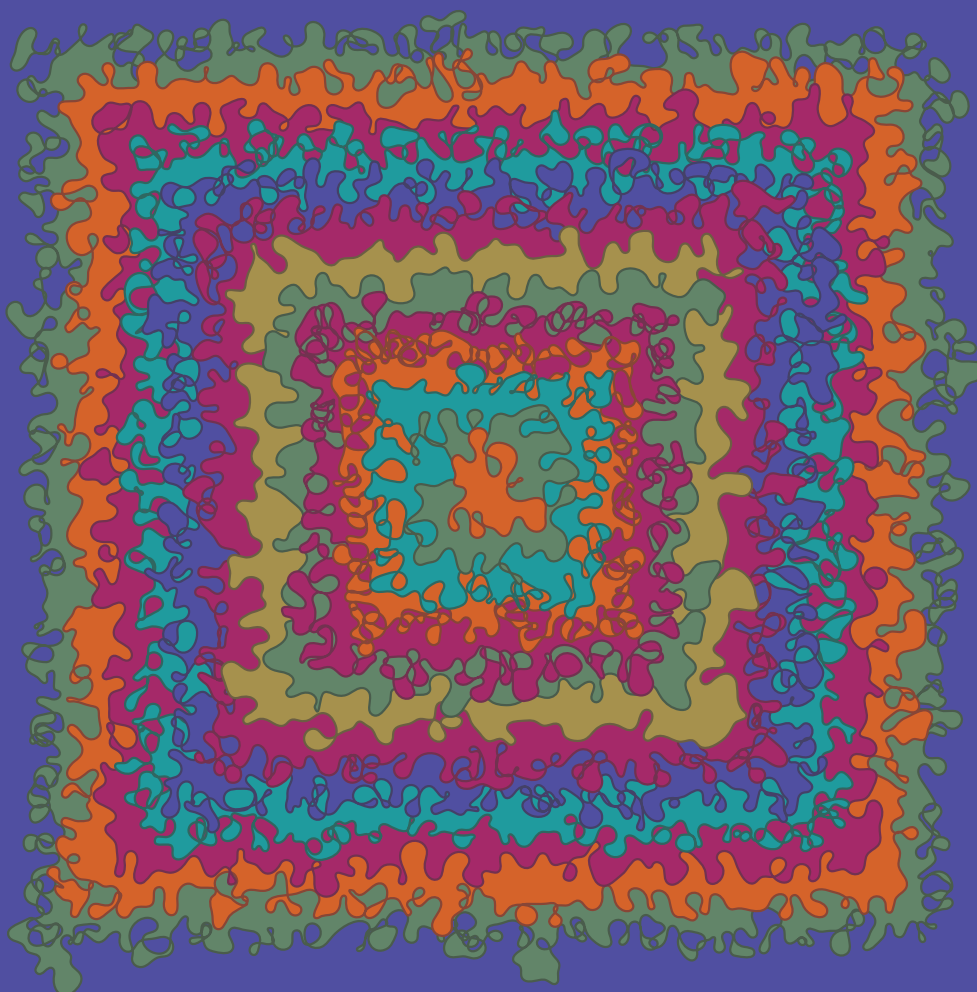


Wiskunde / PGA

2 HAVO / VWO / docentmateriaal

Symmetrie

ConTeXt College





© 2025

Het auteursrecht op dit lesmateriaal berust bij Stichting Math4All. Math4All is derhalve de rechthebbende zoals bedoeld in de hieronder vermelde creative commons licentie.

Het lesmateriaal is met zorg samengesteld en getest. Stichting Math4All aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor onjuistheden en/of onvolledigheden in de module. Ook aanvaardt Math4All geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade, voortkomend uit (het gebruik van) dit lesmateriaal

Voor deze module geldt een Creative Commons Naamsvermelding Niet Commercieel 3.0 Nederland Licentie. (zie <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>).

Dit lesmateriaal is open, gratis en vrij toegankelijk lesmateriaal afkomstig van Stichting Math4All en is speciaal ontwikkeld voor het vak wiskunde in het voortgezet onderwijs. Het lesmateriaal op de website www.math4all.nl is afgestemd op kerndoelen wiskunde, tussendoelen wiskunde en eindtermen voor de vakken wiskunde A, B en C. Dit lesmateriaal is mediumneutraal ontwikkeld en op diverse manieren te bekijken en te gebruiken. Voor informatie en vragen kunt u contact opnemen via info@math4all.nl. Ook houden we ons altijd aanbevolen voor suggesties, verbeteringen en/of aanvullingen.

Het lesmateriaal in dit katern is gebaseerd op het materiaal dat je kunt vinden op de Math4All website www.math4all.nl. In de tekst staan dan ook regelmatig verwijzingen naar die website. Waar je precies moet zijn op die website kun je zien in de kopregel van iedere pagina.

Ieder hoofdstuk bestaat uit een aantal paragrafen en wordt steeds afgesloten met een paragraaf *Totaalbeeld* waar de leerstof wordt samengevat en/of herhaald.

PGA

PGA staat voor 'probleemgestuurde aanpak'. Je begeleidt dan als docent de leerlingen die in kleine groepjes aan wiskundige problemen werken en op die manier een eigen theoretisch kader opstellen. Dit gebeurt voornamelijk op de wijze die wordt beschreven in het boek *Building Thinking Classrooms in Mathematics* van Peter Liljedahl. Dit boek is ook in het Nederlands beschikbaar. Het is verstandig om dit boek vooraf door te werken, maar je kunt ook beginnen met deze [beknopte handleiding](#).

De PGA wordt ondersteund door verwerkings- en toepassingsopgaven waarmee de leerling kan nagaan of de stof wordt beheersd. Deze opgaven worden op drie niveaus aangeboden. De niveau aanduiding staat in de marge naast de opgave.

- ★ het basale niveau, dat iedereen zou moeten behalen
- ★ ★ een iets pittiger niveau, waarin iets meer uitdaging zit en die de leerling alleen hoeft te maken als er genoeg tijd voor is
- ★ ★ ★ een bijzondere toepassing of een echt pittige opgave die een leerling alleen maakt als de rest veel te gemakkelijk was

In de bijlage staat een "[Leerdoelentabel](#)" waarin staat aangegeven door welke opgave het specifieke leerdoel wordt afgedekt en op welk niveau dit gebeurt. Als je deze tabel aan de leerlingen uitreikt, kunnen ze hun eigen vorderingen bijhouden.

Opgaven uit de samenvattende paragraaf *Totaalbeeld* worden voorafgegaan door een T.



Symmetrie

1.1	Lijnsymmetrie	6
1.2	Puntsymmetrie	14
1.3	Draaisymmetrie	21
1.4	Driehoeken	30
1.5	Vierhoeken	37
1.6	Totaalbeeld	46

1.1 Lijnsymmetrie

Inleiding

Een verkeersbord, wat is daar nou voor bijzonders aan?

Wel, van sommige verkeersborden is de éne helft het spiegelbeeld van de andere helft.



Figuur 1.1

Je leert in dit onderwerp

- in een figuur lijnsymmetrie herkennen en de symmetrieas tekenen;
- een lijnsymmetrische figuur tekenen door lijnspiegelen.

Voorkennis

- de namen en enkele basiseigenschappen van vlakke en ruimtelijke figuren;
- de begrippen loodrecht, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Lijnsymmetrie' gaat het erom dat leerlingen van de achterliggende termen (lijnsymmetrie, spiegeling in een lijn, symmetrieas) weten wat er mee wordt bedoeld. Verder moeten ze die kunnen herkennen in figuren. En tenslotte moeten ze zelf lijnsymmetrische figuren kunnen maken, zoals een gegeven figuur spiegelen in een gegeven lijn, de symmetrieas.

Gewenste materialen:

- Een kopie van het werkblad bij de eerste en de tweede opdracht.
- Een bord met een rooster erop, of roosterpapier om op te werken en plakband om het aan het whiteboard te plakken.
- Tekenmateriaal voor op de whiteboards als ze daarop moeten werken.

Opdracht 1.1

Van sommige verkeersborden is de éne helft het spiegelbeeld van de andere helft.



Figuur 1.2

Bekijk deze verkeersborden op het [werkblad](#).

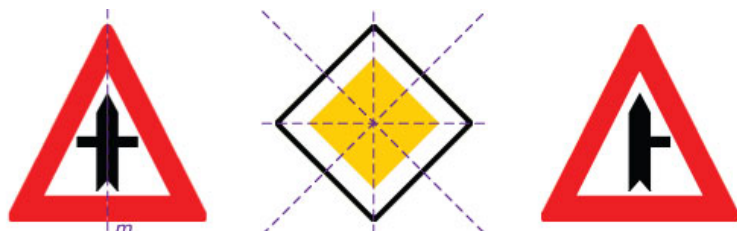
Teken de lijnen waarmee je ze kunt verdelen in twee delen die elkaars spiegelbeeld zijn. Zo'n lijn heet een 'symmetrieas', teken ze allemaal. Laat ook zien, hoe je zelf een (fantasie)verkeersbord met precies één symmetrieas kunt tekenen. En - als je nog tijd hebt - teken een verkeersbord met twee symmetrieassen.

Toelichting

Leerlingen kunnen het eerste deel van de opdracht vast wel uitvoeren, maar om te bedenken hoe ze zelf zo'n figuur kunnen maken is wellicht lastig. Stel vragen als "Hoe ziet de linkerhelft van de figuur er uit?" en "Als je die helft zou uitknippen, hoe maak je dan het rechterdeel?" en "Kun je een manier verzinnen om van elk punt op de linkerhelft een spiegelbeeld op het rechterdeel te vinden?".

Een vervolgvraag zou kunnen zijn "Kun je opschrijven hoe je in het algemeen een symmetrische figuur maakt?".

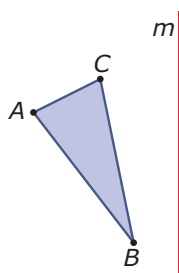
Uitwerking



Figuur 1.3

Je kunt zelf zo'n figuur maken door bijvoorbeeld de linkerhelft te tekenen en die dan te spiegelen. Voor een verkeersbord met precies twee symmetrieassen begin je met een kwart van de figuur.

Opdracht 1.2



Figuur 1.4

Deze figuur staat ook op het [werkblad](#).

Teken het spiegelbeeld van $\triangle ABC$ bij spiegelen in de symmetrieas m .

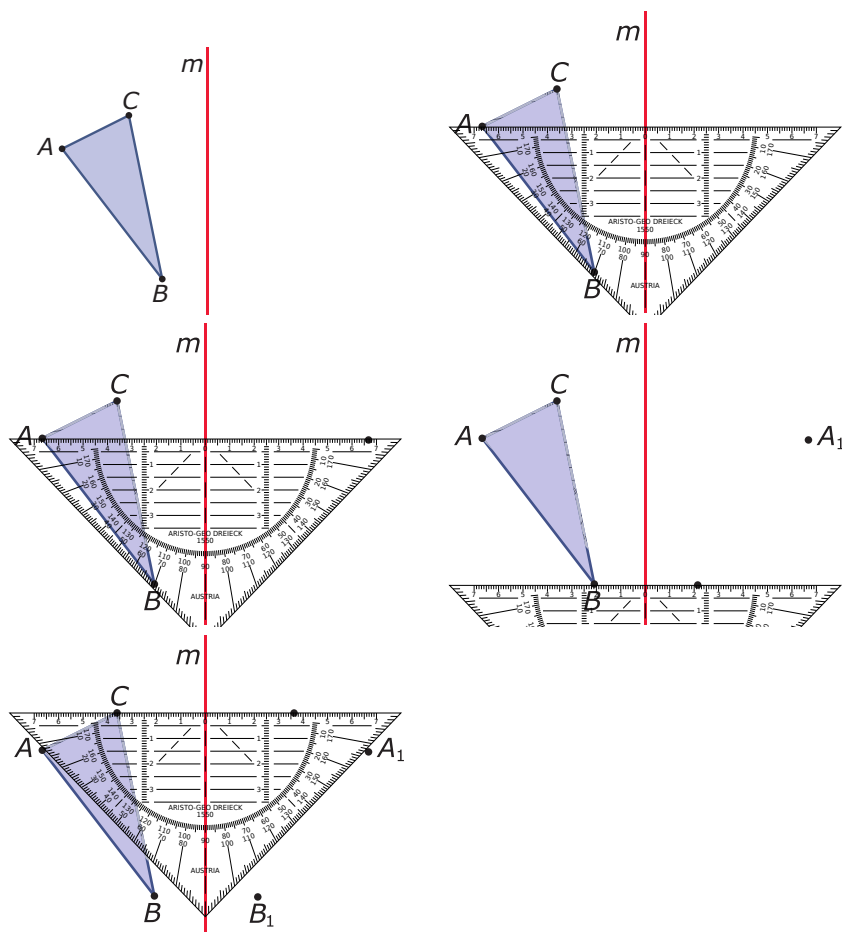
Toelichting

Leerlingen zullen misschien moeite hebben met het plaatsen van de geodriehoek. Dus stel je vragen als "Heeft je geodriehoek ook een symmetrieas?" en "Hoe teken je het spiegelbeeld van punt A?" en "Hoe is je geodriehoek handig hierbij, hoe leg je hem neer op de figuur?".

Als een groepje dit heel snel voor elkaar heeft, kun je ze nog even iets meer uitdagen door een nieuwe symmetrieas te tekenen die niet verticaal is (en bijvoorbeeld door de figuur heen loopt).

Uitwerking

Zie de figuren.



Figuur 1.5

Opdracht 1.3

Teken op een rooster een assenstelsel met daarin een lijn m door $(4,0)$ en $(4,5)$.

Teken het spiegelbeeld $\Delta A'B'C'$ van ΔABC met $A(1,2)$, $B(3,4)$ en $C(0,5)$ bij spiegelen in lijn m en geef de coördinaten van de beeldpunten A' , B' en C' .

Geef de coördinaten van het spiegelbeeld P' van $P(a,b)$ bij spiegelen in de symmetrieas m .

Toelichting

Bij het tekenen van het beeld van ΔABC kun je de begrippen 'origineel' en 'beeld' noemen, vooraf al of tijdens het tekenen. Het tekenen van $\Delta A'B'C'$ zal wel niet al te lastig zijn, maar het zou ze op het spoor moeten brengen van het vinden van de coördinaten van het beeldpunt van P . Dus laat ze steeds terugkijken naar de al getekende beeldpunten en stel desnoods vragen als "Welke lijn is het beeld van de y -as? En welke lijn van de x -as?" en "Hoe kun je daaruit de coördinaten van P' halen?".

Uitwerking

Je krijgt $A'(7,2)$, $B'(4,4)$ en $C'(8,5)$.

Je krijgt $P'(8 - a, b)$.

Opdracht 1.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het herkennen en maken van lijnsymmetrische figuren.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspelsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf op.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

Een figuur die door een lijn in twee stukken wordt verdeeld die elkaars **spiegelbeeld** zijn, noem je **lijnsymmetrisch**. Zet je een spiegeltje op de spiegellijn dan zie je een deel op papier en een deel in de spiegel; de twee helften vormen samen de figuur. Lijn m is de **symmetrieas** of de **spiegellijn** van de figuur. Een figuur kan één of meer symmetrieassen hebben.

