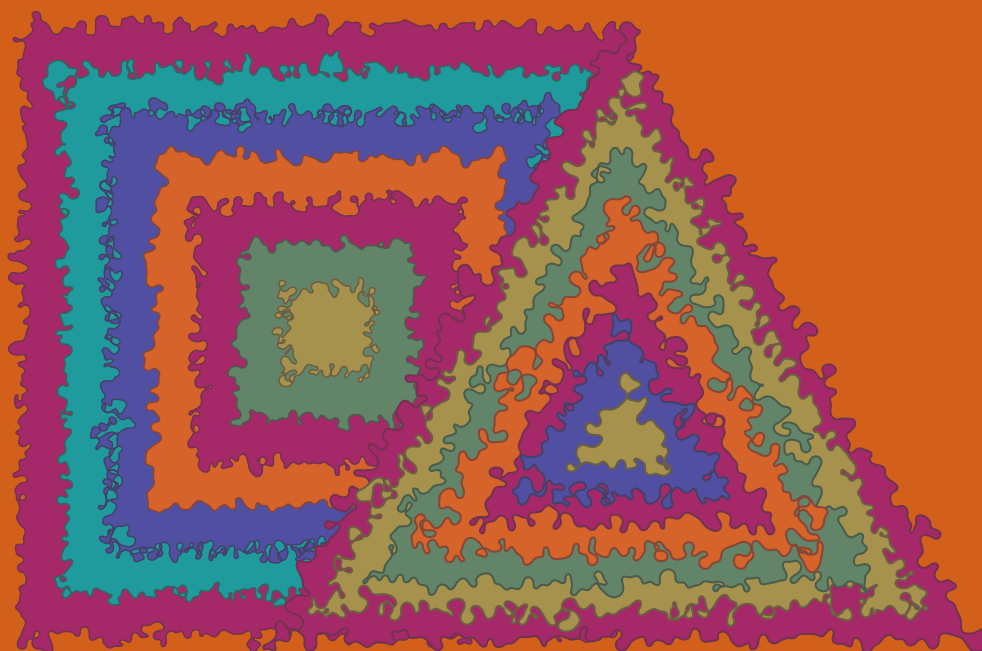


Wiskunde / PGA

1 HAVO / VWO / docentmateriaal

Ruimtelijke figuren

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.



Ruimtelijke figuren

1.1	Ruimtelijke figuren	6
1.2	Grensvlakken, ribben en hoekpunten	11
1.3	Uitslagen	18
1.4	Aanzichten	25
1.5	Ruimtelijk tekenen	32
1.6	Diagonaalvlakken	38
1.7	Totaalbeeld	44

1.1 Ruimtelijke figuren

Inleiding

Ruimtelijke vormen zijn er in overvloed. Je herkent in de foto vast wel de kubus, de balk (het blok), de bol, de kegel, de piramide, de cilinder. Maar weet je ook wat een prisma is? En waar herken je die vormen aan?



Figuur 1.1

Je leert in dit onderwerp

- ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- ervaringen opdoen met de grensvlakken van ruimtelijke figuren.

Voorkennis

- enkele namen van ruimtelijke vormen, zoals de kubus, de balk, de piramide, de cilinder, de kegel en de bol.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Ruimtelijke figuren' gaat het erom dat leerlingen de namen van ruimtelijke figuren (weer) herkennen. Je geeft de opdrachten mondeling.

Gewenste materialen:

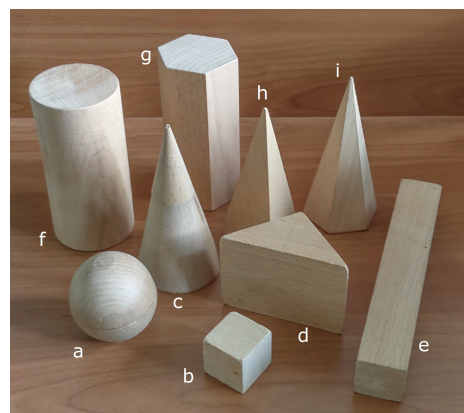
- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken.
- Een werkblad bij de eerste opgave om uit te delen.

Opdracht 1.1

Je ziet hier een foto van allerlei massieve houten lichamen. Je spreekt ook wel van ruimtelijke figuren. Hieronder zie je een lijst met namen. Zet bij elke figuur de juiste letter.

- ___ kubus
- ___ balk, of blok
- ___ driezijdig prisma
- ___ zeszijdig prisma
- ___ vierzijdige piramide
- ___ zeszijdige piramide
- ___ cilinder
- ___ bol
- ___ kegel

Gebruik het [Informatieblad](#).



Figuur 1.2

— Toelichting —

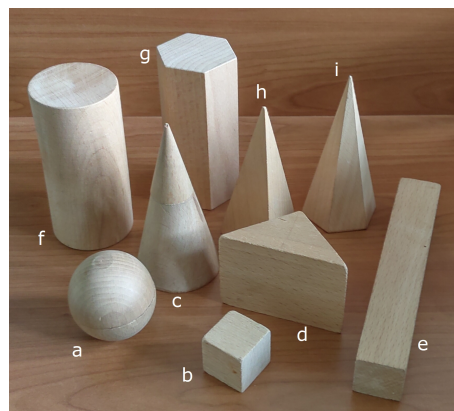
Geef de opdracht mondeling. Deel het **Informatieblad** uit.

Mogelijke hulpvragen: “Wat is ook alweer het verschil tussen een kubus en een balk?”, “Waarom herken je een prisma/piramide? Zie je voorbeelden?”.

Bespreek eventueel na afloop nog even de kenmerken van de verschillende figuren. En bespreek ook de overeenkomsten van de verschillende prisma's/piramides.

— Uitwerking —

- a. bol
- b. kubus
- c. kegel
- d. driezijdig prisma
- e. blok, of balk
- f. cilinder
- g. zeszijdig prisma
- h. vierzijdige piramide
- i. zeszijdige piramide



Figuur 1.3

Opdracht 1.2

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over ‘ruimtelijke figuren’ of ‘lichamen’ en of ze de juiste namen hebben gekregen.

Maak een eigen overzicht van de bekende ruimtelijke figuren.

— Toelichting —

Loop samen met de leerlingen het overzicht van de namen van de bekende ruimtelijke figuren na. Ieder schrijft het voor zichzelf op, samen met de theorie van het volgende onderdeel.

— Uitwerking —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht. Koppel dit aan het theorieblok van het volgende onderdeel.



Theorie

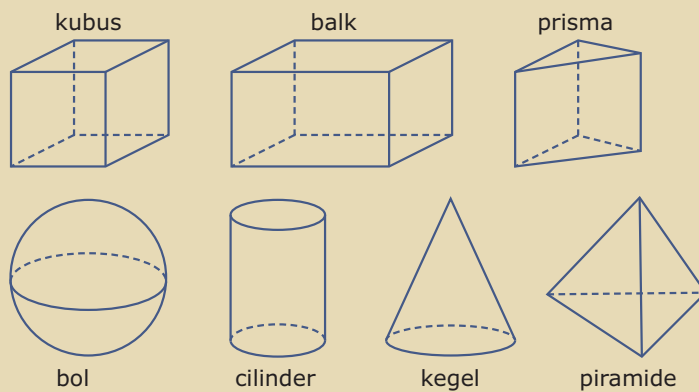
Om te onthouden

De belangrijkste **ruimtelijke figuren** zijn:

- de **kubus**;
- de **balk**;
- het **prisma**;
- de **bol**;
- de **cilinder**;
- de **kegel**;
- de **piramide**.

Ruimtelijke figuren worden ook wel aangeduid als een **lichaam**.

Als de figuur massief is, kun je sommige lijnen niet zien; vaak worden die gestippeld.

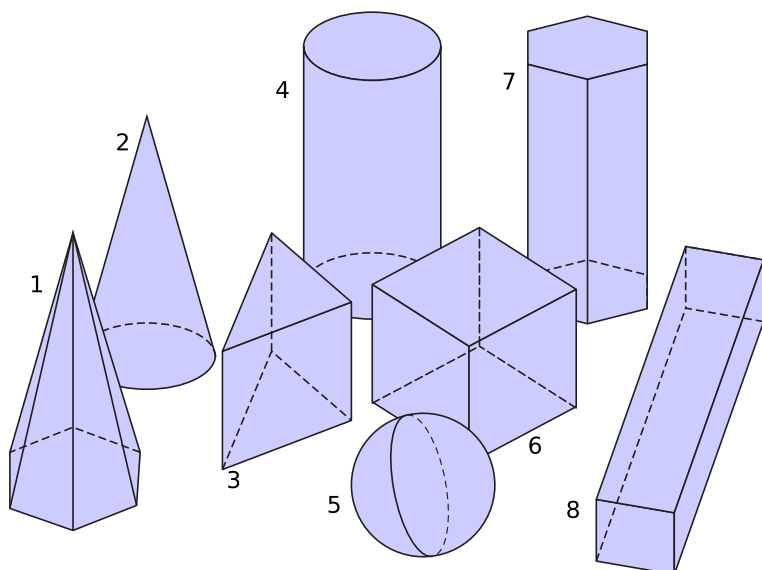


Figuur 1.4

Verwerken

★ Opgave 1.1

Geef elk van deze ruimtelijke figuren de juiste naam.

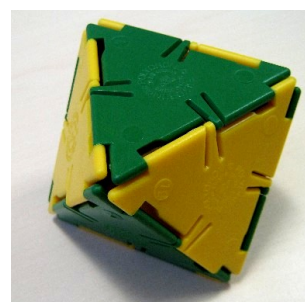


Figuur 1.5

★ Opgave 1.2

Polydron is plastic materiaal waarmee je ruimtelijke figuren kunt maken. Hiernaast zie je een octaëder die bestaat uit acht gelijke driehoeken.

- In hoeveel piramides kun je deze figuur verdelen?
- Wat voor piramide krijg je als je vier van die driehoeken in elkaar klikt tot een gesloten ruimtelijke figuur?

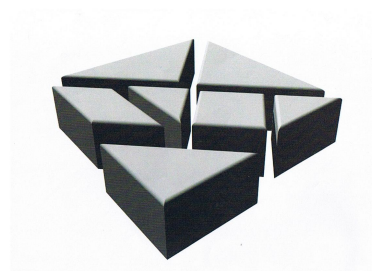


Figuur 1.6

★ Opgave 1.3

Tangram is een eeuwenoud Chinees spel waarmee je figuren kunt leggen. De regels zijn: je moet alle delen van het tangram gebruiken en je mag ze niet stapelen. Als je alle delen van dit tangramspel tegen elkaar legt, krijg je een balk met een vierkante onder- en bovenkant.

- Op de foto is duidelijk te zien dat alle bovenvlakken veelhoeken zijn. Welke veelhoeken?
- Welke verschillende ruimtelijke figuren herken je in de blokken van dit tangramspel?
- De maker van het spel beweert dat alle blokken prisma's zijn. Heeft hij gelijk? Licht je antwoord toe.



Figuur 1.7

★ **Opgave 1.4**

Uit welke ruimtelijke figuren bestaat dit huis globaal gezien?



Figuur 1.8

★ **Opgave 1.5**

Beschrijf hoe je een rechte lijn op het gebogen vlak van een kegel zou kunnen trekken met behulp van een liniaal.

Toepassen

★★ **Opgave 1.6: Kubuswoningen**

Architecten experimenteren soms met ruimtelijke figuren. Zo zijn ook de woningen op de foto ontstaan. Je vindt ze in Rotterdam en Helmond.

- Met welke ruimtelijke figuren is hier geëxperimenteerd?
- Welke gevolgen heeft dit experiment voor de toegang tot het huis en de indeling van het huis?
- Welke vorm heeft de vloer van een verdieping in dit huis?



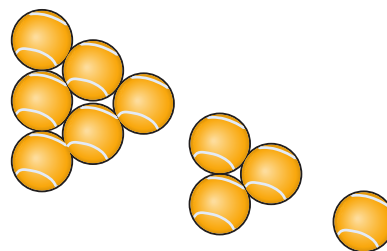
Figuur 1.9

★★ **Opgave 1.7: Stapelen**

Een 3-piramide bestaat uit drie lagen ballen die samen een 'piramide' vormen. Je ziet de onderste laag, de middelste laag en de bovenste laag. Evenzo heb je een 4-piramide (vier lagen), een 5-piramide (vijf lagen), enzovoort.

Alle ballen aan de buitenkant van een 8-piramide zijn geel (ook de onderkant), alle andere ballen zijn wit. Wat voor figuur vormen de witte ballen?

- 3-piramide
- 4-piramide
- 5-piramide
- 6-piramide
- 7-piramide



Figuur 1.10

1.2 Grensvlakken, ribben en hoekpunten

Inleiding

Ruimtelijke vormen zijn er in overvloed. Je kunt nu deze figuren wel een naam geven. Maar je wilt ook hun hoekpunten, ribben, grensvlakken kunnen benoemen en zien hoeveel er van zijn. Dat heb je nodig om de eigenschappen van deze figuren te kunnen benoemen.



Figuur 2.1

Je leert in dit onderwerp

- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- het aantal hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren berekenen.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van ruimtelijke figuren, zoals kubus, balk, piramide, prisma, cilinder, kegel en bol en deze figuren herkennen.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Grensvlakken, ribben en hoekpunten' gaat het erom dat leerlingen de onderdelen van ruimtelijke figuren (weer) herkennen. Je geeft de opdrachten mondeling.

Gewenste materialen:

- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken.
- Werkblad bij de opdrachten om uit te delen.
- Modellen, beter nog draadmodellen van de gangbare ruimtelijke figuren. Eventueel houten blokken met de gewenste vormen.

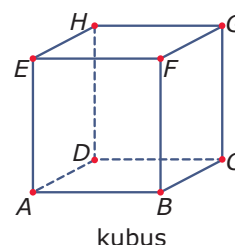
Opdracht 2.1

De hoekpunten van een ruimtelijke figuur, een 'lichaam', geef je aan met hoofdletters. Zo kun je de figuur zelf, maar ook de vlakken duidelijk aangeven. De hoofdletters moeten in een logische volgorde staan.

De **kubus** $ABCD.EFGH$ heeft zes platte 'grensvlakken' die allemaal de vorm van een vierkant hebben. $ABCD$ is zo'n grensvlak. Lijnstuk AB noem je een 'ribbe', omdat het de snijlijn van twee platte grensvlakken is. Elke kubus heeft twaalf gelijke ribben. Punt E noem je een 'hoekpunt'. Elke kubus heeft acht hoekpunten.

Een kubus is een voorbeeld van een 'regelmatig lichaam'. Dat is een lichaam waarvan alle ribben, alle vlakken en alle hoeken gelijk zijn.

Gebruik nu verder het **Werkblad**. Daarop staan nog zes bekende ruimtelijke figuren. Zet bij elk van deze figuren letters bij de hoekpunten, geef de aantallen hoekpunten, ribben en grensvlakken en benoem de vorm van die grensvlakken. Een bol bijvoorbeeld heeft één gebogen grensvlak.



