

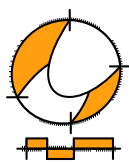
Wiskunde / PGA

2 VMBO

Symmetrie

ConTeXt College





© 2024

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 werkt dan onder begeleiding van je docent in kleine groepjes aan wiskundige problemen en samen bouw je de theorie op en maak je er een overzicht van.

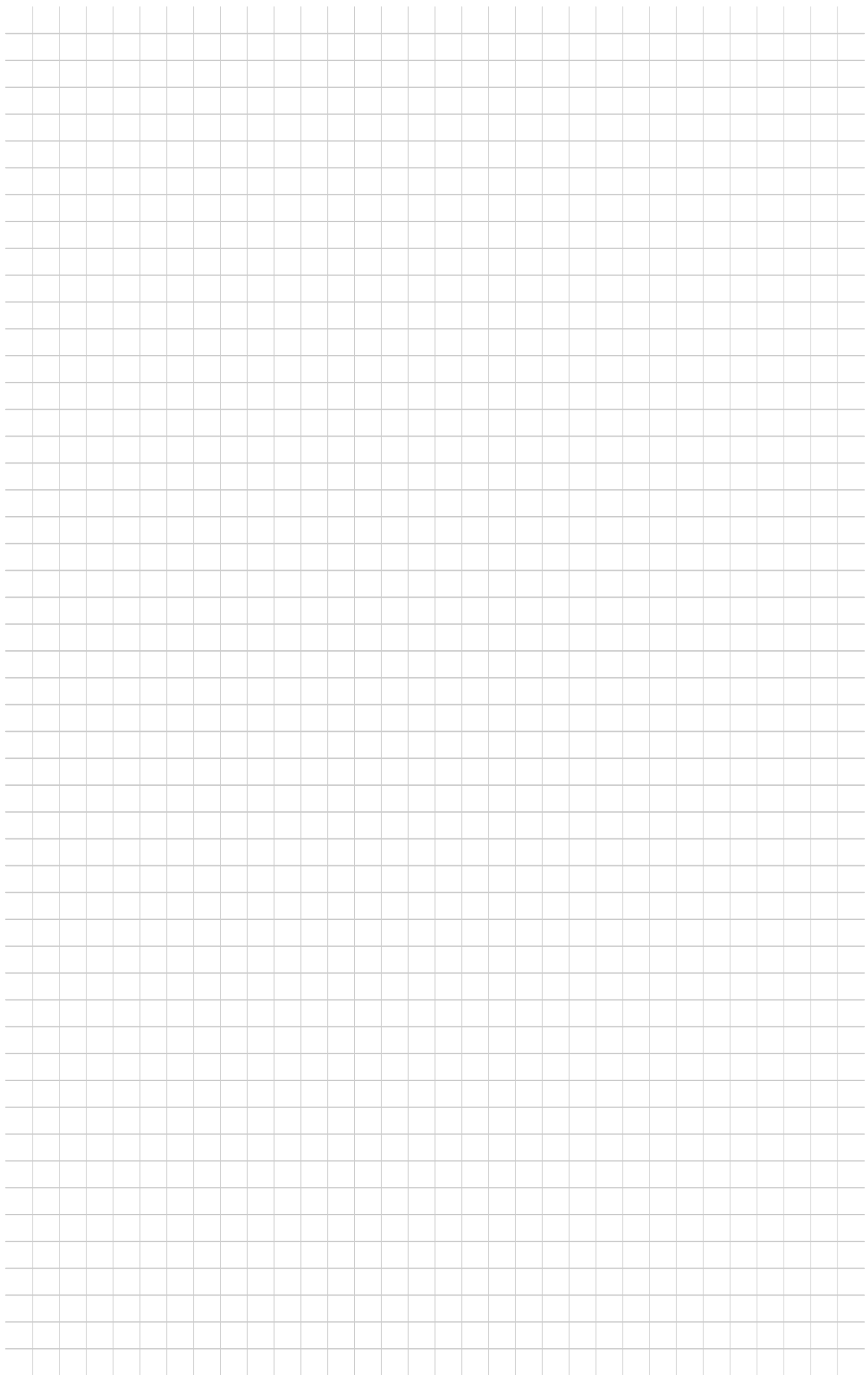
De PGA wordt ondersteund door verwerkings- en toepassingsopgaven waarmee je kunt nagaan of je de stof beheerst. Deze opgaven worden op drie niveaus aangeboden. De niveau aanduiding vind je terug in de marge.

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



Symmetrie

1.1	Lijnsymmetrie	6
1.2	Puntsymmetrie	12
1.3	Draaisymmetrie	19
1.4	Driehoeken	26
1.5	Vierhoeken	33
1.6	Totaalbeeld	41



Theorie

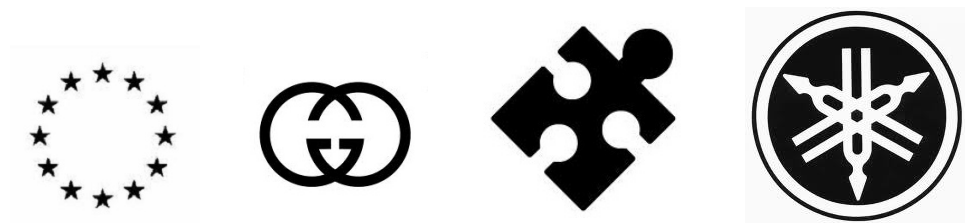
Om te onthouden



Verwerken

★ Opgave 1.1

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

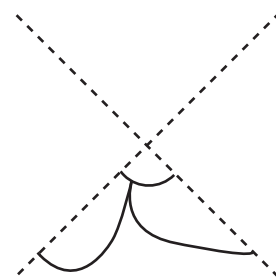


Figuur 1.2

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](#).

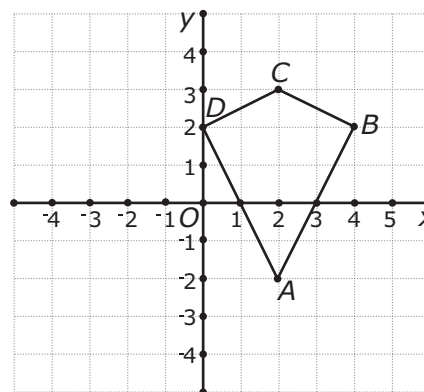


Figuur 1.3

★ 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 1.4

★★ 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.

Toepassen

Ayse vraagt zich af hoe symmetrisch gezichten van mensen zijn.

Ze vindt deze drie 'foto's' van hetzelfde gezicht gemaakt door Julian Wolkenstein.



Figuur 1.5

Hoe zijn deze afbeeldingen gemaakt?

Kun je dat zelf ook?

★ ★

Opgave 1.5: Drie keer eenzelfde gezicht

Bekijk de drie 'foto's' van hetzelfde gezicht gemaakt door Julian Wolkenstein.

- Hoe zijn ze gemaakt?
- Waarom zijn ze zo verschillend?
- Maak dergelijke foto's van jezelf.

★ ★

Opgave 1.6: 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.

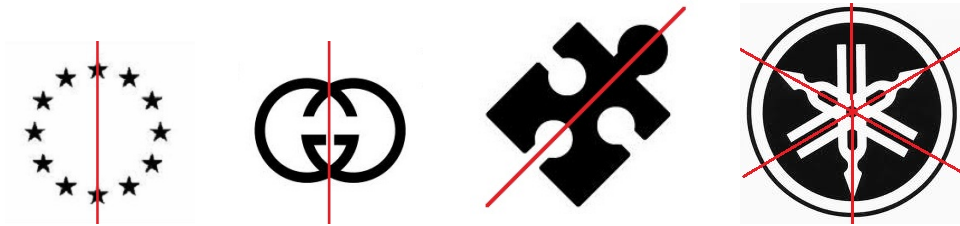


Figuur 1.6

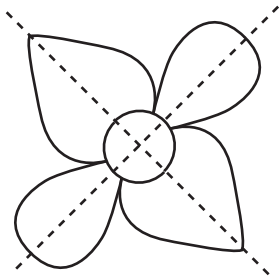
Probeer zelf voorbeelden te vinden van natuurlijke, symmetrische organismen. Teken ze of zoek ze op en geef de symmetrieas(sen) aan.

