bolpatronen (14 soorten)

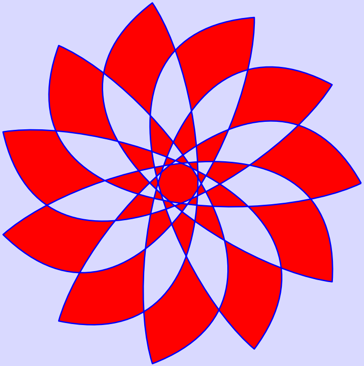
Elke soort kan worden gekarakteriseerd door een codenaam.

Twee soorten rozetpatronen

Twee soorten rozetpatronen

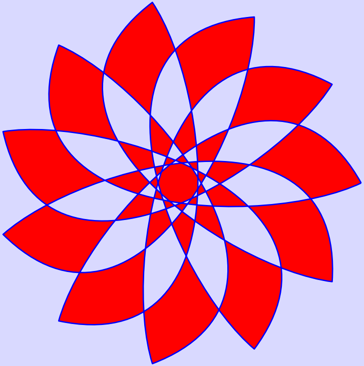


Twee soorten rozetpatronen

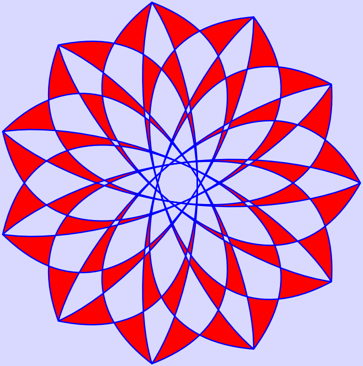


Alleen draaisymmetrie

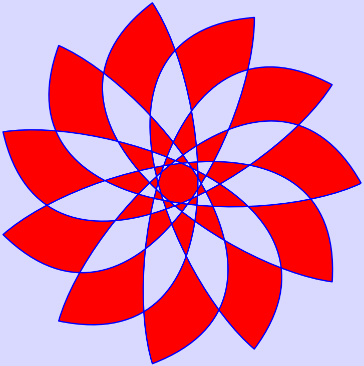
Twee soorten rozetpatronen



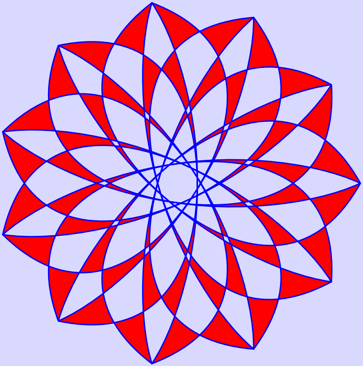
Alleen draaisymmetrie



Twee soorten rozetpatronen

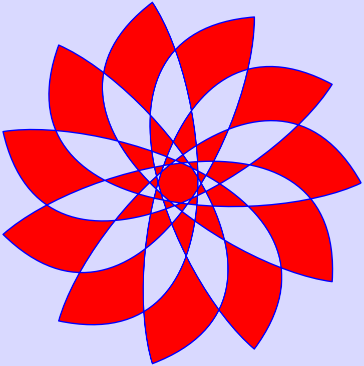


Alleen draaisymmetrie

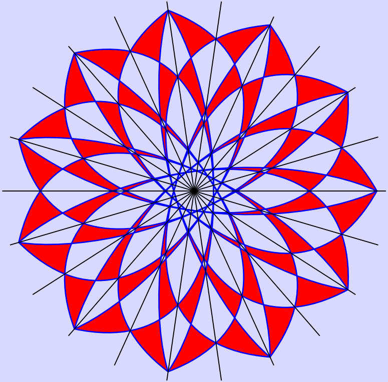


Draai- en spiegelsymmetrie

Twee soorten rozetpatronen

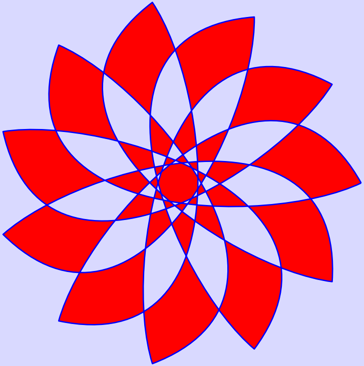


Alleen draaisymmetrie



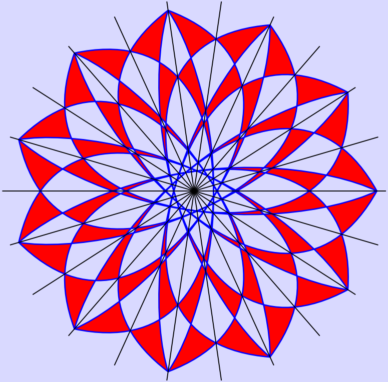
Draai- en spiegelsymmetrie

Twee soorten rozetpatronen



Alleen draaisymmetrie

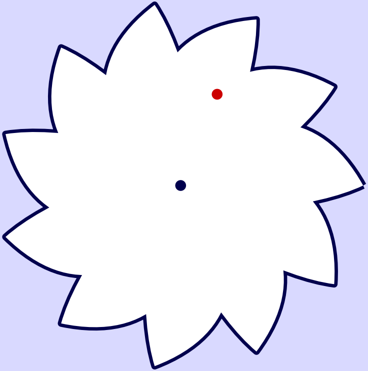
[g(11)]



Draai- en spiegelsymmetrie

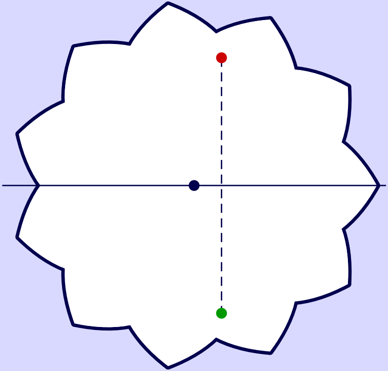
[s(11)]

De baan van een punt



Alleen draaisymmetrie

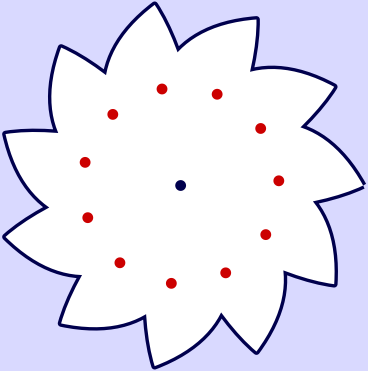
[g(11)]



Draai- en spiegelsymmetrie

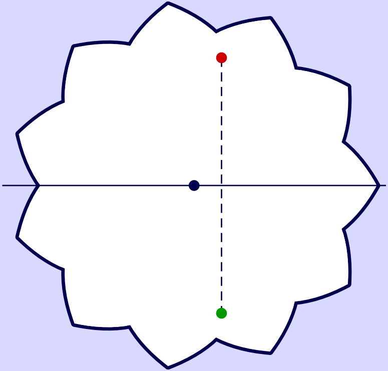
[s(11)]