Je kunt ook zelf een lijnsymmetrische figuur tekenen.

Je moet dan de symmetrieas weten en de helft van de figuur kennen. De andere helft maak je er dan bij door **lijnspiegelen**.

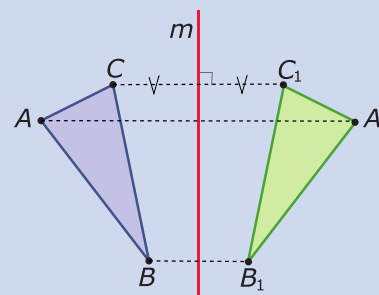
$\triangle ABC$ wordt gespiegeld in lijn m . $\triangle ABC$ noem je het **origineel**.

$\triangle A_1B_1C_1$ is het **beeld** van $\triangle ABC$.

Beeldpunt A_1 ligt even ver van de spiegellijn m af ligt als punt A . Symmetrieas m snijdt AA_1 loodrecht middendoor en heet daarom de **middelloodlijn** van AA_1 . Lijn m is ook de middelloodlijn van BB_1 en CC_1 .



Figuur 1.6

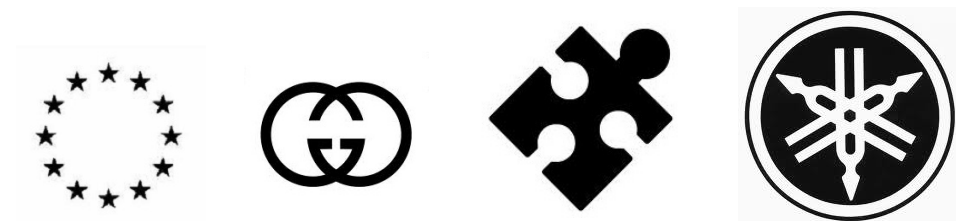


Figuur 1.7

Verwerken

★ Opgave 1.1

Je ziet een aantal logo's. Ze staan ook op het [werkblad](#).

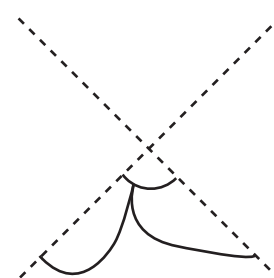


Figuur 1.8

Teken in elk logo de eventuele symmetrieassen.

★ Opgave 1.2

Je ziet een deel van een symmetrische figuur. Beide symmetrieassen zijn getekend. Maak de figuur compleet op het [werkblad](#).

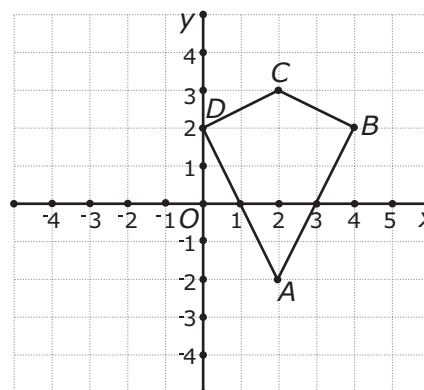


Figuur 1.9

★ Opgave 1.3

Je ziet in het assenstelsel vierhoek $ABCD$. De figuur staat ook op het [werkblad](#).

- Vierhoek $ABCD$ wordt gespiegeld in de y -as. Teken het spiegelbeeld $A'B'C'D'$ en schrijf de coördinaten van de beeldpunten op.
- Vierhoek $ABCD$ wordt gespiegeld in de x -as. Teken het spiegelbeeld $A''B''C''D''$ en schrijf de coördinaten van de beeldpunten op.



Figuur 1.10

★ Opgave 1.4

Gegeven zijn de roosterpunten $A(-2,2)$, $B(4,4)$, $C(-3,5)$, $A'(2,0)$ en $B'(0,6)$. Verder is $\triangle A'B'C'$ het spiegelbeeld van $\triangle ABC$ bij spiegelen in lijn m .

- Teken beide driehoeken en de spiegellijn m .
- Schrijf de coördinaten van C' op.

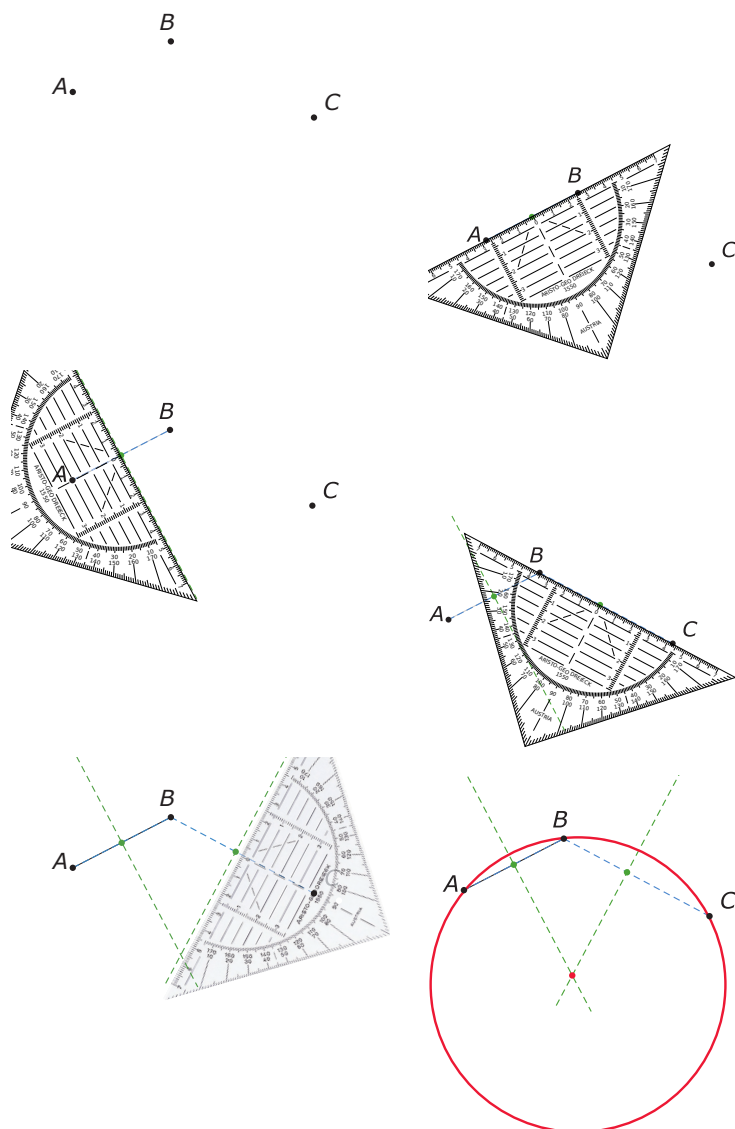
★★ Opgave 1.5

Welke coördinaten heeft het beeldpunt van een willekeurig punt $A(a,b)$ bij lijnspeiegeling in:

- de x -as;
- de lijn door de punten $(0,2)$ en $(4,2)$;
- de lijn door de punten $(0,0)$ en $(4,4)$.

Toepassen

Hier kun je zien hoe je door drie gegeven punten een cirkel kunt tekenen. Je gebruikt de symmetrie-eigenschappen van de cirkel. Je tekent steeds de 'middelloodlijn' van twee van de gegeven punten, een spiegellijn tussen de twee punten. Deze middelloodlijn is een symmetrieas van de cirkel. Hierop ligt het middelpunt van de cirkel. Heb je twee van die symmetrieassen getekend, weet je het middelpunt van de cirkel...



Figuur 1.11

★ ★

Opgave 1.6: Cirkel door drie punten

Bekijk in **Toepassen** hoe je een cirkel door drie punten kunt tekenen.

- Teken een driehoek op een stuk papier en teken de cirkel door de drie hoekpunten.
- Waarom kun je hierbij gebruik maken van middelloodlijnen?
- Lukt dit altijd bij drie gegeven punten?
- Hiernaast zie je scherven van een oud met Delft's blauw beschilderd bord. Het moet worden gereconstrueerd en dus moet de cirkelvormige rand worden teruggevonden. Leg uit hoe die rand kan worden getekend.



Figuur 1.12

★ **Opgave 1.7: Symmetrie in de natuur**

Vaak zijn bloemen, vlinders en andere levende organismen die in de natuur voorkomen, mooi symmetrisch. De twee foto's laten dat zien.



Figuur 1.13

Probeer zelf voorbeelden te vinden van natuurlijke, symmetrische organismen. Teken ze of zoek ze op en geef de symmetrieas(sen) aan.

1.2 Puntsymmetrie

Inleiding

Een verkeersbord, wat is daar nou voor bijzonders aan?

Wel, van sommige verkeersborden is de éne helft het spiegelbeeld van de andere helft.



Figuur 2.1

Je leert in dit onderwerp

- in een figuur puntsymmetrie herkennen en het centrum van puntsymmetrie bepalen;
- een puntsymmetrische figuur tekenen door spiegelen ten opzichte van een punt.

Voorkennis

- de namen en enkele basiseigenschappen van vlakke en ruimtelijke figuren;
- de begrippen loodrecht, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie herkennen, een symmetrieas tekenen en een figuur spiegelen in een lijn.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Puntsymmetrie' gaat het erom dat leerlingen van de achterliggende termen (puntsymmetrie, spiegeling in een punt, centrum van symmetrie) weten wat er mee wordt bedoeld. Verder moeten ze die kunnen herkennen in figuren. En tenslotte moeten ze zelf puntsymmetrische figuren kunnen maken, zoals een gegeven figuur spiegelen in een gegeven centrum.

Gewenste materialen:

- Een kopie van het werkblad bij de eerste en de tweede opdracht.
- Een bord met een rooster erop, of roosterpapier om op te werken en plakband om het aan het whiteboard te plakken.
- Tekenmateriaal voor op de whiteboards als ze daarop moeten werken.

Opdracht 2.1

Sommige verkeersborden blijven hetzelfde als je ze 'op de kop zet'.

Zo'n figuur noem je puntsymmetrisch. Een vlakke puntsymmetrische figuur blijft gelijk als je hem een halve slag draait om het symmetriecentrum C .



Figuur 2.2

Bekijk deze verkeersborden op het [werkblad](#).

Geef aan of zo'n verkeersbord puntsymmetrisch is en teken dan het symmetriecentrum C . Laat ook met enkele voorbeelden zien dat elk punt van zo'n puntsymmetrisch verkeersbord een spiegelbeeld heeft aan de andere kant van C .

Toelichting

Leerlingen kunnen het eerste deel van de opdracht vast wel uitvoeren, maar om te bedenken hoe ze zelf zo'n figuur kunnen maken is wellicht lastig. Stel vragen als "Hoe ziet de helft van de figuur er uit?" en "Als je die helft zou uitknippen, hoe maak je dan de andere helft?" en "Kun je een manier verzinnen om van elk punt op de éne helft een spiegelbeeld te vinden?".

Probeer zo te sturen dat ze echt punt voor punt spiegelen en niet zo maar de helft gaan draaien om het centrum C , want puntsymmetrie is echt wat anders dan draaisymmetrie als je niet in twee dimensies werkt. En vaak gaan leerlingen eigenlijk 180° draaien om punt C en dat gaat alleen in 2D goed.

Een vervolgvraag zou kunnen zijn "Kun je opschrijven hoe je in het algemeen een puntsymmetrische figuur maakt?".

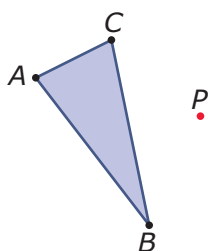
Uitwerking



Figuur 2.3

Je kunt zelf zo'n figuur maken door bijvoorbeeld een helft te tekenen en die dan te spiegelen.

Opdracht 2.2



Figuur 2.4

Deze figuur staat ook op het [werkblad](#).

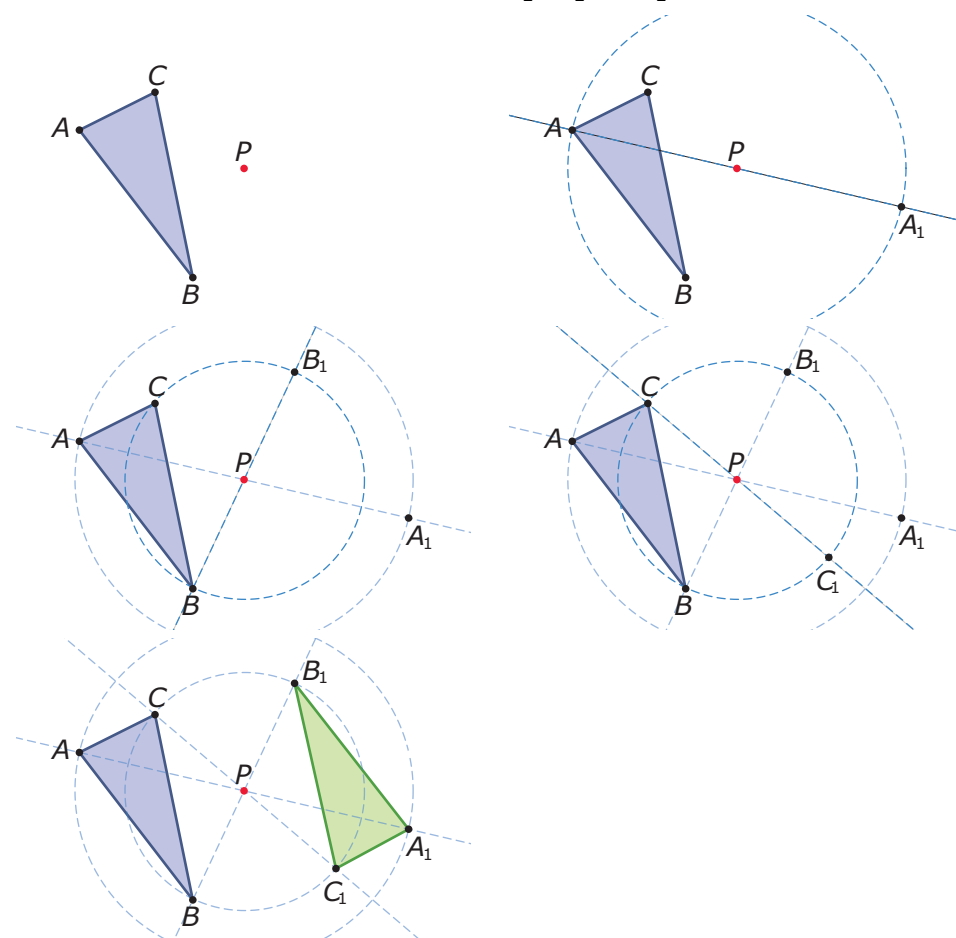
Teken het spiegelbeeld van driehoek ABC bij spiegelen in punt P .

Toelichting

Leerlingen zullen misschien moeite hebben met het spiegelen van de afzonderlijke punten. Dus stel je vragen als "Hoe liggen een punt en zijn spiegelbeeld ten opzichte van punt P ?" en "Hoe teken je het spiegelbeeld van punt A ?".

Uitwerking

Zie de figuren, de spiegelbeelden heten A_1 , B_1 en C_1 .



Figuur 2.5

Opdracht 2.3

Teken op een rooster een assenstelsel met daarin een punt $S(2,1)$.