Antwoorden

1.1 Zie de figuur.

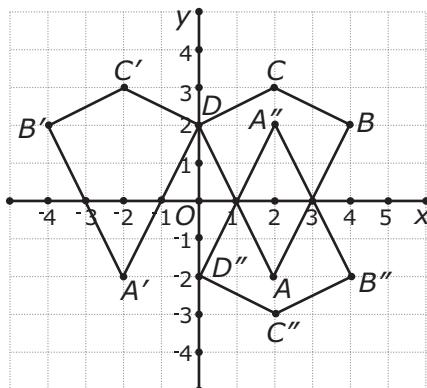


1.2 Zie de figuur.



1.3 a De beeldpunten zijn $A'(-2, -2)$, $B'(-4, 2)$, $C'(-2, 3)$ en $D'(0, 2)$. Zie de figuur bij b.

b De beeldpunten zijn $A''(2, 2)$, $B''(4, -2)$, $C''(2, -3)$ en $D''(0, -2)$. Zie de figuur.



1.4 a De spiegellijn gaat door $(0, 1)$ en $(1, 3)$.

b $C'(5, 1)$

1.5 a De linkerfoto is een echte foto van een persoon. De andere twee zijn gemaakt door een helft van de foto te spiegelen en beide delen dan aan elkaar te leggen. Veel fotobewerkingsprogramma's kunnen dat wel voor je.

b Omdat zelfs een ogenschijnlijk regelmatig gezicht toch niet precies een gelijke linker- en rechterhelft heeft.

c Dit is een leuke taak... Wie maakt het mooiste (of bijzonderste) resultaat?

1.6 Maak een mooie verzameling en geef de symmetrieassen aan.

1.2 Puntsymmetrie

Inleiding

Ayse raakt geïnteresseerd in logo's en hoe je die maakt. Ze wil daarom eerst eens kijken naar logo's en hun vormgeving. Veel logo's zijn symmetrisch of hebben delen die symmetrisch zijn. Op het station ziet ze het NS-logo. De linker- en de rechterkant zijn hetzelfde, maar het is niet lijnsymmetrisch. Wat is er dan wel aan de hand?



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

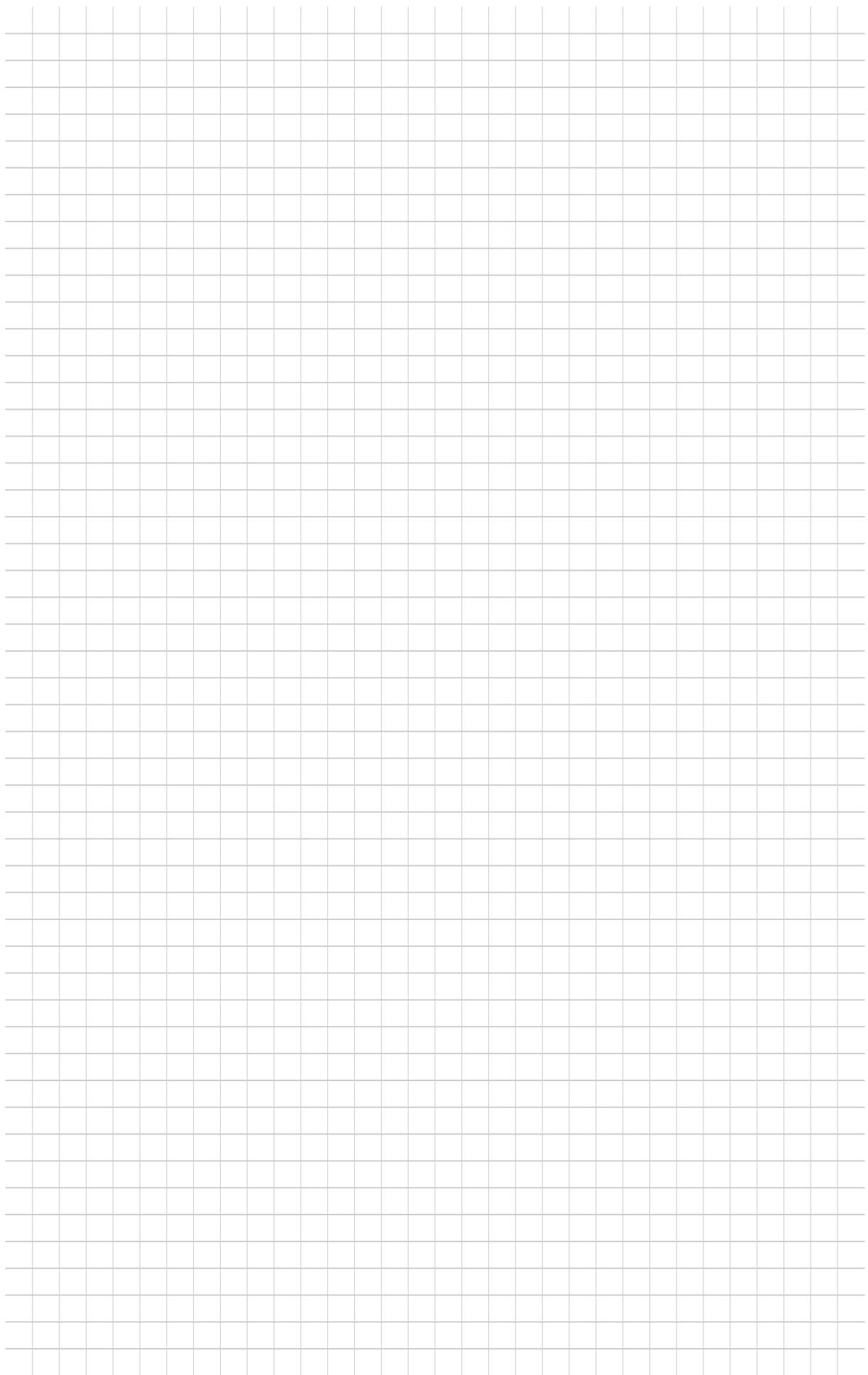
- de namen en enkele basiseigenschappen van vlakke en ruimtelijke figuren;
- de begrippen loodrecht, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie herkennen, een symmetrieas tekenen en een figuur spiegelen in een lijn.

Voor de leerling

Je krijgt in groepjes één of meer opdrachten waarmee je de theorie die bij dit onderdeel hoort zelf gaat opbouwen. Het gaat eerst om het herkennen van puntsymmetrische figuren, figuren waarvan de éne helft het spiegelbeeld is van de andere helft gezien vanuit één centraal punt. Daarna moet je bedenken hoe je dergelijke figuren zelf kunt maken. Werk samen, ook met andere groepjes.

Maak eigen aantekeningen en uiteindelijk voor je zelf een theorie-overzicht.

Aantekeningen



Theorie

Om te onthouden



Verwerken

★ Opgave 2.1

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

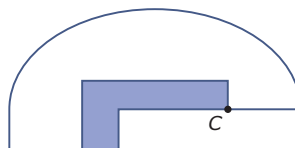


Figuur 2.2

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.

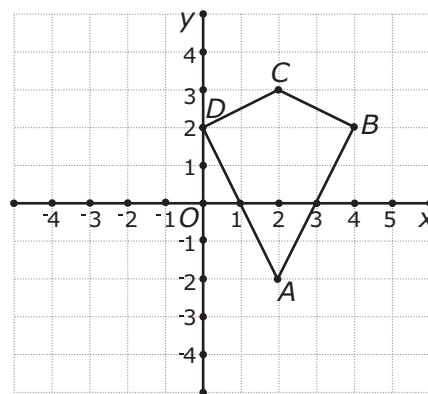


Figuur 2.3

★ Opgave 2.3

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

- 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 2.4

★★ 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 $\Delta A'B'C'$ het spiegelbeeld van ΔABC bij spiegelen in punt P .

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

Toepassen

Ayse wil uiteindelijk zelf een logo gaan ontwerpen.
Ze merkt op dat daar vaak ook letters in voorkomen.
Daarom gaat ze kijken naar symmetrie in letters.

Maar er zijn nogal wat verschillende lettertypes. Hier zie je een paar voorbeelden van de vorm die de letter A kan hebben.

En dus gaat Ayse lettertypes met elkaar vergelijken.



Figuur 2.5

★★ **Opgave 2.6: Symmetrische letters, Calibri**

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

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 2.6

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

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



Opgave 2.7: Symmetrische letters, Times New Roman

Je ziet de hoofdletters van het West-Europese alfabet, lettertype Times New Roman.

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 2.7

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

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



Opgave 2.8: Symmetrische letters, Bauhaus

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

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 2.8

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

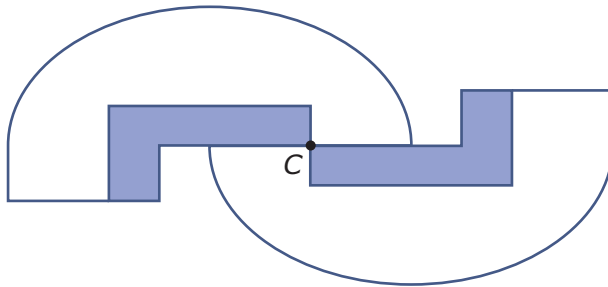
De letters staan ook op het [werkblad](#).