De baan van een punt



Alleen draaisymmetrie

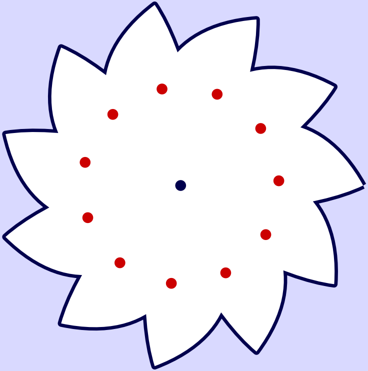
[g(11)]



Draai- en spiegelsymmetrie

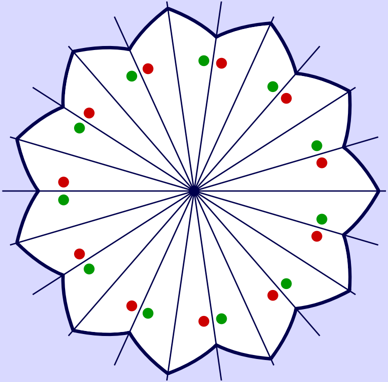
[s(11)]

De baan van een punt



Alleen draaisymmetrie

[g(11)]



Draai- en spiegelsymmetrie

[s(11)]

Chiraliteit

Een figuur (voorwerp, patroon, ...) heet chiraal als de figuur verschilt van zijn spiegelbeeld (zoals een linkerhand verschilt van een rechterhand; het Griekse woord "cheir" betekent "hand").

Chiraliteit

Een figuur (voorwerp, patroon, ...) heet chiraal als de figuur verschilt van zijn spiegelbeeld (zoals een linkerhand verschilt van een rechterhand; het Griekse woord "cheir" betekent "hand").

Een figuur die niet verschilt van zijn spiegelbeeld heet achiraal.

Chiraliteit

Een figuur (voorwerp, patroon, ...) heet chiraal als de figuur verschilt van zijn spiegelbeeld (zoals een linkerhand verschilt van een rechterhand; het Griekse woord "cheir" betekent "hand").

Een figuur die niet verschilt van zijn spiegelbeeld heet achiraal.

De chiraliteit van een figuur kun je gemakkelijk vaststellen met behulp van een spiegel.

Wat is symmetrie?

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Een symmetrie van een figuur (voorwerp, tekening, patroon, ...) is een isometrie die de figuur (als geheel) in zichzelf transformeert.

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Een symmetrie van een figuur (voorwerp, tekening, patroon, ...) is een isometrie die de figuur (als geheel) in zichzelf transformeert.

Als je een symmetrie toepast, zie je na afloop geen verschil.

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Een symmetrie van een figuur (voorwerp, tekening, patroon, ...) is een isometrie die de figuur (als geheel) in zichzelf transformeert.

Als je een symmetrie toepast, zie je na afloop geen verschil.

Een isometrie is een transformatie die de afstand van elk tweetal punten onveranderd laat.

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Een symmetrie van een figuur (voorwerp, tekening, patroon, ...) is een isometrie die de figuur (als geheel) in zichzelf transformeert.

Als je een symmetrie toepast, zie je na afloop geen verschil.

Een isometrie is een transformatie die de afstand van elk tweetal punten onveranderd laat.
Voorbeelden: rotaties, spiegelingen, translaties, ...

Wat is symmetrie?

Overal om ons heen zien we symmetrische voorwerpen en patronen. Wiskundigen willen die symmetriepatronen classificeren.

Een symmetrie van een figuur (voorwerp, tekening, patroon, ...) is een isometrie die de figuur (als geheel) in zichzelf transformeert.

Als je een symmetrie toepast, zie je na afloop geen verschil.

Een isometrie is een transformatie die de afstand van elk tweetal punten onveranderd laat.
Voorbeelden: rotaties, spiegelingen, translaties, ...

De symmetrieën van een figuur vormen een groep, de symmetriegroep van die figuur.

Figuren met een discrete symmetriegroep

Figuren met een discrete symmetriegroep

Sommige figuren hebben geen symmetrie: hun symmetriegroep is triviaal, dat wil zeggen dat de identieke afbeelding hun 'enige' symmetrie is.

Figuren met een discrete symmetriegroep

Sommige figuren hebben geen symmetrie: hun symmetriegroep is triviaal, dat wil zeggen dat de identieke afbeelding hun 'enige' symmetrie is.

Andere figuren hebben te veel symmetrie, bijvoorbeeld een effen gekleurde bol, cilinder of kegel, of een cirkel in het vlak.

Figuren met een discrete symmetriegroep

Sommige figuren hebben geen symmetrie: hun symmetriegroep is triviaal, dat wil zeggen dat de identieke afbeelding hun 'enige' symmetrie is.

Andere figuren hebben te veel symmetrie, bijvoorbeeld een effen gekleurde bol, cilinder of kegel, of een cirkel in het vlak.

De interessantste figuren zijn figuren met een niettriviale symmetriegroep die 'niet te groot' is.

Figuren met een discrete symmetriegroep

Sommige figuren hebben geen symmetrie: hun symmetriegroep is triviaal, dat wil zeggen dat de identieke afbeelding hun 'enige' symmetrie is.

Andere figuren hebben te veel symmetrie, bijvoorbeeld een effen gekleurde bol, cilinder of kegel, of een cirkel in het vlak.

De interessantste figuren zijn figuren met een niettriviale symmetriegroep die 'niet te groot' is.

De baan (orbit) van een punt P onder de symmetriegroep is de verzameling van alle beelden van P onder de symmetrieën uit de groep.

Figuren met een discrete symmetriegroep

Sommige figuren hebben geen symmetrie: hun symmetriegroep is triviaal, dat wil zeggen dat de identieke afbeelding hun 'enige' symmetrie is.

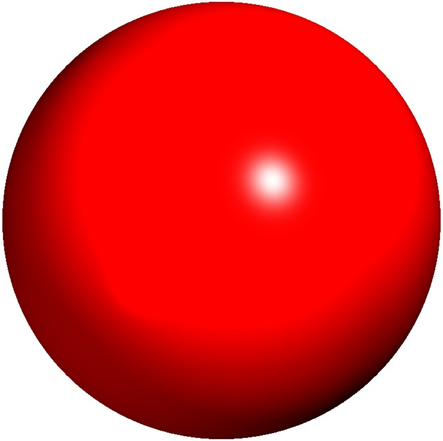
Andere figuren hebben te veel symmetrie, bijvoorbeeld een effen gekleurde bol, cilinder of kegel, of een cirkel in het vlak.

De interessantste figuren zijn figuren met een niettriviale symmetriegroep die 'niet te groot' is.

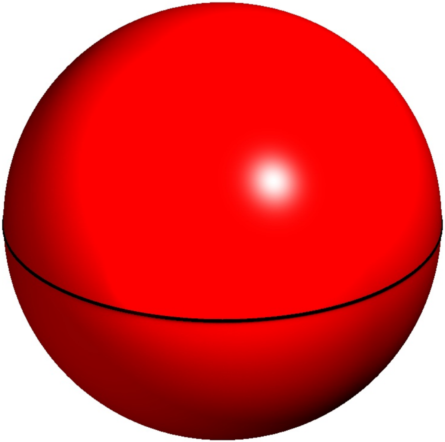
De baan (orbit) van een punt P onder de symmetriegroep is de verzameling van alle beelden van P onder de symmetrieën uit de groep.

Een symmetriegroep heet discreet als er bij elk punt P een omgeving van P is die behalve P geen andere punten uit de baan van P bevat.