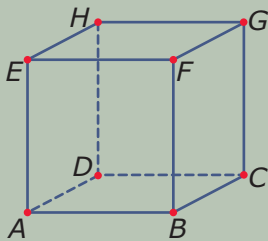
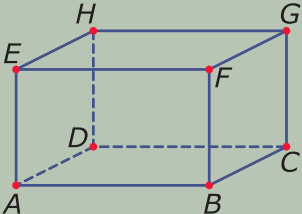
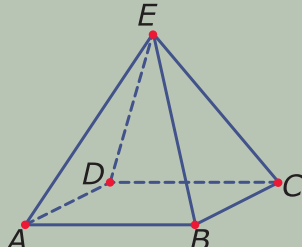
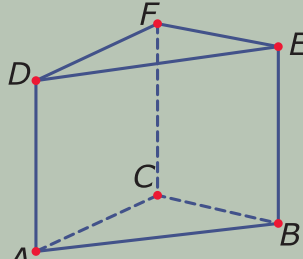
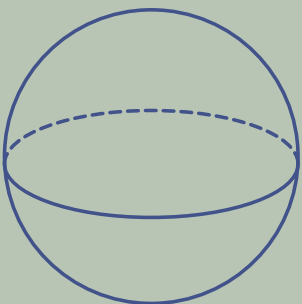
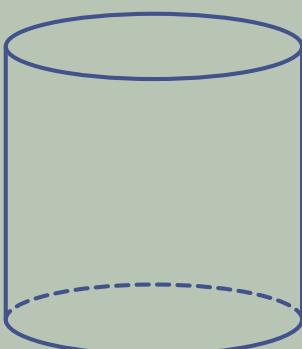
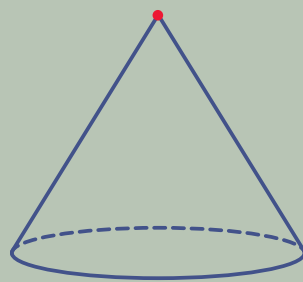
Figuur 2.2

Toelichting

Geef de opdracht mondeling, bespreek de belangrijke begrippen aan de hand van de kubus. Deel het **Werkblad** uit.

Bespreek eventueel na afloop nog even de kenmerken van de verschillende figuren. En bespreek ook waarom bij prisma/piramide de woorden driezijdig en vierzijdig moeten staan.

Uitwerking

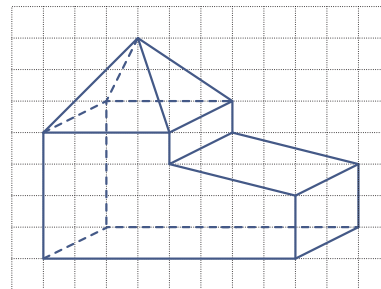
 kubus naam: kubus $ABCD.EFGH$ aantal ribben: 12 aantal hoekpunten: 8 aantal/vorm grensvlakken: 6 platte grensvlakken die allemaal de vorm van een vierkant hebben.		
 naam: balk $ABCD.EFGH$ aantal ribben: 12 aantal hoekpunten: 8 aantal/vorm grensvlakken: 6 platte rechthoekige grensvlakken	 naam: vierzijdige piramide $ABCD.E$ aantal ribben: 8 aantal hoekpunten: 5 aantal/vorm grensvlakken: 1 vierkant en 4 driehoekige grensvlakken	 naam: driezijdig prisma $ABC.DEF$ aantal ribben: 9 aantal hoekpunten: 6 aantal/vorm grensvlakken: 2 driehoekige en 3 rechthoekige grensvlakken
 naam: bol aantal ribben: 0 aantal hoekpunten: 0 aantal/vorm grensvlakken: 1 gebogen grensvlak	 naam: cilinder aantal ribben: 0 aantal hoekpunten: 0 aantal/vorm grensvlakken: 2 cirkelvormige en 1 gebogen grensvlakken	 naam: kegel met top T aantal ribben: 0 aantal hoekpunten: 1 aantal/vorm grensvlakken: 1 cirkelvormig en 1 gebogen grensvlak

Tabel 2.1

Opdracht 2.2

Bekijk de samengestelde ruimtelijke figuur. In welke drie basisfiguren is hij op te delen?

Maak die verdeling zichtbaar in de figuur en bepaal hoeveel ribben, hoekpunten en grensvlakken deze figuur heeft en onderzoek hoeveel minder dat is dan de basisfiguren samen zouden hebben.



Figuur 2.3

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling en deel het **Werkblad** uit.

Mogelijke hulpvraag: “Welke basisfiguren (kubus, balk, piramide, prisma) herken je?”.

— Uitwerking —

Deze figuur is op te delen in:

- een kubus
- een vierzijdige piramide
- een vierzijdig prisma

Het aantal ribben is 22, het aantal hoekpunten 13 en het aantal grensvlakken 11.

Bij de losse figuren zou dit zijn: $12 + 8 + 12 = 28$ ribben, $8 + 5 + 8 = 21$ hoekpunten en $6 + 5 + 6 = 17$ grensvlakken.

De figuur kan ook alleen in een prisma en een piramide worden verdeeld.

Opdracht 2.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over de verschillende onderdelen waaruit ‘ruimtelijke figuren’ of ‘lichamen’ bestaan of je ze kunt herkennen en benoemen.

Maak een eigen overzicht van de bekende ruimtelijke figuren.

— Toelichting —

Loop samen met de leerlingen het overzicht van de bekende ruimtelijke basisfiguren na. Het overzicht bij de eerste opdracht is in feite het theorieoverzicht van de eerste twee paragrafen.

— Uitwerking —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

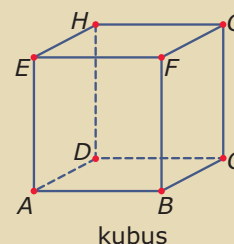
Om te onthouden

De hoekpunten van een ruimtelijke figuur, een **lichaam**, geef je aan met hoofdletters. Zo kun je de figuur zelf, maar ook de vlakken duidelijk aangeven. De hoofdletters moeten in een logische volgorde staan.

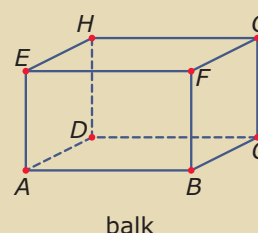
De **kubus** $ABCD.EFGH$ heeft zes platte **grensvlakken** die allemaal de vorm van een vierkant hebben. $ABCD$ is zo'n grensvlak. Lijnstuk AB noem je een **ribbe**, omdat het de snijlijn van twee platte grensvlakken is. Elke kubus heeft twaalf gelijke ribben. Punt E noem je een **hoekpunt**. Elke kubus heeft acht hoekpunten.

Een kubus is een voorbeeld van een **regelmatig lichaam**. Dat is een lichaam waarvan alle ribben, alle vlakken en alle hoeken gelijk zijn.

Een **balk** $ABCD.EFGH$ heeft ook zes platte grensvlakken. Het zijn allemaal rechthoeken. Twee tegenover elkaar liggende grensvlakken zijn hetzelfde. Er zijn weer twaalf ribben en acht hoekpunten.



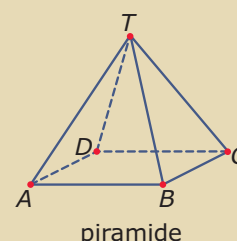
Figuur 2.4



Figuur 2.5

De **vierzijdige piramide** $ABCD.T$ heeft vijf platte grensvlakken. Het **grondvlak** $ABCD$ is een vierkant. De vier opstaande grensvlakken zijn driehoeken. De vier opstaande ribben zijn hier even lang. Elke piramide heeft als grondvlak een veelhoek. De **top** van de piramide ligt boven die veelhoek.

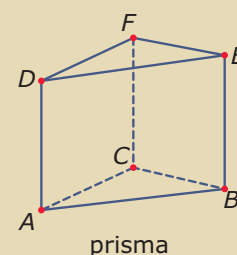
Als de top recht boven het midden van een regelmatig grondvlak (zoals een vierkant) ligt, dan noem je het een **regelmatige (vierzijdige) piramide**. In dat geval zijn de ribben naar de top toe even lang.



Figuur 2.6

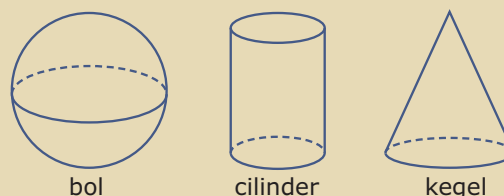
Dit **rechte driezijdige prisma** $ABC.DEF$ heeft vijf platte grensvlakken. Het onder- en het bovenvlak zijn gelijke driehoeken. De opstaande grensvlakken zijn hier rechthoeken.

Bij elk **prisma** zijn onder- en bovenvlak dezelfde veelhoek. Alle opstaande ribben zijn gelijk en lopen evenwijdig. Maar de opstaande grensvlakken hoeven geen rechthoeken te zijn: als het parallellogrammen zijn, wordt het een **scheef prisma**.



Figuur 2.7

De **bol**, de **cilinder** en de **kegel** hebben allen één gebogen grensvlak. Een bol heeft geen ribben. Een cilinder heeft wel een grondcirkel, een mantel en een bovenscirkel, maar geen ribben, omdat de randen gebogen zijn. Een kegel heeft een grondcirkel, een mantel en een top.



Figuur 2.8

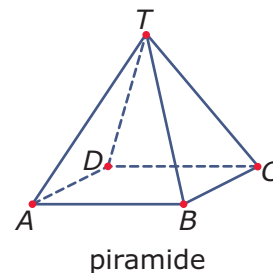
Herken je in een figuur meer dan één ruimtelijk figuur, dan spreek je van een **samengesteld ruimtelijk figuur** of een **samengesteld lichaam**.

Verwerken

★ Opgave 2.1

Bekijk de vierzijdige piramide $ABCD.T$. Alle ribben zijn even lang.

- Welk vlak is het voorvlak?
- Welke vlakken delen ribbe CT ?
- Welk vlak is het grondvlak en welke vorm heeft dit vlak?

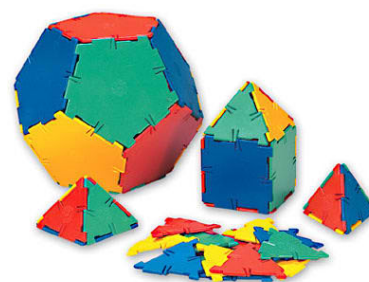


Figuur 2.9

★ Opgave 2.2

Je ziet hier enkele figuren gemaakt met Polydron.

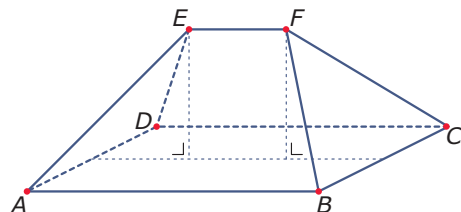
- Eén van deze figuren heeft 12 gelijke grensvlakken. Welke vorm hebben al die grensvlakken?
- Hoeveel hoekpunten heeft de figuur bedoeld in a?
- Er is één figuur die kan worden opgedeeld in een kubus en een piramide. Hoeveel grensvlakken heeft die figuur? En hoeveel hoekpunten?
- Hoeveel hoekpunten heeft het viervlak?



Figuur 2.10

★ Opgave 2.3

$ABCD.EF$ is een samengesteld lichaam.



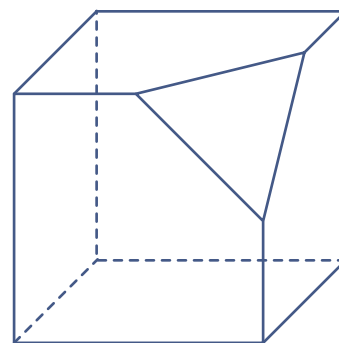
Figuur 2.11

- In welke drie basisvormen kun je dit lichaam verdelen?
- Geef die verdeling in de figuur op het **Werkblad** aan.
- Hoeveel ribben hebben elk van die drie basisvormen?

★ Opgave 2.4

Als je van een kubus een hoek afzaagt, ontstaat een figuur waarvan de grensvlakken driehoeken, vierkanten of vijfhoeken zijn.

- Hoeveel hoekpunten heeft de nieuwe figuur?
- Hoeveel grensvlakken hebben de vorm van een driehoek en hoeveel de vorm van een vijfhoek in de nieuwe figuur?
- Teken op het **Werkblad** de figuur die ontstaat als je alle hoeken van de kubus op deze manier afzaagt.
- Welke soorten grensvlakken heeft de figuur nu? En hoeveel van elke soort?
- Hoeveel hoekpunten heeft de figuur?



Figuur 2.12

★ Opgave 2.5

Je maakt van ijzerdraad een draadmodel van een zeszijdige piramide. De ribben van het grondvlak worden ieder 3 cm lang. De opstaande ribben worden 5 cm lang. Hoeveel ijzerdraad heb je in totaal nodig?

★★ Opgave 2.6

Bekijk dit Doritosdoosje. Het is een lichaam met nogal wat grensvlakken. Het ondervlak en het bovenvlak zijn zeshoeken.

Hoeveel hoekpunten, hoeveel ribben en hoeveel grensvlakken heeft dit lichaam?



Figuur 2.13

Toepassen

Al in de Oudheid was bekend dat er precies vijf **regelmatige lichamen** zijn. Dat zijn lichamen waarvan alle ribben en alle vlakken en alle hoeken gelijk zijn. Hier zie je er fraaie animaties van, die zijn gemaakt door **Rüdiger Appel**. Bekijk zijn website maar eens, je vind er deze figuren onder de naam 'Platonic Solids' (dat is Engels voor 'Platonische lichamen').

Je ziet in de applet (van links naar rechts) het tetraëder (regelmatig viervlak), de kubus (hexaëder, of regelmatig zesvlak), het octaëder (regelmatig achthoek), het dodecaëder (regelmatig twaalfvlak) en het icoosaëder (regelmatig twintigvlak).

Bekijk de applet.

Als je hun hoekpunten, hun ribben en hun grensvlakken telt, kom je tot:

$$\text{aantal grensvlakken} + \text{aantal hoekpunten} = \text{aantal ribben} + 2$$

Is dat toeval? Of kun je het verklaren?

En waarom zijn er niet meer dan vijf?



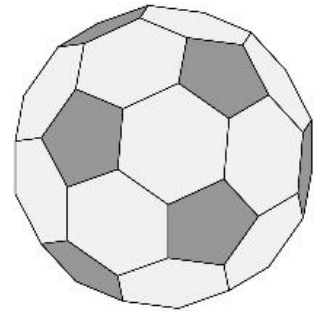
★ ★

Opgave 2.7: Regelmatige lichamen

Er zijn precies vijf regelmatige ruimtelijke figuren. Dat zijn figuren waarvan alle grensvlakken dezelfde vorm hebben.