Antwoorden

- 2.1** Zie figuur, de dikke stip geeft het centrum van symmetrie aan. Het linker logo is niet puntsymmetrisch!



- 2.2** Zie de figuur.



- 2.3 a** De beeldpunten zijn $A'(-2,2)$, $B'(-4,-2)$, $C'(-2,-3)$ en $D'(0,-2)$.
b De beeldpunten zijn $A''(4,8)$, $B''(2,4)$, $C''(4,3)$ en $D''(6,4)$.
- 2.4 a** $A'(3,-2)$, $B'(-4,0)$, $C'(-2,-5)$
b $A'(3,2)$, $B'(-4,4)$, $C'(-2,-1)$
c $A'(11,-2)$, $B' = B(4,0)$, $C'(6,-5)$
- 2.5 a** Je vindt $P(0,1)$.
b $C'(3,-3)$
- 2.6** Puntsymmetrisch zijn: H, I, N, O, S, X, Z.
 Lijnsymmetrisch zijn (tussen haakjes het aantal symmetrieassen): A(1), C(1), D(1), E(1), H(2), I(2), K(1), M(1), O(2), T(1), U(1), V(1), W(1), X(2) en Y(1).
- 2.7** Puntsymmetrisch zijn: H, I, O, S, Z(?).
 Lijnsymmetrisch zijn (tussen haakjes het aantal symmetrieassen): B(1), D(1), H(2), I(2), O(2) en de T(1).
- 2.8** Puntsymmetrisch zijn: I, O, S, X, Z.
 Lijnsymmetrisch zijn (tussen haakjes het aantal symmetrieassen): C(1), E(1), H(1), I(2), K(1), M(1), N(1), O(oneindig veel), Q(1), T(1), U(1), V(1), W(1), X(2) en Y(1).

1.3 Draaisymmetrie

Inleiding

Ayse ziet ook op veel logo's sterren voorkomen.

Die zijn symmetrisch, maar over wat voor soort symmetrie heb je het dan?

Zijn ze lijnsymmetrisch, of puntsymmetrisch of is er nog wat anders aan de hand?

Deze vijfpuntige ster kun je bijvoorbeeld om een middelpunt draaien.

En hoe kun je dat gebruiken om zo'n ster te tekenen?

**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 leerling

Je krijgt in groepjes één of meer opdrachten waarmee je de theorie die bij dit onderdeel hoort zelf gaat opbouwen. Het gaat eerst om het herkennen van draaisymmetrische figuren, figuren waarvan de éne helft het spiegelbeeld is van de andere helft door draaien om één centraal punt. Daarna moet je bedenken hoe je dergelijke figuren zelf kunt maken. Werk samen, ook met andere groepjes.

Maak eigen aantekeningen en uiteindelijk voor je zelf een theorie-overzicht.

Aantekeningen



Theorie

Om te onthouden



Verwerken

★ Opgave 3.1

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

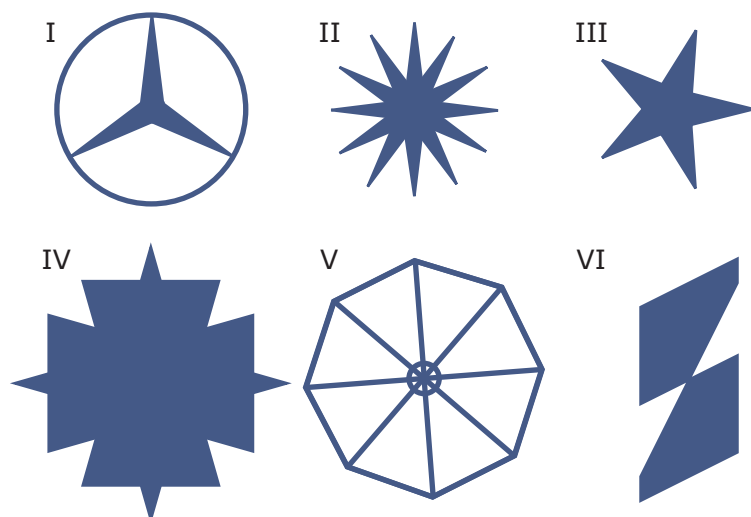
- Hoe groot is de kleinste draaihoek?
- Is deze zeester ook puntsymmetrisch?
- Is deze zeester ook lijnsymmetrisch? Zo ja, hoeveel symmetrieassen heeft hij dan?



Figuur 3.2

★ Opgave 3.2

Bekijk de draaisymmetrische figuren.



Figuur 3.3

- 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°



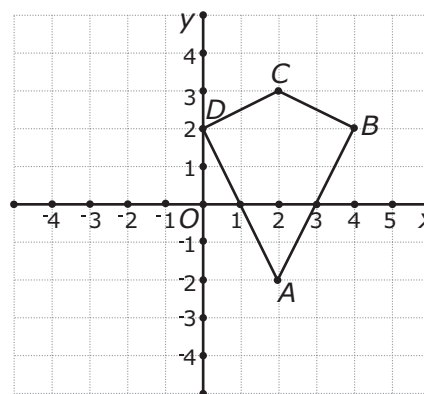
45°

Figuur 3.4

★ Opgave 3.4

Bekijk het assenstelsel met daarin vierhoek $ABCD$.

- 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.
- 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 3.5

Toepassen

Bekijk de applet

Ayse wil in haar logo misschien ook wel van die mooie symmetrische sterren opnemen.

Ze begint met het tekenen van een **vijfpuntige ster**.

Als ze die goed kan krijgen, lukken andere sterren vast ook wel.

Zo'n ster heeft vijf punten zijn die evenver van het draaicentrum afliggen.

De kleinste draaihoek is $\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ$. Voor de constructie van de vijfpuntige ster maakt ze van die kleinste draaihoek gebruik.

Bekijk maar eens hoe Ayse die ster tekent.

★ ★ Opgave 3.5: Sterren tekenen

Bekijk in **Toepassen** hoe je een symmetrische vijfpuntige ster tekent.

- a Teken zelf zo'n vijfpuntige ster.
- b Stel je wilt een symmetrische zespuntige ster tekenen. Hoe groot is de kleinste draaihoek?
- c Teken zo'n symmetrische zespuntige ster.
- d Wat is er lastig aan een zevenpuntige ster?

★ ★ Opgave 3.6: 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 3.6

Antwoorden

3.1 a 24° .

b Nee

c Ja, er zijn vijftien symmetrieassen.

3.2 a Figuur I: 120°

Figuur II: 30°

Figuur III: 72°

Figuur IV: 90°

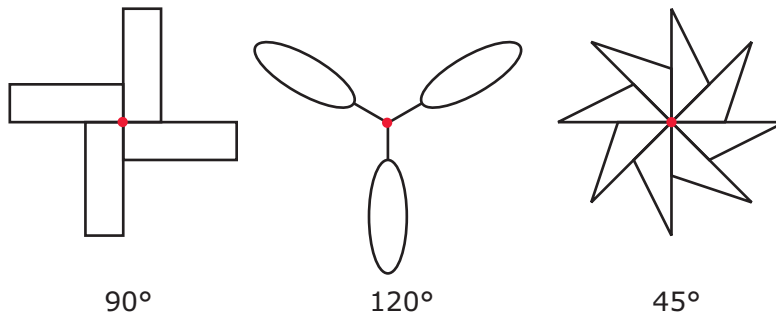
Figuur V: 45°

Figuur VI: 180°

b De figuren II, IV, V en VI zijn ook puntsymmetrisch. Daarbij is 180° een veelvoud van de kleinste draaihoek.

c De figuren I (3 symmetrieassen), II (6 symmetrieassen), III (5 symmetrieassen), IV (4 symmetrieassen) en V (4 symmetrieassen) zijn ook lijnsymmetrisch.

3.3 Zie de figuur.



3.4 a Je vindt $A'(2,2)$, $B'(-2,4)$, $C'(-3,2)$ en $D'(-2,0)$.

b Je vindt $A''(-2,-2)$, $B''(2,-4)$, $C''(3,-2)$ en $D''(2,0)$.

3.5 a Eigen antwoord. Werk op dezelfde manier als bij **Toepassen**.

b 60° .

c Begin met een cirkel (kies zelf middelpunt en straal) en construeer daar zes punten op met draaihoeken van 60° . Teken de diagonalen.

d De kleinste draaihoeken komen niet mooi uit: $\frac{360^\circ}{7} \approx 51,43^\circ$.

3.6 a 60°

b Ja

c Ja, hij heeft zes symmetrieassen.