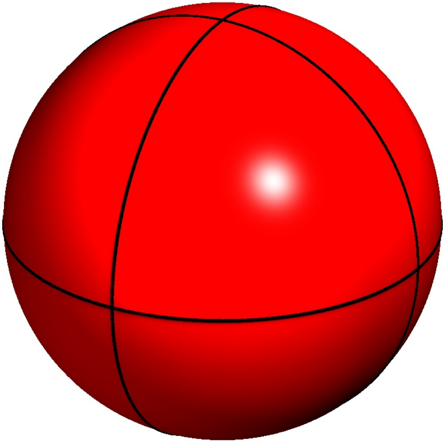
Voorbeelden van bolpatronen



Voorbeelden van bolpatronen



Voorbeelden van bolpatronen



Voorbeelden van bolpatronen

Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

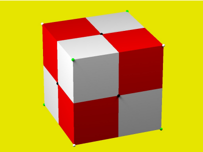
Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

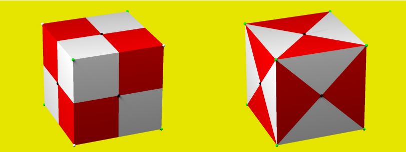
Gekleurde kubussen:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

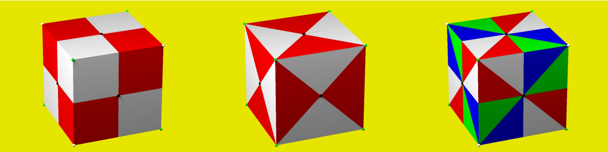
Gekleurde kubussen:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

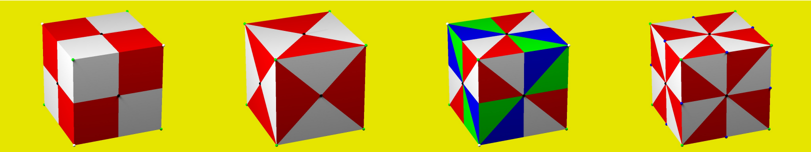
Gekleurde kubussen:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

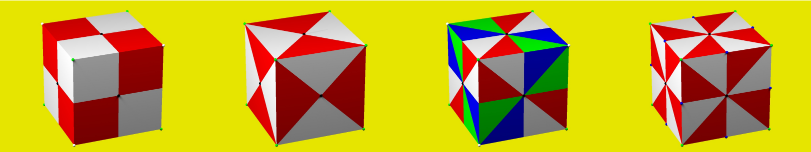
Gekleurde kubussen:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Tetraëder, kubus, octaëder, dodecaëder en icosaëder.

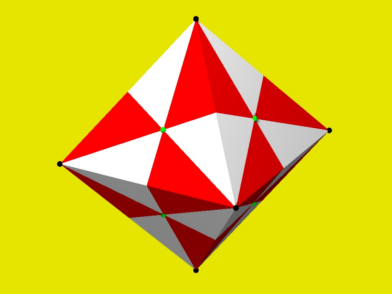
Gekleurde kubussen:



Codenamen: [s(3,3,2)], [g(3) s(2)], [g(3,3,2)], [g(4,3,2)]

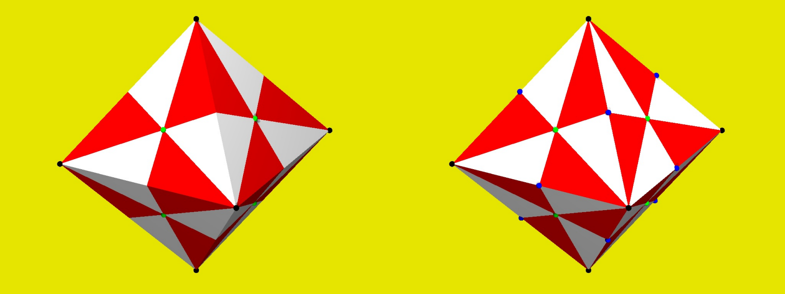
Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Gekleurde octaëders:



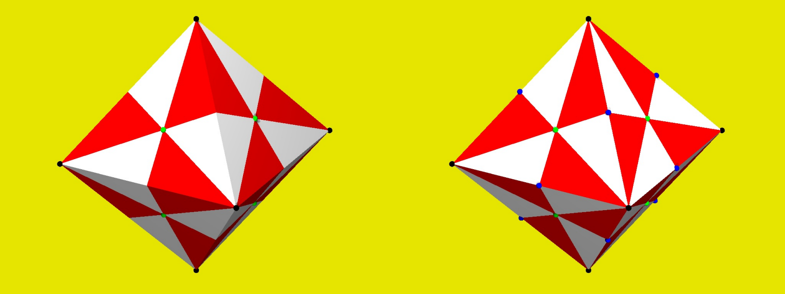
Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Gekleurde octaëders:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

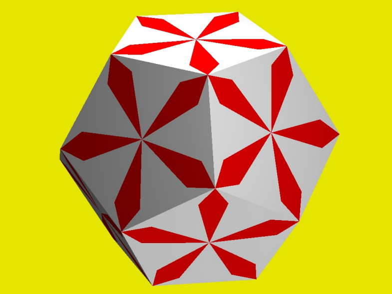
Gekleurde octaëders:



Codenamen: [g(3) s(2)], [g(4,3,2)]

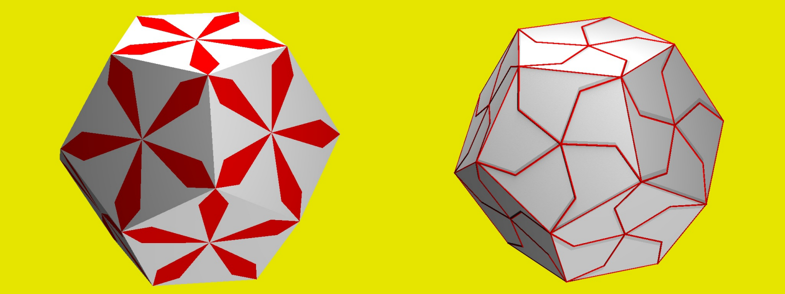
Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Gekleurde dodecaëders:



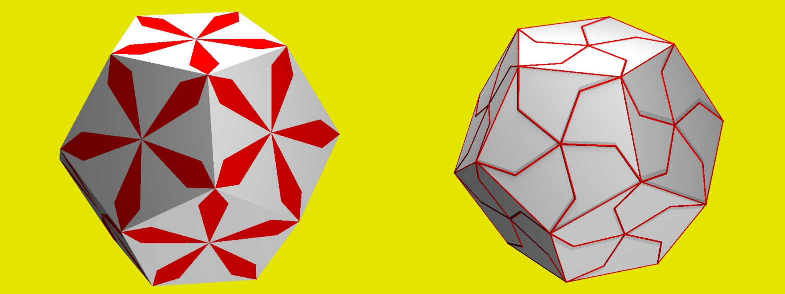
Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Gekleurde dodecaëders:



Voorwerpen met een eindige symmetriegroep

Gekleurde dodecaëders:



Codenamen: [s(5,3,2)], [g(5,3,2)]

Symmetrische voorwerpen en bolpatronen

Stelling: Elk voorwerp met een eindige symmetriegroep heeft minstens één vast punt, een punt dat onder alle symmetrieën in de groep op zijn plaats blijft.