Een bijzondere eigenschap van deze lichamen en van veel veelvlakken (lichamen waarvan de grensvlakken platte vlakken zijn) is de formule van Euler. Je vindt hem bij [Toepassen](#).

- Controleer die formule voor de vijf regelmatige lichamen.
- Klopt die formule voor een zeszijdig prisma?
- Laat met een voorbeeld zien dat de formule van Euler nooit kan gelden voor lichamen met gebogen grensvlakken.
- Geldt de formule van Euler ook voor deze voetbal? De bal is toch rond?



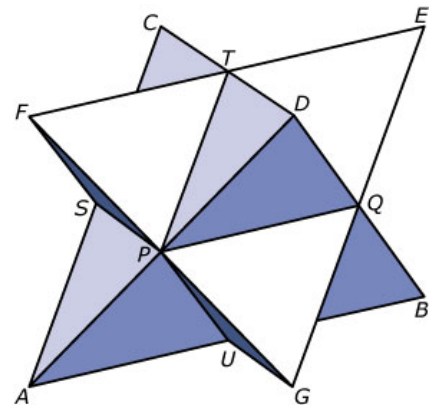
Figuur 2.14

★ ★ ★

Opgave 2.8: Keplerster

Bekijk de figuur. Deze figuur heet een Keplerster. Dit lichaam bestaat uit twee regelmatige viervlakken (tetraëders) door elkaar heen.

Hoeveel hoekpunten, hoeveel ribben en hoeveel grensvlakken heeft dit lichaam?

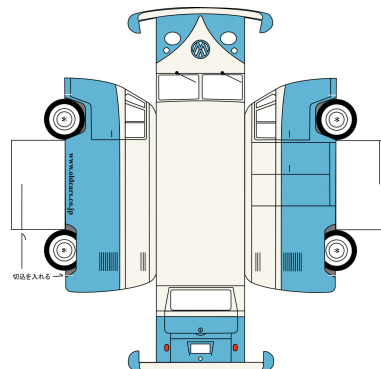


Figuur 2.15

1.3 Uitslagen

Inleiding

Ruimtelijke figuren kun je vaak zelf maken vanuit een bouwplaat(je).



Figuur 3.1

Je leert in dit onderwerp

- uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en/of beoordelen op juistheid;
- correcte uitslagen van ruimtelijke figuren maken;
- ruimtelijke figuren bouwen met behulp van bouwplaten.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van ruimtelijke figuren, zoals kubus, balk, piramide, prisma, cilinder, kegel en bol en deze figuren herkennen;
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- het aantal hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren berekenen.

Voor de docent

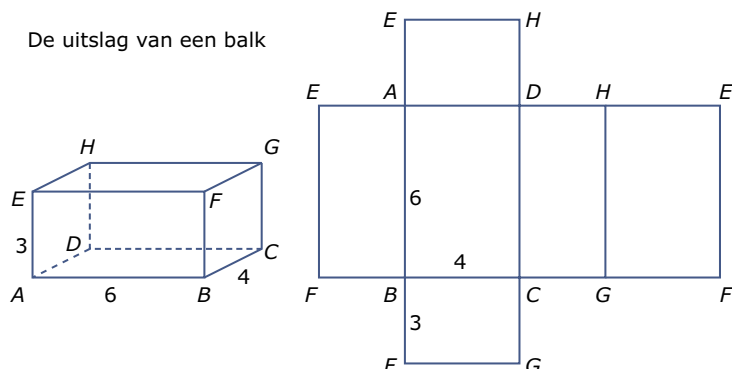
Bij het onderdeel 'Uitslagen' gaat het erom dat leerlingen uitslagen en bouwplaten van ruimtelijke figuren leren maken. Ook moeten ze fouten in uitslagen kunnen herkennen en efficiënt leren omgaan met plakrandjes. Je geeft de opdrachten mondeling.

Gewenste materialen:

- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken. Daarbij horen ook geodriehoeken en passers die daarop bruikbaar zijn. Mochten de figuren aan de kleine kant zijn, geef dan grotere afmetingen op. Ook is het mogelijk om stevige lege A4-tjes uit te delen waarop kan worden gewerkt. De resultaten kunnen dan worden uitgeknipt en op de werkplekken worden bevestigd. (Voordeel daarvan is dat het in elkaar passen ook echt kan worden uitgeprobeerd.)
- Bij de eerste opdracht zit een werkblad dat alleen bedoeld is om te laten zien en de opdracht mee toe te lichten.
- Bij de tweede opdracht zit een werkblad dat eventueel bedoeld is om op te werken. Dat kan dus wel worden uitgedeeld.
- Modellen, beter nog draadmodellen van de gangbare ruimtelijke figuren. Het liefst materiaal om ze in elkaar te zetten. Eventueel houten blokken met de gewenste vormen.

Opdracht 3.1

Hier zie je een uitslag van een balk. Een uitslag bestaat uit alle grensvlakken aan elkaar en wordt op ware grootte getekend. De uitslag moet met terugvouwen altijd weer het oorspronkelijke ruimtelijke figuur opleveren. Als je de uitslag op geschikte plaatsen van plakrandjes voorziet, kun je (als het goed is) de ruimtelijke figuur zelf bouwen. Je noemt zo'n uitslag met plakrandjes een 'bouwplaat'.



Figuur 3.2

Maak nu zelf van de volgende ruimtelijke figuren een uitslag met precies genoeg plakrandjes om hem in elkaar te kunnen zetten (maar zet hem niet in elkaar).

1. een kubus met ribben van 6 cm
2. een vierzijdige piramide waarvan de ribben van het grondvlak 4 cm en de andere ribben 8 cm zijn
3. een driezijdig prisma waarvan de ribben van de driehoeken 6 cm en de andere ribben 8 cm zijn
4. een cilinder waarvan de diameter 8 cm en het gebogen grensvlak 6 cm hoog is

— Toelichting —

Geef de opdrachten mondeling en na elkaar, laat het **Werkblad** zien, maar deel het niet uit.

De kubus zal wel vanzelf gaan, hopelijk de plakrandjes ook, maar daar kunnen vragen helpen zoals: “Vallen sommige plakrandjes niet over elkaar heen?” en “Zijn er plakrandjes overbodig of te weinig?”.

Bij de piramide en het prisma helpen hulpvragen als: “Hoe maak je ook alweer met passer en liniaal een driehoek?” en “Met welk vlak kun je het beste beginnen?”. En daarna weer hulpvragen over de plakrandjes.

Bij de cilinder moeten de leerlingen weer even bedenken hoe je een cirkel maakt waarvan de diameter is gegeven. Daarna komt het probleem dat ze de lengte van de cirkel (van de rand dus) moeten nameten. Een leuke uitdaging, maar misschien hebben sommigen wel eens gehoord van π .

Loop na afloop nog een aantal bijzonder mooie oplossingen na.

— Uitwerking —

Hier komen natuurlijk mooie figuren uit die goed in elkaar te vouwen zijn.

De plakrandjes zullen, zeker bij de cilinder nog een uitdaging vormen.

Er zijn meerdere goede antwoorden mogelijk.

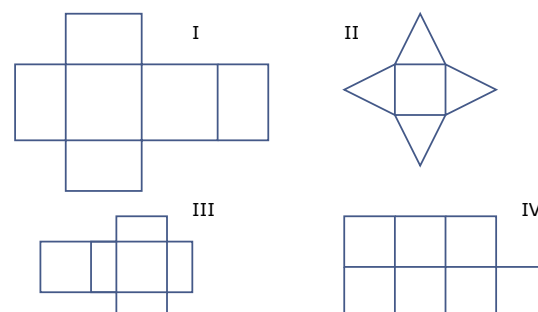
Opdracht 3.2

Hier zie je vier uitslagen. Verbeter de foute uitslagen en breng op de juiste plaatsen plakrandjes aan om ze in elkaar te kunnen zetten.

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling en deel het **Werkblad** uit.

Mogelijke hulpvragen: “Welke vlakken komen bij deze uitslag op elkaar te liggen bij vouwen?” en “Zijn ribben die tegen elkaar komen te liggen bij vouwen wel even lang?”.



Figuur 3.3

Een vervolgoopdracht zou kunnen zijn: “Kun je een uitslag van een piramide/cilinder tekenen die niet gaat passen (maar er wel redelijk correct uitziet)?”.

— **Uitwerking** —

Er zijn weer meerdere oplossingen goed.

Opdracht 3.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het maken van ‘uitslagen’ en/of ‘bouwplaten’ van ruimtelijke figuren. Ook het herkennen van foute uitslagen is nuttig.

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** —

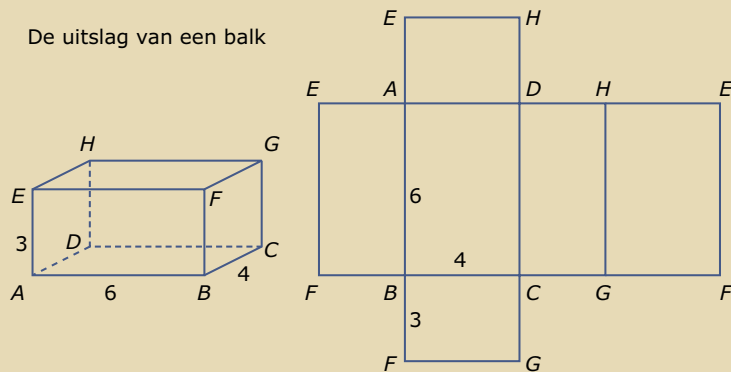
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

Een ruimtelijke figuur kun je openknippen en uitvouwen tot één plat figuur. Je hebt dan een soort **bouwplaat**. Een echte bouwplaat heeft echter plakranden en kan uit meerdere losse onderdelen bestaan. De bouwplaat van een ruimtelijke figuur zonder plakranden heet **uitslag**. Een uitslag bestaat uit alle grensvlakken aan elkaar en wordt op ware grootte getekend. De uitslag moet met terugvouden altijd weer het oorspronkelijke ruimtelijke figuur opleveren. Van een ruimtelijke figuur kun je verschillende uitslagen maken.

De uitslag van een balk



Figuur 3.4

Verwerken

★ Opgave 3.1

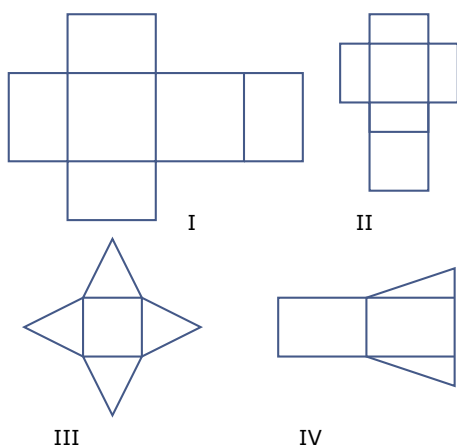
Op een normale kubusvormige dobbelsteen staan op elk grensvlak ogen. Het aantal ogen varieert van 1 tot en met 6 en op tegenover elkaar liggende grensvlakken is het aantal ogen samen altijd 7. Teken twee verschillende uitslagen van zo'n dobbelsteen.

★ Opgave 3.2

Teken een uitslag van een regelmatige vierzijdige piramide waarvan alle ribben 5 cm lang zijn.

★ Opgave 3.3

Welke van de volgende uitslagen zijn goed?

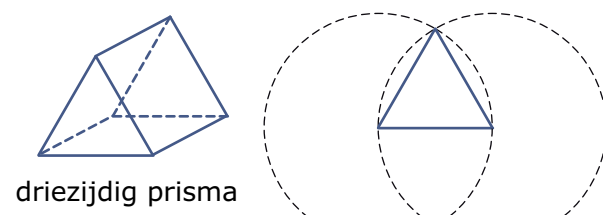


Figuur 3.5

- A. figuur I
- B. figuur II
- C. figuur III
- D. figuur IV

★ Opgave 3.4

Dit is een driezijdig prisma. De twee driehoeken hebben zijden van 4 cm. De drie rechthoeken hebben zijden van 4 cm en 6 cm.



Figuur 3.6

Je wilt van dit prisma een uitslag maken. Er is al een begin gemaakt.

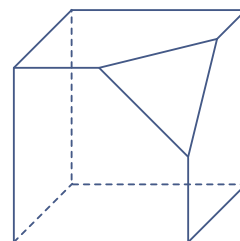
- a Teken zelf een driehoek met zijden van 4 cm. Gebruik daarbij je passer.
- b Zet op elk van de zijden van die driehoek rechthoeken van de juiste afmetingen.
- c Maak de uitslag af. Controleer je antwoord door het driezijdige prisma te vouwen.

★ ★

Opgave 3.5

Van deze kubus is een stuk afgezaagd. De hoekpunten van het driehoekige grensvlak zijn precies de middens van de ribben van de oorspronkelijke kubus.

Teken een uitslag van deze afgezaagde kubus. Kies zelf de lengte van een ribbe.



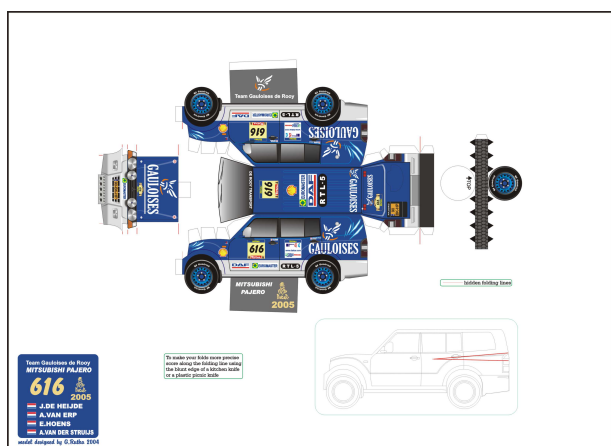
Figuur 3.7

Toepassen

Bouwplaten kom je overal tegen: als je meubels van Ikea koopt, of zelfbouwkastjes, of Lego, of... Ze zien er telkens anders uit. En lang niet altijd zoals een uitslag met plakrandjes.

Als je even via Google zoekt kom je echter veel mooie exemplaren tegen.

Deze is gemaakt door G. Rutka voor het **het Parijs-Dakar-team De Rooy**.



Figuur 3.8

★ ★

Opgave 3.6: Bouwplaten

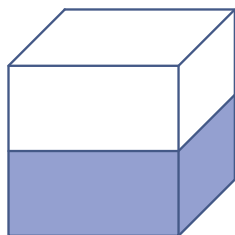
Bouwplaten zijn er van allerlei bekende gebouwen, van allerlei voertuigen, vaartuigen, vliegtuigen. Hierboven zie je er een voorbeeld van.

- Bekijk de bouwplaat goed. Waar vind je op de figuur een bouwplaat van een cilinder?
- Ga na, dat de bouwplaat klopt door hem uit te knippen en in elkaar te zetten.
- Zoek maar eens of je mooiere bouwplaten kunt vinden. Bijvoorbeeld ook van voorwerpen met gebogen grensvlakken. Zet ze in elkaar!