Teken het spiegelbeeld $\triangle A'B'C'$ van $\triangle ABC$ met $A(1,2)$, $B(3,4)$ en $C(0,5)$ bij spiegelen in punt S en geef de coördinaten van de beeldpunten A' , B' en C' .

Geef de coördinaten van het spiegelbeeld P' van $P(a,b)$ bij spiegelen in de punt S .

Toelichting

Bij het tekenen van het beeld van $\triangle ABC$ kun je de begrippen 'origineel' en 'beeld' opnieuw noemen, vooraf al of tijdens het tekenen. Het tekenen van $\triangle A'B'C'$ zal wel niet al te lastig zijn, maar het zou ze op het spoor moeten brengen van het vinden van de coördinaten van het beeldpunt van P . Dus laat ze steeds terugkijken naar de al getekende beeldpunten en stel desnoods vragen als "Welke lijn is het beeld van de y -as? En welke lijn van de x -as?" en "Hoe kun je daaruit de coördinaten van P' halen?".

Uitwerking

Je krijgt $A'(3,0)$, $B'(1,-2)$ en $C'(4,-3)$.

Je krijgt $P'(4-a, 2-b)$.

Opdracht 2.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het herkennen en maken van puntsymmetrische figuren.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspelsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf op.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

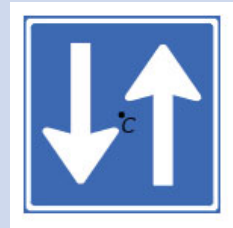
Om te onthouden

Een figuur heet **puntsymmetrisch** als hij hetzelfde blijft als je hem op de kop zet. Zo' n figuur heeft een **symmetriecentrum** C . Elk punt van de figuur heeft een spiegelbeeld precies aan de andere kant van het centrum C .

Je kunt ook zelf een puntsymmetrische figuur tekenen.

Je moet dan het centrum van symmetrie weten en de helft van de figuur kennen.

De andere helft maak je er dan bij door **puntspiegelen**.

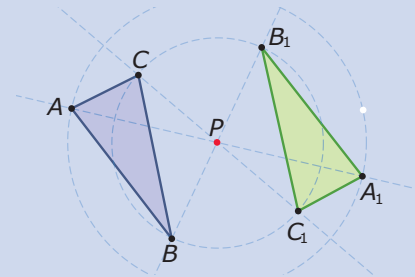


Figuur 2.6

$\triangle ABC$ wordt gespiegeld in punt P . $\triangle ABC$ noem je het **origineel**.

$\triangle A_1B_1C_1$ is het **beeld** van $\triangle ABC$.

Beeldpunt A_1 ligt even ver van het centrum P af ligt als punt A .



Figuur 2.7

Verwerken

★ Opgave 2.1

Je ziet een aantal logo's. Ze staan ook op het [werkblad](#).

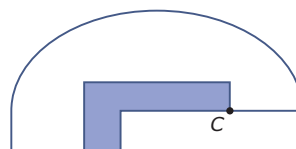


Figuur 2.8

Teken in de puntsymmetrische logo's het centrum van symmetrie.

★ Opgave 2.2

Je ziet de helft van een puntsymmetrische figuur. C is het symmetriecentrum. Maak de figuur op het [werkblad](#) compleet.

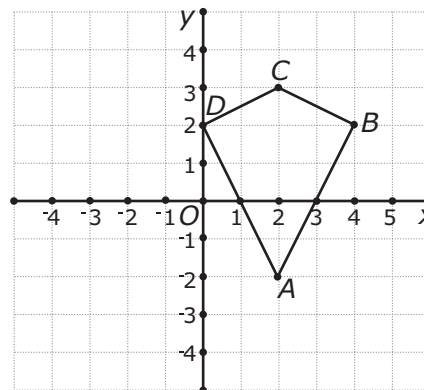


Figuur 2.9

★ Opgave 2.3

Je ziet in het assenstelsel vierhoek $ABCD$. Teken zelf de figuur in een groter assenstelsel.

- Vierhoek $ABCD$ wordt gespiegeld in de oorsprong van het assenstelsel. Teken het spiegelbeeld $A'B'C'D'$ en schrijf de coördinaten van de beeldpunten op.
- Vierhoek $ABCD$ wordt gespiegeld in punt $P(3,3)$. Teken het spiegelbeeld $A''B''C''D''$ en schrijf de coördinaten van de beeldpunten op.



Figuur 2.10

★ Opgave 2.4

Teken in een assenstelsel de punten $A(-3,2)$, $B(4,0)$ en $C(2,5)$. Je gaat nu $\triangle ABC$ spiegelen. Het beeld van $\triangle ABC$ noem je $\triangle A'B'C'$. Schrijf de coördinaten van A' , B' en C' op.

- Spiegel $\triangle ABC$ in de oorsprong O van het assenstelsel.
- Spiegel $\triangle ABC$ in punt $P(0,2)$.
- Spiegel $\triangle ABC$ in punt B .

★ Opgave 2.5

Gegeven zijn de roosterpunten $A(-2,2)$, $B(4,4)$, $C(-3,5)$, $A'(2,0)$ en $B'(-4,-2)$. Verder is $\triangle A'B'C'$ het spiegelbeeld van $\triangle ABC$ bij spiegelen in punt P .

- Teken beide driehoeken en punt P .
- Schrijf de coördinaten van C' op.

★★ Opgave 2.6

Welke coördinaten heeft het beeldpunt van een willekeurig punt $A(a,b)$ bij puntspiegeling in:

- a het punt $P(0,1)$;
- b het punt $Q(3,4)$;
- c het punt $Q(-3,4)$.

Toepassen

[Bekijk de applet](#)

Een **parallellogram** is een puntsymmetrische vierhoek. Vierhoek $ABCD$ is zo'n parallellogram. Dit betekent dat de diagonalen AC en BD elkaar middendoor delen. M is het symmetriecentrum.

In de applet kun je de punten A en D verplaatsen. Hun beeldpunten bewegen dan mee. Ook kun je M verplaatsen.

Je kunt van $ABCD$ ook een rechthoek, een ruit, of een vierkant maken. Rechthoeken, ruiten en vierkanten zijn daarom ook altijd parallellogrammen.

★★ Opgave 2.7

Bekijk de applet in [Toepassen](#).

Je ziet dat een parallellogram puntsymmetrisch is.

- a Wat betekent dit voor twee tegenover elkaar liggende hoeken van elk parallellogram?
- b Wat betekent dit voor twee tegenover elkaar liggende zijden van elk parallellogram?
- c Wat betekent dit voor de diagonalen van elk parallellogram?
- d Elke rechthoek en elk vierkant zijn voorbeelden van parallellogrammen. Waarom geldt dit niet voor een vlieger?

★★ Opgave 2.8: Symmetrische letters

Je ziet de hoofdletters van het West-Europese alfabet, lettertype Arial.

A B C D E F G H I J
K L M N O P Q R S
T U V W X Y Z

Figuur 2.11

Welke letters zijn puntsymmetrisch? Welke letters zijn lijnsymmetrisch? Zet het aantal symmetrieassen erbij.

De letters staan ook op het [werkblad](#).

1.3 Draaisymmetrie

Inleiding

Een verkeersbord, wat is daar nou voor bijzonders aan?

Wel, sommige verkeersborden kun je een stukje draaien om het middelpunt en dan blijf je toch hetzelfde zien.



Figuur 3.1

Je leert in dit onderwerp

- draaisymmetrie herkennen en het draaicentrum van een figuur aanwijzen en de kleinste draaihoek bepalen;
- een figuur draaien over een gegeven hoek ten opzichte van een punt.

Voorkennis

- de namen en enkele basiseigenschappen van vlakke en ruimtelijke figuren;
- de begrippen loodrecht, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie en puntsymmetrie herkennen, een symmetrieas of symmetriepunt tekenen en een figuur spiegelen in een lijn of een punt.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Draaisymmetrie' gaat het erom dat leerlingen van de achterliggende termen (draaisymmetrie, kleinste draaihoek, centrum van draaiing) weten wat er mee wordt bedoeld. Verder moeten ze die kunnen herkennen in figuren. En tenslotte moeten ze zelf draaisymmetrische figuren kunnen maken, zoals een gegeven figuur draaien om een gegeven centrum over een gegeven hoek.

Gewenste materialen:

- Een kopie van het werkblad bij de eerste en de tweede opdracht.
- Een bord met een rooster erop, of roosterpapier om op te werken en plakband om het aan het whiteboard te plakken.
- Tekenmateriaal voor op de whiteboards als ze daarop moeten werken.

Opdracht 3.1

Sommige verkeersborden blijven hetzelfde als je ze draait om een bepaald centraal punt. De hoek waarmee je ze draait heet de draaihoek.

Zo'n figuur noem je draaisymmetrisch. Een vlakke draaisymmetrische figuur blijft gelijk als je hem met een bepaalde hoek draait om het symmetriecentrum C , het centrum van draaiing. Soms zijn meerdere draaihoeken mogelijk.



Figuur 3.2

Bekijk deze verkeersborden op het [werkblad](#).

Geef aan of zo'n verkeersbord draaisymmetrisch is, teken dan het symmetriecentrum C en geef aan hoe groot de kleinst mogelijke draaihoek is. Bedenk met elkaar ook wat het verschil is tussen draaisymmetrie en puntsymmetrie.

— Toelichting —

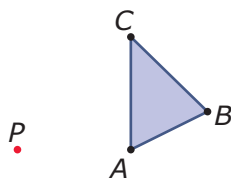
Leerlingen kunnen het eerste deel van de opdracht vast wel uitvoeren, misschien moet er wat aandacht zijn voor de kleinste draaihoek. Ook het verschil tussen puntsymmetrie en draaisymmetrie ligt misschien niet voor de hand. Stel vragen als “Hoe bepaal je de draaihoek?” en “Heb je nu echt de kleinste draaihoek?” en “Welke draaihoek hoort er bij puntsymmetrie van vlakke figuren?”. Voor de echte snelle leerlingen kun je eens puntsymmetrie en draaisymmetrie in 3D ter sprake brengen. Het zou best bijzonder zijn als ze dan echt het verschil tussen puntsymmetrie en draaisymmetrie gaan begrijpen. Een opgave hierover staat in ‘Toepassen’ in het Totaalbeeld.

— Uitwerking —



Figuur 3.3

Opdracht 3.2



Figuur 3.4

Deze figuur staat ook op het [werkblad](#).

Teken het spiegelbeeld van driehoek ABC bij draaien om punt P over 90° tegen de klok in.

Teken in de tweede figuur het spiegelbeeld van driehoek ABC bij draaien om punt P over 60° tegen de klok in.

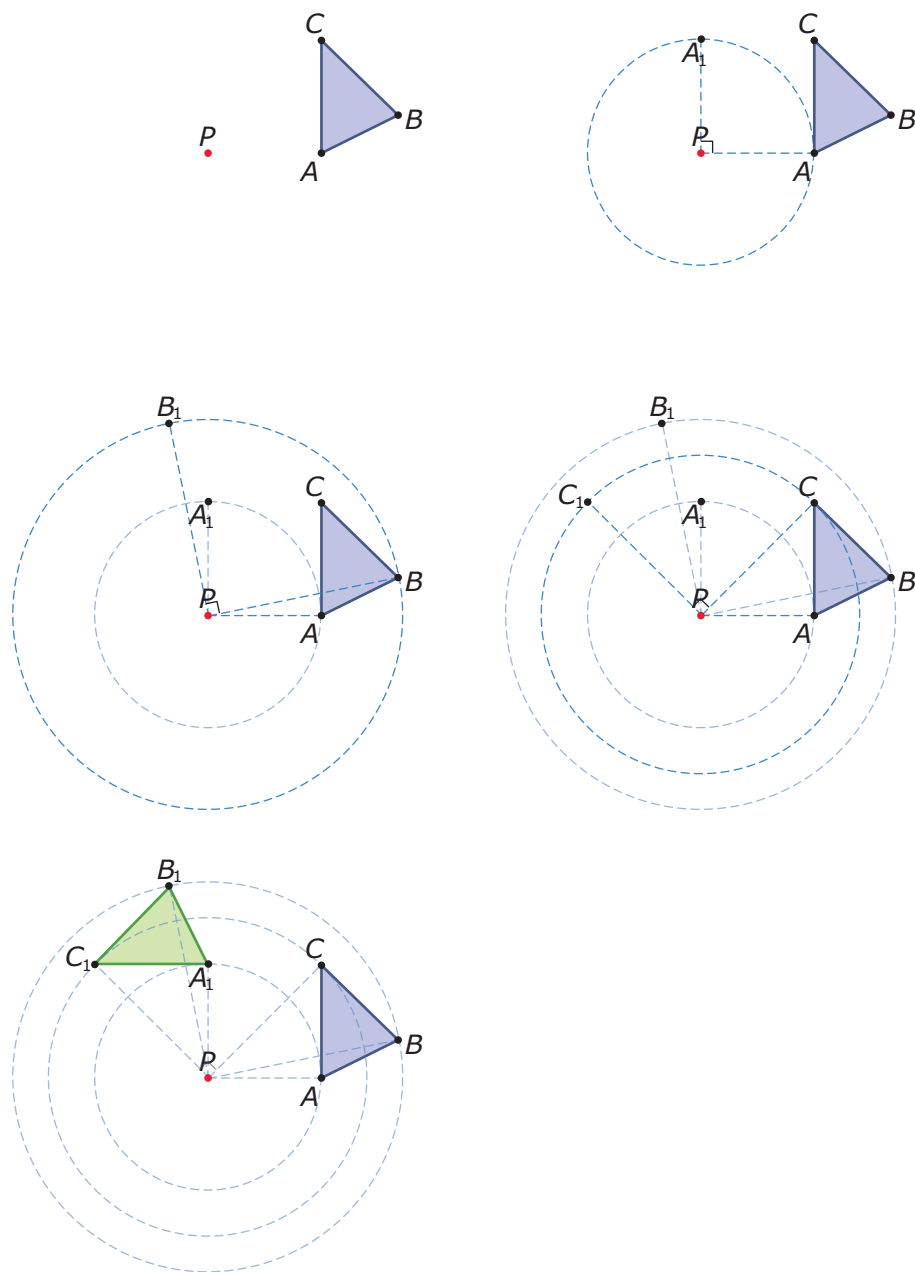
— Toelichting —

Leerlingen zullen waarschijnlijk weinig moeite hebben met het draaien over 90° , maar het draaien over 60° is een andere zaak. Dus stel je vragen als “Hoe bepaal je ook weer een hoek met je geodriehoek?” en “Hoe kun je dat hier gebruiken?”, of (als dat niet genoeg is) “Hoe leg je de geodriehoek op PA om het beeldpunt van A te vinden?”.

Benoem vragenderwijs ook de begrippen ‘positieve draairichting’ (tegen de klok in, van de positieve x -as naar de positieve y -as) en ‘negatieve draairichting’ (met de klok mee).