Symmetrische voorwerpen en bolpatronen

Stelling: Elk voorwerp met een eindige symmetriegroep heeft minstens één vast punt, een punt dat onder alle symmetrieën in de groep op zijn plaats blijft.

Als O zo'n vast punt is, gaat elke bol met middelpunt O onder alle symmetrieën in zichzelf over, want elke symmetrie is een isometrie.

Symmetrische voorwerpen en bolpatronen

Stelling: Elk voorwerp met een eindige symmetriegroep heeft minstens één vast punt, een punt dat onder alle symmetrieën in de groep op zijn plaats blijft.

Als O zo'n vast punt is, gaat elke bol met middelpunt O onder alle symmetrieën in zichzelf over, want elke symmetrie is een isometrie.

Elk symmetrisch voorwerp kun je dus identificeren met een symmetrisch bolpatroon dat dezelfde symmetriegroep heeft.

Symmetrische voorwerpen en bolpatronen

Stelling: Elk voorwerp met een eindige symmetriegroep heeft minstens één vast punt, een punt dat onder alle symmetrieën in de groep op zijn plaats blijft.

Als O zo'n vast punt is, gaat elke bol met middelpunt O onder alle symmetrieën in zichzelf over, want elke symmetrie is een isometrie.

Elk symmetrisch voorwerp kun je dus identificeren met een symmetrisch bolpatroon dat dezelfde symmetriegroep heeft.

Bolpatronen zijn tweedimensionaal. Dus eenvoudiger te bestuderen.

Symmetrische voorwerpen en bolpatronen

Stelling: Elk voorwerp met een eindige symmetriegroep heeft minstens één vast punt, een punt dat onder alle symmetrieën in de groep op zijn plaats blijft.

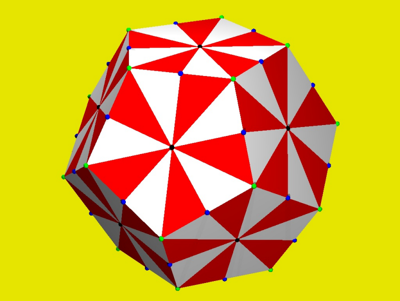
Als O zo'n vast punt is, gaat elke bol met middelpunt O onder alle symmetrieën in zichzelf over, want elke symmetrie is een isometrie.

Elk symmetrisch voorwerp kun je dus identificeren met een symmetrisch bolpatroon dat dezelfde symmetriegroep heeft.

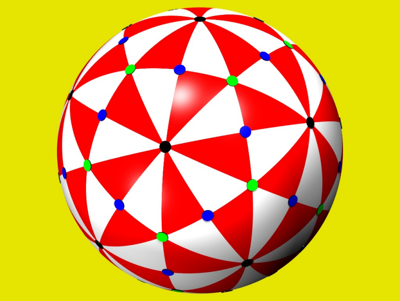
Bolpatronen zijn tweedimensionaal. Dus eenvoudiger te bestuderen.

Zo is er een verbinding met de studie van symmetrische patronen in het (euclidische) vlak (zelfde methoden, zelfde notaties).

Van voorwerp naar bolpatroon



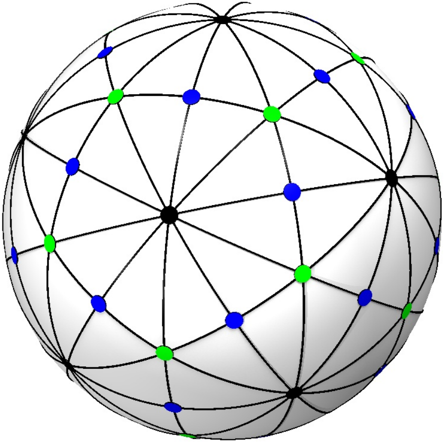
[g(5,3,2)]



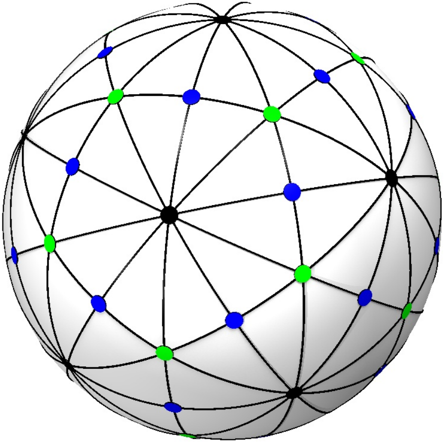
[g(5,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (1)

De zeven platonische bolpatronen (1)

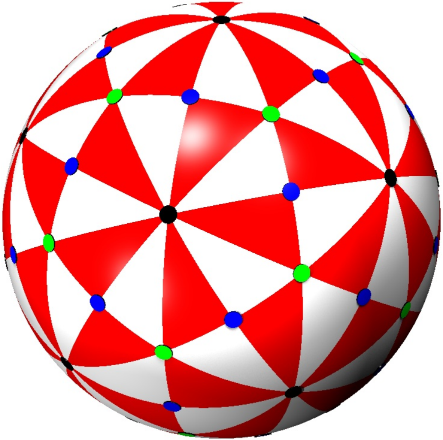


De zeven platonische bolpatronen (1)

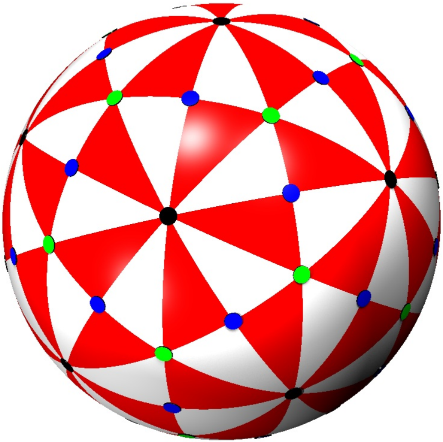


[s(5,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (2)

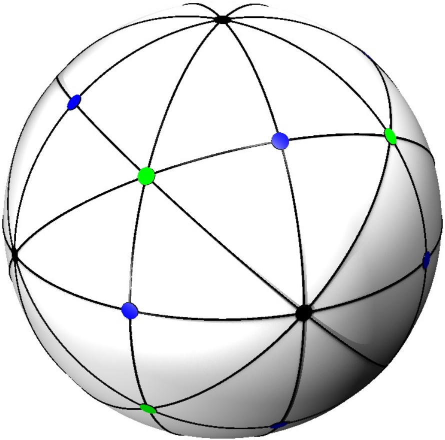


De zeven platonische bolpatronen (2)

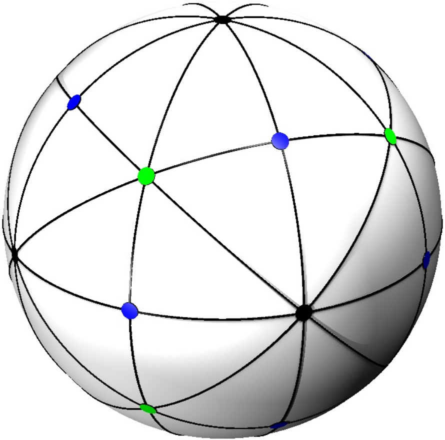


[g(5,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (3)