1.4 Driehoeken

Inleiding

Een sterk logo is bijna altijd erg eenvoudig en toch bijzonder.

En wat is er nu eenvoudiger dan een driehoek?

Ayse vindt deze twee logo's met daarin een gele driehoek.

Het zijn symmetrische driehoeken, maar de bovenste driehoek heeft maar één symmetrieas en de onderste heeft er drie. Waarin zit het verschil? En welke soorten driehoeken kun je eigenlijk onderscheiden?



Figuur 4.1

Je leert in dit onderwerp

- symmetrie in driehoeken herkennen;
- de eigenschappen van bijzondere 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.

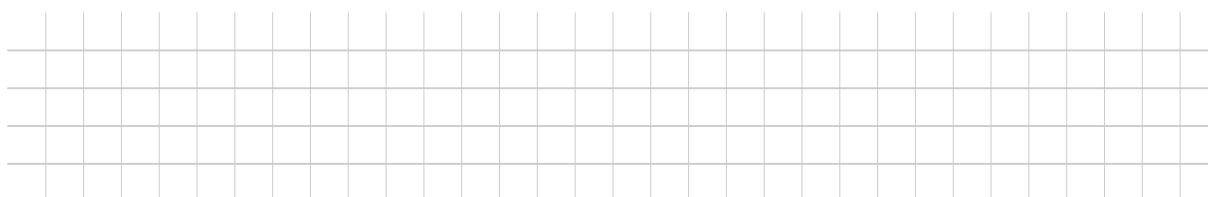
Voor de leerling

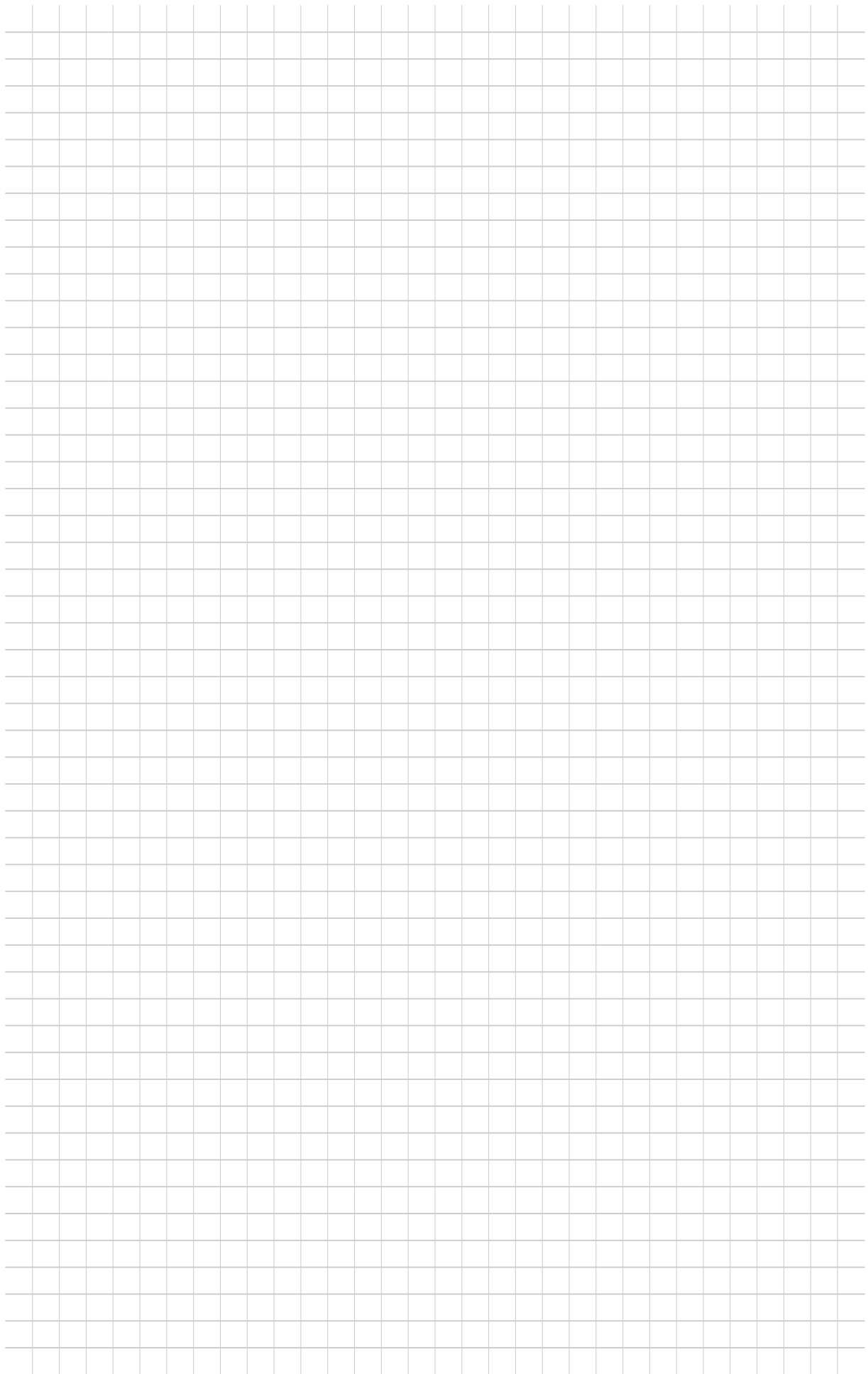
Je krijgt in groepjes één of meer opdrachten waarmee je de theorie die bij dit onderdeel hoort zelf gaat opbouwen. Het gaat eerst om het herkennen van verschillende soorten driehoeken. Denk aan symmetrisch of niet, aan het hebben van een rechte hoek, enz. Daarna moet je bedenken welke eigenschappen dergelijke driehoeken hebben. Werk samen, ook met andere groepjes.

Maak eigen aantekeningen en uiteindelijk voor je zelf een theorie-overzicht.

Bedenk, dat in logo's vaak driehoeken, vierhoeken en andere meetkundige figuren voorkomen. En dat het dus handig is als je daar wat van weet.

Aantekeningen





Theorie

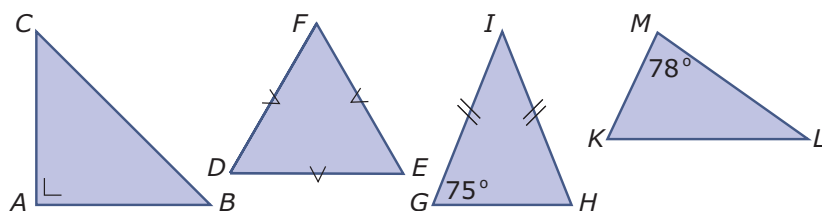
Om te onthouden



Verwerken

★ Opgave 4.1

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



Figuur 4.2

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. $\triangle BCD$

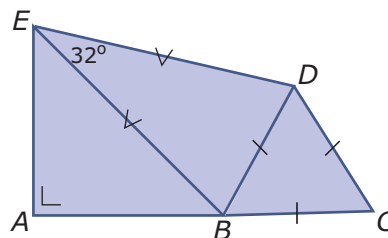
- b Welke driehoek is rechthoekig?

- 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?

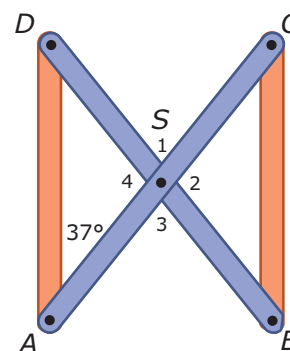


Figuur 4.3

★ 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.

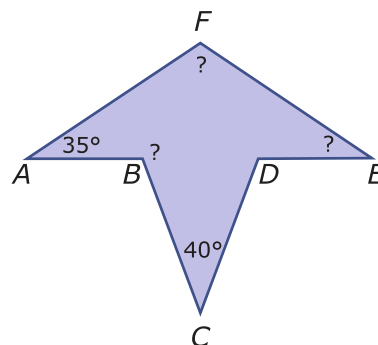


Figuur 4.4

★ **Opgave 4.4**

Deze figuur is lijnsymmetrisch. Hij bestaat uit twee driehoeken.

Bereken de hoeken waar een vraagteken in staat.



Figuur 4.5

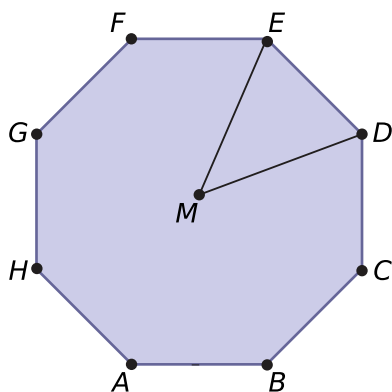
★★ **Opgave 4.5**

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 4.6

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

Toepassen

Applet regelmatige vijfhoek tekenen

Ayse ziet in logo's vaak driehoeken, vierhoeken, vijfhoeken, zeshoeken, etc., met alle zijden en alle hoeken gelijk.

