Wiskunde / PGA

1 VMBO / docentmateriaal

Ruimtelijke figuren

ConTeXt College

Voorwoord

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.

1

Ruimtelijke figuren

1.1 Ruimtelijke figuren

Inleiding

Je komt deze oproep tegen van het bedrijf Cartona dat verpakkingen maakt.
Samen met je wiskundedocent maak je er een project van voor de hele klas. Je kunt ieder voor zich laten werken, maar je kunt er ook groepswerk van maken.

Een verpakking is een ruimtelijke vorm om iets in op te bergen, vaak ook te versturen.

Ruimtelijke vormen zijn er in overvloed. Je herkent er in de figuur wel een aantal. Maar waar herken je die vormen aan? En welke vormen zijn bruikbaar als verpakking? Of juist heel bijzonder?

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 met een foto van kartonnen dozen om eventueel te laten zien en een werkblad bij tweede opgave om uit te delen.

Opdracht 1.1

De meest voorkomende soort verpakking is wel de kartonnen doos. Deze dozen hebben allemaal verschillende afmetingen.

Welke vorm hebben al deze dozen? En welke eigenschappen zorgen ervoor dat deze vorm handig is voor verpakkingen?

Noem zoveel mogelijk verschillende vormen en geef er voorbeelden van. Schrijf ook hun eigenschappen op. Let bijvoorbeeld op de zijkanten, zijn het platte zijkanten, of bolle zijkanten. Kan de vorm rollen, of schuiven, of beide? Is hij goed te stapelen? Is hij handig als verpakking?

Figuur 1.2

Toelichting

Geef de opdracht mondeling en toon een aantal van die verpakkingsdozen of laat de foto op het **Informatieblad** zien. Laat de leerlingen verder rustig zoeken naar vormen en namen geven/verzinnen en eigenschappen benoemen. Suggereer het maken van een overzichtelijke tabel. Benoem alvast dat bij dit onderwerp een ontwerpwedstrijd hoort voor verpakkingen.

Uitwerking

Laat de leerlingen een tabel maken zoals deze:

vorm	voorbeelden	platte/bolle vlakken, aantal	schuiven/rollen	handige verpakking

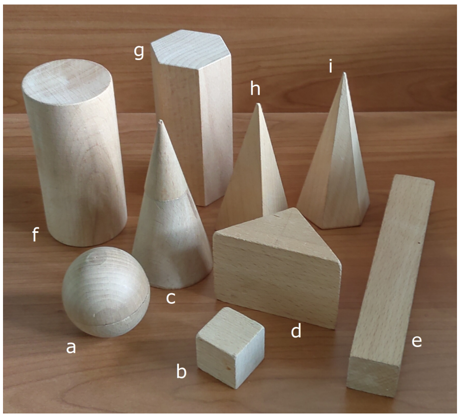
Tabel 1.1

Opdracht 1.2

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 1.3

Toelichting

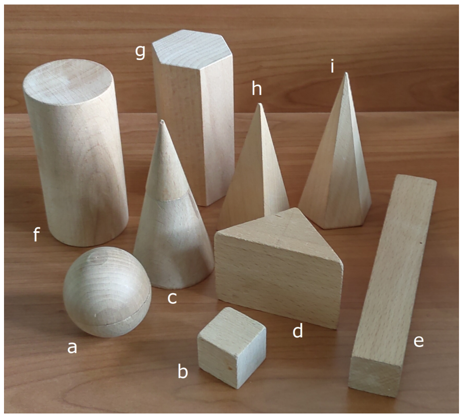
Geef de opdracht mondeling. Deel het **Informatieblad** uit.

Mogelijke hulpvragen: “Wat is ook alweer het verschil tussen een kubus en een balk?”, “Waaraan 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 1.4

Opdracht 1.3

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

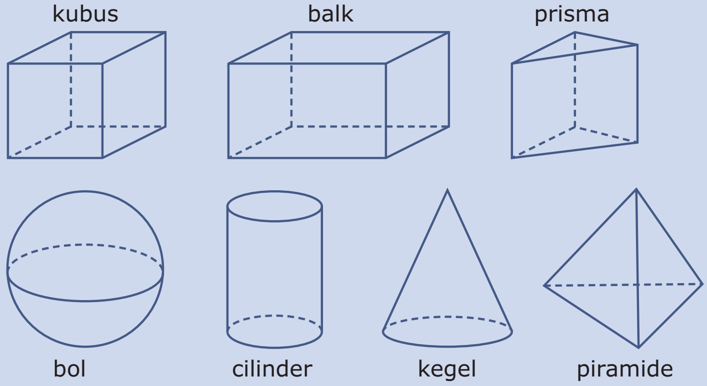
Om te onthouden

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.

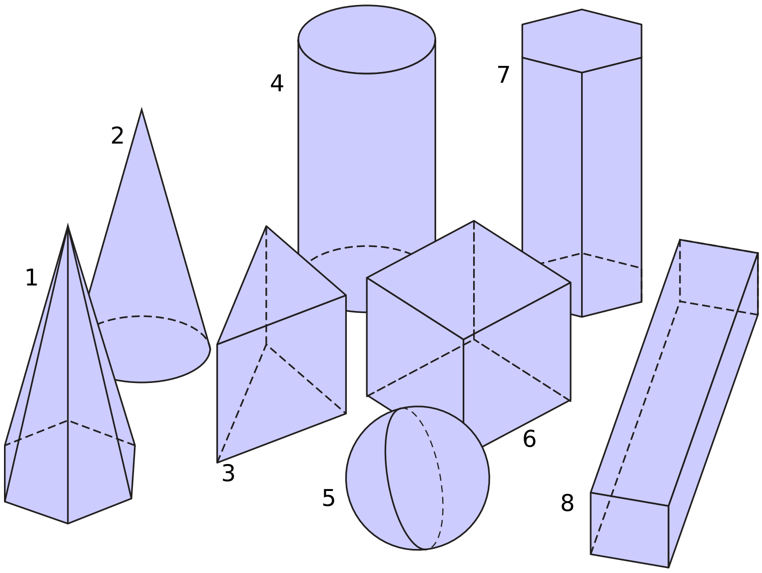


Figuur 1.5

Verwerken

★ **Opgave 1.1**

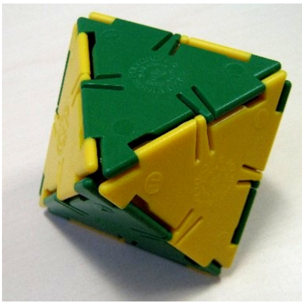
Geef elk van deze ruimtelijke figuren de juiste naam.