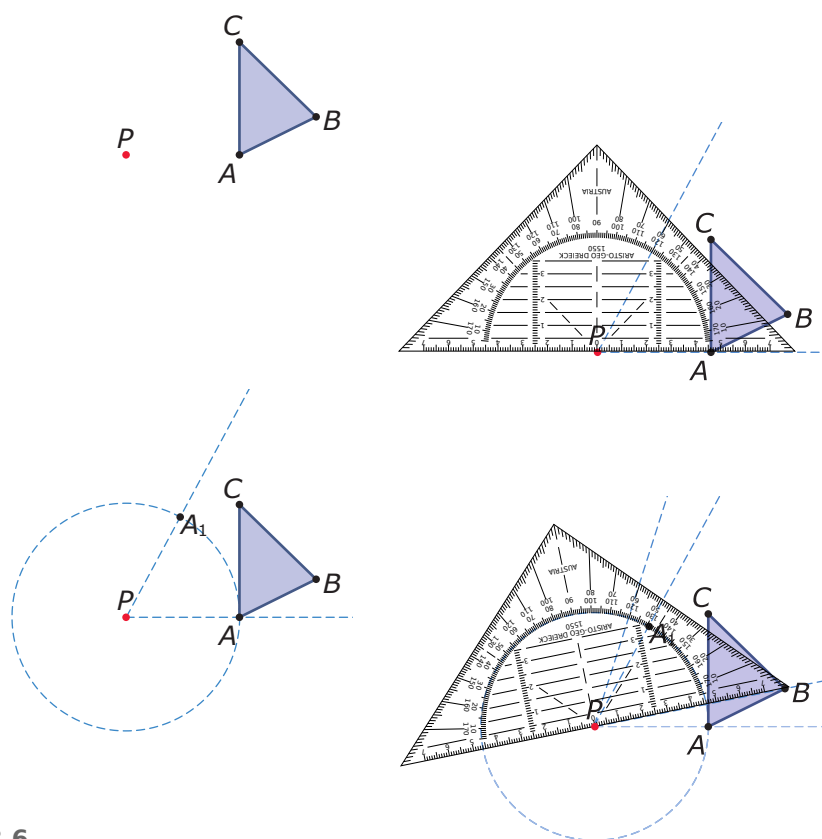
Uitwerking

Zie de figuren, de spiegelbeelden heten A_1 , B_1 en C_1 .

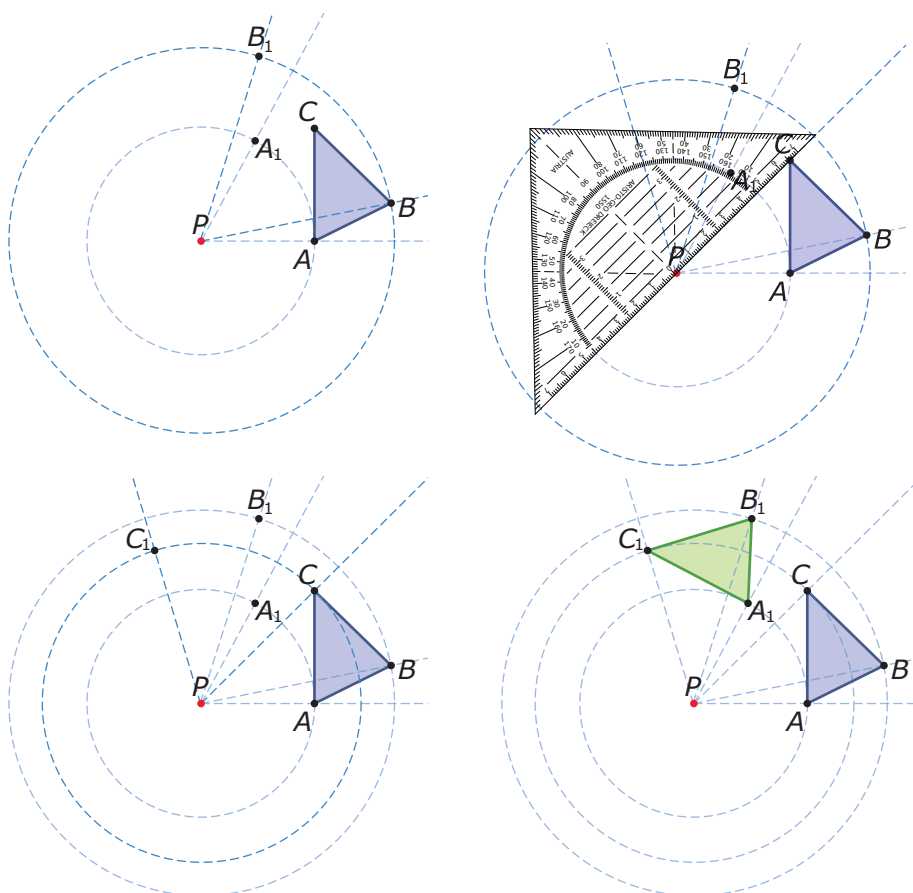


Figuur 3.5

Zie de figuren, de spiegelbeelden heten weer A_1 , B_1 en C_1 .



Figuur 3.6



Figuur 3.7

Opdracht 3.3

Teken op een rooster een assenstelsel.

Teken het spiegelbeeld $\Delta A'B'C'$ van ΔABC met $A(1,2)$, $B(3,4)$ en $C(0,5)$ bij draaiing over 90° om punt $O(0,0)$ en geef de coördinaten van de beeldpunten A' , B' en C' .

Geef de coördinaten van het spiegelbeeld P' van $P(a,b)$ bij dezelfde draaiing.

Doe dit allemaal nog een keer bij draaiing over -90° .

Toelichting

Bij het tekenen van het beeld van ΔABC kun je de begrippen 'origineel' en 'beeld' opnieuw noemen, vooraf al of tijdens het tekenen. Ook het positief of negatief zijn van de draaihoek verdient wel enige aandacht. Het tekenen van $\Delta A'B'C'$ zal in beide gevallen wel niet al te lastig zijn, maar het zou ze op het spoor moeten brengen van het vinden van de coördinaten van het beeldpunt van P . Dus laat ze steeds terugkijken naar de al getekende beeldpunten.

Uitwerking

Draaiing over 90° om O :

Je krijgt $A'(-2,1)$, $B'(-4,3)$ en $C'(-5,0)$.

Je krijgt $P'(-b,a)$.

Draaiing over -90° om O :

Je krijgt $A'(2,-1)$, $B'(4,-3)$ en $C'(5,0)$.

Je krijgt $P'(b,-a)$.

Opdracht 3.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het herkennen en maken van draaisymmetrische figuren.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf op.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

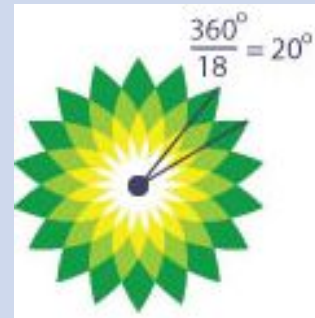
Theorie

Om te onthouden

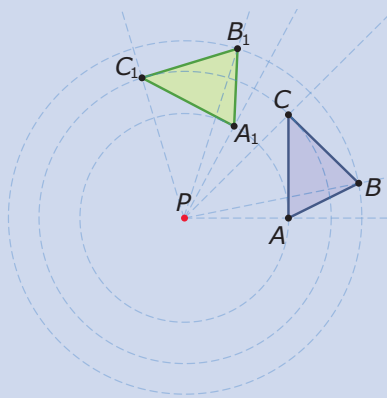
Een figuur noem je **draaisymmetrisch** als hij gelijk blijft als je hem een bepaald aantal graden draait om een **draaicentrum** C . Deze figuur kun je over 20° , 40° , 60° , ... draaien. Dat zijn veelvouden van 20° , dus 20° is de **kleinste draaihoek**.

Je kunt ook zelf een figuur draaien om een draaipunt over een gegeven aantal graden.

Je ziet hier het resultaat van zo'n draaiing.



Figuur 3.8



Figuur 3.9

$\triangle ABC$ wordt gedraaid om punt P over 60° . $\triangle ABC$ noem je het **origineel**.

$\triangle A_1B_1C_1$ is het **beeld** van $\triangle ABC$.

Beeldpunt A_1 ligt even ver van het centrum P af ligt als punt A .

Verwerken

★ Opgave 3.1

Je ziet een doornenkroon, een mooie draaisymmetrische zeester. Ga ervan uit dat hij ook echt perfect draaisymmetrisch is.

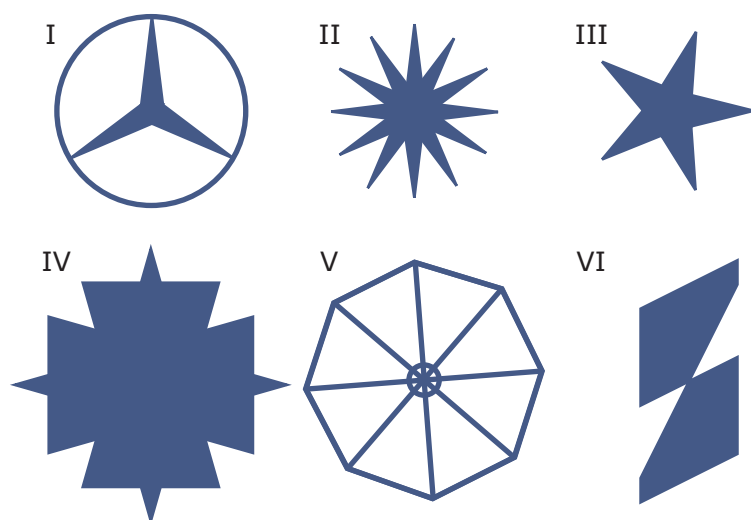
- Hoe groot is de kleinste draaihoek?
- Is deze zeester ook puntsymmetrisch?
- Is deze zeester ook lijnsymmetrisch? Zo ja, hoeveel symmetrieassen heeft hij dan?



Figuur 3.10

★ Opgave 3.2

Bekijk de draaisymmetrische figuren.



Figuur 3.11

- Geef van elke figuur de kleinste draaihoek.
- Welke van deze figuren zijn ook puntsymmetrisch?
- Welke van deze figuren zijn ook lijnsymmetrisch? Geef in dat geval het aantal symmetrieassen.

★ Opgave 3.3

Je ziet drie figuren. Door deze figuren aan te vullen kunnen ze draaisymmetrisch worden. Het centrum van draaiing is aangegeven met een rode stip, de kleinste draaihoek staat erbij. Maak de figuren compleet op het [werkblad](#).



90°



120°



45°

Figuur 3.12

★★ Opgave 3.4

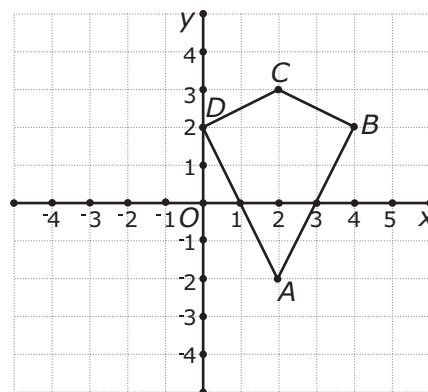
Welke coördinaten heeft het beeldpunt van een willekeurig punt $A(a,b)$ bij draaiing:

- a om het punt $O(0,0)$ over 90° ?
- b om het punt $P(0,2)$ over 90° ?

★ Opgave 3.5

Bekijk het assenstelsel met daarin vierhoek $ABCD$.

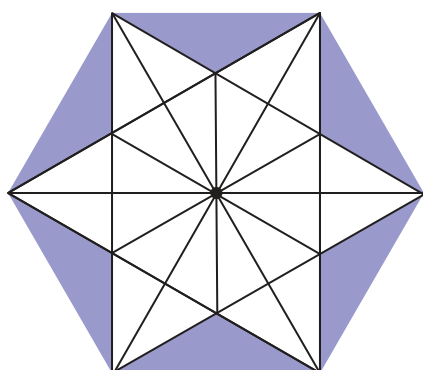
- a Vierhoek $ABCD$ wordt gedraaid over 90° om de oorsprong O van het assenstelsel. Teken de beeldfiguur $A'B'C'D'$ op het **werkblad** en schrijf de coördinaten van de hoekpunten daarvan op.
- b Vierhoek $ABCD$ wordt gedraaid over -90° om de oorsprong O van het assenstelsel. Teken de beeldfiguur $A''B''C''D''$ en schrijf de coördinaten van de hoekpunten daarvan op.



Figuur 3.13

★ Opgave 3.6

Bekijk de draaisymmetrische figuur.



Figuur 3.14

- a Hoe groot zijn alle hoeken bij het draaicentrum?
- b Beredeneer nu de grootte van de drie hoeken van de gekleurde driehoekjes.

Toepassen

[Bekijk de applet](#)

Een **regelmatige vijfhoek** is draaisymmetrisch. De kleinste draaihoek is $\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ$. Voor de constructie van de regelmatige vijfhoek $ABCDE$ maak je van die kleinste draaihoek gebruik.

In de applet kun je punt A verplaatsen. Zijn beeldpunten bewegen dan mee. Ook kun je A verplaatsen. Je ziet dat alle hoekpunten van een regelmatige vijfhoek op een cirkel moeten liggen, ze liggen immers allemaal evenver van het draaipunt.

Alle regelmatige veelhoeken zijn draaisymmetrisch. Is het aantal hoekpunten n , dan is de kleinste draaihoek $\left(\frac{360}{n}\right)^\circ$.

★ ★ **Opgave 3.7**

- a Wat betekent het voor alle hoeken van een regelmatige vijfhoek dat een regelmatige vijfhoek draaisymmetrisch is?
- b Wat betekent dit voor de diagonalen van elke regelmatige vijfhoek?
Als je alleen de diagonalen van een regelmatige vijfhoek tekent, krijg je een pentagram.
- c Teken zo'n pentagram. Is het ook draaisymmetrisch?
- d Hoe groot zijn alle hoeken van een regelmatige n -hoek?

★ ★ **Opgave 3.8: Ijskristallen**

Ijskristallen zijn heldere kristallen met regelmatige vormen. Soms kun je de vormen van deze kristallen goed zien als het sneeuwt.

Ijskristallen nemen mooie zeshoekige draaisymmetrische vormen aan.

- a Welke kleinste draaihoek hebben dergelijke ijskristallen?
- b Is een dergelijk ijskristal ook puntsymmetrisch?
- c Is een ijskristal ook lijnsymmetrisch? Zo ja, hoeveel symmetrieassen heeft hij dan?



Figuur 3.15

1.4 Driehoeken

Inleiding

Dit verkeersbord is echt wel symmetrisch. Het heeft ook de vorm van een driehoek. Kennelijk kunnen driehoeken symmetrisch zijn, bijvoorbeeld door gelijke zijden te hebben.



Figuur 4.1

Je leert in dit onderwerp

- een rechthoekige, gelijkbenige en gelijkzijdige driehoek herkennen vanuit symmetrie;
- de eigenschappen van deze driehoeken benoemen en gebruiken.

Voorkennis

- de namen en enkele basiseigenschappen van vlakke en ruimtelijke figuren, de hoekensom van een driehoek;
- de begrippen loodrecht, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie, puntsymmetrie en draaisymmetrie herkennen, een symmetrieas of symmetriecentrum tekenen en een figuur spiegelen in een lijn of een punt of draaien om een punt over een bepaalde draaihoek.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Driehoeken' gaat het erom dat leerlingen de termen 'gelijkbenig', 'tophoek', 'basis hoeken', 'gelijkzijdig', 'rechthoekig', 'rechthoeks zijden', 'hypotenusa' leren kennen. Verder leren ze de eigenschappen van de verschillende soorten driehoeken kennen en gebruiken. Er moet veel worden getekend op de whiteboards. De termen zelf verspreid je al vragenderwijs.