Dat noem je **regelmatige veelhoeken**.

Een gelijkzijdige driehoek is een regelmatige driehoek.

Maar er bestaan bijvoorbeeld ook regelmatige vijfhoeken.

En Ayse bedenkt dat ze die op dezelfde manier kan tekenen als de symmetrische sterren die ze eerder maakte.

Bekijk in de applet hoe Ayse een regelmatige vijfhoek tekent.

★ ★ Opgave 4.7: Regelmatige vijfhoek en regelmatige driehoek

Bekijk het tekenen van een regelmatige vijfhoek in [Toepassen](#).

- a Teken zelf zo'n regelmatige vijfhoek.
- b Je ziet dat zo'n vijfhoek uit vijf driehoeken bestaat die allemaal het middelpunt van de figuur als hoekpunt hebben. Zijn dat gelijkzijdige driehoeken?
- c Teken ook een regelmatige driehoek.
- d Waarom weet je nu zeker dat de driehoek die je hebt getekend gelijkzijdig is?
- e Waarom kun je op deze manier geen gelijkbenige driehoek (niet gelijkzijdig) tekenen?

★ ★ Opgave 4.8: Regelmatige vierhoek

Bekijk het tekenen van een regelmatige vijfhoek in [Toepassen](#).

- a Teken een regelmatige vierhoek.
- b Hoe heet elke regelmatige vierhoek?
- c Zijn alle vierhoeken met vier gelijke zijden regelmatige vierhoeken? Probeer uit te leggen waarom.

Antwoorden

- 4.1** $\angle A = 90^\circ$ en $\angle B = \angle C = 45^\circ$.
 $\angle D = \angle E = \angle F = 60^\circ$.
 $\angle H = \angle G = 70^\circ$ en $\angle I = 40^\circ$.
 $\angle K = \angle M = 78^\circ$ en $\angle L = 24^\circ$.
- 4.2 a** A B C
b A
c C
d Nee
- 4.3** $\angle S_4 = 106^\circ$ en $\angle S_1 = 74^\circ$
- 4.4** $\angle E = \angle A = 35^\circ$, $\angle F = 110^\circ$, $\angle B = 250^\circ$.
- 4.5** De twee hoeken die bij punt C tegen de symmetrieas aan zitten zijn gelijk.
- 4.6 a** Een gelijkbenige driehoek.
b $\angle MDE = 67,5^\circ$
- 4.7 a** Eigen antwoord. Werk op dezelfde manier als bij **Toepassen**.
b Nee, want ze hebben geen hoeken van 60° .
c Eigen antwoord. Werk op dezelfde manier als bij **Toepassen**, maar neem nu de draaihoek steeds $\frac{360^\circ}{3} = 120^\circ$.
d Hij is draaisymmetrisch, dus alle zijden zijn even lang.
e Omdat van een gelijkbenige driehoek niet alle zijden even lang zijn (tenzij hij gelijkzijdig is).
- 4.8 a** Eigen antwoord. Werk op dezelfde manier als bij **Toepassen**, maar neem nu de draaihoek steeds $\frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$.
b Een vierkant, want niet alleen zijn alle zijden gelijk, maar alle hoeken zijn dat ook.
c Nee, de hoeken kunnen wel verschillend zijn.

1.5 Vierhoeken

Inleiding

Hier zie je Ayse's eerst poging tot een ontwerp voor een logo voor de firma Ruit.

Dit is een bekend glazenwassersbedrijf in haar buurt.

Kennelijk wilde Ayse het logo zo simpel mogelijk houden.

Herken je de ruit in de figuur?

Een ruit is een symmetrische vierhoek. Maar daar zijn er nogal wat van. En die zijn nog behoorlijk verschillend. Ken je ze allemaal?



Figuur 5.1

Je leert in dit onderwerp

- symmetrie in vierhoeken herkennen;
- de eigenschappen van bijzondere vierhoeken benoemen en gebruiken.

Voorkennis

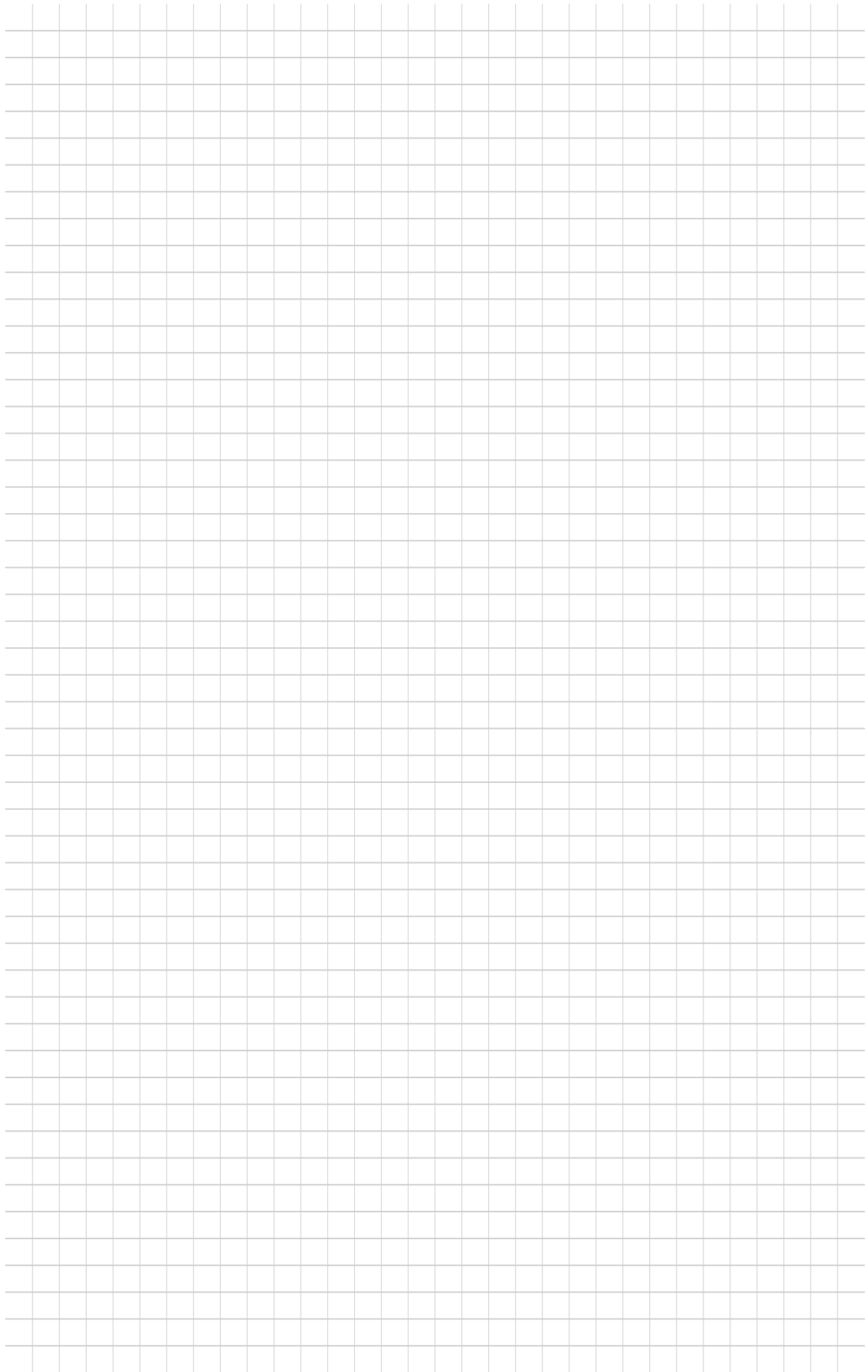
- de namen van enkele vlakke figuren en de basiseigenschappen van driehoeken, de hoekensom van een driehoek;
- de begrippen loodrecht, evenwijdig, afstand, lengte, oppervlakte, inhoud/volume en werken met eenheden;
- werken met een coördinatenstelsel;
- lijnsymmetrie, puntsymmetrie en draaisymmetrie 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 leerling

Je krijgt in groepjes één of meer opdrachten waarmee je de theorie die bij dit onderdeel hoort zelf gaat opbouwen. Het gaat eerst om het herkennen van verschillende soorten vierhoeken. Daarna moet je bedenken welke eigenschappen dergelijke vierhoeken hebben. Werk samen, ook met andere groepjes.

Maak eigen aantekeningen en uiteindelijk voor je zelf een theorie-overzicht.