Figuur 1.6

★ ★ **Opgave 1.2**

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



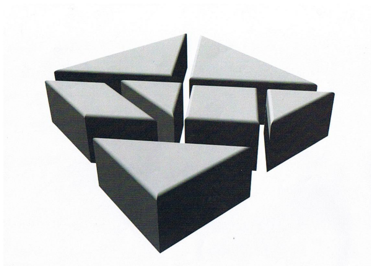
Figuur 1.7

a In hoeveel piramides kun je deze figuur verdelen?

b Wat voor piramide krijg je als je vier van die driehoeken in elkaar klikt tot een gesloten ruimtelijke figuur?

★ **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.



Figuur 1.8

a Op de foto is duidelijk te zien dat alle bovenvlakken veelhoeken zijn.
Welke veelhoeken?

b Welke verschillende ruimtelijke figuren herken je in de blokken van dit tangramspel?

c De maker van het spel beweert dat alle blokken prisma’s zijn. Heeft hij gelijk? Licht je antwoord toe.

★ **Opgave 1.4**

Uit welke twee ruimtelijke figuren bestaat dit huis grofweg gezien?

Figuur 1.9

Toepassen

Je wilt meedoen aan de ontwerpwedstrijd van de firma Cartona.
De eerste stap is het verzamelen van zoveel mogelijk verpakkingen om een idee te krijgen wat er allemaal kan. (Eventueel via internet.) Verzamel dus veel verschillende vormen en let daarbij op:

- Welke vorm(en) herken je er in?
- Kun je de verpakking goed vasthouden?
- Waar kun je de verpakking voor gebruiken?
- Is het een geschikte cadeauverpakking, met andere woorden: ziet hij er leuk en bijzonder uit?
- Is de verpakking gemakkelijk te vervoeren?
- Kun je de verpakking gemakkelijk stapelen?
- Is de verpakking duurzaam, bijvoorbeeld herbruikbaar?

Figuur 1.10

★ **Opgave 1.5: Verpakkingen bekijken**

Heb je veel verpakkingen gevonden?

a Maak een tabel van je verpakkingen en de zaken waar je op hebt gelet: naam van de vorm, wel/niet goed vast te houden, wel/niet handig stapelbaar, wel/niet vervoerbaar, enzovoorts.

b Welke gevolgen heeft dit overzicht voor de soort verpakking die je gaat ontwerpen?

1.2 Grensvlakken en ribben

Inleiding

Je doet mee met deze ontwerpwedstrijd.

Een verpakking is een ruimtelijke vorm om iets in op te bergen, vaak ook te versturen.

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 deze verpakkingen zelf te kunnen maken.

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 bepalen.

Voorkennis

- de belangrijkste namen van vlakke figuren, zoals vierkant, rechthoek, driehoek, vlieger, ruit, parallellogram en deze figuren herkennen;
- 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.

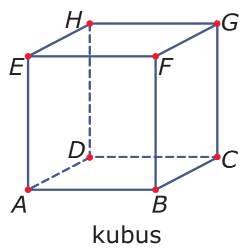
Gewenste materialen:

- 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.



Figuur 2.2

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

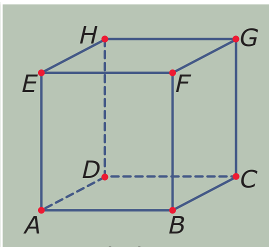
Gebruik nu verder het **Werkblad**. Daarop staan nog zes bekende ruimtelijke figuren. Zet bij elk van deze figuren letters bij de hoekpunten, geef de aantallen hoekpunten, ribben en grensvlakken en benoem de vorm van die grensvlakken. Een bol bijvoorbeeld heeft één gebogen grensvlak.

Toelichting

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

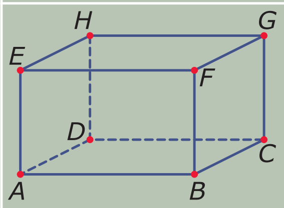
Bespreek eventueel na afloop nog even de kenmerken van de verschillende figuren. En bespreek ook waarom bij prisma/piramide de woorden driezijdig en vierzijdig moeten staan.

Uitwerking

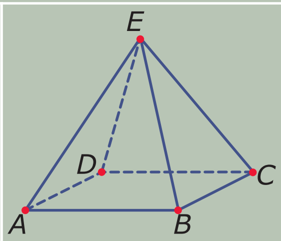


kubus

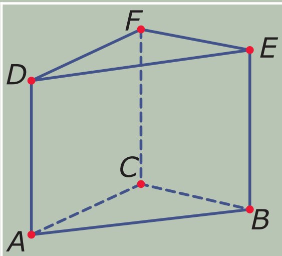
naam: **kubus** $ABCD.EFGH$
aantal ribben: 12
aantal hoekpunten: 8
aantal/vorm grensvlakken: 6 platte grensvlakken die allemaal de vorm van een vierkant hebben.