Gewenste materialen:

- Tekenmateriaal voor op whiteboards: grote geodriehoeken, desgewenst passers (hoewel ze - gebruik makend van symmetrie - die misschien niet nodig hebben).

Opdracht 4.1

In de inleiding staat een verkeersbord in de vorm van een driehoek. Driehoeken komen best vaak voor in verkeersborden. Soms zijn ze symmetrisch. Wanneer zijn driehoeken symmetrisch? En wat is er dan allemaal hetzelfde?

Maak zelf een lijst met alle mogelijke soorten driehoeken. Let daarbij vooral op de symmetrie en/of op het hebben van een rechte hoek.

Toelichting

Leerlingen komen vast wel met wat ideeën, zoals driehoeken die lijnsymmetrisch zijn en driehoeken die puntsymmetrisch zijn. Maar de gebruikelijke termen 'gelijkbenig', 'gelijkzijdig', 'rechthoekig', 'rechthoeks zijden', 'hypotenusa' (niet essentieel voor nu, maar alvast handig voor later), bedenken ze vast niet zelf. Het is nuttig om die begrippen te verspreiden onder de groepjes. Stel ook vragen als "Hoe geef je aan dat die zijden gelijk zijn?" en "Welke hoeken zijn nu gelijk? Hoe geef je dit aan?" en "Van welke hoeken weet je al hoe groot ze zijn?". Breng desgewenst vragenderwijs in herinnering hoe groot de hoeken van een driehoek zijn.

— Uitwerking —

Het is de bedoeling dat leerlingen als het ware meteen het theorieblok opbouwen.

De symmetrielijnen en symmetriepunten moeten erin staan, net als de gelijke zijden/hoeken moeten zijn aangegeven.

Opdracht 4.2

Teken de volgende driehoeken en zet in alle hoeken het juiste aantal graden en geef de symmetrie aan:

- Een gelijkbenige (alleen lijnsymmetrische) $\triangle ABC$ met één tophoek $\angle C = 40^\circ$ en $AC = 12$ cm.
- Een gelijkzijdige $\triangle DEF$ met $DE = 12$ cm.
- Een rechthoekige $\triangle GHI$ met $GH = 12$ cm, $GI = 12$ cm en $\angle I = 40^\circ$.
- Een rechthoekige $\triangle KLM$ met $KL = KM = 12$ cm.

— Toelichting —

De bedoeling van deze opdracht is om na te gaan of de leerlingen door krijgen wat ze aan hun overzicht van soorten driehoeken hebben. Hulpvragen moeten dan ook steeds zoveel mogelijk naar hun eigen overzicht verwijzen. Geef telkens mondeling de gegevens van één driehoek en pas als die klaar is de gegevens van de volgende driehoek. Laat ze alle vier de eindresultaten op hun verticale werkblad bewaren.

Laat de groepen elkaars figuren controleren/verbeteren.

— Uitwerking —

$\triangle ABC$ met $AC = BC = 12$ cm, $\angle B = \angle A = (180^\circ - 40^\circ)/2 = 70^\circ$ en symmetrieas door C en loodrecht op AB .

$\triangle DEF$ met alle zijden 6 cm en alle hoeken 60° en drie symmetrieassen door de middens en loodrecht op de zijden en één symmetriepunt (het snijpunt van de symmetrieassen) met kleinste draaihoek 120° .

$\triangle GHI$ met $\angle H = 50^\circ$ en zonder symmetrie.

$\triangle KLM$ met $\angle K = 90^\circ$, beide andere hoeken 45° en één symmetrieas door het midden van en loodrecht op LM .

Opdracht 4.3

Teken een negenhoek waarvan alle zijden 6 cm zijn.

Teken alle symmetrieassen erin, geef alle symmetriepunten aan en geef aan hoe groot alle hoeken zijn.

— Toelichting —

Dit is een opdracht die kan worden overgeslagen als er weinig tijd voor is. Het zal best pittig zijn.

Als er niks op gang komt, kun je het beste de hint geven dat zo'n negenhoek in gelijke driehoeken is te verdelen. Vragen als "Wat voor soort driehoeken denk ik dan aan?" en "In welk punt komen ze allemaal bij elkaar?" of "Welk punt hebben ze gemeenschappelijk?" kunnen ze verder op het spoor zetten. En dan maar weer vragenderwijs verwijzen naar de eigenschappen van zo'n driehoek en hoe je de hoeken ervan kunt tekenen en hoe je er dan zo'n negenhoek mee maakt.

— Uitwerking —

Een regelmatige negenhoek opgebouwd door eerst te bedenken dat de hoeken bij het symmetriecentrum $\left(\frac{360}{9}\right)^\circ = 40^\circ$ zijn. Daarmee worden de hoeken van de negenhoek berekend vanuit de negen gelijkbenige driehoeken waaruit de figuur bestaat: 140° worden alle negen hoeken. Begin met één zijde, zet daar aan beide zijden een hoek van 140° op en bouw zo verder.

Of: teken een gelijkbenige driehoek met een basis van 6 cm en basishoeken van 70° . Teken er vervolgens nog acht omheen met dezelfde tophoek die samen de negenhoek vormen.

Opdracht 4.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het herkennen en maken van soorten driehoeken.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

— Toelichting —

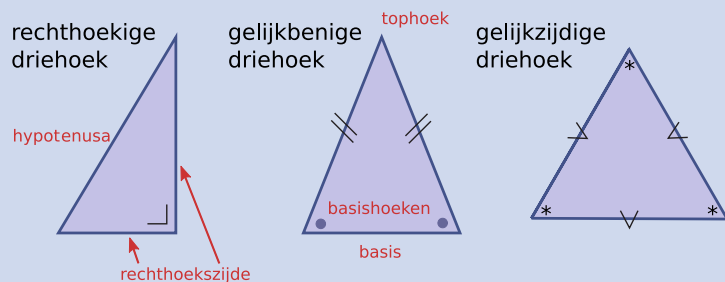
Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspelsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf op.

— Uitwerking —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden



Figuur 4.2

Een **rechthoekige driehoek** heeft twee zijden die de rechte hoek vormen; je noemt ze **rechthoeks-zijden**. De langste zijde heet de **hypotenusa**. Elke rechthoekige driehoek is de helft van een rechthoek. De kenmerkende eigenschappen zijn:

- Er is precies één rechte hoek.
- De twee scherpe hoeken zijn samen 90° .

Een **gelijkbenige driehoek** heeft twee zijden die even lang zijn. De hoek tussen deze benen heet de **tophoek**. De andere zijde heet de **basis**. Elke gelijkbenige driehoek heeft een symmetrieas. De kenmerkende eigenschappen zijn:

- De twee benen zijn even lang.
- De twee hoeken op de basis zijn even groot, ze heten de **basishoeken**.
- De symmetrieas deelt de basis in twee gelijke delen en staat er loodrecht op.

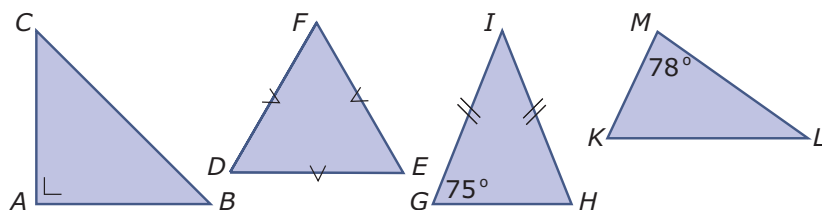
Bij een **gelijkzijdige driehoek** zijn alle drie de zijden even lang. De kenmerkende eigenschappen zijn:

- De drie hoeken zijn even groot, elk 60° .
- Er zijn drie symmetrieassen.
- Elke symmetrieas deelt een zijde in twee gelijke delen en staat er loodrecht op.

Verwerken

★ Opgave 4.1

Je ziet vier driehoeken. In de driehoeken is aangegeven welke lijnstukken gelijk zijn.



Figuur 4.3

Bereken de hoeken van deze driehoeken.

★ Opgave 4.2

Deze figuur bestaat uit drie driehoeken. In de figuur is aangegeven welke lijnstukken gelijk zijn.

- a Welke driehoek is gelijkbenig? Er zijn meerdere antwoorden mogelijk.

- A. $\triangle ABE$
- B. $\triangle BDE$
- C. $\triangle BCD$

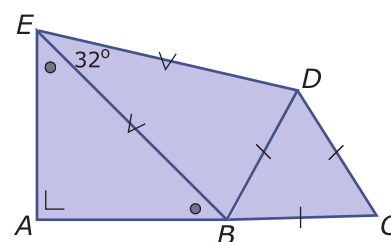
- b Welke driehoek is rechthoekig?

- A. $\triangle ABE$
- B. $\triangle BDE$
- C. $\triangle BCD$

- c Welke driehoek is gelijkzijdig?

- A. $\triangle ABE$
- B. $\triangle BDE$
- C. $\triangle BCD$

- d $\angle ABC$ lijkt een gestrekte hoek. Is dat ook zo?

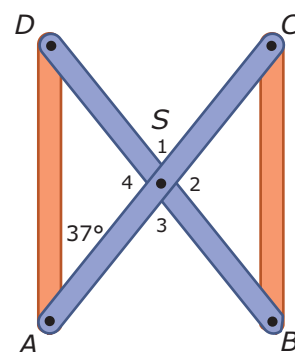


Figuur 4.4

★ Opgave 4.3

Deze boekenkast heeft voor de stevigheid twee even lange stangen aan de achterkant die in het midden aan elkaar vastzitten, $\angle A = 37^\circ$.

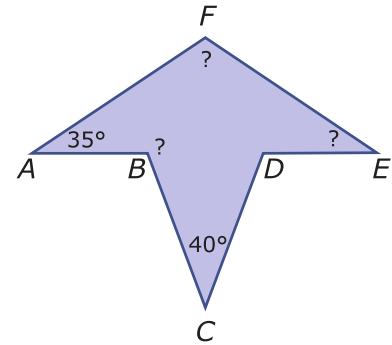
Bereken de twee verschillende hoeken die beide stangen met elkaar maken.



Figuur 4.5

★ **Opgave 4.4**

Deze figuur is lijnsymmetrisch. Hij bestaat uit twee driehoeken.
Bereken de hoeken waar een vraagteken in staat.



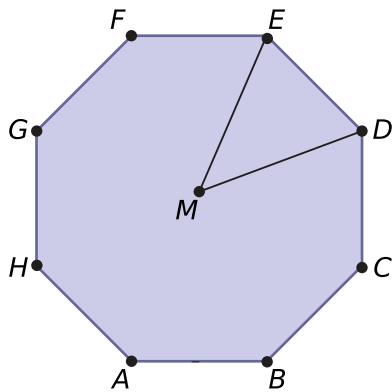
Figuur 4.6

★★ **Opgave 4.5**

In elke driehoek ABC met $AC = BC$ is de lijn die door het midden M van AB gaat en daar loodrecht op staat de bissectrice van $\angle C$.
Beredeneer waarom dit zo is.

★★ **Opgave 4.6**

Van een regelmatige achthoek $ABCDEFGH$ zijn alle hoeken en alle zijden gelijk. Vanuit het centrum M kun je lijnen trekken naar de hoekpunten. Zo verdeel je de achthoek in acht driehoeken.



Figuur 4.7

- Wat voor soort driehoek is $\triangle DEM$?
- $\angle DME$ is 45° . Hoe groot is dan $\angle MDE$?

Toepassen

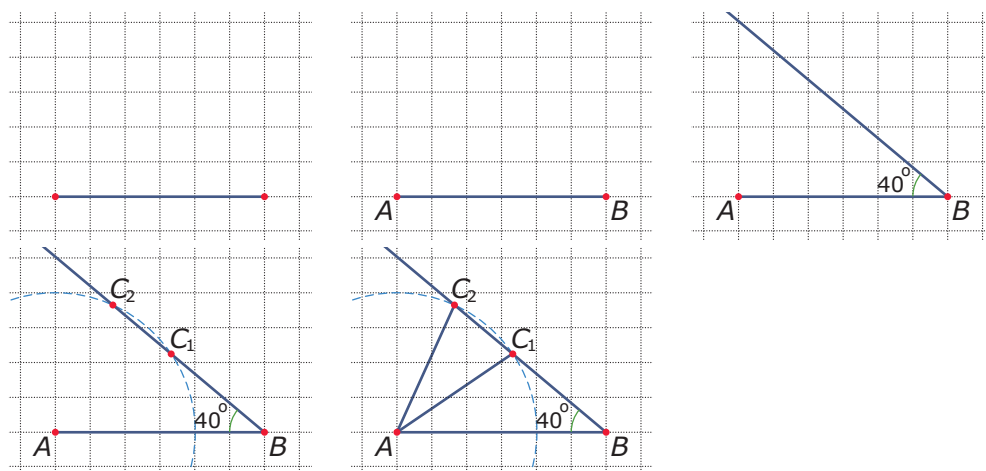
In constructies die sterk moeten zijn, kom je vaak driehoeken tegen. Een driehoek is namelijk niet te vervormen. Daarom kan een betrekkelijk lichte bouwkraan toch zware lasten tillen.

Je kunt een **driehoek construeren met passer en geodriehoek** als de drie zijden zijn gegeven. Dat heb je al eerder gezien.

Maar bekijk de constructie van $\triangle ABC$ met twee gegeven zijden: $AB = 6$, $AC = 4$ en $\angle B = 40^\circ$. Nu zijn er twee verschillende driehoeken mogelijk.



Figuur 4.8



Figuur 4.9

★★ Opgave 4.7: Constructies van driehoeken

Construeer de volgende driehoeken indien mogelijk.

- $\triangle ABC$: $\angle B$ is een rechte hoek, $AB = 3$ en $BC = 4$.
- $\triangle ABC$: $AB = 5$, $AC = 5$ en $BC = 5$.
- $\triangle DEF$ met $DE = 5$ cm, $EF = 3$ cm en $DF = 1$ cm.
- $\triangle KLM$ met $KL = 3$ cm en twee hoeken van 40° .

★★ Opgave 4.8: Lijnen in driehoeken

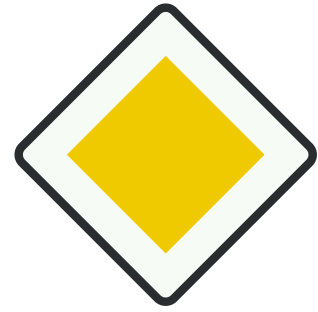
Symmetrische driehoeken hebben symmetrieassen. Die symmetrieassen delen dan één of meerdere hoeken en één of meerdere zijden doormidden. Maar ook in niet-symmetrische driehoeken kun je lijnen tekenen die hoeken en/of zijden middendoor delen.