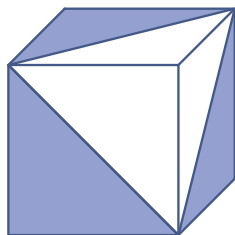
★ ★

Opgave 3.7: Kubus in de verf

Hier zie je een paar kubussen die in de verf zijn gedoopt.



figuur I



figuur II

Figuur 3.9

Teken er telkens een uitslag van waarop je het gekleurde deel van de kubus duidelijk aangeeft.

1.4 Aanzichten

Inleiding

Ruimtelijke figuren bekijk je vaak recht van voren, recht van boven, of van opzij om een goed beeld ervan te krijgen. Ook in de bouwkunde wordt hier vaak gebruik van gemaakt. Toch heb je dan niet altijd scherp hoe het object er precies uit ziet.



Figuur 4.1

Je leert in dit onderwerp

- aanzichten van een figuur tekenen;
- vanuit gegeven aanzichten een figuur herkennen en andersom;
- afmetingen van een ruimtelijke figuur opmeten in een daarvoor geschikt aanzicht;
- vanuit een drieaanzicht van een figuur een uitslag tekenen en andersom.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van ruimtelijke figuren, zoals kubus, balk, piramide, prisma, cilinder, kegel en bol en deze figuren herkennen;
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen, berekenen en benoemen;
- correcte uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en maken.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Aanzichten' gaat het erom dat leerlingen aanzichten (en met name een drieaanzicht) van ruimtelijke figuren leren maken. Ook moeten ze omgekeerd vanuit gegeven aanzichten kunnen reconstrueren hoe de figuur eruit zag en er een uitslag van kunnen maken. Je geeft de opdrachten mondeling.

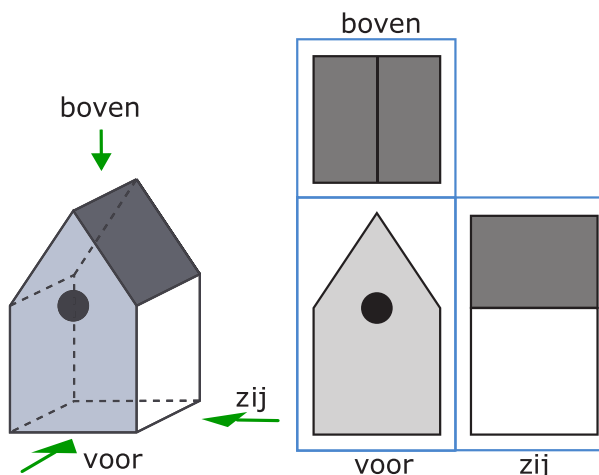
Gewenste materialen:

- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken. Daarbij horen ook geodriehoeken en passers die daarop bruikbaar zijn.
- Bij de eerste opdracht zit een werkblad dat alleen bedoeld is om te laten zien en de opdracht mee toe te lichten.
- Bij de tweede opdracht zit een werkblad om te laten zien, de leerlingen kunnen de figuren overnemen op hun eigen bord.
- Modellen, beter nog draadmodellen van de gangbare ruimtelijke figuren. Het liefst materiaal om ze in elkaar te zetten. Eventueel houten blokken met de gewenste vormen.

Opdracht 4.1

Dit is een 'drieaanzicht' van een vogelhuisje. Het bestaat uit drie aanzichten: een voor-, een zij- en een bovenaanzicht. Het vogelhuisje zelf staat er naast.

Maak zelf van dit vogelhuisje zo'n drieaanzicht als het ondervlak een vierkant van 20 bij 20 cm is, de verticale ribben ook 20 cm zijn en de afstand van de nok van het dak tot de bodem 35 cm is. Het gat heeft een diameter van 5 cm. Teken er vervolgens ook een uitslag van.



Figuur 4.2

Toelichting

Geef de opdracht mondeling, laat het **Werkblad** zien, maar deel het niet uit en vouw het na even te hebben getoond zo op dat het drieaanzicht zelf niet meer zichtbaar is. Het leukste zou nog zijn om zelf een vergelijkbaar vogelhuisje te tonen en daar aanzichten van te laten maken.

De aanzichten zullen wel gaan, de uitslag kan lastiger zijn want de afmetingen van het dak moeten in het goede aanzicht worden gemeten. Daarbij kan een hulpvraag als: "In welk aanzicht kun je de lengte/breedte van de beide dakdelen bepalen?".

Uitwerking

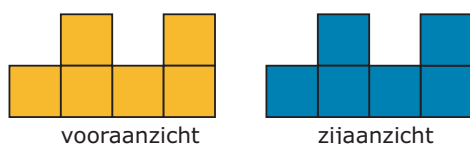
Hier komt een figuur uit zoals in het getoonde plaatje.

Voor de uitslag moet de grootte van de dakwanden nog in het juiste aanzicht uit de figuur worden gehaald. De éne afmeting is gegeven, de andere moet worden gemeten en/of met een passer worden overgezet.

Er zijn voor de uitslag meerdere goede antwoorden mogelijk.

Opdracht 4.2

Je ziet een vooraanzicht en een zij aanzicht van een stapel kubussen. Het bovenaanzicht ontbreekt.



Figuur 4.3

Hoeveel kubussen kunnen hier maximaal en minimaal liggen?

Laat je antwoorden in een bovenaanzicht zien, geef daarin aan hoeveel kubussen er boven elkaar liggen.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling en deel eventueel het **Werkblad** uit.

Mogelijke hulpvragen: "Kun je een bovenaanzicht maken?", "Waar moeten dan in ieder geval kubussen liggen?", "Waar kunnen dan nog kubussen liggen?" en "Waar moeten in ieder geval twee kubussen op elkaar liggen?".

Je kunt dit eventueel met nog meer puzzeltjes doen.

Mocht de opdracht aan de moeilijke kant zijn, doe dan bijvoorbeeld eerst deze (dit is de eerste opdracht bij voorbeeld 2 op de website):

Je ziet het bovenaanzicht van een kubusstapel. De getallen geven aan hoeveel kubussen er op elkaar liggen.

3	4	3	2
2	1	2	4

Figuur 4.4

Teken een bijpassend vooraanzicht en een bijpassend zijaanzicht.

Uitwerking

Maximaal 20 en minimaal zes. Hier staan de mogelijke bovenaanzichten:

			2
1			
	2		
		1	

Tabel 4.1

1	2	1	2
1	1	1	1
1	2	1	2
1	1	1	1

Tabel 4.2

Opdracht 4.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het tekenen van 'aanzichten' (in het bijzonder een 'drieaanzicht') van ruimtelijke figuren. Omgekeerd moet je ook vanuit gegeven aanzichten (zoals een drieaanzicht) weer de figuur herkennen en een uitslag ervan kunnen maken.

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

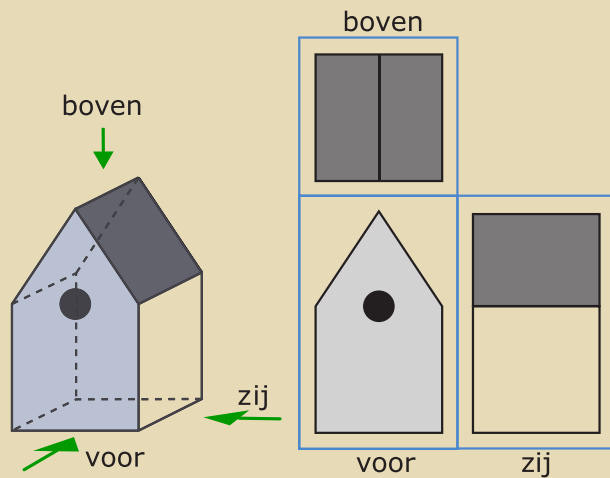
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

Je ziet hier het **vooraanzicht**, het **bovenaanzicht** en het (rechter)**zijaanzicht** van een vogelhokje. Als je deze drie **aanzichten** in één figuur zet, op zo'n manier als hiernaast, spreek je van een **drieaanzicht** van de figuur.

In het **drieaanzicht** van het vogelhuisje kun je de afmetingen van het dak opmeten. Dat kan niet in elk aanzicht: in sommige aanzichten zijn deze afmetingen niet te zien of zijn ze niet op ware grootte getekend.

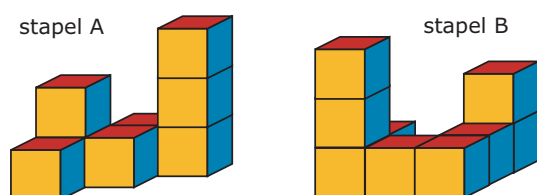


Figuur 4.5

Verwerken

★ Opgave 4.1

Teken van deze kubusstapels telkens een vooraanzicht, een zijaanzicht en een bovenaanzicht met de hoogte er in aangegeven. Geef bij elke stapel ook aan uit hoeveel kubussen deze bestaat.



Figuur 4.6

★ Opgave 4.2

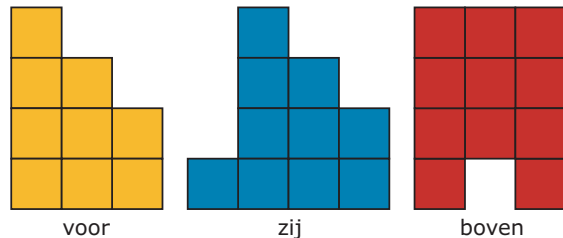
Teken een vooraanzicht en een (rechter)zijaanzicht bij de kubusstapel die hoort bij het gegeven bovenaanzicht, waarop de cijfers het aantal kubussen aangeeft dat op elkaar ligt.

2		4
4	3	2
1	2	1
3	2	

Tabel 4.3

★★ Opgave 4.3

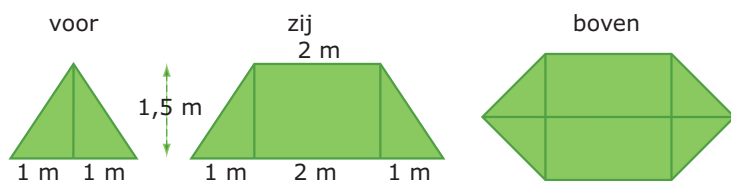
Je ziet drie aanzichten van een stapel kubussen. Hoeveel kubussen heb je minimaal nodig om deze stapel te maken? En hoeveel kun je er maximaal gebruiken?



Figuur 4.7

★ Opgave 4.4

Je ziet drie aanzichten van een eenvoudige tent. De tent heeft ook een grondzeil dat de hele bodem bedekt.



Figuur 4.8

- Maak een ruimtelijke tekening van deze tent. Gebruik daarvoor de maten in centimeter (1 meter = 2 centimeter).
- Teken een uitslag van de tent.

★ **Opgave 4.5**

Je ziet de nestkast van een torenvalk. Teken een drieaanzicht van de nestkast. Neem voor het met zink beklede dak een vierkant van 6 cm bij 6 cm. Teken de achterwand als een rechthoek van 5 bij 8 cm en het grondvlak als een rechthoek van 5 bij 4 cm. Van de voorkant van de nestkast is de onderste helft dichtgemaakt met een rechthoekig plankje van 5 bij 3 cm. De plankjes en het zinken dak zijn 3 mm dik.

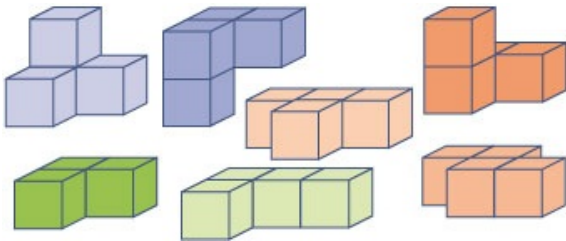


Figuur 4.9

Toepassen

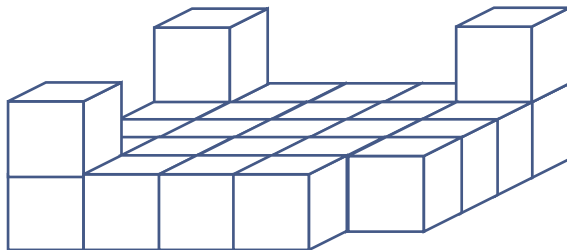
★★ **Opgave 4.6: Somakubus**

Een Somakubus is opgebouwd uit zeven verschillende delen.



Figuur 4.10

- Met deze zeven delen samen kun je de Somakubus maken. Welke afmetingen heeft deze Somakubus?
- Hier zie je een andere ruimtelijke figuur, die je met alle zeven delen kunt opbouwen. Laat zien hoe die zeven delen in het bouwwerk zitten.



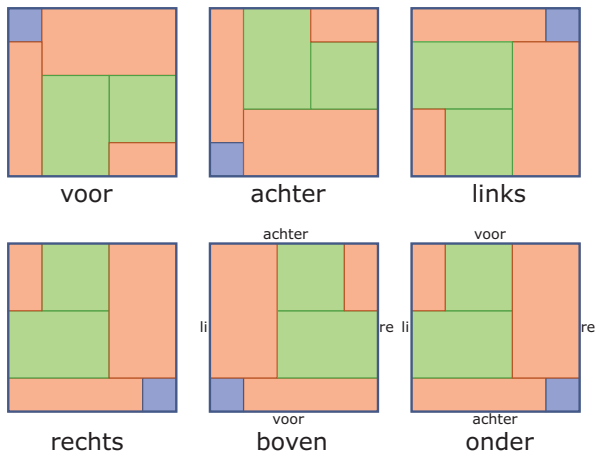
Figuur 4.11

★ ★ ★

Opgave 4.7: Inpakprobleem van Conway

De Engelse wiskundige J.H. Conway bedacht het volgende inpakprobleem:

In een kist in de vorm van een kubus van 5 bij 5 bij 5 eenheden passen precies 17 houten blokken. Die rechthoekige blokken zijn van drie verschillende soorten A (oranje), B (groen) en C (paars). Deze zes aanzichten van de kubus laten zien hoe de blokken in de kist passen. Hoeveel blokken van elke soort zijn er?

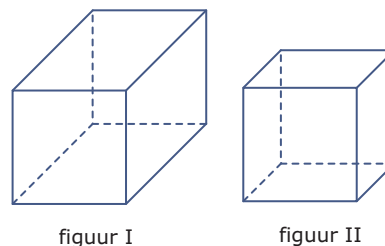


Figuur 4.12

1.5 Ruimtelijk tekenen

Inleiding

Van welke figuur zeg je dat het een kubus is? En van welke figuur zijn alle ribben even lang? En hoe zit het met de evenwijdigheid van de ribben? Kortom: wat is de beste tekening van een kubus?



Figuur 5.1

Je leert in dit onderwerp

- ruimtelijke figuren op roosterpapier tekenen, het begrip parallelprojectie;
- informatie over ruimtelijke figuren aflezen uit een tekening op roosterpapier.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van ruimtelijke figuren, zoals kubus, balk, piramide, prisma, cilinder, kegel en bol en deze figuren herkennen;
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen, berekenen en benoemen;
- correcte uitslagen en aanzichten van ruimtelijke figuren herkennen en maken;
- vanuit gegeven aanzichten een figuur herkennen en de figuur of zijn uitslag tekenen.