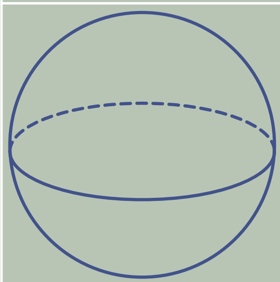
naam: balk $ABCD.EFGH$
aantal ribben: 12
aantal hoekpunten: 8
aantal/vorm grensvlakken: 6 platte rechthoekige grensvlakken



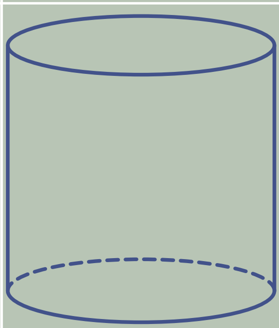
naam: vierzijdige piramide $ABCD.E$
aantal ribben: 8
aantal hoekpunten: 5
aantal/vorm grensvlakken: 1 vierkant en 4 driehoekige grensvlakken



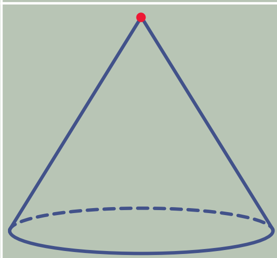
naam: driezijdig prisma $ABC.DEF$
aantal ribben: 9
aantal hoekpunten: 6
aantal/vorm grensvlakken: 2 driehoekige en 3 rechthoekige grensvlakken



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

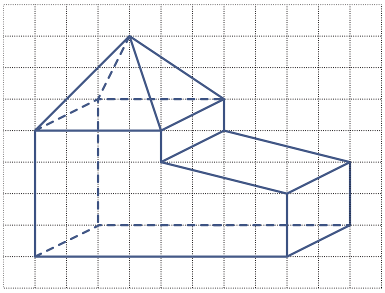


naam: kegel met top T
aantal ribben: 0
aantal hoekpunten: 1
aantal/vorm grensvlakken: 1 cirkelvormig en 1 gebogen grensvlak

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

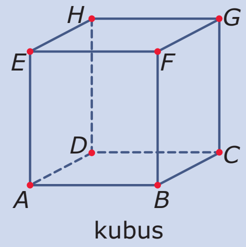
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

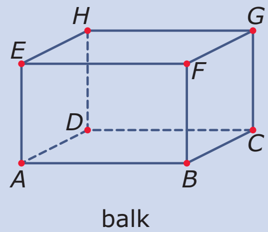
De hoekpunten van een ruimtelijke figuur, een **lichaam**, geef je aan met hoofdletters. Zo kun je de figuur zelf, maar ook de vlakken duidelijk aangeven. De hoofdletters moeten in een logische volgorde staan.

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.



Figuur 2.4

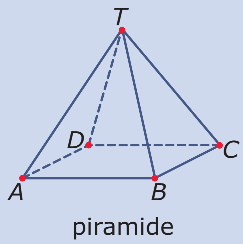
Een **balk** $ABCD.EFGH$ heeft ook zes platte grensvlakken. Het zijn allemaal rechthoeken. Twee tegenover elkaar liggende grensvlakken zijn hetzelfde. Er zijn weer twaalf ribben en acht hoekpunten.



Figuur 2.5

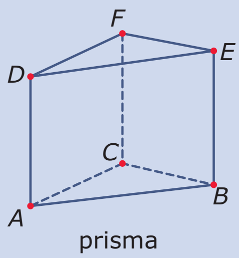
De **vierzijdige piramide** $ABCD.T$ heeft vijf platte grensvlakken. Het **grondvlak** $ABCD$ is een vierkant. De vier opstaande grensvlakken zijn driehoeken. De vier opstaande ribben zijn hier even lang. Elke piramide heeft als grondvlak een veelhoek. De **top** van de piramide ligt boven die veelhoek.

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.



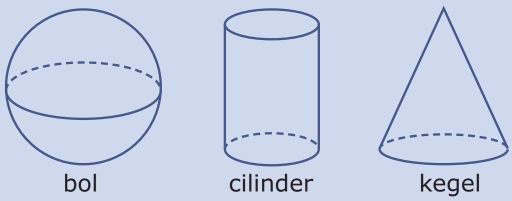
Figuur 2.6

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 bovencirkel, 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

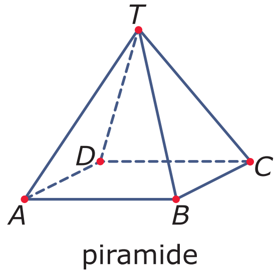
Bekijk de vierzijdige piramide $ABCD.T$. De onderkant is vierkant $ABCD$.

a Welk vlak is het voorvlak?

b Welke vlakken hebben ribbe CT gemeenschappelijk?

Neem aan, dat alle ribben 12 cm zijn.

c Welke oppervlakte heeft het grondvlak?



Figuur 2.9

★ Opgave 2.2

Je ziet hier enkele figuren gemaakt met Polydron.

a Eén van deze figuren heeft 12 gelijke grensvlakken. Welke vorm hebben al die grensvlakken?

b Hoeveel hoekpunten heeft de figuur bedoeld in a?

c Er is één figuur die kan worden opgedeeld in een kubus en een piramide. Hoeveel grensvlakken heeft die figuur? En hoeveel hoekpunten?

d Hoeveel hoekpunten heeft het viervlak?

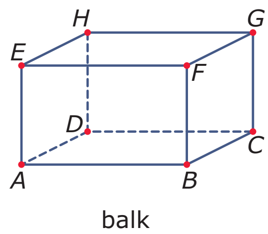
Figuur 2.10

★ Opgave 2.3

Bekijk balk $ABCD.EFGH$. Je weet dat $AB = 10$ cm, $AD = 6$ cm en $AE = 4$ cm.

a Hoe groot is de oppervlakte van grensvlak $BCGF$?

b Bereken de totale buitenoppervlakte van de balk.



Figuur 2.11

★ ★ Opgave 2.4

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 2.12

Toepassen

Deze kleine ‘gift box’ (geschenkdoosje) heeft de vorm van een piramide.
Er is één vierkant grondvlak. Dat kun je niet zien op de foto.
Alle andere vlakken zijn driehoeken die in één punt (de top van de piramide) uitkomen.

De ribben van het grondvlak zijn elk 12 cm.
De vier opstaande ribben zijn elk 16 cm.

Hiermee kun je te weten komen hoeveel stevig papier er nodig is voor de buitenkant van het doosje...

Figuur 2.13

★ ★ Opgave 2.5: Oppervlakte geschenkverpakking

Bekijk de piramidevormige geschenkverpakking in **Toepassen**.

a Hoe groot is de oppervlakte van het grondvlak?