- In welke symmetrische driehoeken delen de symmetrieassen meerdere hoeken en zijden doormidden? En bij welke symmetrische driehoeken is dat niet het geval?
- Teken een niet-symmetrische driehoek. Teken daarin alle bissectrices van de hoeken. Wat valt je op?
- Teken een niet-symmetrische driehoek. De lijnen die een hoekpunt verbinden met het midden van de zijde er tegenover heten zwaartelijnen. Teken de drie zwaartelijnen in de driehoek. Wat valt je op?
- Door het midden van elke zijde van een driehoek en loodrecht op die zijde kun je een lijn trekken. Zo'n lijn heet middelloodlijn van die zijde. Teken in een niet-symmetrische driehoek de drie middelloodlijnen. Gaan alle drie door hetzelfde punt?

1.5 Vierhoeken

Inleiding

Dit verkeersbord is echt wel symmetrisch. Het heeft ook de vorm van een vierkant. Kennelijk kunnen ook vierhoeken symmetrisch zijn, bijvoorbeeld door gelijke zijden te hebben.



Figuur 5.1

Je leert in dit onderwerp

- een rechthoek, vierkant, vlieger, ruit, trapezium en parallellogram herkennen vanuit symmetrie;
- de eigenschappen van bijzondere vierhoeken benoemen en gebruiken.

Voorkennis

- de namen van enkele vlakke figuren en de basiseigenschappen van driehoeken, de hoekensom van een driehoek;
- de begrippen loodrecht, evenwijdig, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie, puntsymmetrie en draaisymmetrie herkennen, een symmetrieas of symmetriecentrum tekenen en een figuur spiegelen in een lijn of een punt of draaien om een punt over een bepaalde draaihoek.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Vierhoeken' gaat het erom dat leerlingen de namen van zes verschillende soorten vierhoeken leren kennen. Verder leren ze de eigenschappen van de verschillende soorten vierhoeken kennen en gebruiken. Er moet veel worden getekend op de whiteboards. De termen zelf verspreid je al vragenderwijs.

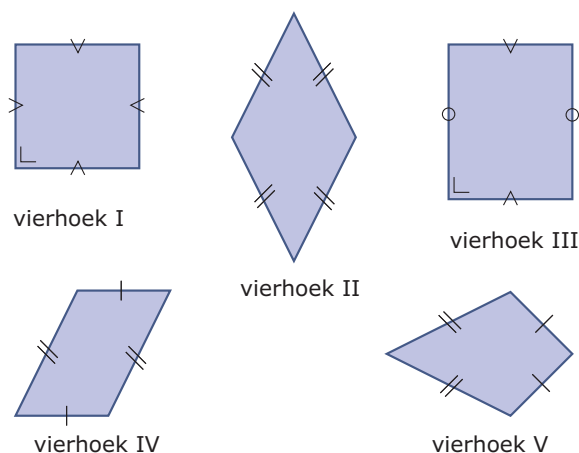
Gewenste materialen:

- Tekenmateriaal voor op whiteboards: grote geodriehoeken, desgewenst passers (hoewel ze - gebruik makend van symmetrie - die misschien niet nodig hebben).
- Kopieer vooraf het werkblad bij de eerste opdracht.

Opdracht 5.1

Ook vierhoeken kun je in soorten verdelen, die allemaal een andere naam hebben.

Op het **werkblad** staan vijf vierhoeken met de gebruikelijke tekens voor gelijke zijden en rechte hoeken.



Figuur 5.2

De namen van bijzondere vierhoeken zijn:

- een **rechthoek** heeft vier rechte hoeken en twee symmetrieassen;
- een **ruit** heeft vier gelijke zijden en twee symmetrieassen;
- een **vierkant** met vier rechte hoeken en vier symmetrieassen;
- een **vlieger** heeft één symmetrieas;
- een **parallellogram** heeft twee paren gelijke zijden.
- een **trapezium** heeft één paar evenwijdige zijden.

Zet bij elke vierhoek de juiste naam en teken alle symmetrieassen erin en geef het centrum van draaisymmetrie en de kleinste draaihoek aan..

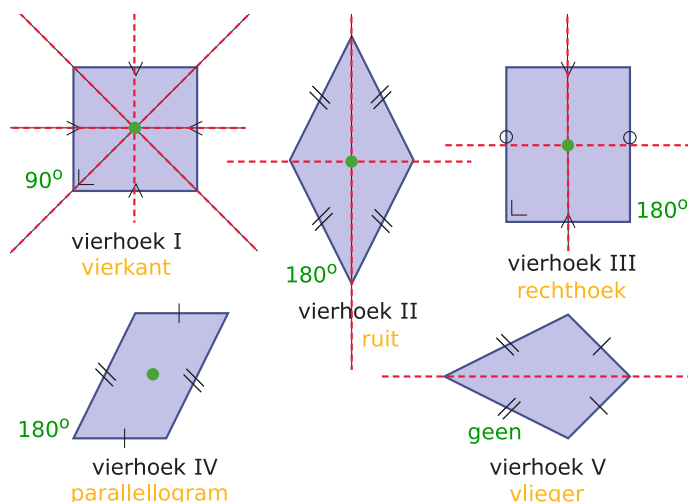
Zijn er vierhoeken waar je verschillende namen bij kunt zetten? Welke kies je dan?

Welke vierhoek ontbreekt nog? Kun je er zelf een voorbeeld van tekenen?

Toelichting

Het zelf benoemen van de verschillende soorten vierhoeken door de leerlingen is een brug te ver. Maar omdat de namen en hun symmetrieassen zijn gegeven, zouden ze hier uit moeten komen. Stel eventueel vragen als “Heb je in elke figuur eerst even de symmetrieassen gezet?”, “Welke naam past nu het best bij vierhoek I, II, III, IV en V?” en “Hoe ziet een vierhoek er uit als er niet meer dan twee zijden evenwijdig mogen zijn? Hoe heet hij dan?”. Mooi om even in te gaan op situaties waarin meerdere namen van toepassing zijn; welke neem je dan?

Uitwerking



Figuur 5.3

Het trapezium ontbreekt nog. Je zou het parallelogram een trapezium kunnen noemen, maar een parallelogram heeft twee paar evenwijdige en dus gelijke zijden. Een trapezium kan ook een paar evenwijdig zijden met verschillende lengtes hebben.

Opdracht 5.2

Teken de volgende vierhoeken en zet in alle hoeken het juiste aantal graden en geef de symmetrie aan:

- Een rechthoek $ABCD$ met $AB = 12$ cm en $AD = 8$ cm.
- Een parallelogram $EFGH$ met $AB = 12$ cm, $\angle A = 50^\circ$ en $AD = 8$ cm.
- Een ruit $KLMN$ met alle zijden 12 cm en $\angle K = 40^\circ$.
- Een vlieger $PQRS$ met $PQ = PS = 12$ cm, $\angle P = 40^\circ$ en de andere twee zijden 8 cm.
- Een vierkant met alle zijden 8 cm.
- Een trapezium $UVWZ$ met $UV \parallel ZW$, $UV = 8$ cm, $ZW = 6$ cm, $UZ = 4$ cm en $\angle U = 60^\circ$.

Toelichting

De bedoeling van deze opdracht is om na te gaan of de leerlingen door krijgen wat ze aan hun overzicht van soorten vierhoeken hebben. Geef telkens mondeling de gegevens van één vierhoek en pas als die klaar is de gegevens van de volgende vierhoek. Laat ze alle zes de eindresultaten op hun verticale werkblad bewaren. Hulpvragen moeten dan ook steeds zoveel mogelijk naar hun eigen overzicht verwijzen. Laat ze ook hoeken berekenen om de constructie te kunnen maken. Wellicht hebben de leerlingen bij het parallelogram niet door dat de overstaande zijden evenwijdig zijn. Bij de vlieger kan het bepalen van de hoeken een probleem zijn, er wordt wellicht niet aan opmeten gedacht. Bij het trapezium zit een vergelijkbaar probleem. Help ze dan vragenderwijs.

Laat de groepen elkaars figuren controleren/verbeteren.

— Uitwerking —

Een rechthoek $ABCD$ met $AB = 12$ cm en $AD = 8$ cm en vier rechte hoeken met twee symmetrieassen, het draaicentrum en de kleinste draaihoek aangegeven.

Een parallellogram $EFGH$ met $EF = GH = 12$ cm, $\angle E = \angle G = 50^\circ$, $\angle F = \angle H = 130^\circ$ en $EH = FG = 8$ cm, met het draaicentrum en de kleinste draaihoek erin.

Een ruit $KLMN$ met alle zijden 12 cm, $\angle K = \angle M = 40^\circ$ en $\angle L = \angle N = 140^\circ$ en twee symmetrieassen, het draaicentrum en de kleinste draaihoek aangegeven.

Een vlieger $PQRS$ met $PQ = PS = 12$ cm, $\angle P = 40^\circ$ en de andere twee zijden 8 cm. $\angle PQS = \angle QSP = 70^\circ$, de symmetrieas is PR . Van de andere hoeken moet er minstens één worden opgemeten.

Een vierkant met alle zijden 8 cm, de rechte hoeken en de vier symmetrieassen, het draaicentrum en de kleinste draaihoek aangegeven.

Een trapezium $UVWZ$ met $\angle Z = 120^\circ$. Van de andere hoeken moet er één worden opgemeten, net als de lengte van VW .

Opdracht 5.3

Teken een zespuntige ster met behulp van ruiten die tegen elkaar liggen en één punt gemeenschappelijk hebben en waarvan alle zijden 6 cm zijn.

Teken alle symmetrieassen erin, geef alle symmetriepunten aan en geef aan hoe groot alle hoeken zijn.

— Toelichting —

Dit is een opdracht die kan worden overgeslagen als er weinig tijd voor is.

Als er niks op gang komt, kun je het beste vragen stellen als “Wat weet je van zo'n ruit behalve dat alle zijden gelijk zijn?” en “In welk punt komen ze allemaal bij elkaar?” of “Welk punt hebben ze gemeenschappelijk?”.

Als er meer uitdaging moet komen, kun je bijvoorbeeld op die manier een tienpuntige ster laten maken vanuit dergelijke ruiten, of zelfs vanuit vliegers met gegeven lengtes van zijden.

— Uitwerking —

Een zespuntige ster opgebouwd door eerst te bedenken dat de hoeken bij het symmetriecentrum $\left(\frac{360}{6}\right)^\circ = 60^\circ$ zijn. Er moeten dan zes ruiten met een hoek van 60° worden getekend.

Er moeten 12 symmetrieassen komen. Het gemeenschappelijke punt is het centrum van puntsymmetrie en van draaisymmetrie over 60° .

Opdracht 5.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het herkennen en maken van soorten vierhoeken.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

— Toelichting —

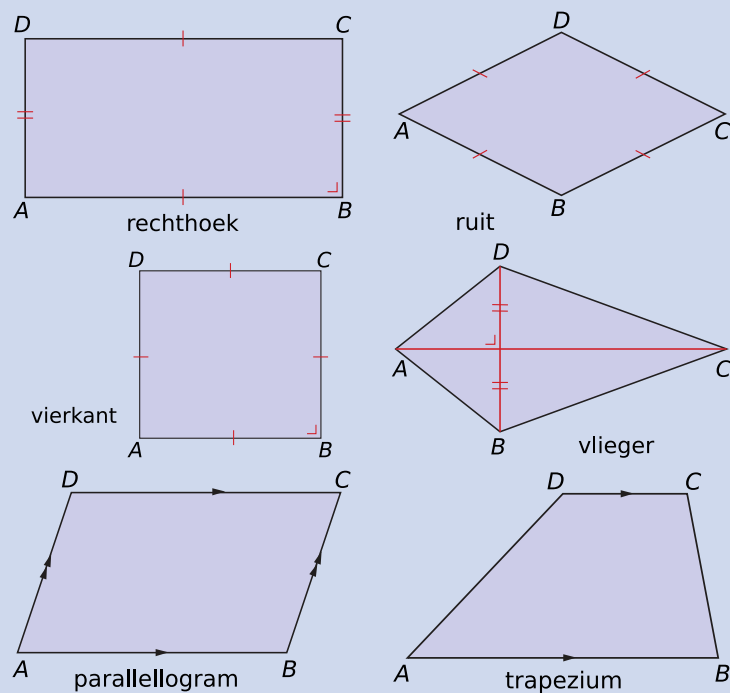
Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf op.

— Uitwerking —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden



Figuur 5.4

Een **vierhoek** is een veelhoek met vier **hoekpunten** en vier **zijden**. Omdat elke vierhoek in twee driehoeken te verdelen is, zijn de hoeken van een vierhoek samen altijd 360° .

Bijzondere vierhoeken zijn:

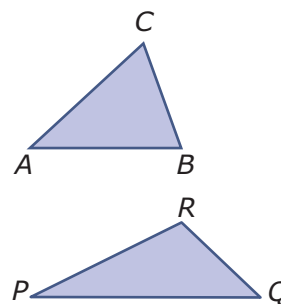
- de **rechthoek** met vier rechte hoeken;
- de **ruit** met vier gelijke zijden;
- het **vierkant** met vier rechte hoeken en vier gelijke zijden;
- de **vlieger** met één symmetrieas;
- het **parallellogram** met twee paren evenwijdige zijden;
- het **trapezium** met één paar evenwijdige zijden.

Verwerken

★ Opgave 5.1

Je ziet twee driehoeken. $\triangle ABC$ is een gelijkbenige driehoek met benen van 4 cm en een tophoek van 38° en voor $\triangle PQR$ geldt dat $\angle P = 20^\circ$, $\angle Q = 50^\circ$ en $PR = 4$ cm.

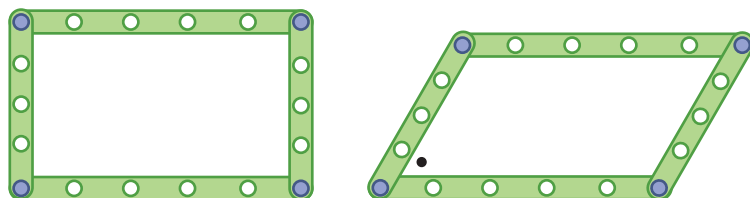
- Teken $\triangle ABC$ en spiegel hem in lijnstuk BC . Bereken de hoeken van de figuur die nu ontstaat.
- Teken $\triangle PQR$ en spiegel hem in lijnstuk PQ . Geef de naam van de vierhoek die nu ontstaat en bereken de hoeken ervan.



Figuur 5.5

★ Opgave 5.2

Je ziet hoe je een rechthoek van metalen strips kunt vervormen.

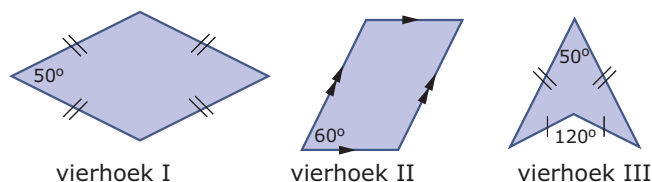


Figuur 5.6

- Hoe heet de rechter figuur?
- Je kunt het vervormen van de rechthoek voorkomen door één strip toe te voegen. Licht toe hoe die strip moet worden geplaatst.
- Als je de rechthoek zo vervormt dat de hoek met de stip 58° is, hoe groot zijn dan de andere hoeken van de figuur die zo ontstaat?