Voor de docent

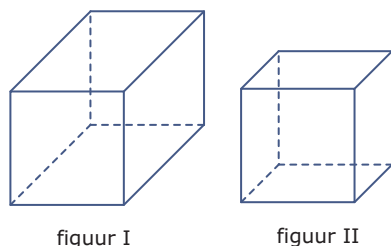
Bij het onderdeel 'Ruimtelijk tekenen' gaat het erom dat leerlingen kennis maken met parallelprojectie en zelf (met behulp van een rooster) ruimtelijke figuren leren tekenen in parallelprojectie. Zaken als 'verkortingsfactor' en 'wijkhoek' zijn nog een brug te ver. Je geeft de opdrachten mondeling.

Gewenste materialen:

- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken, waaronder roosterpapier en geodriehoeken die erop bruikbaar zijn.
- Bij de eerste opdracht zit een werkblad dat alleen bedoeld is om te laten zien en de opdracht mee toe te lichten.
- Modellen, beter nog draadmodellen van de gangbare ruimtelijke figuren. Het liefst materiaal om ze in elkaar te zetten. Eventueel houten blokken met de gewenste vormen.

Opdracht 5.1

Deze figuren staan in de [Inleiding](#).



Figuur 5.2

Van een kubus zijn alle ribben even lang. Welke van deze twee figuren zou dus de kubus moeten zijn? Maar waarom lijkt de andere meer op een kubus?

Teken op roosterpapier een goed gelijkende kubus $ABCD.EFGH$ met ribben van 6 roostereenheden. De voorkant van de kubus moet op het rooster liggen. Laat duidelijk zien hoe jullie dit aanpakken.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling, laat eventueel het [Werkblad](#) zien. Deze figuur staat ook in het lesmateriaal van de leerlingen.

Eventuele hulpvragen: “Hoe zorg je ervoor dat de ribben die schuin naar achteren lopen niet erg lang lijken?” en “Welke afspraken moet je maken om allemaal op redelijk goede kubussen uit te komen?”.

De vervolgvraag is: “Hoe zou je dit doen als je op een blanco papier moet werken?”.

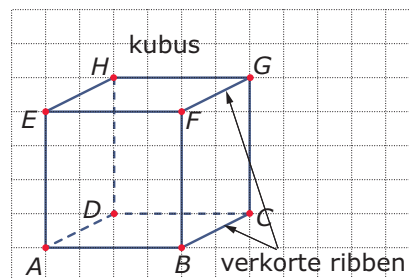
Bekijk aan het einde van de opdracht nog even de mooiste tekeningen en laat het woord ‘parallel-projectie’ vallen. Benoem dat parallel hetzelfde is als evenwijdig en stel eventueel de vraag waarom dit een handige manier van tekenen is en waarom dit toch niet helemaal met de werkelijkheid overeenkomt.

Uitwerking

Je zou denken dat figuur I de kubus is, want daarvan zijn de ribben even lang.

Figuur II lijkt meer op een kubus omdat lijnen die naar achteren lopen in onze ogen korter lijken te worden.

Maak slim gebruik van het rooster. De ribben die schuin naar achteren lopen, moeten ook allemaal evenwijdig en even lang zijn (met een lengte die kleiner is dan de werkelijke lengte van de ribben).



Figuur 5.3

Opdracht 5.2

Teken een regelmatige vierzijdige piramide $ABCD.T$ met $AB = BC = 4$ roostereenheden en punt T op 4 roostereenheden recht boven het midden van het grondvlak $ABCD$.

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling.

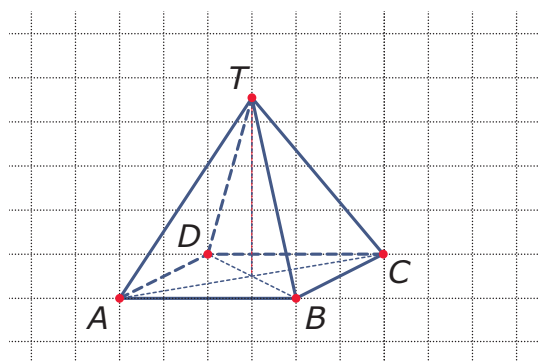
Mogelijke hulpvragen: “Hoe maak je het grondvlak?”, “Hoe vind je het midden van het grondvlak?”, “Waar komt nu punt T ?” en “Hoe maak je de figuur af?”.

Als dit snel gaat, kun je bijvoorbeeld nog laten tekenen:

1. Balk $ABCD.EFGH$ met $AB = 5$, $BC = 4$ en $AE = 4$.
2. Regelmatig driezijdig prisma $ABC.DEF$ met $AB = AC = BC = 6$ en $AE = 8$.
3. Het vogelhuisje uit de eerste opdracht van het voorgaande onderdeel.

— Uitwerking —

Het mooist is het tonen van de doorklikanimatie in [Voorbeeld 2](#).



Figuur 5.4

Opdracht 5.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het ‘tekenen van ruimtelijke figuren’ (in het bijzonder op roosterpapier).

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.

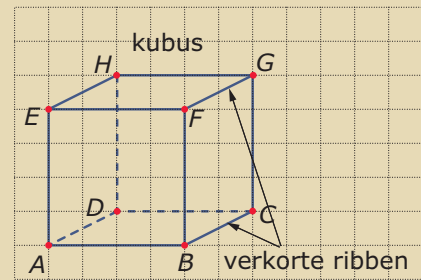
Theorie

Om te onthouden

Bij een **ruimtelijke tekening** gebruik je de evenwijdigheid van de ribben van de figuur. Ook in de tekening blijven evenwijdige ribben evenwijdig. Dat noem je een **parallelprojectie**, omdat “parallel” een ander woord is voor “evenwijdig”.

Je ziet hier een kubus in parallelprojectie getekend op een rooster.

Om de evenwijdigheid te behouden maak je van de roosterhokjes gebruik. Lijnen die naar achteren lopen worden verkort.



Figuur 5.5

Verwerken

★ Opgave 5.1

Teken een balk $ABCD.EFGH$ met $AB = 4$ cm, $AD = 6$ cm en $AE = 2$ cm.

- Teken deze balk op roosterpapier. Stippel de onzichtbare ribben. Zet de letters bij de hoekpunten.
- Uit hoeveel kubussen van 1 cm bij 1 cm bij 1 cm bestaat de balk?

★ Opgave 5.2

Deze kaars heeft de vorm van een regelmatige vierzijdige piramide met een grondvlak van 3 cm bij 3 cm en een hoogte van 12 cm.

Teken deze kaars op roosterpapier. Stippel de onzichtbare ribben.

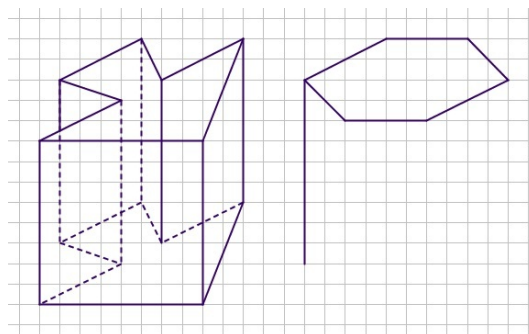


Figuur 5.6

★ Opgave 5.3

Je ziet een prisma en een deel van een prisma.

Maak het tweede prisma af op het **Werkblad**. Hoe heet zo'n prisma?

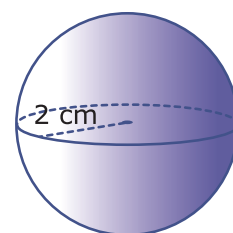


Figuur 5.7

★ Opgave 5.4

Je ziet een bol met een diameter van 4 cm. Een cilinder en een kegel hebben dezelfde diameter. De hoogte van de kegel en de cilinder is even groot als de diameter van de bol.

Teken beide figuren naast de bol op het **Werkblad**.



Figuur 5.8

★★ **Opgave 5.5**

Dit is de 'Lümmel', een stoel/poef/bijzettafeltje. Hij bestaat uit twee in elkaar geschoven balken.

Maak op roosterpapier een ruimtelijke tekening van zo'n Lümmel. Leg deze daar wel plat neer, als bijzettafeltje. Kies de afmetingen zo, dat hij zo goed mogelijk lijkt op de foto.



Figuur 5.9

Toepassen

★★ **Opgave 5.6: Acrylletters**

Acryl is een doorzichtige kunststof die bijvoorbeeld wordt gebruikt voor het maken van grote reclameletters. Je ziet de letter G (door de acryl is een kleurstof gemengd).

Maak een ruimtelijke tekening van een eenvoudige letter F als acrylletter. (Je mag deze ook in een andere positie zetten of er op een andere handige manier tegenaan kijken).



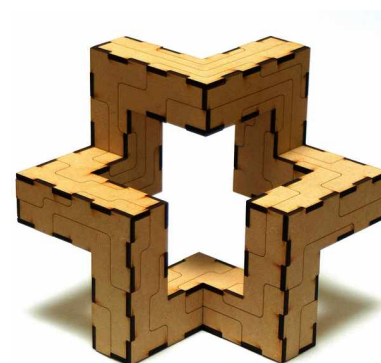
Figuur 5.10

★★★ **Opgave 5.7: Step Star**

Dit is de 'Step Star', een 3D puzzel. Als alle puzzelstukjes op hun plaats zitten, krijg je een figuur die precies in een kubus past en ribben heeft van 1 cm, 2 cm en 3 cm. De figuur lijkt een doorlopende balk die steeds onder een rechte hoek een knik maakt.

Maak op roosterpapier een ruimtelijke tekening van deze figuur. Teken de ribben daarbij als rechte lijnen, niet als gekartelde. Denk eraan om de juiste ribben te stippelen.

Voor een afstand van 1 cm kun je in je tekening het beste drie hokjes nemen.



Figuur 5.11

Practicum: 3D figuren in GeoGebra

In plaats van het tekenen van ruimtelijke figuren met potlood en liniaal of geodriehoek kun je ook gebruik maken van GeoGebra. Je kunt het direct starten vanaf de [GeoGebra-website](https://www.geogebra.org/m). Kies voor 'Start rekenmachine'.

Voor 3D-figuren moet je ook de '3D-rekenmachine' kiezen.

1.6 Diagonaalvlakken

Inleiding

In dit drinkpakje zit vlak bij een hoekpunt van het bovenvlak een plek waar je het rietje in kunt steken. Zo'n rietje moet wel tot op de bodem komen. Hoe bepaal je hoe lang zo'n rietje minstens moet zijn?



Figuur 6.1

Je leert in dit onderwerp

- (lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken in ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- (lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken op ware grootte tekenen en zo lengtes meten.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van ruimtelijke figuren, zoals kubus, balk, piramide, prisma, cilinder, kegel en bol en deze figuren herkennen en deze tekenen (op roosterpapier);
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen, berekenen en benoemen;
- correcte uitslagen en aanzichten van ruimtelijke figuren herkennen en maken;
- vanuit gegeven aanzichten een figuur herkennen en de figuur of zijn uitslag tekenen.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Diagonaalvlakken' gaat het erom dat leerlingen kennis maken met de begrippen 'diagonaalvlak', 'lichaamsdiagonaal' en 'zijvlakdiagonaal of grensvlakdiagonaal'. Verder is het de bedoeling dat ze diagonaalvlakken op ware grootte (en dus ook in de juiste vorm) leren tekenen om daarin metingen te verrichten. Je geeft de opdrachten mondeling.

Gewenste materialen:

- Schrijfmateriaal voor op de verticale uitwisbare werkvlakken. Daarbij horen ook geodriehoeken en passers die daarop bruikbaar zijn.
- Bij de eerste en de tweede opdracht zit een werkblad dat alleen bedoeld is om te laten zien en de opdracht mee toe te lichten.
- Modellen, beter nog draadmodellen van de gangbare ruimtelijke figuren. Het liefst materiaal om ze in elkaar te zetten. Eventueel houten blokken met de gewenste vormen.

Opdracht 6.1

In de **Inleiding** staat een drinkpakje.

Neem aan dat dit drinkpakje de vorm heeft van een balk van 5,5 cm bij 4,0 cm bij 9,5 cm.

In dit pakje zit vlak bij een hoekpunt van het bovenvlak een plek waar je het rietje in kunt steken. Hoe lang moet zo'n rietje minstens zijn?

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling, laat eventueel het **Werkblad** zien. Deze figuur staat ook in het lesmateriaal van de leerlingen. Dit zal een pittige opdracht zijn.

Eventuele hulpvragen: “Kun je een tekening maken van de balkvorm?”, “Kun je het rietje erin tekenen, zo dat het in ieder geval tot in alle (beneden)hoeken van het pakje kan komen?”, “Kun je een rechthoek bedenken waarvan dit rietje een diagonaal is? En die tekenen in je figuur?” en “Hoe teken je die rechthoek op ware grootte?”.

Bekijk aan het einde van de opdracht nog even de mooiste tekeningen en laat de woorden ‘diagonaalvlak’, ‘lichaamsdiagonaal’ en ‘zijvlaksdiaagonaal’ vallen. Misschien zijn er leerlingen die dit oplossen door een uitslag van de balk te maken, die in elkaar te zetten en dan de lengte te meten van een stokje dat er diagonaalsgewijs nog inpast. Dat is natuurlijk ook een prima oplossing. Toch is het handig om in ieder geval de oplossing met twee tekeningen nadrukkelijk aan de orde te stellen.

— Uitwerking —

Dit rietje is ongeveer een lichaamsdiagonaal. In dit geval de diagonaal van een rechthoek met hoogte 9,5 cm en breedte de lengte van de diagonaal van het grondvlak van 5,5 bij 4,0 cm. Die lengte is ongeveer 6,8 cm.

Teken een rechthoek van 6,8 cm breed en 9,5 cm hoog.

Een diagonaal daarvan is ongeveer 11,7 cm.

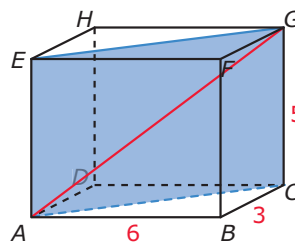
Het rietje moet meer dan 11,7 cm lang zijn.

Opdracht 6.2

In deze balk is AG een lichaamsdiagonaal. Het is een diagonaal van het diagonaalvlak $ACGE$. Een diagonaalvlak verbindt twee ribben met elkaar, maar is geen grensvlak van de figuur. Een diagonaal zoals AC is geen lichaamsdiagonaal, maar een zijvlaksdiaagonaal.

Bepaal het aantal diagonaalvlakken, lichaamsdiagonalen en zijvlaksdiaagonalen van:

1. De getekende balk $ABCD.EFGH$.
2. Een vierzijdige piramide $ABCD.T$ met vierkant grondvlak.
3. Een driesijdig prisma $ABC.EFG$ waarvan twee grensvlakken driehoeken zijn met drie gelijke zijden.
4. Een zeszijdig prisma waarvan twee grensvlakken zeshoeken zijn met gelijke zijden.