Elk van de vier zijvlakken is een driehoek met zijden van 12, 16 en 16 cm.
Zo'n driehoek kun je zelf tekenen:

- Begin met de zijde van 12 cm te tekenen.
- Zet daar in het midden een loodlijn op.
- Maak op die loodlijn een lijnstuk vanaf de zijde waar je mee begon.
- Maak dit lijnstuk zo lang dat de afstand tussen het eindpunt ervan en de eindpunten van de zijde precies 16 cm is.
- Maak de driehoek af.

b Teken zelf zo'n driehoek.

c Knip deze driehoek langs de loodlijn in twee gelijke delen en leg die aan elkaar tot je een rechthoek hebt. Hoe lang en hoe breed is die rechthoek?

d Hoe groot wordt dus de totale buitenoppervlakte van de geschenkverpakking

★ ★ ★ Opgave 2.6: Oppervlakte viervlak

Deze verpakking heeft de vorm van een viervlak. Neem aan dat alle vier de grensvlakken driehoeken zijn met zijden van 10, 13 en 13 cm.

Hoe kun je de oppervlakte aan karton die ervoor nodig is bepalen? Bereken die oppervlakte.

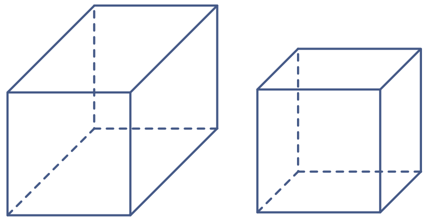
Figuur 2.14

1.3 Ruimtelijk tekenen

Inleiding

Voor de ontwerpwedstrijd moet je natuurlijk een tekening van je ontwerp maken. Maar een ruimtelijke figuur tekenen is nog wel even een probleempje...

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 3.1

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

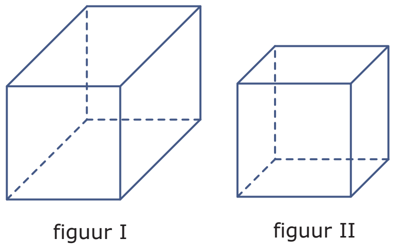
Bij het onderdeel ‘Ruimtelijk tekenen’ gaat het erom dat leerlingen kennis maken met parallelprojectie en zelf (met behulp van een rooster) ruimtelijke figuren leren tekenen in parallelprojectie. Zaken als ‘verkortingsfactor’ en ‘wijkhoek’ zijn nog een brug te ver. Je geeft de opdrachten mondeling.

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 3.1

Deze figuren staan in de **Inleiding**.



Figuur 3.2

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?”.

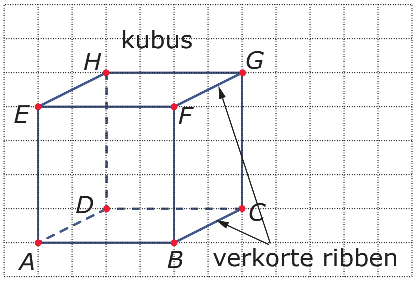
Bekijk aan het einde van de opdracht nog even de mooiste tekeningen en laat het woord ‘parallelprojectie’ vallen. Benoem dat parallel hetzelfde is als evenwijdig en stel eventueel de vraag waarom dit een handige manier van tekenen is en waarom dit toch niet helemaal met de werkelijkheid overeenkomt.

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 3.3

Opdracht 3.2

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.

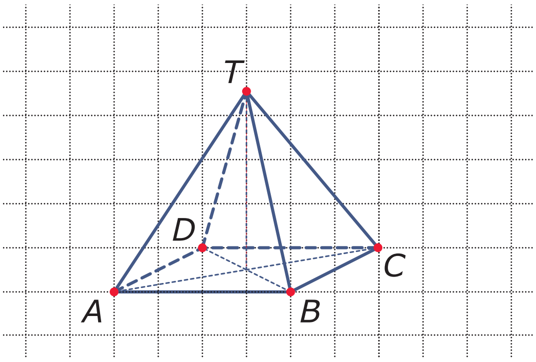
Mogelijke hulpvragen: “Hoe maak je het grondvlak?”, “Hoe vind je het midden van het grondvlak?”, “Waar komt nu punt T?” en “Hoe maak je de figuur af?”.

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. Een ruimtelijke figuur waarvan je een voorbeeld bij je hebt.

Uitwerking

Het mooist is het tonen van de doorklikanimatie in **Voorbeeld 2**.



Figuur 3.4

Opdracht 3.3

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

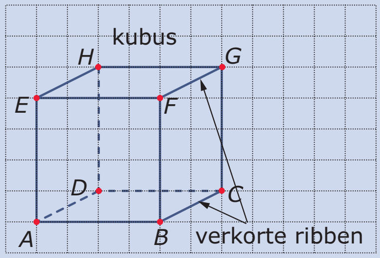
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

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 3.5

Verwerken

★ **Opgave 3.1**

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

a Teken deze balk op roosterpapier. Stippel de onzichtbare ribben. Zet de letters bij de hoekpunten.

b Uit hoeveel kubussen van 1 cm bij 1 cm bij 1 cm bestaat de balk?

★ **Opgave 3.2**

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.

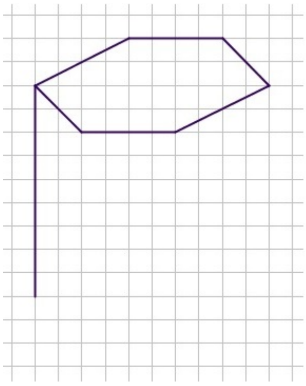
Teken deze kaars op roosterpapier. Stippel de onzichtbare ribben.

Figuur 3.6

★ **Opgave 3.3**

Je ziet een deel van een prisma.

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

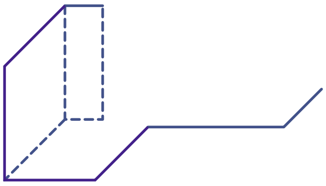


Figuur 3.7

★ ★ **Opgave 3.4**

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. Begin met iets dat lijkt op de figuur hieronder.
Kies zelf de afmetingen zo, dat hij zo goed mogelijk lijkt.