Aantekeningen



Theorie

Om te onthouden

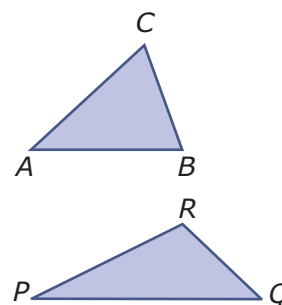


Verwerken

★ 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.

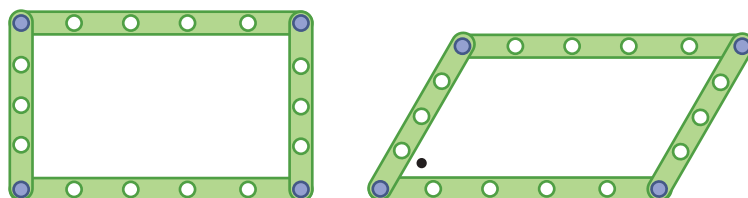
- Teken $\triangle ABC$ en spiegel hem in lijnstuk BC . Bereken de hoeken van de figuur die nu ontstaat.
- Teken $\triangle PQR$ en spiegel hem in lijnstuk PQ . Geef de naam van de vierhoek die nu ontstaat en bereken de hoeken ervan.



Figuur 5.2

★ Opgave 5.2

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

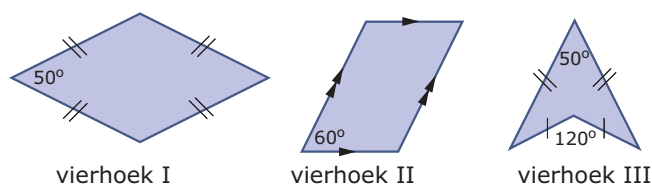


Figuur 5.3

- 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.

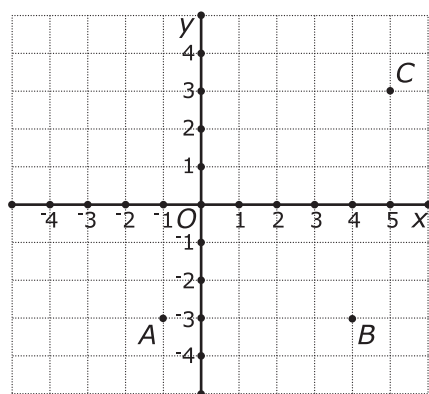


Figuur 5.4

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 $C(5, 3)$.



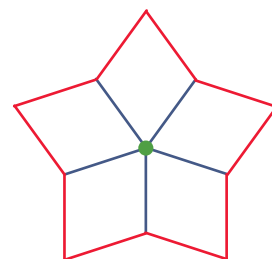
Figuur 5.5

- 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

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

- Hoe groot moet je de hoeken bij het gemeenschappelijke punt van die ruiten maken?
- Hoe groot zijn de andere hoeken van die ruit?



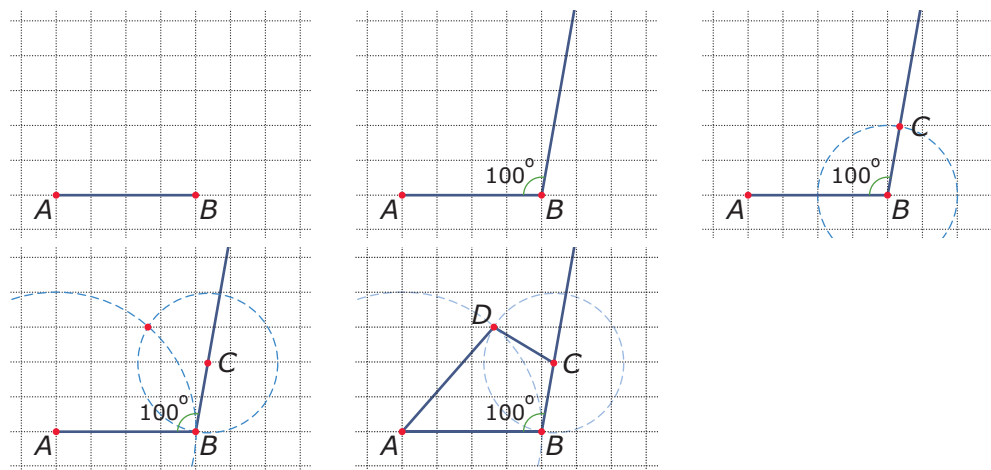
Figuur 5.6

Toepassen

Bekijk de applet

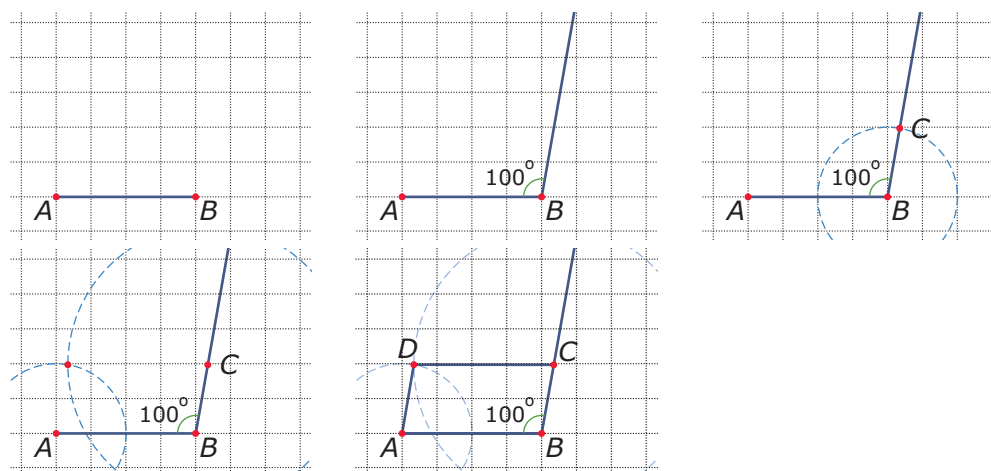
Ayse wil natuurlijk ook **vierhoeken tekenen**. Maar als je de vier zijden weet, ligt de vorm van een vierhoek nog niet vast. Je moet ook hoeken weten.

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



Figuur 5.7

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



Figuur 5.8



Opgave 5.6: Constructie vlieger

Je wilt een vlieger tekenen met zijden van 4 cm en 3 cm.

- Waarom heb je aan deze gegevens niet genoeg?
- Teken vlieger $ABCD$ met $AB = 4$ cm en $BC = CD = 3$ cm. Neem $\angle A = 40^\circ$.



Opgave 5.7: Constructie parallellogram

Teken parallellogram $EFGH$ met $EF = 5$ cm, $EH = 3$ cm en $\angle F = 40^\circ$.

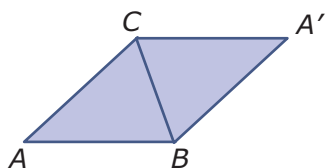


Opgave 5.8: Constructie ruit

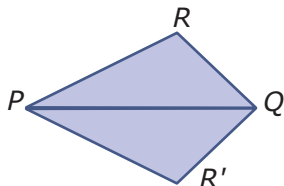
Teken ruit $KLMN$ met $KL = 3$ cm en $\angle M = 40^\circ$.

Antwoorden

- 5.1 a** $\angle A = 71^\circ$, $\angle B = 142^\circ$, $\angle C = 76^\circ$ en $\angle A' = 71^\circ$



- b** Er ontstaat een vlieger met een hoek van 40° , een hoek van 100° en twee hoeken van 110° .



- 5.2 a** Een parallellogram.

- b** Een strip die diagonaal wordt geplaatst. Je krijgt dan een driehoek met drie gegeven lengtes en die kan niet worden vervormd. Een driehoek is een starre figuur.
- c** De figuur zal altijd twee paar gelijke hoeken hebben. Dus de overliggende hoek is ook 58° . Dan blijft voor de andere hoeken $\frac{360 - 2 \cdot 58}{2} = 122^\circ$ over.

- 5.3** Vierhoek I: ruit, de andere hoeken zijn 110° (overstaande hoeken zijn even groot), 70° en 70° (overstaande hoeken zijn gelijk en de som van de hoeken van een vierhoek is 360°).

Vierhoek II: parallellogram, de andere hoeken zijn 95° (overstaande hoeken zijn even groot), 85° en 85° (overstaande hoeken zijn gelijk en de som van de hoeken van een vierhoek is 360°).

Vierhoek III: vlieger (pijlpuntvlieger), de andere hoeken zijn 230° , 45° en 45° (trek een hulplijn over de symmetrieas. Dan zie je dat er twee driehoeken ontstaan met bekende hoeken van 20° en 115° . De onbekende hoek is dan $180 - 115 - 20 = 45^\circ$).