Figuur 6.2

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling en stap voor stap. De laatste van de vier opdrachten is gelijk behoorlijk pittig, want kun je eigenlijk alleen beredeneren.

Mogelijke hulpvragen: “Kun je eerst de figuur even tekenen/schetsen?”, “Wat is een diagonaalvlak ook weer precies? Hoe zit dat bij deze figuur?”, “Kun je het aantal lichaamsdiagonalen beredeneren vanuit het aantal hoekpunten?” en “Kun je het aantal zijvlaksdiaagonalen beredeneren vanuit het aantal zijvlakken?”.

Uitwerking

1. De balk heeft 6 diagonaalvlakken, 4 lichaamsdiagonalen en $6 \times 2 = 12$ zijvlaksdagonalen.
2. De vierzijdige piramide heeft 2 diagonaalvlakken, 0 lichaamsdiagonalen en 2 zijvlaksdagonalen.
3. Een driesijdig prisma heeft 0 diagonaalvlakken, 0 lichaamsdiagonalen en $3 \times 2 = 6$ zijvlaksdagonalen.
4. Een zeszijdig prisma heeft 15 diagonaalvlakken, 18 lichaamsdiagonalen en $3 \times 2 = 6$ zijvlaksdagonalen.

Vanuit elk hoekpunt kun je drie lichaamsdiagonalen trekken, dat zijn er in totaal $12 \times 3 = 36$. Maar dan tel je ze allemaal dubbel: $AJ = JA$ enzovoort. Er zijn dus $(12 \times 3)/2 = 18$ lichaamsdiagonalen in dit prisma.

Elke verticale ribbe van het prisma kun je met drie andere ribben verbinden tot een diagonaalvlak. Dat maakt $6 \times 3 = 18$ diagonaalvlakken, maar dan tel je ze allemaal dubbel. Elke horizontale ribbe van het prisma kun je met één ribbe verbinden tot een diagonaalvlak. Dat maakt twaalf diagonaalvlakken, maar dan tel je ze allemaal dubbel. Dus in totaal $9 + 6 = 15$ diagonaalvlakken.

Elke rechthoekige zijvlak heeft 2 diagonalen, dat zijn er samen $6 \times 2 = 12$. Elk zeszijdige zijvlak heeft er $(6 \times 3)/2 = 9$. Er zijn dus in totaal $12 + 9 = 21$ zijvlaksdagonalen.

Opdracht 6.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het werken met 'diagonaalvlakken', 'lichaamsdiagonalen' en 'zijvlaksdagonalen'. ga na of je de lengte van een diagonaal kunt vaststellen door de juiste tekeningen van zijvlakken (grensvlakken) en diagonaalvlakken op ware grootte te maken.

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

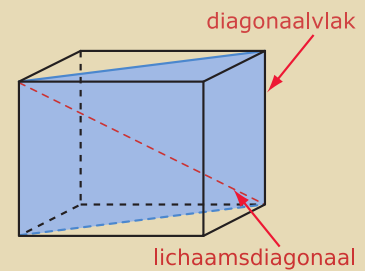
Om te onthouden

Je ziet een **diagonaalvlak** getekend in een balk. Een diagonaalvlak verbindt twee ribben met elkaar, maar is geen grensvlak van de figuur. Je kunt in veel ruimtelijke figuren diagonaalvlakken tekenen.

Een **lichaamsdiagonaal** van een ruimtelijke figuur is een diagonaal van een diagonaalvlak.

Als je de lengte van een lichaamsdiagonaal wilt meten, moet je een diagonaalvlak **op ware grootte tekenen**.

Een diagonaal die in een grensvlak van de figuur ligt heet een **zijvlaksdiaagonaal**. Als je van zo'n zijvlaksdiaagonaal de lengte wilt meten, dan teken je dit zijvlak op ware grootte.



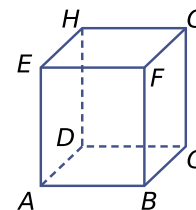
Figuur 6.3

Verwerken

★ Opgave 6.1

Je ziet een balk van 4 cm bij 4 cm bij 5 cm. Deze balk staat zes keer op het **Werkblad**.

- Teken in elke figuur op het **Werkblad** een ander diagonaalvlak.
Veel diagonaalvlakken hebben dezelfde afmetingen. Maar niet allemaal.
- Hoeveel echt verschillende diagonaalvlakken zijn er?
- Teken de echt verschillende diagonaalvlakken op ware grootte en ga na dat in al deze figuren de lichaamsdiagonaal van de balk hetzelfde is.
- Stel, de balk is van hout en je zaagt de balk langs alle diagonaalvlakken door. Stel, je kunt de vorm van de balk intact houden. In hoeveel delen valt de balk uiteindelijk uiteen?
- Welke vorm (en afmetingen) hebben die delen waarin de balk is opgedeeld?



Figuur 6.4

★ Opgave 6.2

Van de vierzijdige piramide $ABCD.T$ zijn alle ribben 6 cm.

- Teken een uitslag van de piramide.
- Benoem de diagonaalvlakken van de piramide. Welke vorm hebben ze? Wat zijn de afmetingen ervan?

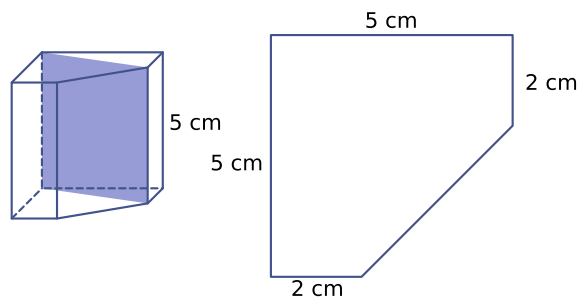
★ Opgave 6.3

De afmetingen van een bakje met deksel zijn 7,2 cm bij 7,2 cm bij 3 cm. Ga ervan uit dat het bakje de vorm van een balk heeft.

Hoe lang kan het langste potlood zijn dat nog in dit bakje past?

★ Opgave 6.4

In dit prisma is een diagonaalvlak getekend. Het prisma is 5 cm hoog en het grondvlak is ernaast getekend.



Figuur 6.5

- Hoeveel diagonaalvlakken van dit prisma hebben de vorm van een rechthoek?
- Teken het kleinste rechthoekige diagonaalvlak op ware grootte.
- Hoe lang is de kortste lichaamsdiagonaal (van een rechthoekig diagonaalvlak) in dit prisma?
- Hoeveel verschillende lengten lichaamsdiagonalen zijn er in de rechthoekige diagonaalvlakken?

★★

Opgave 6.5

Je ziet een legertent met een vloer (grondzeil) van 5 meter breed en 8 meter lang. De tent heeft de vorm van een prisma en is totaal 3,5 meter hoog. Zie voor verdere afmetingen de figuur. De nok van de tent zit precies boven het midden van de vloer.



Figuur 6.6

- a Teken een aanzicht van de voorkant van de tent. Maak daarna ook meteen een ruimtelijke tekening van dit prisma. Maak tekeningen op schaal 1 : 100.

Je wilt in de tent een lange, schuine waslijn ophangen die loopt van hoog naar laag. De ene kant van de waslijn maak je vast aan het voorvlak van de tent, daar waar het dak begint op 2,5 meter hoogte (op de foto linksboven). De andere kant maak je vast aan het achtervlak van de tent, aan het hoekpunt rechtsonder, op grondhoogte.

- b Teken deze waslijn er in je ruimtelijke tekening bij. Bedenk nu een manier om te kunnen bepalen hoe lang deze waslijn wordt. Geef het antwoord in m, op één decimaal nauwkeurig.

Toepassen

Al in de Oudheid was bekend dat er precies vijf **regelmatige lichamen** zijn. Dat zijn lichamen waarvan alle ribben en alle vlakken en alle hoeken gelijk zijn. Hier zie je er fraaie animaties van, die zijn gemaakt door **Rüdiger Appel**. Bekijk zijn website maar eens, je vind er deze figuren onder de naam 'Platonic Solids' (dat is Engels voor 'Platonische lichamen').

Je ziet in de applet (van links naar rechts) het tetraëder (regelmatig viervlak), de kubus (hexaëder, of regelmatig zesvlak), het octaëder (regelmatig achthoek), het dodecaëder (regelmatig twaalfvlak) en het icosaeëder (regelmatig twintigvlak).

[Bekijk de applet.](#)

★★★

Opgave 6.6

In de applet hierboven zie je de vijf Platonische lichamen nog eens. Beredeneer van elk van deze vijf lichamen hoeveel diagonaalvlakken en hoeveel lichaamsdiagonalen er zijn.

1.7 Totaalbeeld

Samenvatten

Begrippenlijst

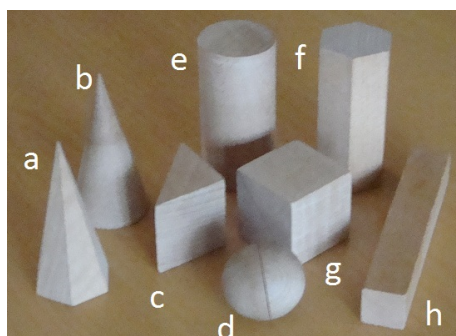
- kubus, balk (of blok), piramide, prisma, bol, cilinder, kegel
- hoekpunt, ribbe, grensvlak
- uitslag — bouwplaat
- voor-, zij-, bovenaanzicht — drieaanzicht
- parallelprojectie
- diagonaalvlak — lichaamsdiagonaal — zijvlaksdiaagonaal

Activiteitenlijst

- enkele ruimtelijke figuren herkennen;
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en maken;
- aanzichten tekenen en vanuit gegeven aanzichten een figuur herkennen;
- ruimtelijke figuren tekenen (op rooster);
- diagonalen en diagonaalvlakken in ruimtelijke figuren herkennen en op ware grootte tekenen.

Opgave 7.1

Je ziet verschillende ruimtelijke figuren.



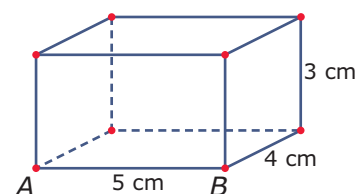
Figuur 7.1

Geef van elke figuur de juiste naam. Geef bij prisma's en piramides ook aan *hoeveel*zijdig ze zijn.

Opgave 7.2

Je ziet een balk $ABCD.EFGH$.

- Teken zelf deze balk op een rooster en zet bij de overige hoekpunten de juiste letter.
- Welk hoekpunt heeft met E geen grensvlak gemeen?
- Welke ribben zijn evenwijdig met ribbe BC ?



Figuur 7.2

Opgave 7.3

Teken een piramide $ABCD.T$ waarvan het grondvlak $ABCD$ een rechthoek is met $AB = 3$ cm en $BC = 3$ cm. De top van de piramide zit recht boven het snijpunt S van de diagonalen van het grondvlak en $TS = 6$ cm.

Opgave 7.4

Teken een drieaanzicht van de piramide $ABCD.T$ waarvan het grondvlak $ABCD$ een rechthoek is met $AB = 5$ cm en $BC = 4$ cm. De top van de piramide zit recht boven het snijpunt S van de diagonalen van het grondvlak en $TS = 6$ cm.

Opgave 7.5

Bekijk de balk $ABCD.EFGH$ van **Opgave 7.2** nog eens.

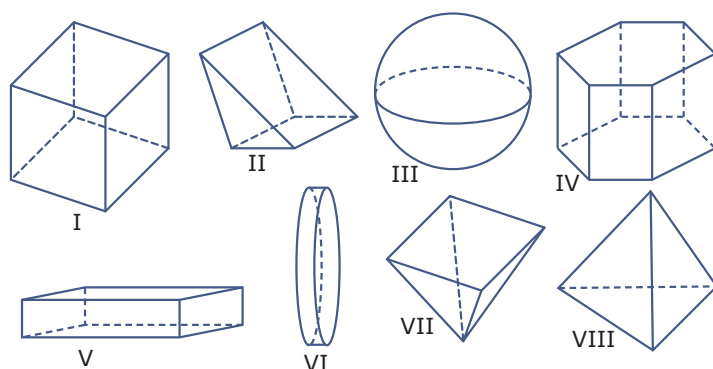
- Teken een uitslag van deze balk en zet bij alle hoekpunten de juiste letter.
- Geef in je uitslag de vier zijden van diagonaalvlak $BDHF$ aan.
- Teken dit diagonaalvlak op ware grootte.
- Bepaal nu de lengte van een lichaamsdiagonaal van de balk.

Testen

Formatieve basale kennistoets [PDF \(docx\)](#).

★ Opgave 7.6

Je ziet verschillende ruimtelijke figuren.



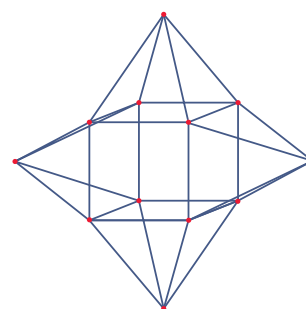
Figuur 7.3

Geef van elke figuur de juiste naam. Geef bij prisma's en piramides ook aan *hoeveel*zijdig ze zijn.

★ Opgave 7.7

Dit is een draadmodel van een kubusster.

- Welke twee ruimtelijke basisfiguren herken je er in?
- Hoeveel hoekpunten, hoeveel ribben en hoeveel grensvlakken heeft deze kubusster als het een massief lichaam is?
- Teken zelf zo'n kubusster op een rooster. Ga er van uit dat de ribben van de kubus 4 cm zijn en de top van elke piramide 4 cm boven het midden van zijn grondvlak zit.

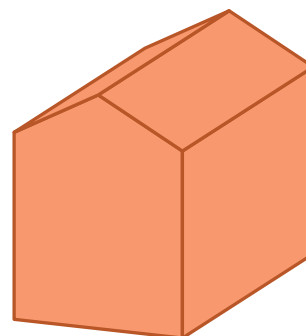


Figuur 7.4

★ **Opgave 7.8**

Dit is een kartonnen geschenkverpakking in de vorm van een vijfzijdig prisma. De horizontale bodem is een rechthoek van 2 cm bij 3 cm. Het vijfhoekige voorvlak heeft twee verticale zijden van 2 cm en de complete hoogte van de doos is 2,5 cm. De ribbe die de bovenste rand van de doos vormt zit precies boven het midden van de bodem.

- Teken een drieaanzicht van deze doos.
- Teken een uitslag van deze doos.



Figuur 7.5

★ **Opgave 7.9**

Je ziet drie aanzichten ('silhouetten') die bij verschillende bekende ruimtelijke figuren zouden kunnen horen.



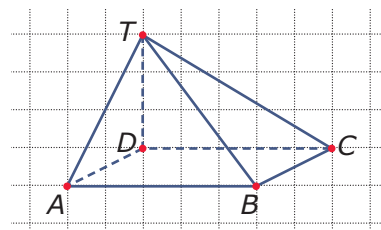
Figuur 7.6

- Van welke ruimtelijke figuren zou het eerste silhouet een aanzicht kunnen zijn?
- En van welke het tweede?
- En van welke het derde?