Figuur 3.8



Figuur 3.9

Toepassen

Deze kleine 'gift box' (geschenkdoosje) heeft de vorm van een piramide.
Er is één vierkant grondvlak. Dat kun je niet zien op de foto.
Alle andere vlakken zijn driehoeken die in één punt (de top van de piramide) uitkomen.

De ribben van het grondvlak zijn elk 12 cm.
De hoogte van de piramide is 13,6 cm.

Nu kun je het doosje zelf tekenen (en van versiering voorzien?)...

Figuur 3.10

★ **Opgave 3.5: Geschenkdoosje**

Bekijk het geschenkdoosje uit. Bekijk vooral de gegeven afmetingen goed.

Maak een ruimtelijke tekening van deze verpakking. Gebruik stippellijnen voor de ribben die je niet kunt zien.

★ ★ ★ **Opgave 3.6: Verpakkingen tekenen**

Kies een bepaalde vorm verpakking uit om het tekenen mee te oefenen.

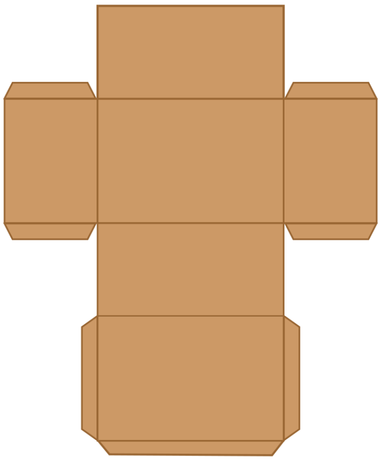
Maak er een ruimtelijke tekening van.

1.4 Uitslagen

Inleiding

Voor de ontwerpwedstrijd moet je ook een manier verzinnen om je ontwerp te (laten) maken.

Ruimtelijke figuren kun je vaak zelf maken vanuit een bouwplaat(je) zoals dat hiernaast. Enig idee hoe je hiervan een doosje maakt? En welke vorm het doosje dan heeft?



Figuur 4.1

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

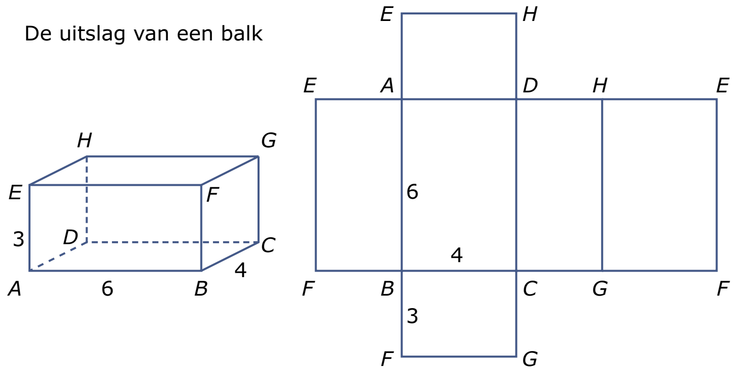
Bij het onderdeel 'Uitslagen' gaat het erom dat leerlingen uitslagen en bouwplaten van ruimtelijke figuren leren maken. Ook moeten ze fouten in uitslagen kunnen herkennen en efficiënt leren omgaan met plakrandjes. Je geeft de opdrachten mondeling.

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 4.1

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 4.2

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.

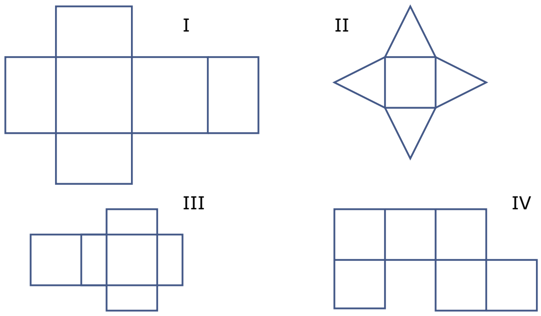
Loop na afloop nog een aantal bijzonder mooie oplossingen na.

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 4.2

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



Figuur 4.3

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?”.

Een vervolgopdracht 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 4.3

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

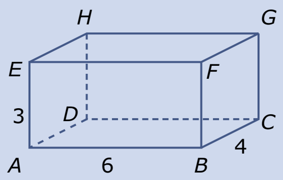
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

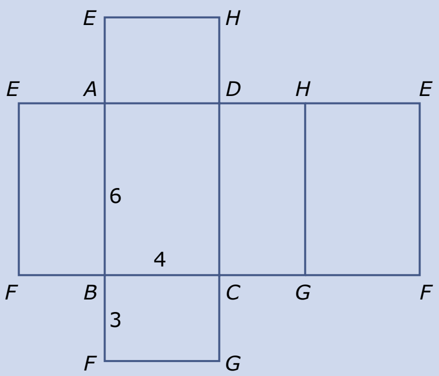
Theorie

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 terugvouwen altijd weer het oorspronkelijke ruimtelijke figuur opleveren. Van een ruimtelijke figuur kun je verschillende uitslagen maken.

De uitslag van een balk





Figuur 4.4

Verwerken

★ Opgave 4.1

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.

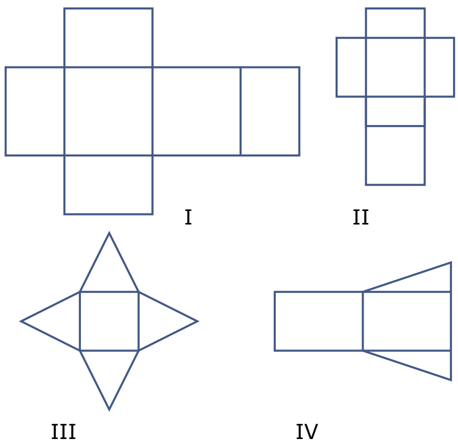
Teken twee verschillende uitslagen van zo'n dobbelsteen.

★ Opgave 4.2

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

★ Opgave 4.3

Welke van de volgende uitslagen zijn goed?