- 5.4 a** Trek een lijn vanuit A evenwijdig aan de lijn BC . Trek een lijn vanuit C evenwijdig aan de lijn AB . Op het snijpunt van die lijnen ligt D . Dat geeft $D(0,3)$.

- b** Trek lijn AC . Dit is de symmetrie-as van vlieger $ABCE$. Trek vanuit B een lijn loodrecht op AC . E ligt op die lijn, op gelijke afstand als B van lijn AC . Dat geeft $E(-1,2)$.
- c** Je kunt op verschillende manieren een trapezium maken, bijvoorbeeld door $P(-2,3)$ te kiezen. En er zijn nog wel meer punten P mogelijk. Andere soorten bijzondere vierhoeken zijn echter niet mogelijk.

- 5.5 a** De hoeken rond het centrum moeten $\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ$ zijn.

- b** De twee andere hoeken van de ruit zijn $\frac{360^\circ - 2 \cdot 72^\circ}{2} = 108^\circ$.

- 5.6 a** Je weet geen hoeken.

- b** Begin met AB en $\angle A$. Pas $AD = 4$ cm af.

Cirkel 3 cm om vanuit B en vanuit D om punt C te vinden.

- 5.7** Teken $\angle E = 140^\circ$ en EF en EH .

Cirkel $FG = 3$ cm om en cirkel $HG = 5$ cm om.

Maak het parallellogram af.

- 5.8** Bedenk dat $\angle K = 40^\circ$ en dat alle zijden 3 cm zijn.

1.6 Totaalbeeld

Samenvatten

Begrippenlijst

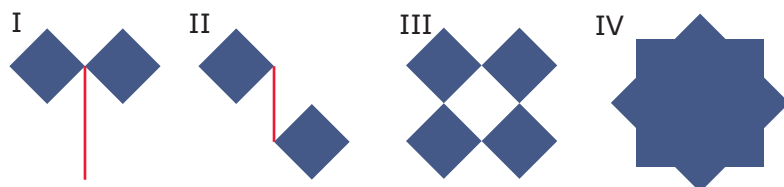
- spiegellijn, symmetrieas — lijnsymmetrisch — origineel, beeld
- centrum van puntsymmetrie — puntsymmetrisch
- centrum van draaisymmetrie — draaisymmetrisch — kleinste draaihoek
- rechthoekige, gelijkbenige, gelijkzijdige driehoek
- vierkant, rechthoek, ruit, parallellogram, vlieger

Activiteitenlijst

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

★ Opgave 6.1

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

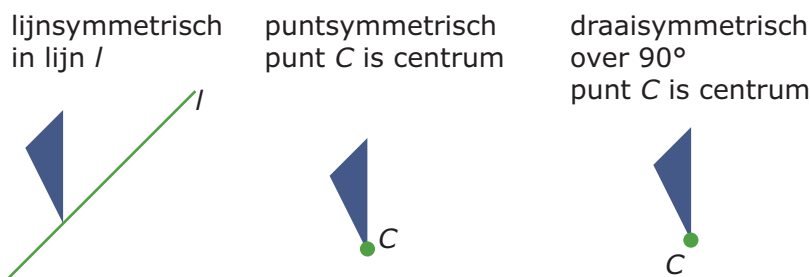


Figuur 6.1

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

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 6.4

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							
parallellogram							
vlieger							

Tabel 6.2

Testen

★ Opgave 6.5

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



Figuur 6.3

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 6.6

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



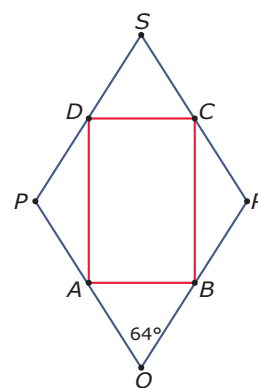
Figuur 6.4

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

★★ Opgave 6.7

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.

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



Figuur 6.5

★ Opgave 6.8

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

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

★ Opgave 6.9

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

★★ Opgave 6.10

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

Toepassen

★★ Opgave 6.11: Logo's van automerken

Hier en op het [werkbblad](#) zie je vier logo's van automerken. Misschien ken je ze wel.



Figuur 6.6

- Teken in elk van deze logo's de symmetrieassen en/of het centrum van symmetrie. Geef ook de soort symmetrie aan en eventueel de kleinste draaihoek.
- Zoek zelf nog meer logo's van automerken en beschrijf de symmetrie ervan.



Opgave 6.12: Een eigen logo ontwerpen

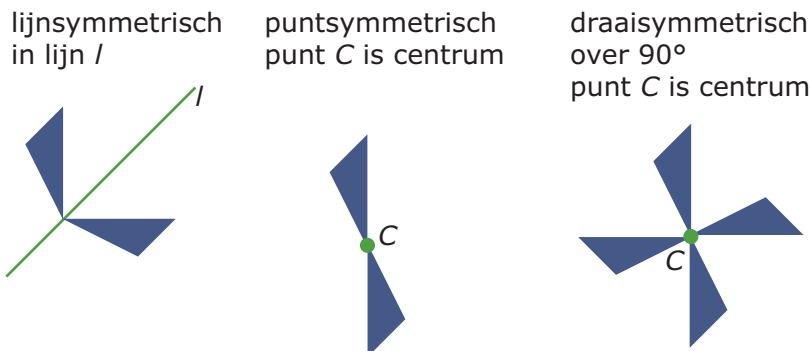
Het wordt nu tijd om zelf aan de slag te gaan met het ontwerpen van een logo.

- a** Zoek in je eigen omgeving een bedrijf(je) waarvoor je een (nieuw) logo zou willen ontwerpen.
- b** Denk goed na over wat je voor het gekozen bedrijf in het logo wilt uitbeelden.
- c** Ontwerp het logo. Maak in ieder geval gebruik van symmetrie en een passend lettertype als er een bijschrift nodig is.

Antwoorden

6.1 Figuur I: lijnsymmetrie, één (verticale) symmetrieas. Figuur II: puntsymmetrie, draaisymmetrie over 180° . Figuur III: puntsymmetrie, draaisymmetrie over 90° . Figuur IV: puntsymmetrie, draaisymmetrie over 45° .

6.2 Doen, je krijgt zoiets als in de figuur hieronder.



6.3 Neem de tabel over en vul hem zo in.

naam	aantal symmetrieassen	draaisymmetrie kleinste draaihoek	aantal gelijke zijden	aantal gelijke hoeken
rechthoekige driehoek	0	nee	0	0
gelijkbenige driehoek	1	nee	2	2
gelijkzijdige driehoek	3	ja, 120°	3	3, elk 60°

6.4 Neem de tabel over en vul hem zo in.

naam	aantal symmetrieassen	draaisymmetrie kleinste draaihoek	aantal gelijke zijden	aantal gelijke hoeken	evenwijdige zijden	even lange diagonalen	diagonalen delen elkaar doormidden
vierkant	4	ja, 90°	alle vier	alle vier 90°	2 keer 2	ja	ja
rechthoek	2	ja, 180°	2 keer 2	alle vier 90°	2 keer 2	ja	ja
ruit	2	ja, 180°	alle vier	2 keer 2	2 keer 2	nee	ja
parallellogram	0	ja, 180°	2 keer 2	2 keer 2	2 keer 2	nee	ja
vlieger	1	nee	2 keer 2	twee	nee	nee	de één wel

6.5 Verkeersbord I: draaisymmetrisch met kleinste draaihoek 120° .

Verkeersbord II: lijnsymmetrisch met vier symmetrieassen (verticaal, horizontaal en de 'diagonalen') en draaisymmetrisch (centrum is snijpunt diagonalen) met kleinste draaihoek 90° en dus ook puntsymmetrisch.

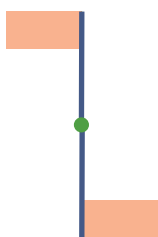
Verkeersbord III: niet symmetrisch.

Verkeersbord IV: draaisymmetrisch met kleinste draaihoek 120° (centrum is middelpunt cirkel).

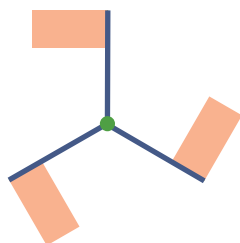
Verkeersbord V: draaisymmetrisch met kleinste draaihoek 180° en dus ook puntsymmetrisch (centrum snijpunt diagonalen rechthoek).

Verkeersbord VI: lijnsymmetrisch met één (horizontale) symmetrieas en draaisymmetrisch met kleinste draaihoek 180° en dus ook puntsymmetrisch (centrum is middelpunt cirkel).