★ **Opgave 7.10**

Van piramide $ABCD.T$ is grondvlak $ABCD$ een rechthoek met $AB = 5$ cm en $BC = 4$ cm. De top van de piramide zit recht boven punt D en $DT = 3$ cm.

- Teken een bovenaanzicht en een (rechter)zijaanzicht van deze piramide. Ga er daarbij vanuit dat het een gewone, massieve (ondoorzichtige) piramide is.
- Hoe groot is de lengte van CT ?

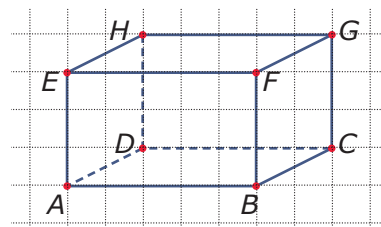


Figuur 7.7

★ **Opgave 7.11**

Van balk $ABCD.EFGH$ geldt $AB = 5$ cm, $AD = 3$ cm en $AE = 3$ cm. Merk op dat $AD = BC$ langer is getekend dan de afspraak is, maar dat wel gebruikgemaakt wordt van het rooster.

- Welk hoekpunt heeft geen grensvlak gemeen met punt E ?
- Welke ribben zijn evenwijdig met BC ?
- Hoeveel diagonaalvlakken heeft deze balk?
- Noem de vier diagonaalvlakken die dezelfde afmetingen hebben.
- Teken zo'n diagonaalvlak op ware grootte en bepaal de lengte van een lichaamsdiagonaal van deze balk.



Figuur 7.8

★ **Opgave 7.12**

Een doos heeft de vorm van een balk met een breedte van 16,5 cm, een diepte van 12,0 cm en een hoogte van 21,5 cm.

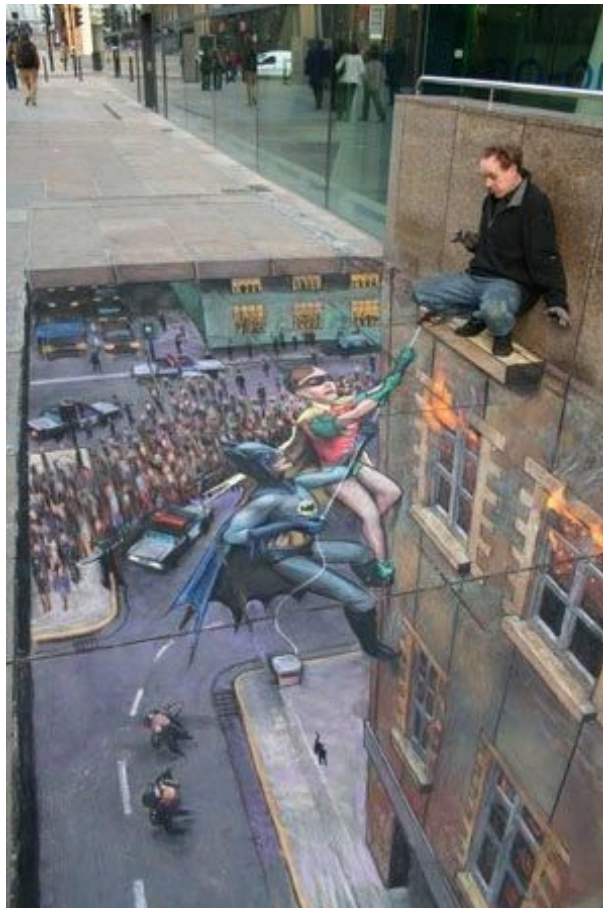
Hoe lang is de langste rechte stok die nog precies in de doos past?

Toepassen

Een **anamorfose** is een vertekende afbeelding, die er slechts gezien vanuit een bepaalde hoek of onder bepaalde optische voorwaarden realistisch uitziet. (Bron: Wikipedia)

Diverse kunstenaars hebben anamorfosen gemaakt. Bekend zijn de stoepkrijttekeningen van **Julian Beever**. Je ziet er hiernaast eentje. Soms herken je nauwelijks wat er wordt afgebeeld, tot je onder de goede hoek kijkt, of het spiegelbeeld op een metalen cilinder ziet, of...

Met enige inspanning kun je zelf wel anamorfosen maken door eerst een figuur op een rechthoekig rooster te tekenen en dan het rooster te vervormen. Een leuke bezigheid...



Figuur 7.9

★★ **Opgave 7.13: Anamorfosen**

- Leg uit waarom de afgebeelde figuur die is gemaakt door Julian Beever een anamorfose is.
- Zoek zelf nog een paar leuke voorbeelden van anamorfosen. Zoek ook echt verschillende technieken.
- Met behulp van de vervormde roosters op het **werkblad** kun je zelf eenvoudige anamorfosen maken. Laat dat zien.

★★ **Opgave 7.14: Ontwerpwedstrijd**

Een bekende toepassing van ruimtelijke voorwerpen zijn de dozen van de verpakkingindustrie. Die kunnen de meest uiteenlopende vormen hebben, zoek daarom een aantal bijzondere voorbeelden.

- Maak bij één van jouw voorbeelden een verbeterde bouwplaat (een uitslag met plakrandjes). Dat betekent dat hij uit één stuk moet bestaan en gemakkelijk kan worden dichtgevouwen. Schrijf er een kort verhaaltje bij waarin je uitlegt hoe je tot jouw versie van deze doos bent gekomen.
- Ontwerp nu zelf een bouwplaat voor een bepaald artikel die volledig is voorzien van alles wat je wilt laten zien als de verpakking in elkaar zit. Zoals informatie over de inhoud of een mooi versierde geschenkverpakking, enzovoorts. Laat vooral ook zien wat je inmiddels hebt geleerd over ruimtelijke figuren. Zorg voor een origineel, bruikbaar en duurzaam ontwerp!

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 Ruimtelijke figuren	★	★★	★★★
Ruimtelijke figuren herkennen en benoemen.	1.1 ☐ 1.2 ☐ 1.3 ☐ 1.4 ☐ 1.5 ☐ T 7.6 ☐ T 7.7 ☐ T 7.9 ☐	1.6 ☐ 1.7 ☐	
Ervaringen opdoen met de grensvlakken van ruimtelijke figuren.	1.3 ☐ 1.5 ☐		
2 Grensvlakken, ribben en hoekpunten	★	★★	★★★
Hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen.	2.1 ☐ 2.2 ☐ T 7.11 ☐		
Het aantal hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren berekenen.	2.2 ☐ 2.3 ☐ 2.4 ☐ 2.5 ☐ T 7.7 ☐	2.6 ☐ 2.7 ☐	2.8 ☐
3 Uitslagen	★	★★	★★★
Uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en/of beoordelen op juistheid.	3.3 ☐	3.6 ☐ T 7.14 ☐	
Correcte uitslagen van ruimtelijke figuren maken.	3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.4 ☐ T 7.8 ☐	3.5 ☐ 3.7 ☐ T 7.14 ☐	
Ruimtelijke figuren bouwen met behulp van bouwplaten.	3.4 ☐	3.6 ☐ T 7.14 ☐	
4 Aanzichten	★	★★	★★★
Aanzichten van een figuur tekenen.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.5 ☐ T 7.10 ☐	4.6 ☐	
Vanuit gegeven aanzichten een figuur herkennen en andersom.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.4 ☐ T 7.9 ☐	4.3 ☐ 4.6 ☐	4.7 ☐
De ribbe van een ruimtelijke figuur opmeten in een daarvoor geschikt aanzicht.		4.6 ☐	
Vanuit een drieaanzicht van een figuur een uitslag tekenen en andersom.	4.4 ☐ T 7.8 ☐		
5 Ruimtelijk tekenen	★	★★	★★★
Ruimtelijke figuren op roosterpapier tekenen.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 7.7 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ T 7.13 ☐	5.7 ☐
Informatie over ruimtelijke figuren aflezen uit een tekening op roosterpapier.	5.1 ☐ 5.3 ☐ 5.4 ☐ T 7.10 ☐	5.5 ☐ 5.6 ☐ T 7.13 ☐	5.7 ☐
6 Diagonaalvlakken	★	★★	★★★
(lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken in ruimtelijke figuren herkennen en benoemen.	6.1 ☐ 6.2 ☐ 6.3 ☐ 6.4 ☐ T 7.11 ☐ T 7.12 ☐	6.5 ☐	6.6 ☐
(lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken op ware grootte tekenen.	6.1 ☐ 6.3 ☐ 6.4 ☐ T 7.11 ☐ T 7.12 ☐	6.5 ☐	

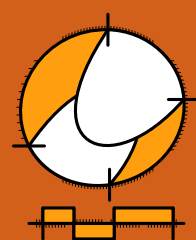
Het lesmateriaal in deze reader is gebaseerd op het materiaal dat ook op de Math4All website staat.

**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.**

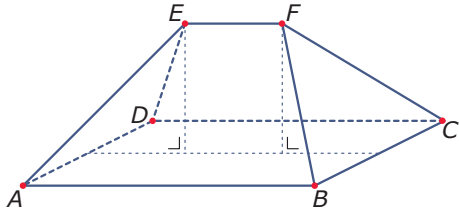
Stichting Math4All



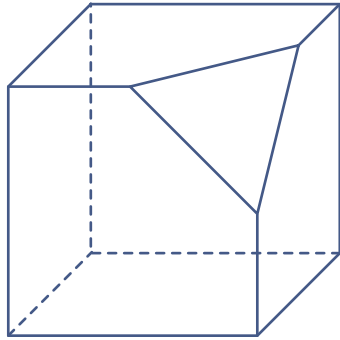
www.math4all.nl



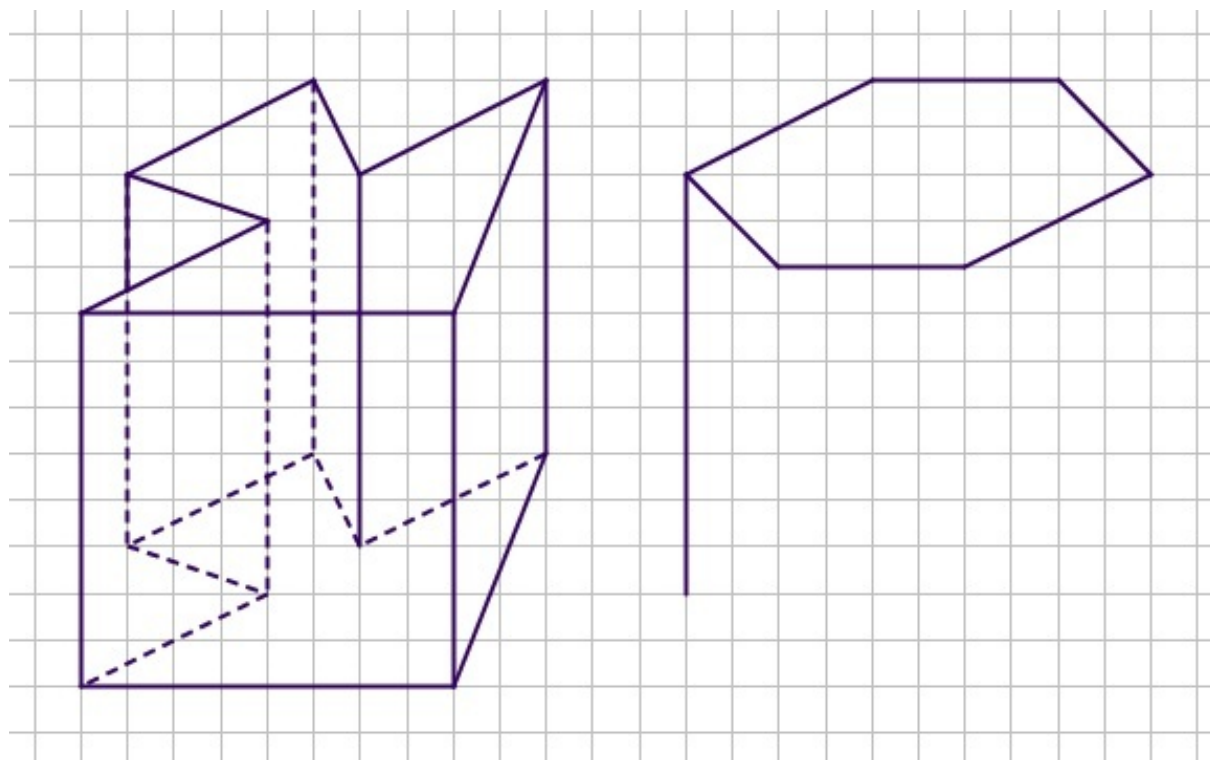
Werkblad bij Opgave 2.3 op pagina 15.



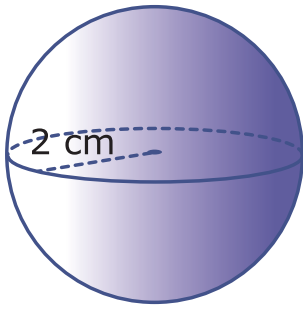
Werkblad bij Opgave 2.4 op pagina 16.



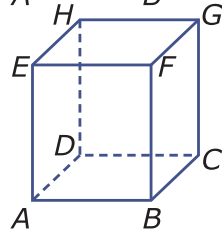
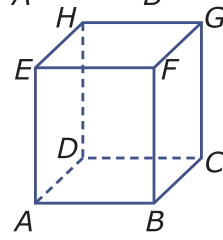
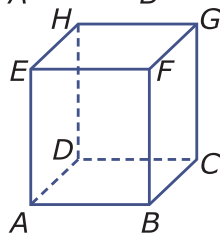
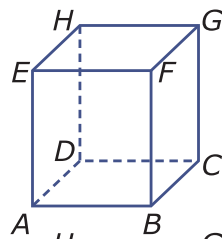
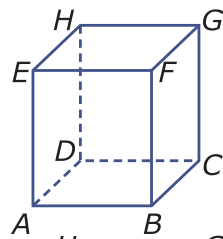
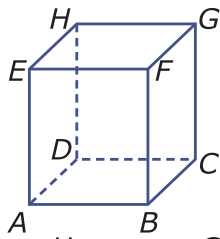
Werkblad bij Opgave 5.3 op pagina 36.