★ Opgave 5.3

Je ziet drie vierhoeken. In de vierhoeken is aangegeven welke lijnstukken gelijk of evenwijdig zijn.

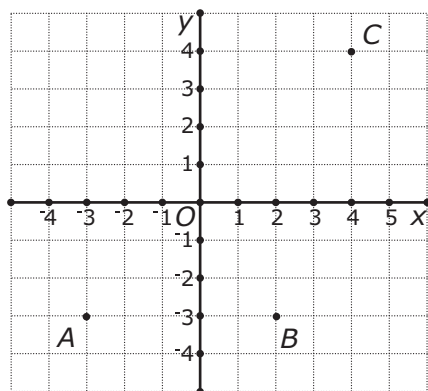


Figuur 5.7

Geef elke vierhoek de juiste naam en bereken alle hoeken die niet zijn gegeven.

★ **Opgave 5.4**

Je ziet een assenstelsel met de punten $A(-1, -3)$, $B(4, -3)$ en $C(5,3)$.

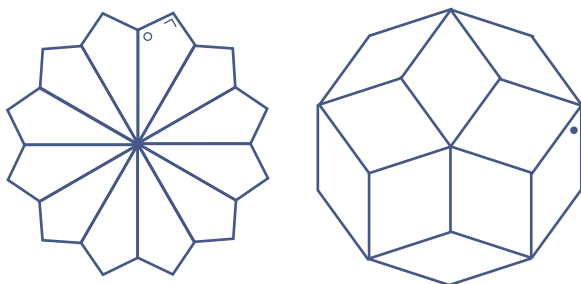


Figuur 5.8

- A , B en C zijn hoekpunten van parallellogram $ABCD$. Geef de coördinaten van punt D .
- A , B en C zijn hoekpunten van vlieger $ABCE$. Geef de coördinaten van punt E .
- Welke andere bijzondere vierhoeken $ABCP$ kun je met deze punten maken? Licht je antwoord toe.

★★ **Opgave 5.5**

Je ziet twee draaisymmetrische figuren. In de linker figuur zijn de rechte hoeken aangegeven, in de rechter figuur zijn alle lijnstukken even lang.



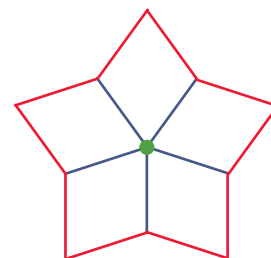
Figuur 5.9

Bereken de twee hoeken die met een rondje en een stip zijn aangegeven.

★★ **Opgave 5.6**

Als je vijf gelijke ruiten tegen elkaar legt met alle vijf precies één punt gemeenschappelijk, dan krijg je de rode ster hiernaast.

- Deze ster heeft tien hoeken. Hoe groot zijn die hoeken?
- Je kunt op dezelfde manier (met smallere ruiten) een achtpuntige ster maken. Hoe groot zijn daar de hoeken van?
- En zo maak je ook een honderdpuntige ster. Hoe groot zijn daar de hoeken van?
- En nu een n -puntige ster, die dus uit n ruiten bestaat. Hoe groot zijn nu de hoeken?



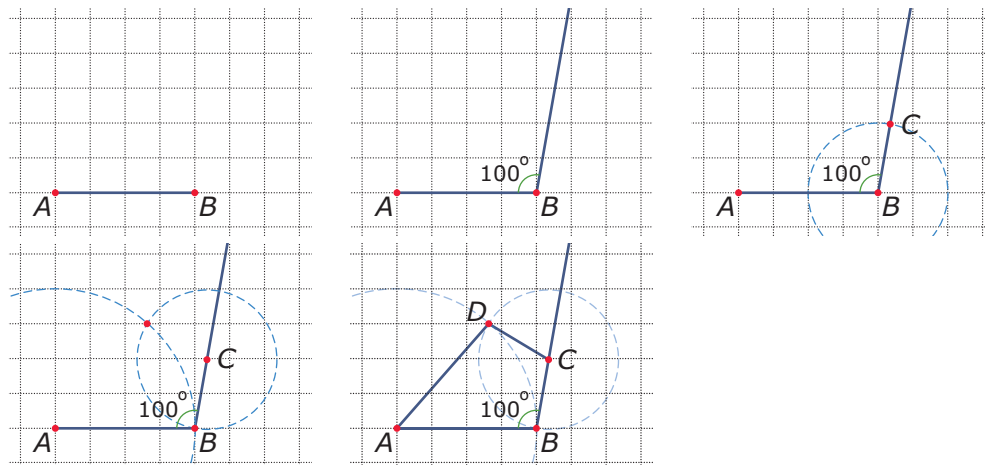
Figuur 5.10

Toepassen

Bekijk de applet

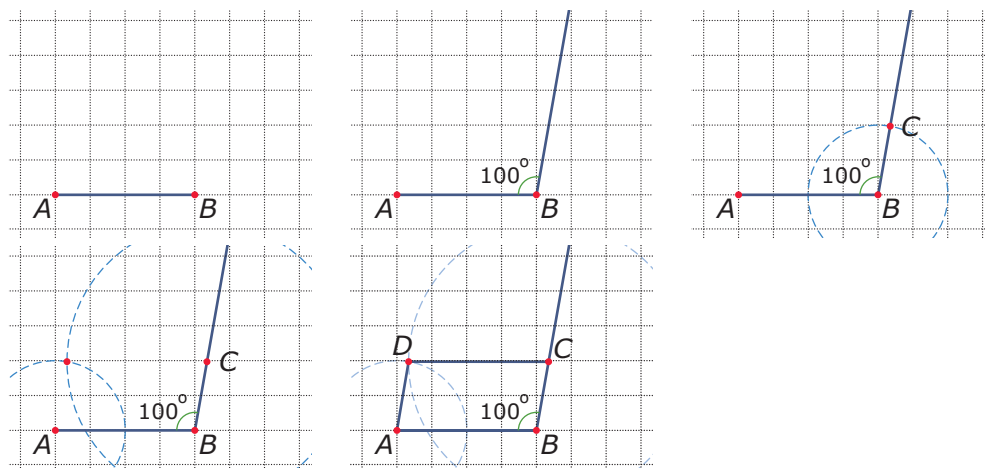
Ook vierhoeken zijn met passer en liniaal te construeren. Maar de vorm van een vierhoek met vier gegeven zijden ligt nog niet vast.

Bekijk de constructie van een vlieger $ABCD$ met: $AB = 4$, $BC = 2$ en $\angle B = 100^\circ$.



Figuur 5.11

Bekijk ook de constructie van een parallellogram $ABCD$ met: $AB = 4$, $BC = 2$ en $\angle B = 100^\circ$.



Figuur 5.12

★ ★

Opgave 5.7: Constructies van vierhoeken

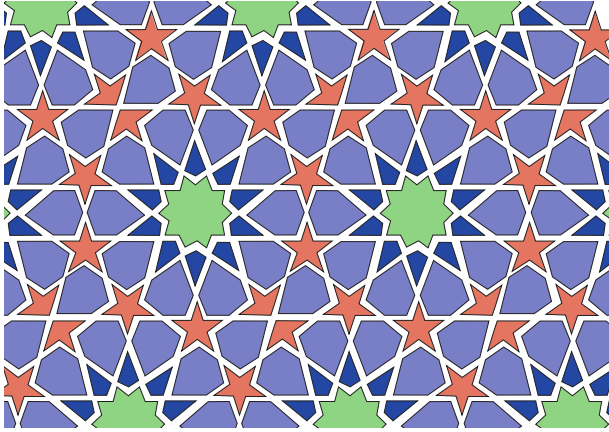
Probeer de volgende vierhoeken te construeren, of leg uit waarom dit niet lukt.

- Vlieger $ABCD$ met $AB = 2$ cm en $BC = AC = 3$ cm.
- Parallellogram $EFGH$ met $EF = 5$ cm, $EH = 3$ cm en $\angle F = 40^\circ$.
- Ruit $KLMN$ met $KL = 3$ cm en $\angle M = 40^\circ$.

★ ★

Opgave 5.8: Moorse vlakvulling

Je ziet een Moorse vlakvulling. De groene sterren hebben punten met een hoek van 72° .



Figuur 5.13

Bereken hoe groot de hoeken van de oranje sterren en de donkerblauwe vliegers zijn.

1.6 Totaalbeeld

Samenvatten

Begrippenlijst

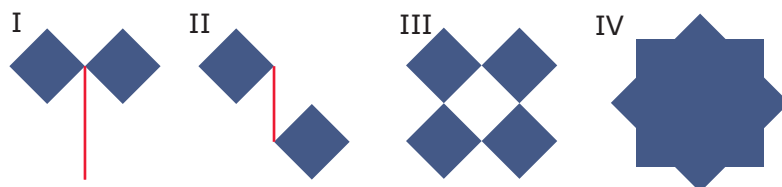
- spiegellijn, symmetrieas — lijnsymmetrisch — origineel, beeld
- centrum van puntsymmetrie — puntsymmetrisch
- centrum van draaisymmetrie — draaisymmetrisch — kleinste draaihoek
- rechthoekige, gelijkbenige, gelijkzijdige driehoek
- vierkant, rechthoek, ruit, parallellogram, vlieger, trapezium

Activiteitenlijst

- de begrippen lijnsymmetrie, symmetrieas, spiegeling in een lijn, origineel en beeld, middelloodlijn en lijnsymmetrische figuren herkennen en tekenen;
- de begrippen puntsymmetrie en symmetriecentrum en puntsymmetrische figuren herkennen en tekenen;
- de begrippen draaisymmetrie, draaicentrum en kleinste draaihoek en draaisymmetrische figuren herkennen en tekenen;
- de namen van de verschillende symmetrische driehoeken en hun eigenschappen herkennen en toepassen;
- de namen van de verschillende symmetrische vierhoeken en hun eigenschappen herkennen en toepassen.

★ Opgave 6.1

De verschillende soorten symmetrie herken je het best in voorbeeldfiguren. Bekijk de vier figuren hieronder.

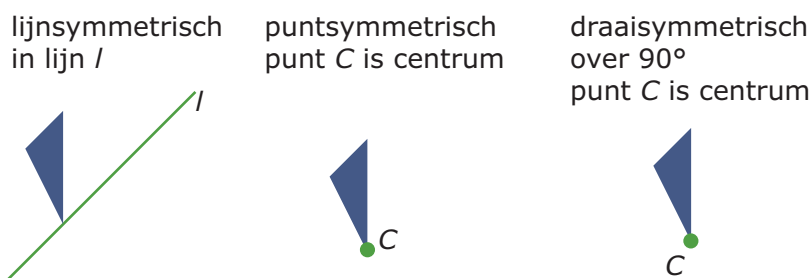


Figuur 6.1

Schrijf van elke figuur de soort symmetrie, het aantal symmetrieassen en/of de kleinste draaihoek op.

★ Opgave 6.2

Laat met behulp van figuren zoals die hieronder zien hoe je een symmetrische figuur tekent.



Figuur 6.2

Maak zelf van deze figuren en teken de complete symmetrische figuur. Laat hulplijnen staan.

★ Opgave 6.3

Bij spiegeling en draaiing in een assenstelsel moet je in een aantal gevallen weten wat er met de coördinaten van een willekeurig punt gebeurt. Een paar voorbeelden...

Welke coördinaten heeft het beeldpunt van $A(a,b)$ bij

- a** spiegeling in de y -as;
- b** spiegeling in de x -as;
- c** spiegeling in de oorsprong;
- d** spiegeling in de roosterlijn door $(4,0)$ en $(4,3)$;
- e** draaiing om de oorsprong over 90° ;
- f** draaiing om de oorsprong over -90° .

★ Opgave 6.4

Vul dit overzicht voor bijzondere driehoeken in. Ga er van uit dat de rechthoekige driehoek dan niet ook gelijkbenig is en dat de gelijkbenige driehoek dan niet ook gelijkzijdig is. Maak eventueel voor jezelf van elke soort driehoek een schets.

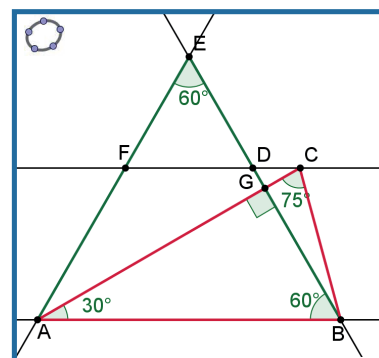
naam	aantal symmetrieassen	draaisymmetrie kleinste draaihoek	aantal gelijke zijden	aantal gelijke hoeken
rechthoekige driehoek				
gelijkbenige driehoek				
gelijkzijdige driehoek				

Tabel 6.1

★ Opgave 6.5

Bekijk de figuur. Enkele hoeken zijn gegeven.

- Welke hoek vormt met $\angle BAE$ een paar F -hoeken? En hoe groot zijn die hoeken?
- Hoe groot is $\angle ABC$?
- Welke driehoeken zijn gelijkzijdig?
- Welke driehoek is gelijkbenig (maar niet gelijkzijdig)?
- Hoeveel rechthoekige driehoeken zijn er in de figuur?



Figuur 6.3

★ Opgave 6.6

Vul dit overzicht voor bijzondere vierhoeken in. Ga er van uit dat de rechthoek dan niet ook vierkant is enzovoorts. Maak eventueel voor jezelf van elke soort vierhoek een schets.

naam	aantal symmetrie assen	draaisymmetrie kleinste draaihoek	aantal gelijke zijden	aantal gelijke hoeken	evenwijdige zijden	even lange diagonalen	diagonalen delen elkaar doormidden
vierkant							
rechthoek							
ruit							
parallelogram							
vlieger							
trapezium							

Tabel 6.2

Testen

Formatieve basale kennistoets [PDF \(docx\)](#) of kennistoets op drie niveaus [PDF \(docx\)](#).

★ Opgave 6.7

Je ziet zes verkeersborden. De verkeersborden staan ook op het [werkblad](#).



Figuur 6.4

Geef bij elk verkeersbord aan van welke soort(en) symmetrie er sprake is. Vermeld steeds het aantal symmetrieassen. Geef het symmetriecentrum of draaicentrum aan en vermeld de kleinste draaihoek.

★ **Opgave 6.8**

Je ziet een deel van een symmetrische figuur met de dikke punt als centrum van symmetrie. De figuur staat ook op het [werkblad](#).



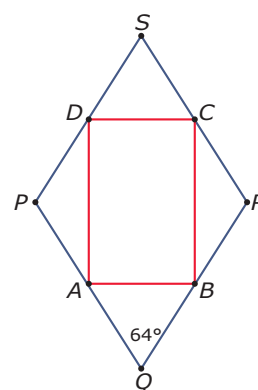
Figuur 6.5

- a Maak de figuur op het werkblad puntsymmetrisch.
- b Maak de figuur op het werkblad draaisymmetrisch met een kleinste draaihoek van 120° .

★ **Opgave 6.9**

In deze figuur zie je vierhoek $PQRS$, een ruit. De punten A , B , C en D zijn de middens van de zijden waar ze op liggen.

- a Wat voor soort driehoek is $\triangle AQB$? Leg uit waarom dat zo is.
- b Laat zien dat $\angle BAD = 90^\circ$.