6.6 a Zie de figuur.



b Zie de figuur.



6.7 a Een gelijkbenige driehoek.

b $\angle QAB = 58^\circ$ en $\angle APD = 116^\circ$, zodat $\angle PAD = 32^\circ$ en $\angle BAD = 90^\circ$.

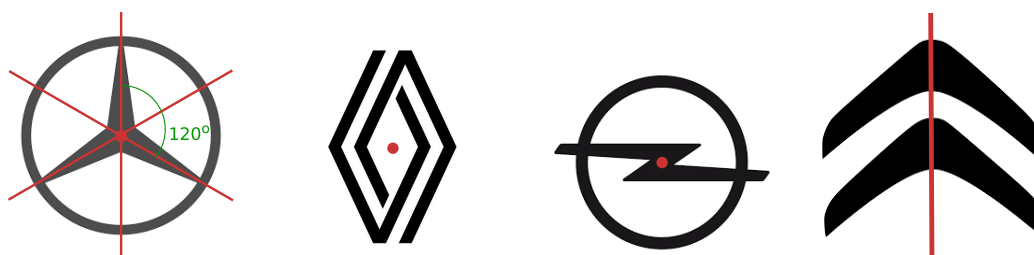
6.8 a $D(-4,0)$

b $E(-1,6;4,2)$

6.9 De basishoeken zijn 80° . Teken de basis met de twee basishoeken erop.

6.10 Begin met de zijde van 6 cm met aan één kant de hoek van 50° en het tweede been 3 cm. Cirkel 6 cm en nog eens 3 cm om en maak het parallellogram af.

6.11 a Zie figuur. De twee logo's met alleen een symmetriecentrum zijn puntsymmetrisch.



b Eigen antwoord. Vergelijk jouw antwoord met dat van je klasgenoten.

6.12 a Misschien hebben jouw ouders of een ander familielid wel een eigen bedrijf waarvoor ze een (nieuw) logo zoeken.

b Eigen antwoord.

c Veel succes. Iets voor een ontwerpwedstrijd zoals: Ontwerp het mooiste logo voor ...?

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 de symmetrieas tekenen.	1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ T 6.5 ☐	1.4 ☐ 1.5 ☐ 1.6 ☐ T 6.11 ☐ T 6.12 ☐	
	Een lijnsymmetrische figuur tekenen door lijnspiegelen.	1.2 ☐ 1.3 ☐	1.4 ☐ 1.5 ☐ 1.6 ☐	
2	Puntsymmetrie	★	★★	★★★
	In een figuur puntsymmetrie herkennen en het centrum van puntsymmetrie bepalen.	2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.5 ☐ T 6.5 ☐ T 6.6 ☐	2.4 ☐ 2.6 ☐ 2.7 ☐ 2.8 ☐ T 6.11 ☐ T 6.12 ☐	
	Een puntsymmetrische figuur tekenen door spiegelen ten opzichte van een punt.	2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.5 ☐ T 6.6 ☐	2.4 ☐	
3	Draaisymmetrie	★	★★	★★★
	Draaisymmetrie herkennen en het draaicentrum van een figuur aanwijzen en de kleinste draaihoek bepalen.	3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.4 ☐ T 6.5 ☐ T 6.6 ☐	3.5 ☐ 3.6 ☐ T 6.11 ☐ T 6.12 ☐	
	Een figuur draaien over een gegeven hoek ten opzichte van een punt..	3.3 ☐ 3.4 ☐ T 6.6 ☐	3.5 ☐	
4	Driehoeken	★	★★	★★★
	Symmetrie in driehoeken herkennen.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.3 ☐ 4.4 ☐	4.5 ☐ 4.6 ☐ 4.7 ☐ 4.8 ☐	
	De eigenschappen van bijzondere driehoeken benoemen en gebruiken.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.3 ☐ 4.4 ☐	4.5 ☐ 4.6 ☐ 4.7 ☐ 4.8 ☐	
5	Vierhoeken	★	★★	★★★
	Symmetrie in vierhoeken herkennen.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 6.8 ☐ T 6.9 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ 5.7 ☐ 5.8 ☐ T 6.7 ☐ T 6.10 ☐	
	De eigenschappen van bijzondere vierhoeken benoemen en gebruiken.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 6.8 ☐ T 6.9 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ 5.7 ☐ 5.8 ☐ T 6.7 ☐ T 6.10 ☐	

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.

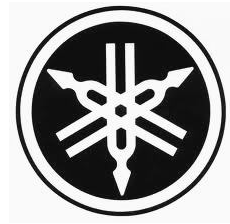
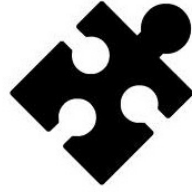
Stichting Math4All



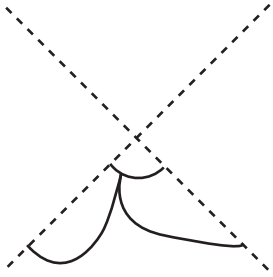
www.math4all.nl



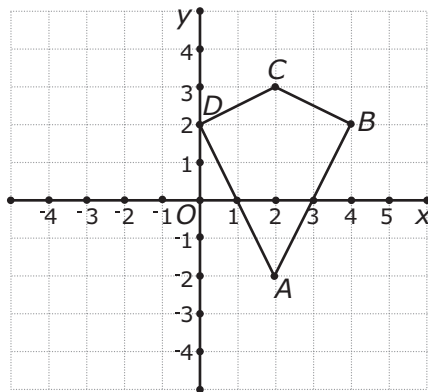
Werkblad bij Opgave 1.1 op pagina 9.



Werkblad bij Opgave 1.2 op pagina 9.



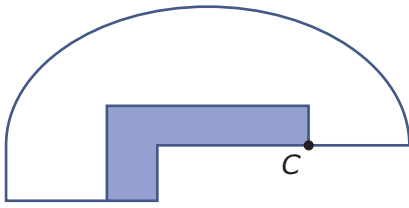
Werkblad bij Opgave 1.3 op pagina 9.



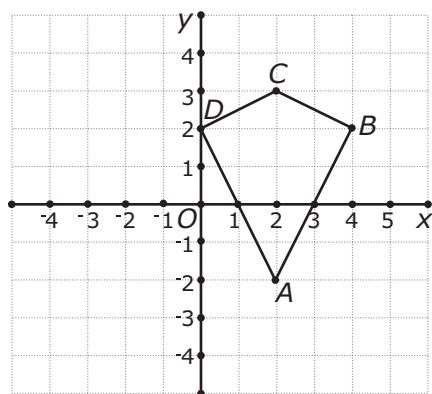
Werkblad bij Opgave 2.1 op pagina 15.



Werkblad bij Opgave 2.2 op pagina 15.



Werkblad bij Opgave 2.1 op pagina 15.



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

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

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 Opgave 3.3 op pagina 23.



90°

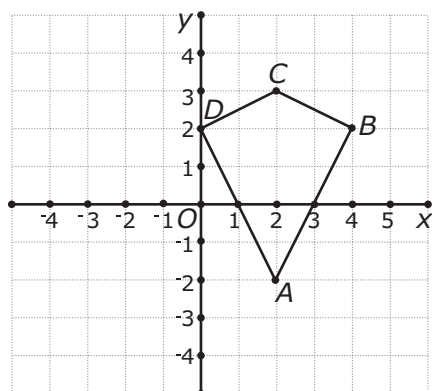


120°



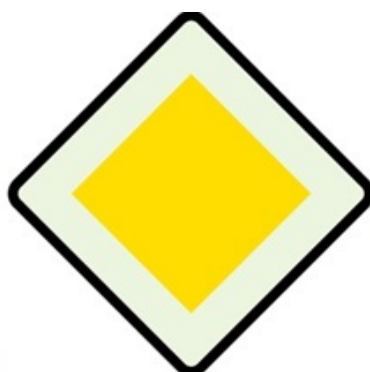
45°

Werkblad bij Opgave 3.4 op pagina 23.





IJzel of sneeuw



Vorrangsweg



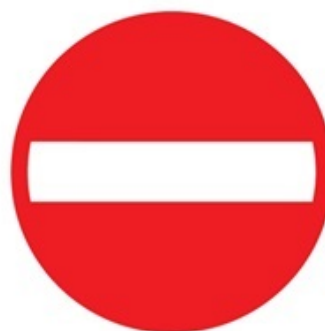
Tegenliggers



Rotonde: verplichte
rijrichting

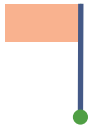


Einde vluchtstrook



Eenrichtingsweg

Werkblad bij Opgave 6.6 op pagina 43.



Werkblad bij Opgave 6.11 op pagina 44.