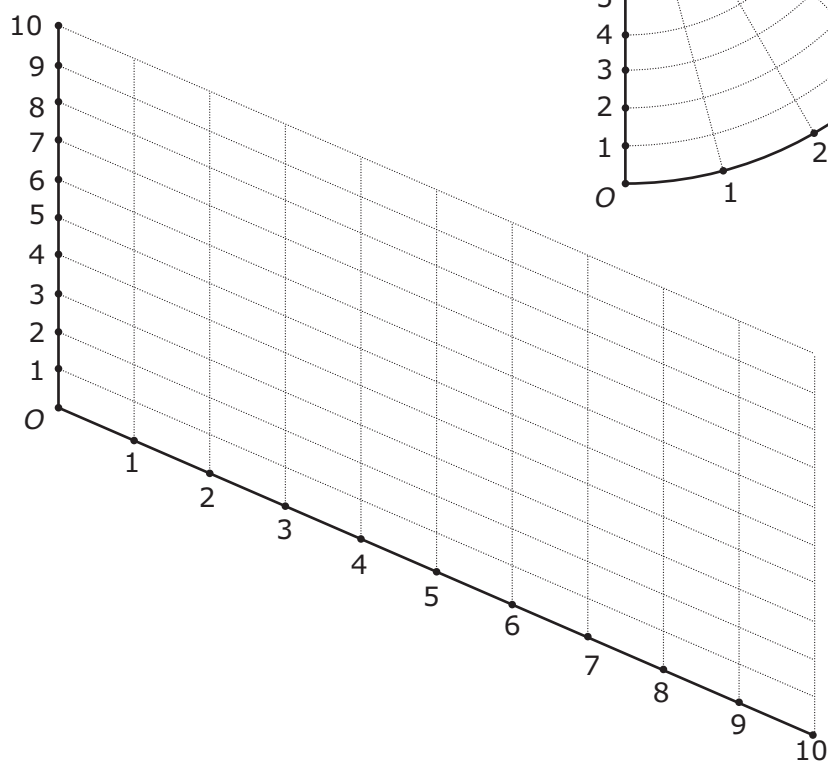
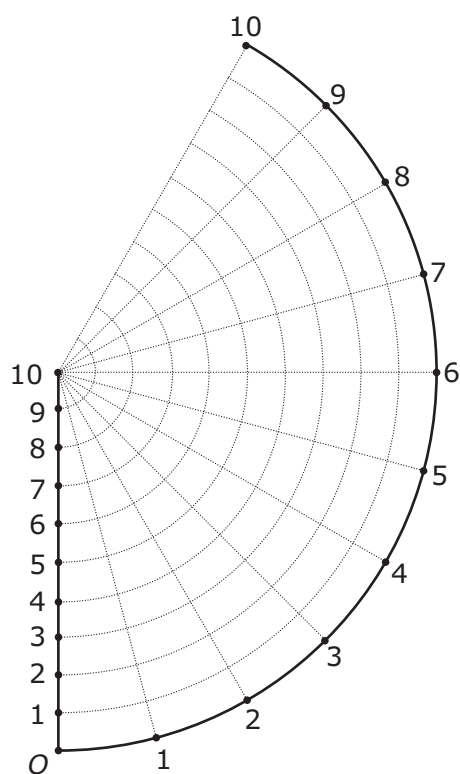
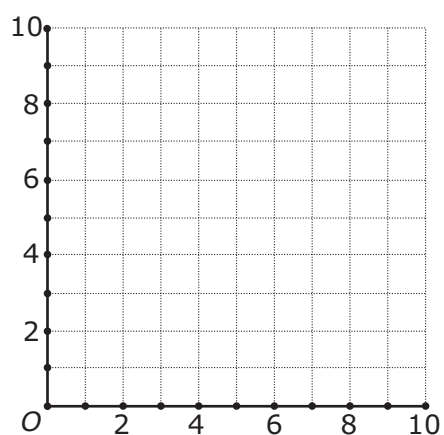
Werkblad bij Opgave 5.4 op pagina 36.



Werkblad bij Opgave 6.1 op pagina 42.

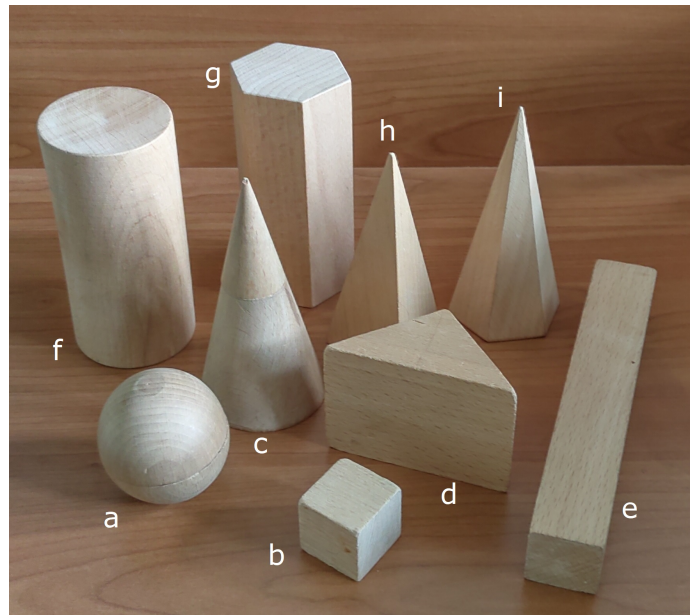


Werkblad bij Opgave 7.13 op pagina 47.

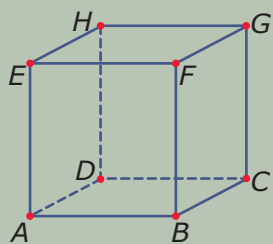


Informatieblad bij Opdracht 1.1

- ___ kubus
- ___ balk, of blok
- ___ driezijdig prisma
- ___ zeszijdig prisma
- ___ vierzijdige piramide
- ___ zeszijdige piramide
- ___ cilinder
- ___ bol
- ___ kegel



Werkblad bij Opdracht 2.1



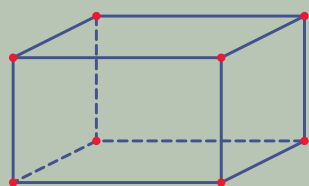
kubus

naam: **kubus** $ABCD.EFGH$

aantal ribben: 12

aantal hoekpunten: 8

aantal/vorm grensvlakken: 6 platte 'grensvlakken' die allemaal de vorm van een vierkant hebben.

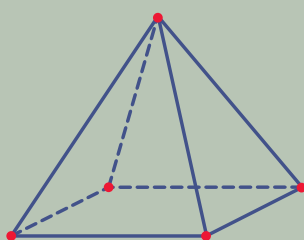


naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

aantal/vorm grensvlakken:

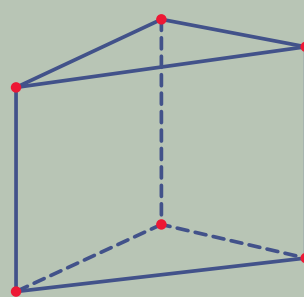


naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

aantal/vorm grensvlakken:

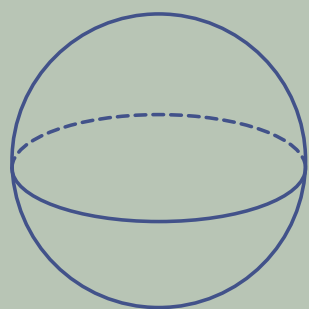


naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

aantal/vorm grensvlakken:

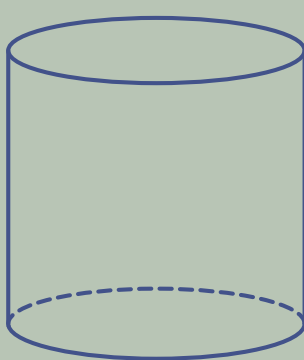


naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

aantal/vorm grensvlakken:

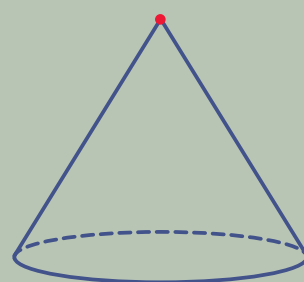


naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

aantal/vorm grensvlakken:



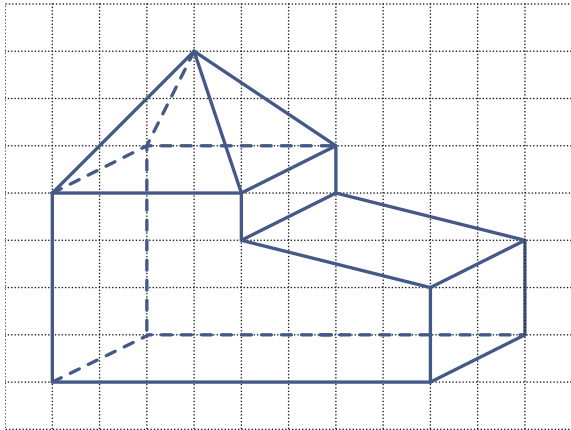
naam:

aantal ribben:

aantal hoekpunten:

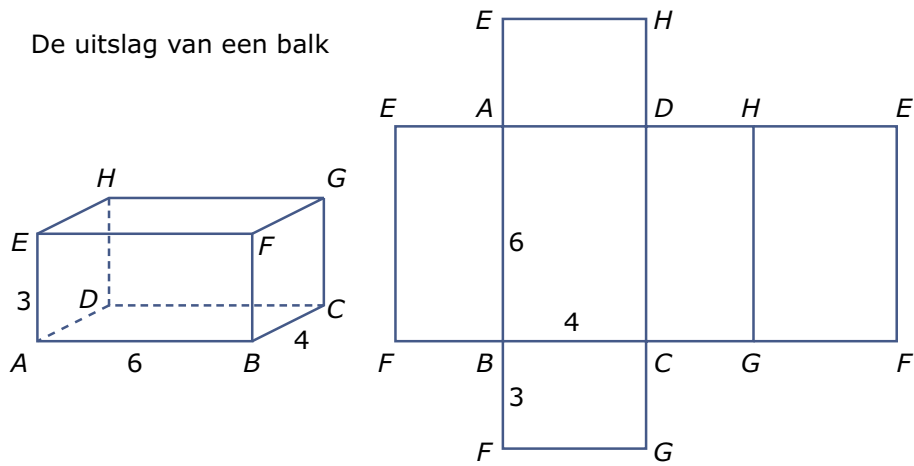
aantal/vorm grensvlakken:

Informatieblad bij Opdracht 2.2

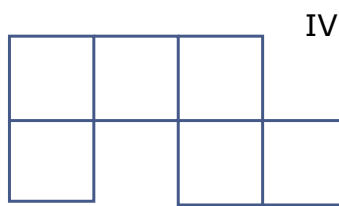
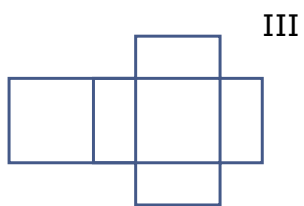
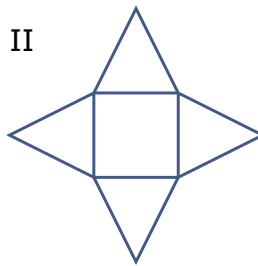
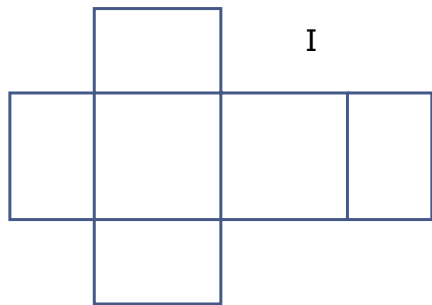


Werkblad bij Opdracht 3.1

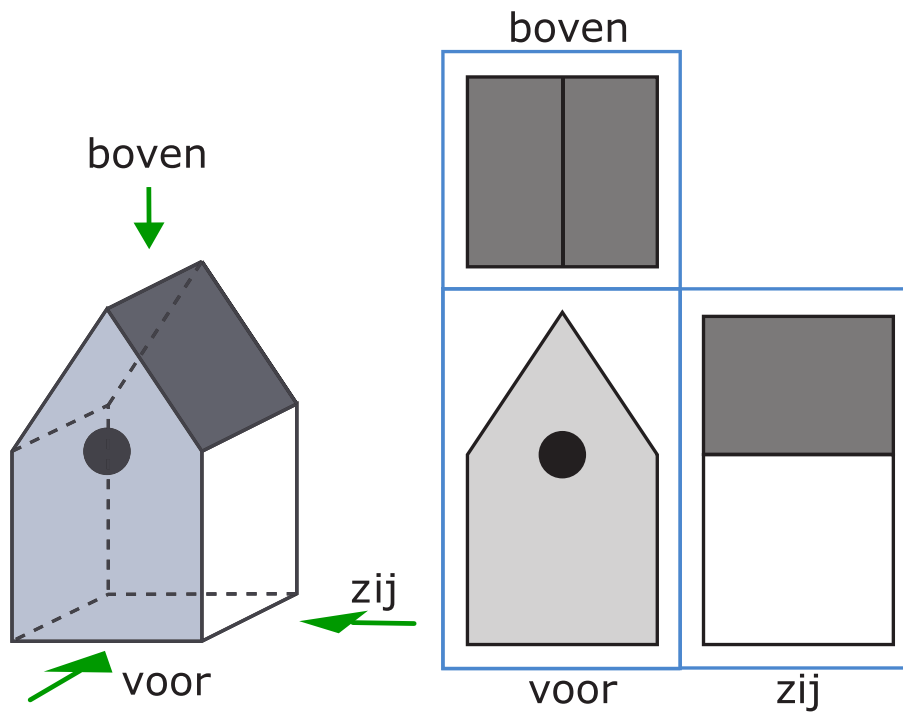
De uitslag van een balk



Informatieblad bij Opdracht 3.2

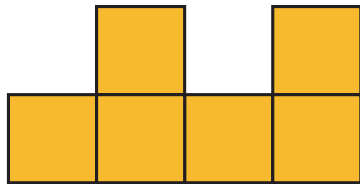


Werkblad bij Opdracht 4.1

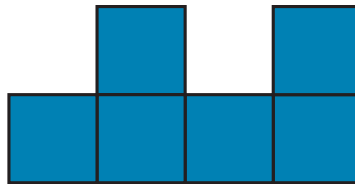


Informatieblad bij Opdracht 4.2

Je ziet een vooraanzicht en een zijaanzicht van een stapel kubussen. Het bovenaanzicht ontbreekt.

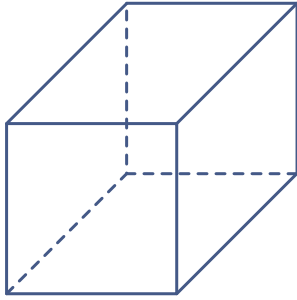


vooraanzicht

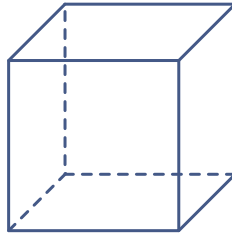


zijaanzicht

Werkblad bij Opdracht 5.1

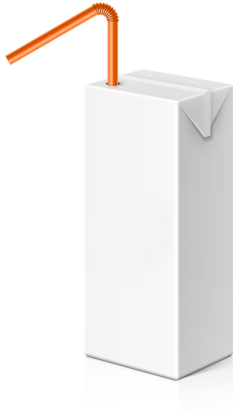


figuur I



figuur II

Werkblad bij Opdracht 6.1



Werkblad bij Opdracht 6.2