Figuur 6.6

★ **Opgave 6.10**

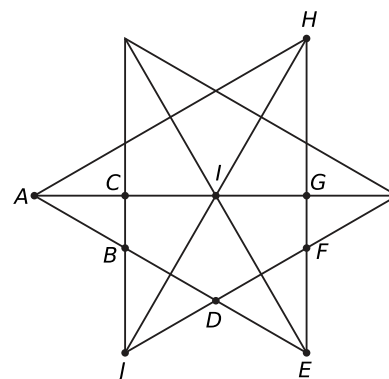
In een assenstelsel liggen de punten $A(-2, -3)$, $B(4, 1)$ en $C(2, 4)$.

- a Teken in het assenstelsel rechthoek $ABCD$. Geef de coördinaten van punt D .
- b Teken in het assenstelsel vlieger $ABCE$. Schat de coördinaten van punt E in één decimaal nauwkeurig.

★★ **Opgave 6.11**

In deze regelmatige zespuntige ster is een aantal driehoeken aangegeven.

- a Geef de naam en de hoeken van $\triangle ABC$.
- b Geef de naam en de hoeken van $\triangle DEF$.
- c Geef de naam en de hoeken van $\triangle GHI$.
- d Geef de naam en de hoeken van $\triangle FHJ$.



Figuur 6.7

★ ★ **Opgave 6.12**

Geef de coördinaten van het beeldpunt van $P(p, q)$ bij

- a spiegeling in de oorsprong van het assenstelsel;
- b draaiing om $C(1, 2)$ over -90° .

★ **Opgave 6.13**

Teken met passer en geodriehoek een gelijkbenige driehoek met een basis van 4 cm en een tophoek van 20° .

★ ★ **Opgave 6.14**

Een gelijkbenig trapezium is een trapezium met twee gelijke zijden.

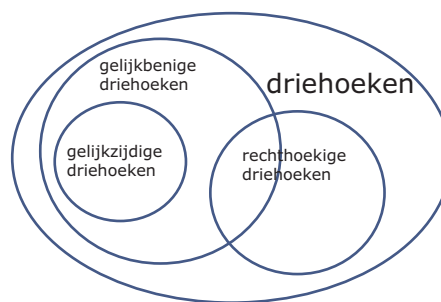
Teken met passer en geodriehoek een gelijkbenig trapezium waarvan de ongelijke zijden 6 cm en 3 cm zijn en waarvan één van de hoeken 50° is.

Toepassen

★ ★ **Opgave 6.15: Venndiagram**

Hier zie je hoe je de verschillende soorten driehoeken kunt weergeven in één figuur. Binnen elk rondje zit de hele verzameling van al die soorten driehoeken. Zo'n figuur heet een Venndiagram naar de Britse wiskundige en filosoof **John Venn**.

- a Waarom zitten de gelijkzijdige driehoeken binnen de gelijkbenige driehoeken?
- b Waarom overlappen de gelijkbenige driehoeken en de rechthoekige driehoeken elkaar? Over welke driehoeken heb je het dan?
- c Maak zelf zo'n Venndiagram voor de verschillende soorten vierhoeken.



Figuur 6.8

★ ★ **Opgave 6.16: De vierde figuur**

Hier zie je drie figuren. Er zit een bepaald patroon in.

Teken een vierde figuur met hetzelfde patroon.



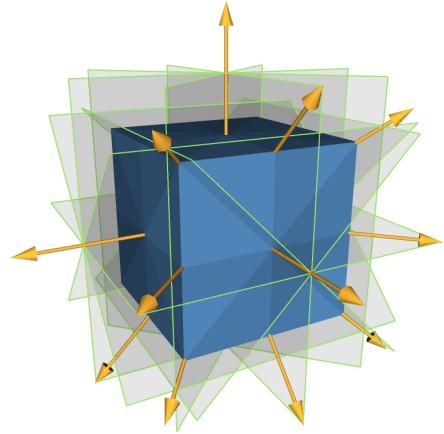
Figuur 6.9

★ ★ ★

Opgave 6.17: Symmetrie in 3D

Ook in ruimtelijke figuren komt symmetrie voor. In deze figuur zie je alle symmetrievlakken en symmetrieassen van een kubus.

- a** Wat wordt er bedoeld met een symmetrievlak van een kubus? Teken een kubus met één symmetrievlak er in.
- b** Pak er een echte kubus bij. Hoeveel symmetrievlakken heeft een kubus evenwijdig aan zijn grensvlakken?
- c** Welke symmetrievlakken heeft een kubus nog meer?
Als je door de middens van twee tegenover elkaar liggende grensvlakken van een kubus een lijn trekt, dan is dat een symmetrieas van de kubus.
- d** Over welke soort symmetrie gaat het dan?
- e** Welke symmetrieassen heeft een kubus nog meer? Hoeveel symmetrieassen heeft elke kubus?
- f** Waarom is in 3D puntsymmetrie echt wat anders dan draaisymmetrie over 180° ?
- g** Bekijk nu eens andere ruimtelijke figuren, zoals de balk, de regelmatige vierzijdige piramide, een regelmatig driezijdig prisma, enzovoorts... Kies er een aantal en geef een overzicht van bijbehorende symmetrievlakken en symmetrieassen.



Figuur 6.10

Leerdoelentabel

In het ☐ achter de opgave kun je aangeven hoe je de opgave hebt gemaakt:

✓ goed gemaakt — **S** wel begrepen maar een slordige fout gemaakt — **H** hulp nodig gehad — **G** samen met groepje goed gemaakt — **X** fout gemaakt en niet goed begrepen — **N** niet bekeken

1	Lijnsymmetrie	★	★★	★★★
	In een figuur lijnsymmetrie herkennen en een symmetrieas tekenen.	1.1 ☐ 1.7 ☐ T 6.7 ☐	1.6 ☐ T 6.16 ☐	
	Een lijnsymmetrische figuur tekenen door lijnspiegelen.	1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4 ☐	1.5 ☐ T 6.16 ☐	
2	Puntsymmetrie	★	★★	★★★
	In een figuur puntsymmetrie herkennen en het centrum van puntsymmetrie bepalen.	2.1 ☐ 2.4 ☐ 2.5 ☐ T 6.7 ☐ T 6.8 ☐	2.6 ☐ 2.7 ☐ 2.8 ☐	
	Een puntsymmetrische figuur tekenen door spiegelen ten opzichte van een punt.	2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5 ☐ T 6.8 ☐	2.6 ☐ T 6.12 ☐	
3	Draaisymmetrie	★	★★	★★★
	Draaisymmetrie herkennen en het draaicentrum van een figuur aanwijzen en de kleinste draaihoek bepalen.	3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.6 ☐ T 6.7 ☐ T 6.8 ☐	3.4 ☐ 3.7 ☐ 3.8 ☐	
	Een figuur draaien over een gegeven hoek ten opzichte van een punt.	3.3 ☐ 3.5 ☐ 3.6 ☐ T 6.8 ☐	3.4 ☐ T 6.12 ☐	
4	Driehoeken	★	★★	★★★
	Een rechthoekige, gelijkbenige en gelijkzijdige driehoek herkennen vanuit symmetrie.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.3 ☐ 4.4 ☐ T 6.9 ☐ T 6.13 ☐	4.5 ☐ 4.6 ☐ 4.7 ☐ 4.8 ☐ T 6.11 ☐ T 6.15 ☐	T 6.17 ☐
	De eigenschappen van deze driehoeken benoemen en gebruiken.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.3 ☐ 4.4 ☐ T 6.13 ☐	4.5 ☐ 4.6 ☐ 4.7 ☐ 4.8 ☐ T 6.11 ☐ T 6.15 ☐	T 6.17 ☐
5	Vierhoeken	★	★★	★★★
	Een rechthoek, vierkant, vlieger, ruit, trapezium en parallellogram herkennen vanuit symmetrie.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 6.9 ☐ T 6.10 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ 5.7 ☐ 5.8 ☐ T 6.14 ☐ T 6.15 ☐	T 6.17 ☐
	De eigenschappen van deze vierhoeken benoemen en gebruiken.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 6.9 ☐ T 6.10 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ 5.7 ☐ 5.8 ☐ T 6.14 ☐ T 6.15 ☐	T 6.17 ☐

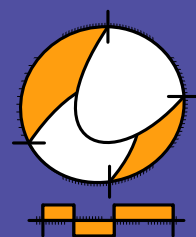
Het lesmateriaal in deze reader is gebaseerd op het materiaal dat ook op de Math4All website staat.

**De reader is gegenereerd met de Math4All maatwerkdienst.
De inhoud en de volgorde van de onderwerpen in deze reader zijn gekozen door docenten van het ConTeXt College.**

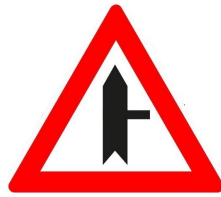
Stichting Math4All



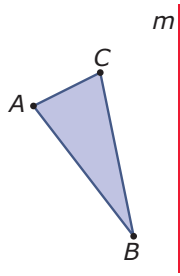
www.math4all.nl



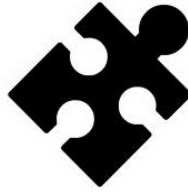
Werkblad bij **Opdracht 1.1** op pagina 6.



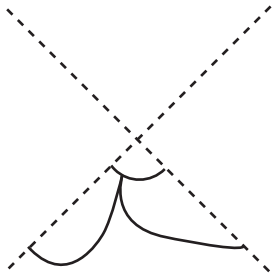
Werkblad bij Opdracht 1.2 op pagina 7.



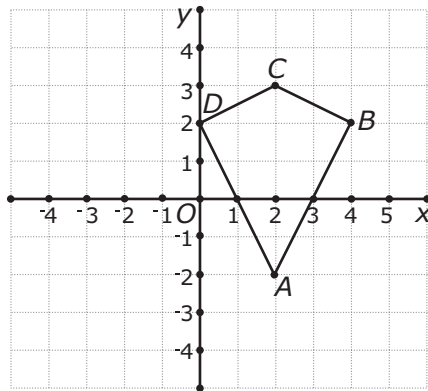
Werkblad bij Opgave 1.1 op pagina 11.



Werkblad bij Opgave 1.2 op pagina 11.



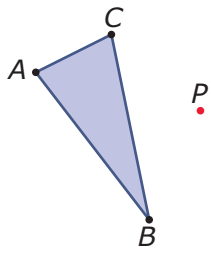
Werkblad bij Opgave 1.3 op pagina 11.



Werkblad bij Opdracht 2.1 op pagina 14.



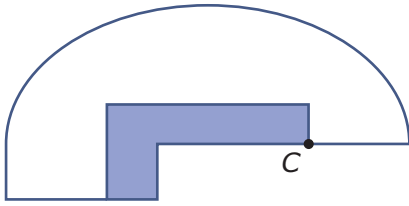
Werkblad bij Opdracht 2.2 op pagina 15.



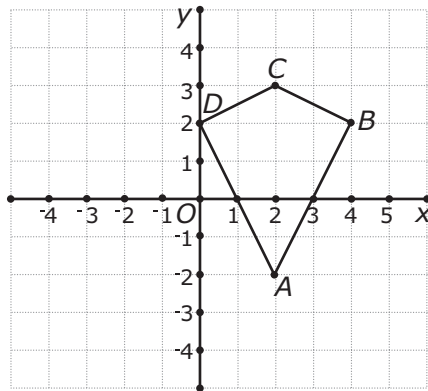
Werkblad bij Opgave 2.1 op pagina 19.



Werkblad bij Opgave 2.2 op pagina 19.



Werkblad bij Opgave 2.1 op pagina 19.



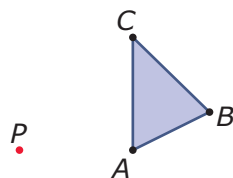
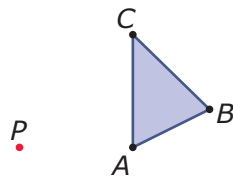
Werkblad bij Opgave 2.8 op pagina 20.

A B C D E F G H I J
K L M N O P Q R S
T U V W X Y Z

Werkblad bij Opdracht 3.1 op pagina 21.



Werkblad bij Opdracht 3.2 op pagina 22.



Werkblad bij Opgave 3.3 op pagina 27.



90°

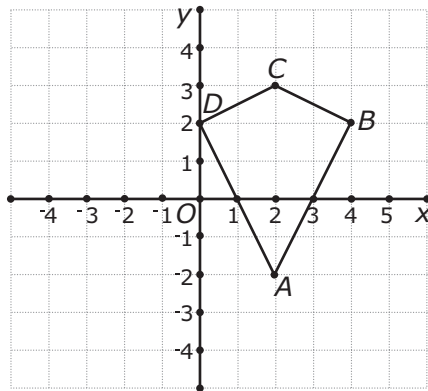


120°

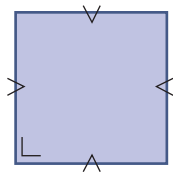


45°

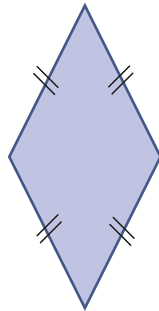
Werkblad bij Opgave 3.5 op pagina 28.



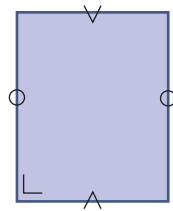
Werkblad bij Opgave 5.1 op pagina 38.



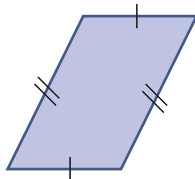
vierhoek I



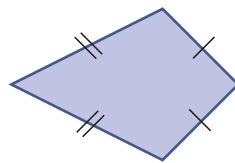
vierhoek II



vierhoek III



vierhoek IV



vierhoek V

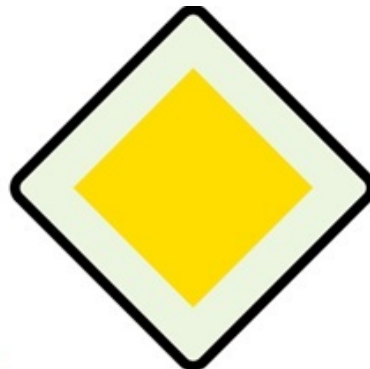
De namen van bijzondere vierhoeken zijn:

- een **rechthoek** heeft vier rechte hoeken en twee symmetrieassen;
- een **ruit** heeft vier gelijke zijden en twee symmetrieassen;
- een **vierkant** met vier rechte hoeken en vier symmetrieassen;
- een **vlieger** heeft één symmetrieas;
- een **parallellogram** heeft twee paren gelijke zijden;
- een **trapezium** heeft één paar evenwijdige zijden.

Werkblad bij Opgave 6.7 op pagina 48.



IJzel of sneeuw



Vorrangsweg



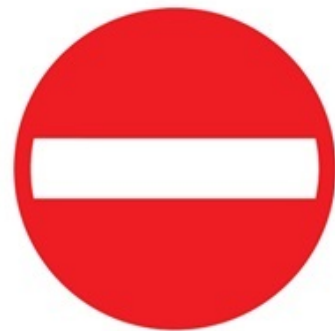
Tegenliggers



Rotonde: verplichte
rijrichting



Einde vluchtstrook



Eenrichtingsweg

Werkblad bij Opgave 6.8 op pagina 49.