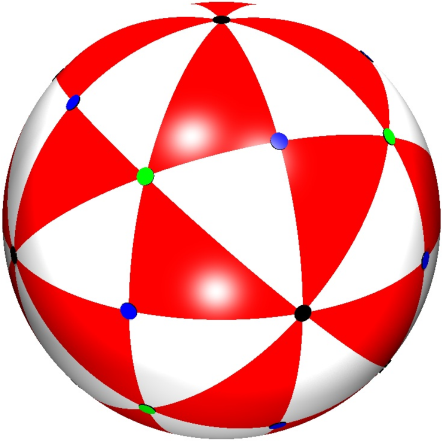


De zeven platonische bolpatronen (3)

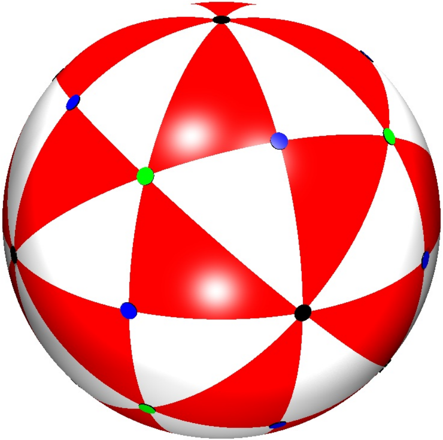


[s(4,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (4)

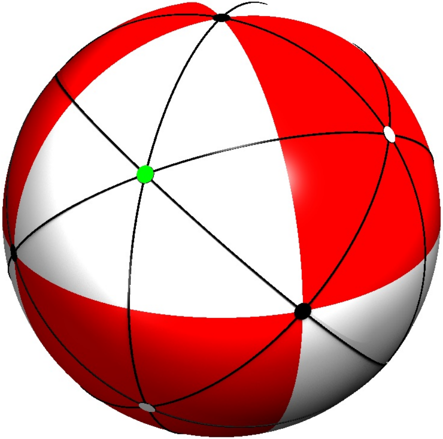


De zeven platonische bolpatronen (4)

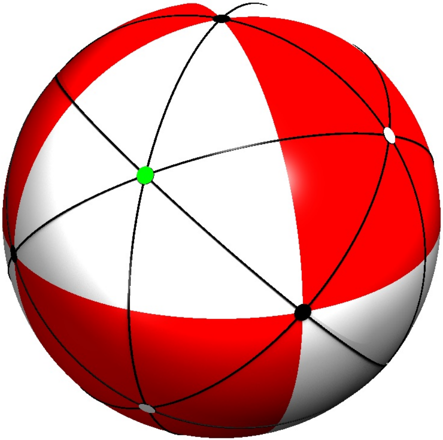


[g(4,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (5)

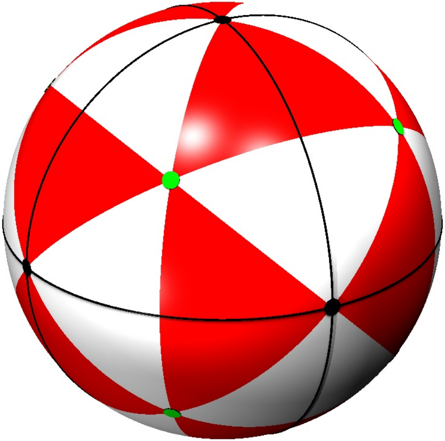


De zeven platonische bolpatronen (5)

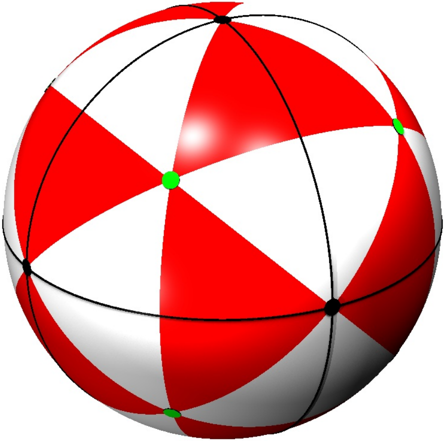


[s(3,3,2)]

De zeven platonische bolpatronen (6)

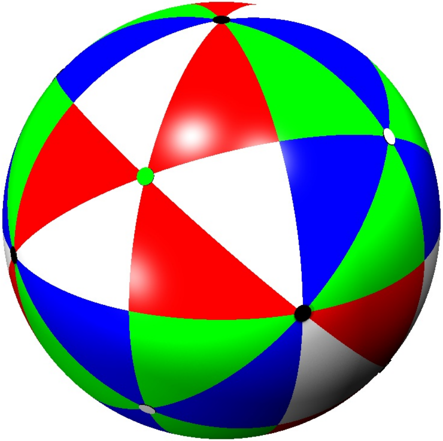


De zeven platonische bolpatronen (6)

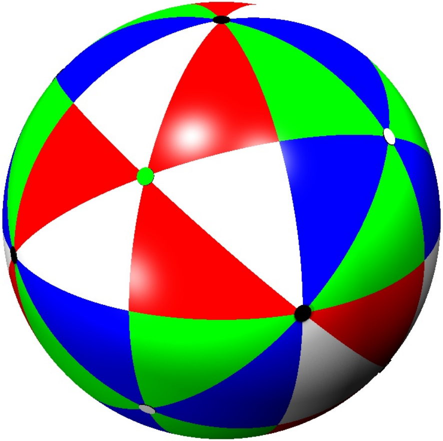


[g(3) s(2)]

De zeven platonische bolpatronen (7)

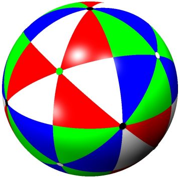


De zeven platonische bolpatronen (7)

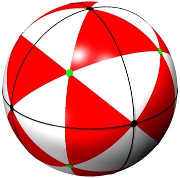


[g(3,3,2)]

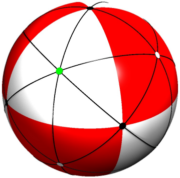
Alle platonische bolpatronen tezamen



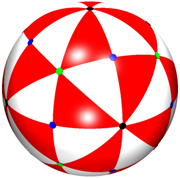
[g(3,3,2)]



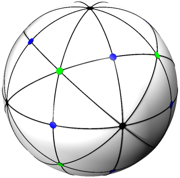
[g(3) s(2)]



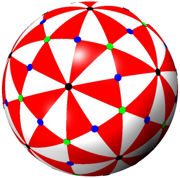
[s(3,3,2)]



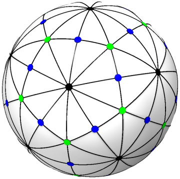
[g(4,3,2)]



[s(4,3,2)]



[g(5,3,2)]



[s(5,3,2)]

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

1. Stel de chiraliteit vast.

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
5. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat wel op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in s(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!

Intermezzo: op jacht naar de codenaam

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon? Eerste poging:

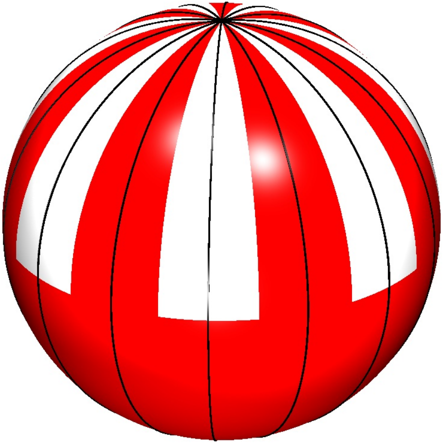
1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
5. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat wel op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in s(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
6. Klaar ???