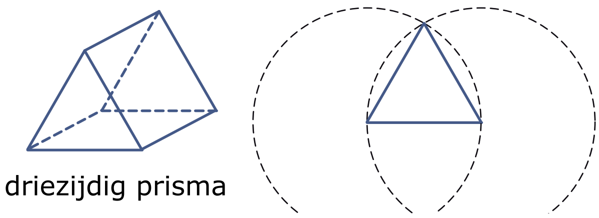


Figuur 4.5

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

★ Opgave 4.4

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 4.6

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

a Teken een driehoek met zijden van 4 cm.

b Zet op elk van de zijden van die driehoek rechthoeken van de juiste afmetingen.

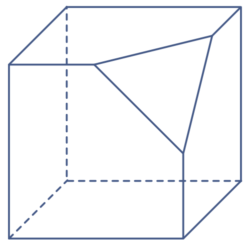
c Maak de uitslag af.

★ ★

Opgave 4.5

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.

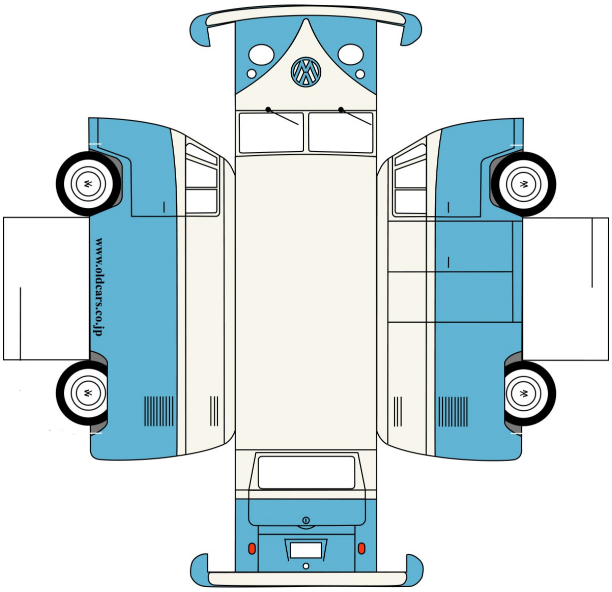


Figuur 4.7

Toepassen

Je kunt ook hele originele verpakkingen maken voor je ontwerpwedstrijd.

Bekijk deze bouwplaat van een Volkswagen Transporter.



Figuur 4.8

Met behulp van plakrandjes op de goede plek kun je hier een degelijk doosje van maken om een leuk cadeau in te stoppen.

★ ★

Opgave 4.6: Originele verpakking (1)

Gebruik de bouwplaat van de VW-Transporter op het **werkblad**.

a Voorzie de bouwplaat van plakrandjes zodat je een sluitend doosje kunt maken.

b Knip de bouwplaat uit en zet hem in elkaar.

★ ★ ★

Opgave 4.7: Originele verpakking (2)

Natuurlijk zijn er veel meer originele verpakkingen denkbaar. Zoek maar eens op het internet.

Maak een bouwplaat van een verpakking die je erg origineel lijkt.

1.5 Inhoud

Inleiding

Je hebt nu voor je ontwerpwedstrijd diverse verpakkingen voorbij zien komen. En je hebt ze al zelf gemaakt met behulp van bouwplaatjes.
Maar soms moet je weten hoeveel er in kan. Bijvoorbeeld als het een verpakking van melk of suiker of hagelslag moet worden. Je gebruik dan de eenheidskubus van 1 cm^3, dus van 1 cm bij 1 cm bij 1 cm. En je probeert te bedenken hoeveel van die eenheidskubusjes er in zouden passen.

Figuur 5.1

Je leert in dit onderwerp

- de inhoud (het volume) van een balk, een halve balk, een cilinder en daaruit samengestelde figuren berekenen;
- eenheden voor inhoud gebruiken en ze naar elkaar omrekenen.

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 ‘Inhoud’ gaat het er om de inhoud (het volume) van een ruimtelijke figuur te bepalen als die de vorm heeft van een prisma of een cilinder. Verder gaat het over het omrekenen van inhoudsmaten vanuit de m^3 en de liter (L).

Gewenste materialen:

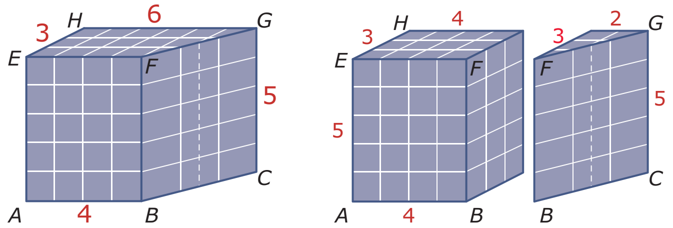
- Maak desgewenst vooraf een kopie van het werkblad bij de eerste opdracht om op te hangen of uit te delen.
- Bij de tweede opdracht is het wellicht nuttig om een paar euromunten mee te nemen om het verhaal aan op te hangen.
- Maak vooraf kopieën van het werkblad bij de derde opdracht om in stroken uit te delen.
- Schrijfmateriaal voor op de verticale werkvlakken en plakband om de werkbladen op te hangen.

Opdracht 5.1

Om te weten hoeveel je in een verpakking kwijt kunt, moet je de inhoud van een ruimtelijke figuur kunnen berekenen.

De inhoud of het volume van een ruimtelijke figuur bepaal je door te tellen/berekenen hoeveel eenheidskubussen van 1 bij 1 bij 1 er in passen.

Om de inhoud van prisma $ABCD.EFGH$ te bepalen, kun je hem verdelen in een hele balk en een halve balk. Je kunt ook de inhoud berekenen door de oppervlakte van het grondvlak met de hoogte te vermenigvuldigen.



Figuur 5.2

Bereken het volume van dit prisma op die twee manieren.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Op het **Werkblad** staan de figuren, deel die desgewenst uit.

Mogelijke hulpvragen: “Hoe kun je snel in een balk de eenheidskubussen tellen?”, “Hoe bepaal je de oppervlakte van zo'n halve balk?” en “Wat versta je over het grondvlak en de hoogte van een prisma?”, “Zit dat grondvlak bij elk prisma ook echt aan de onderkant?”.

Het lijkt een goed idee om al bij deze opdracht te bespreken dat *inhoud (prisma)= oppervlakte grondvlak* × *hoogte* en de vraag te stellen of en zo ja waarom dit alleen voor een prisma (en een cilinder, zie volgende opdracht) geldt.

Uitwerking

I. De inhoud van prisma $ABCD.EFGH$ kun je bepalen door het volume van de balk en dat van de halve balk apart uit te rekenen:

- de inhoud van de balk van 4 bij 3 bij 5 is $4 \times 3 \times 5 = 60$;
- de inhoud van de halve balk van 2 bij 3 bij 5 is: $\frac{1}{2} \times 2 \times 3 \times 5 = 15$.

De totale inhoud van prisma $ABCD.EFGH$ is dus: $60 + 15 = 75$ eenheden.

II. Je kunt ook gebruik maken van *inhoud (prisma)= oppervlakte grondvlak* × *hoogte*.

- de oppervlakte van grondvlak $ABCD$ is $4 \times 3 + \frac{1}{2} \times 2 \times 3 = 15$;
- de hoogte is: 5.

De totale inhoud van prisma $ABCD.EFGH$ is dus: $15 \times 5 = 75$ eenheden.

Als elke eenheidskubus 1 m bij 1 m bij 1 m is, heeft een eenheidskubus een inhoud van 1 m^3. Dus het volume van $ABCD.EFGH$ is dan $75 \times 1 = 75$ m^3.

Opdracht 5.2

Stel je een stapel van 50 euromunten voor. Elke munt heeft twee cirkelvormige kanten met een oppervlakte van elk ongeveer 4,25 cm^2 en een dikte van 0,233 cm. Hoeveel cm^3 aan metaal bevat deze stapel munten?

Toelichting

Geef de opdracht mondeling.

Mogelijke hulpvragen: “Hoeveel eenheidskubussen passen er op elke cm hoogte?”, “Hoe hoog is de totale stapel?” en “Kun je nu net zo rekenen als bij een prisma? En waarom dan?”.

Die laatstgenoemde hulpvraag is de essentie van deze opdracht. Daar is waarschijnlijk enige nabespreking voor nodig.

Uitwerking

De dikte van een euromunt is 0,233 cm en je hebt 50 euromunten.
Hoogte = $50 \times 0{,}233 = 11{,}65$ cm.

$\mathit{inhoud} = \mathit{oppervlakte\ grondvlak} \times \mathit{hoogte} = 4{,}25 \times 11{,}65\ \text{cm}^3$.

Opdracht 5.3

De standaard lengtemaat is de ‘meter’.
Daarom is de standaard inhoudsmaat de inhoud van een kubus van 1 bij 1 bij 1 meter, notatie m^3 en je zegt ‘kubieke meter’

Verder worden de bekende voorvoegsels weer gebruikt.

Laat zien dat 1 m^3 = 1000 dm^3 = 1.000.000 cm^3. Maak een omrekenoverzicht.

Reken om:

$2{,}5\ \text{m}^3 = \ldots\ \text{dm}^3$

$2{,}5\ \text{m}^3 = \ldots\ \text{cm}^3$

$1021\ \text{cm}^3 = \ldots\ \text{m}^3$

$34{,}1\ \text{cm}^3 = \ldots\ \text{mm}^3$

$1{,}2\ \text{km}^3 = \ldots\ \text{m}^3$

$5630\ \text{m}^3 = \ldots\ \text{hm}^3$

Een andere belangrijke inhoudsmaat is de liter (L): 1 liter is precies 1 dm^3.

Reken om:

1,2 dm^3	=	... L
1,2 L	=	... cL
1,2 L	=	... cm^3
1021 cm^3	=	... L
34,1 cm^3	=	... dL
5630 L	=	... m^3

Toelichting

Geef de opdracht mondeling en in stappen door de tabellen in stroken te knippen. Laat eerst alle groepjes het omrekenoverzicht voor m^3 maken. Laat van het beste overzicht meteen een aantekening maken.

Op het **Werkblad** staan de omrekenopdrachten. Deel ze niet uit, maar laat de groepjes telkens een nieuwe opdracht komen ophalen.

Mogelijke hulpvragen: “Als de eenheid groter/kleiner wordt, wat gebeurt er dan met het getal?” en “Wat betekent ‘centi’ in dit geval?” (idem voor de andere voorvoegsels). Als er een goed omrekenschema uit het eerste deel van de opdracht is gekomen, kun je daar naar verwijzen. Bespreek vervolgens het omrekenen vanuit de liter (L) en ook dat 1 dL = 0,1 L. Bij liter worden de omrekenstappen dus anders dan bij m^3. Mogelijke hulpvragen: “Hoeveel dm^3 is 1 L?” en “Kun je eerst omrekenen naar L/dm^3?” (afhankelijk van wat gegeven is: volume in (c/d)L of in (c/d)m^3).

Uitwerking

Het overzicht staat in het theorieblok.

Antwoorden:

2,5 m^3	=	2500 dm^3
2,5 m^3	=	2.500.000 cm^3
1021 cm^3	=	0,001021 m^3
34,1 cm^3	=	34100 mm^3
1,2 km^3	=	1200000000 m^3
5630 m^3	=	0,00563 hm^3

Verdere antwoorden:

1,2 dm^3	=	1,2 L
1,2 L	=	120 cL
1,2 L	=	1200 cm^3
1021 cm^3	=	1,021 L
34,1 cm^3	=	0,341 dL
5630 L	=	5,63 m^3

Opdracht 5.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het berekenen van de inhoud van een ruimtelijke figuur die de vorm heeft van een prisma of een cilinder en over het omrekenen van inhoudsmaten.
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

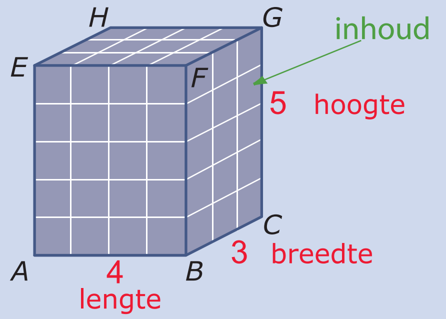
Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

Om de **inhoud** van een lichaam te bepalen, tel je hoeveel kubusjes van 1 bij 1 bij 1 erin passen. In plaats van inhoud zeg je ook wel **volume**.