De zeven parametrische bolpatronen (1)

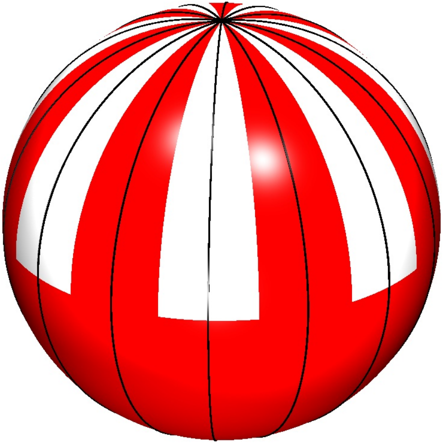
De zeven parametrische bolpatronen (1)

[g(7,7)]

De zeven parametrische bolpatronen (2)

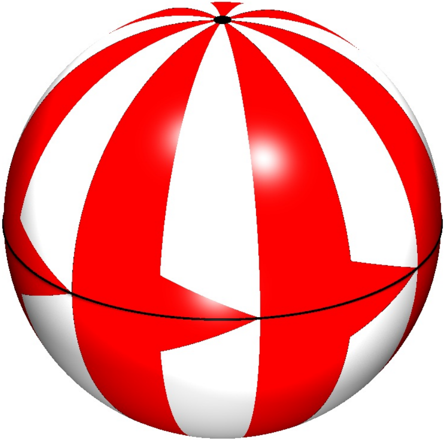


De zeven parametrische bolpatronen (2)

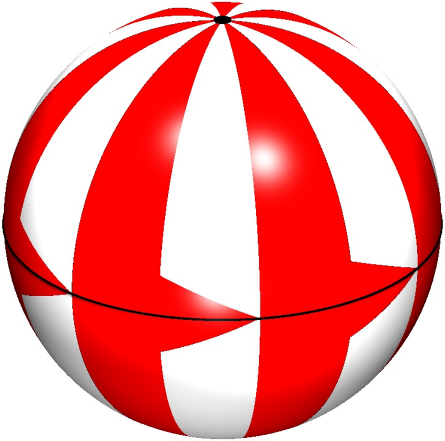


[s(7,7)]

De zeven parametrische bolpatronen (3)

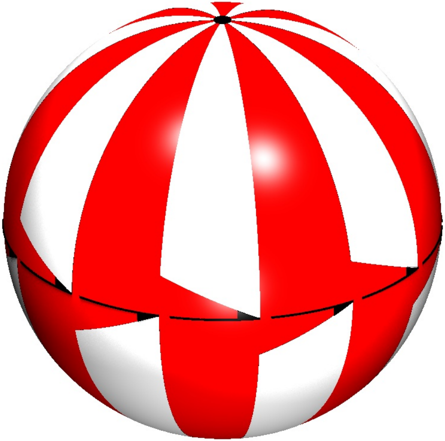


De zeven parametrische bolpatronen (3)

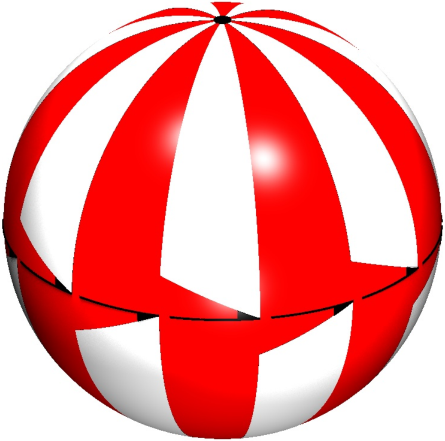


[g(7) s]

De zeven parametrische bolpatronen (4)

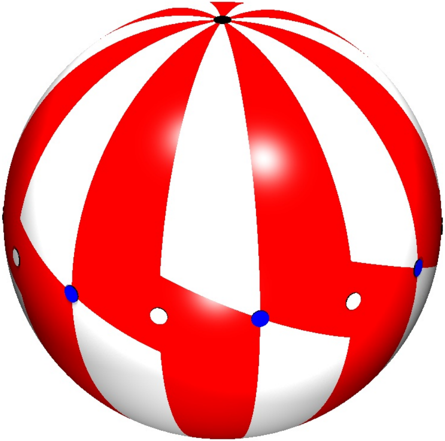


De zeven parametrische bolpatronen (4)

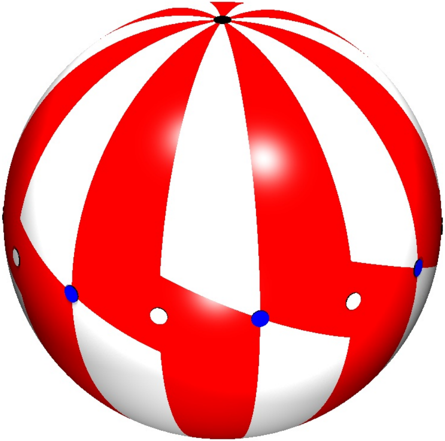


[g(7) x]

De zeven parametrische bolpatronen (5)

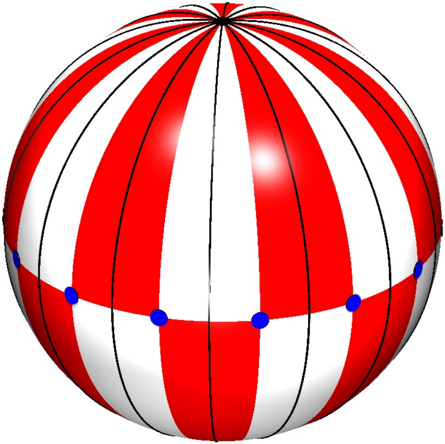


De zeven parametrische bolpatronen (5)

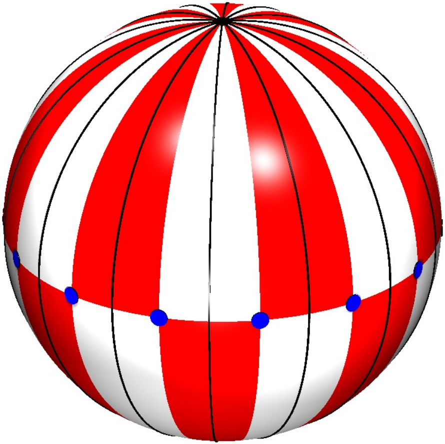


[g(7,2,2)]

De zeven parametrische bolpatronen (6)

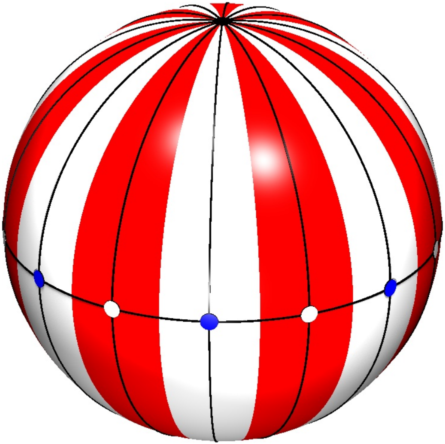


De zeven parametrische bolpatronen (6)

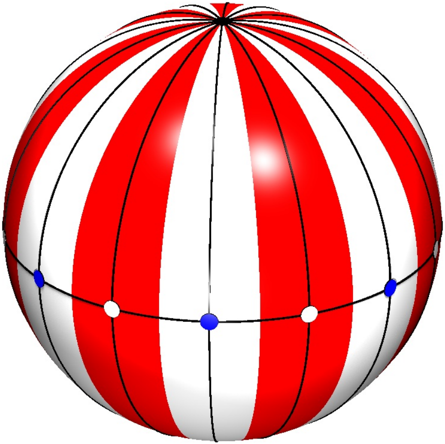


[g(2) s(7)]

De zeven parametrische bolpatronen (7)



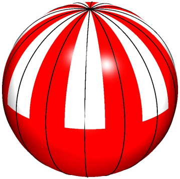
De zeven parametrische bolpatronen (7)



[s(7,2,2)]

Alle parametrische bolpatronen tezamen (hier: $N = 7$)

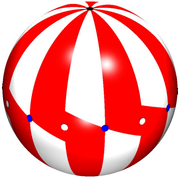
[g(N,N)]



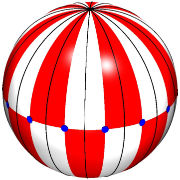
[s(N,N)]

[g(N) s]

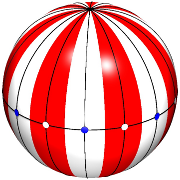
[g(N) x]



[g(N,2,2)]



[g(2) s(N)]



[s(N,2,2)]

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
5. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat wel op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in s(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!

Hoe vind je de codenaam van een bolpatroon?

Het definitieve recept:

1. Stel de chiraliteit vast.
2. Teken alle spiegelcirkels (zwart).
3. Kleur alle rotatiecentra; geef equivalente centra dezelfde kleur (en niet-equivalente centra verschillende kleuren).
4. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat niet op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in g(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
5. Zet de orde van elk rotatiecentrum dat wel op een spiegelcirkel ligt binnen de haken in s(.., ..., ..). Gebruik elke kleur maar één keer!
6. Is het patroon achiraal en zijn er geen spiegelcirkels, dan is de codenaam [g(p) x] voor zekere parameterwaarde p.

Voorbeelden van bolpatronen

Voorbeelden van bolpatronen

[s(5,3,2)]

Voorbeelden van bolpatronen

[s(5,3,2)]

[g(3) s(2)]

Voorbeelden van bolpatronen

[s(5,3,2)]

[g(3) s(2)]

[g(2) s(2)]

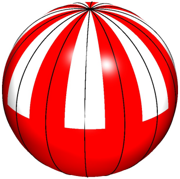
Symmetrie in de blokkendoos:

Symmetrie in de blokkendoos:

Codenamen: [s(8,2,2)], [s(4,2,2)], [s(4,3,2)], [s(2,2,2)], [s(2,2)]

Alle parametrische bolpatronen tezamen (hier: $N = 7$)

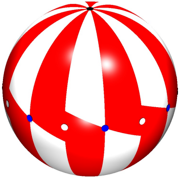
[g(N,N)]



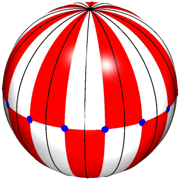
[s(N,N)]

[g(N) s]

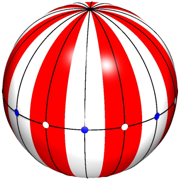
[g(N) x]



[g(N,2,2)]

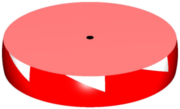


[g(2) s(N)]

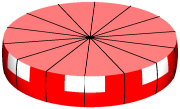


[s(N,2,2)]

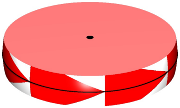
De parametrische bolpatronen als bolschijfpatronen



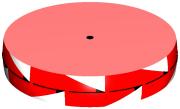
[g(7,7)]



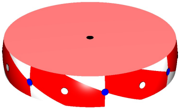
[s(7,7)]



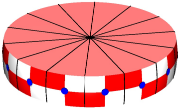
[g(7) s]



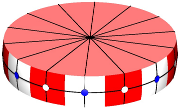
[g(7) x]



[g(7,2,2)]



[g(2) s(7)]



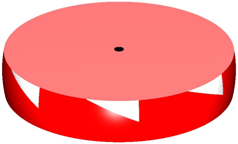
[s(7,2,2)]

Strookpatronen en parametrische bolpatronen (1)

Strookpatronen kun je identificeren met ‘oneindige’ parametrische bolpatronen en omgekeerd. Er zijn dus ook precies 7 soorten strookpatronen!

Strookpatronen en parametrische bolpatronen (1)

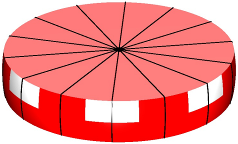
Strookpatronen kun je identificeren met 'oneindige' parametrische bolpatronen en omgekeerd. Er zijn dus ook precies 7 soorten strookpatronen!



[g(7,7)]

[g(∞, ∞)]

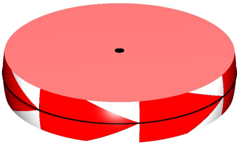
Strookpatronen en parametrische bolpatronen (2)



[s(7,7)]

[s(∞, ∞)]

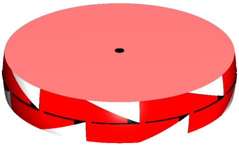
Strookpatronen en parametrische bolpatronen (3)



[g(7) s]

[g(∞) s]

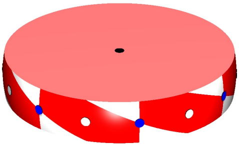
Strookpatronen en parametrische bolpatronen (4)



[g(7) x]

[g(∞) x]

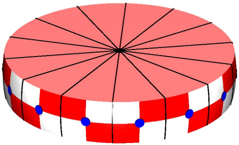
Strookpatronen en parametrische bolpatronen (5)



[g(7,2,2)]

[g(∞, 2, 2)]

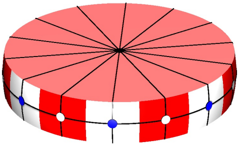
Strookpatronen en parametrische bolpatronen (6)



[g(2) s(7)]

[g(2) s(∞)]

Strookpatronen en parametrische bolpatronen (7)



[s(7,2,2)]

[s(∞, 2, 2)]

Behangpatronen

Behangpatronen

Strookpatronen in het vlak zijn discrete patronen met translaties in één richting.

Behangpatronen

Strookpatronen in het vlak zijn discrete patronen met translaties in één richting.

Behangpatronen zijn discrete patronen in het vlak met translaties in verschillende richtingen.

Behangpatronen

Strookpatronen in het vlak zijn discrete patronen met translaties in één richting.

Behangpatronen zijn discrete patronen in het vlak met translaties in verschillende richtingen.

Het is welbekend dat er precies zeventien verschillende soorten behangpatronen zijn. Allemaal hebben ze hun eigen codenaam. In die codenamen worden hun symmetrie-eigenschappen weerspiegeld.

Behangpatronen

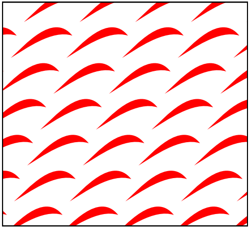
Strookpatronen in het vlak zijn discrete patronen met translaties in één richting.

Behangpatronen zijn discrete patronen in het vlak met translaties in verschillende richtingen.

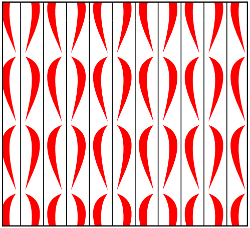
Het is welbekend dat er precies zeventien verschillende soorten behangpatronen zijn. Allemaal hebben ze hun eigen codenaam. In die codenamen worden hun symmetrie-eigenschappen weerspiegeld.

Het is heel gemakkelijk om met de bovenbeschreven methoden de codenaam van een patroon te vinden.

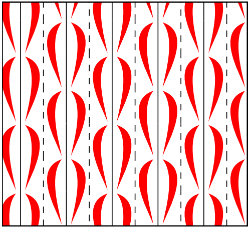
De zeventien behangpatronen (1)



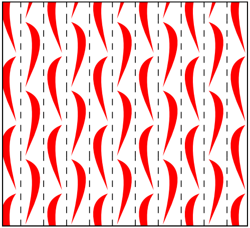
[O]



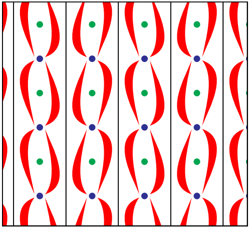
[s s]



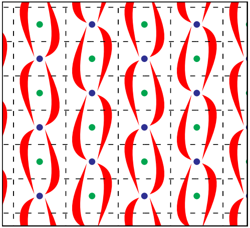
[s x]



[x x]

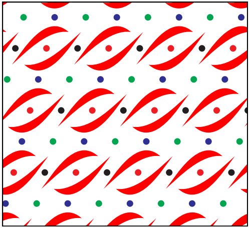


[g(2,2) s]

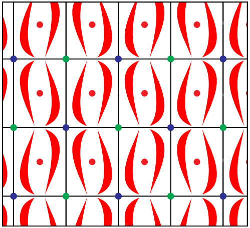


[g(2,2) x]

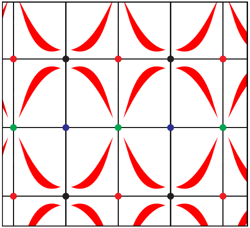
De zeventien behangpatronen (2)



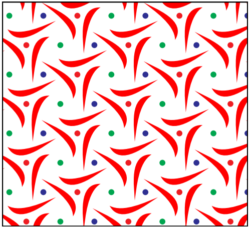
[g(2,2,2,2)]



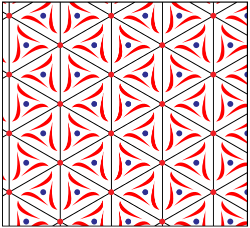
[g(2) s(2,2)]



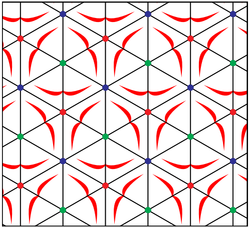
[s(2,2,2,2)]



[g(3,3,3)]

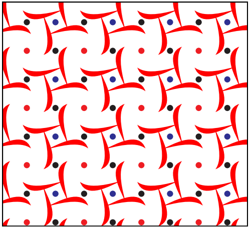


[g(3) s(3)]

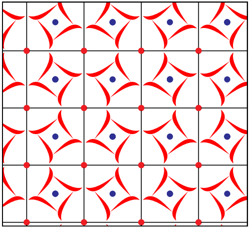


[s(3,3,3)]

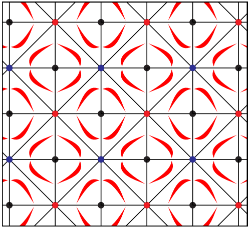
De zeventien behangpatronen (3)



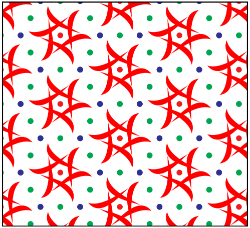
[g(4,4,2)]



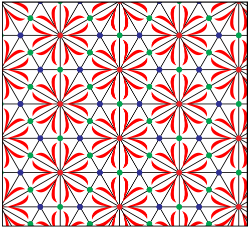
[g(4) s(2)]



[s(4,4,2)]



[g(6,3,2)]



[s(6,3,2)]

Wiskundige achtergronden

Wiskundige achtergronden

Inspiratiebron:

John H. Conway, Heidi Burgiel, Chaim Goodman-Strauss,
The Symmetries of Things,
A.K. Peters, Ltd., Wellesley, Massachusetts, 2008

Wiskundige achtergronden

Inspiratiebron:

John H. Conway, Heidi Burgiel, Chaim Goodman-Strauss,
The Symmetries of Things,
A.K. Peters, Ltd., Wellesley, Massachusetts, 2008

Bij deze lezing:

Wiskundige achtergronden

Inspiratiebron:

John H. Conway, Heidi Burgiel, Chaim Goodman-Strauss,
The Symmetries of Things,
A.K. Peters, Ltd., Wellesley, Massachusetts, 2008

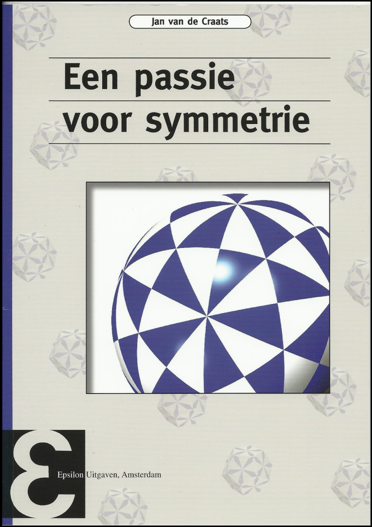
Bij deze lezing:

JvdC, *Symmetrie op de bol en in het vlak*,
Nieuw Archief voor Wiskunde 5/12 nr. 4, december 2011

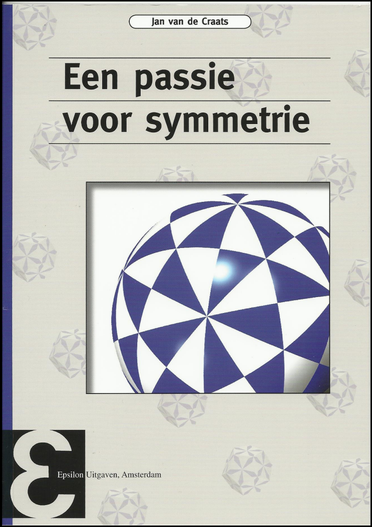
(Ook te lezen en te downloaden vanaf mijn homepage.
`https://staff.fnwi.uva.nl/j.vandecraats/`)

Voor iedereen, met of zonder wiskundige voorkennis:

Voor iedereen, met of zonder wiskundige voorkennis:



Voor iedereen, met of zonder wiskundige voorkennis:



Veel dank!