Bij een balk kun je het aantal **eenheidskubussen** snel tellen.
Je vindt het volume zo:
inhoud = *lengte* × *breedte* × *hoogte*
= *oppervlakte grondvlak* × *hoogte*.



Figuur 5.3

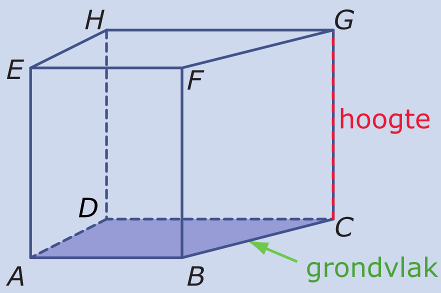
De inhoud van veel ruimtelijke figuren kun je berekenen door ze op te delen in hele en halve balken. Ook voor dit prisma geldt:

inhoud (prisma)= oppervlakte grondvlak × *hoogte*.

De standaard **inhoudseenheid** of **volume-eenheid** is de kubieke meter (m^3). Een **kubieke meter** is een kubus van 1 m bij 1 m bij 1 m.

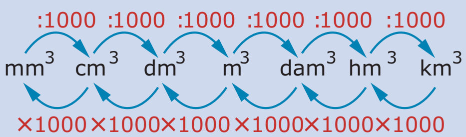
En dus is: 1 m^3 = 10 dm ×10 dm ×10 dm = 1000 dm^3.

Zo is ook: 1 dm^3 = 10 cm ×10 cm ×10 cm = 1000 cm^3.



Figuur 5.4

Je kunt dus stapsgewijs omrekenen door met 1000 te vermenigvuldigen of erdoor te delen.



Figuur 5.5

Een andere belangrijke inhoudsmaat is de **liter** (L).
1 liter is precies 1 dm^3
En: 1 m^3 = 1000 dm^3 = 1000 L.

Bij de inhoudsmaat liter kun je weer met voorvoegsels werken, dus: 1 L = 10 dL = 100 cL = 1000 mL.

Verwerken

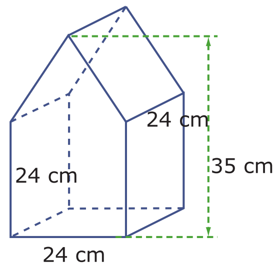
★ **Opgave 5.1**

Een pakje drinken heeft de vorm van een balk met een breedte van 3,5 cm, een lengte van 7,0 cm en een hoogte van 12,5 cm.

Hoeveel drinken gaat er in dit pakje?

★ **Opgave 5.2**

Bereken de inhoud van dit prisma. De onderkant is rechthoekig en alle verticale ribben staan daar loodrecht op.



Figuur 5.6

★ **Opgave 5.3**

Een ijzeren staaf heeft de vorm van een cilinder met een dwarsdoorsnede van 6,28 cm^2 en een lengte van 1,20 m. Elke cm^3 ijzer weegt 7,9 gram.

Hoe zwaar is deze staaf?

★ **Opgave 5.4**

Reken om.

a 5 m^3 = ... cm^3

b 12,5 mm^3 = ... m^3

c 1246 mm^3 = ... L

d 3,72 L = ... cm^3

★ **Opgave 5.5**

Een anderhalf literpak drinkyoghurt heeft de vorm van een rechthoekig blok met een bodem van 9,6 bij 8 cm en een hoogte van 19,5 cm.

Hoeveel liter drinkyoghurt gaat er in?

Figuur 5.7

★ **Opgave 5.6**

De minimale afmetingen van een schoollokaal zijn 7,2 m bij 7,5 m bij 3 m. Ga uit van een schoollokaal dat de vorm van een balk heeft.

a Hoe groot is de inhoud van het kleinst mogelijke schoollokaal? Geef je antwoord in kubieke decimeter nauwkeurig.

b Hoeveel m^2 is de muuroppervlakte van zo'n schoollokaal?

Toepassen

In dit drinkpakje zit 250 mL van een chocoladedrankje.

De ontwerper van deze verpakking moest er dus rekening mee houden dat het volume groot genoeg zou zijn. Neem voor de rechthoekige bodem van het pakje 5,2 cm bij 3,8 cm. De hoogte aan de voorkant is 12,5 cm en die aan de achterkant 13,5 cm.

Kan er nu inderdaad 250 mL in dit pakje?

Figuur 5.8

★ ★ **Opgave 5.7: Drinkpakje**

Bekijk het drinkpakje in **Toepassen**.

a Hoe heet de vorm van dit drinkpakje?

b Klopt het volume van dit drinkpakje?

★ ★ ★ **Opgave 5.8: Cilindrische verpakkingen**

Tennisballen zitten vaak in cilindervormige kokers met een diameter van 6,5 cm en een hoogte van 19,5 cm. Hoe maak je zo'n verpakking en hoe groot is de inhoud ervan?

De onderkant en de bovenkant van de verpakking zijn cirkels. De koker zelf maak je uit een rechthoekig stuk karton door het op te rollen.

Gebruik de volgende vuistregels:

omtrek cirkel ≈ 3,14× *diameter*

oppervlakte cirkel ≈ 0,785× *diameter* × *diameter*

a Welke afmetingen moet het stuk karton voor de koker hebben?

b Hoeveel is het volume van zo'n koker voor tennisballen?

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 ‘zijvlaksdiagonaal 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 ‘zijvlaksdiagonaal’ 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 als breedte de diagonaal van het grondvlak. Dat grondvlak is van 5,5 bij 4,0 cm, dus die diagonaal is ongeveer 6,8 cm.

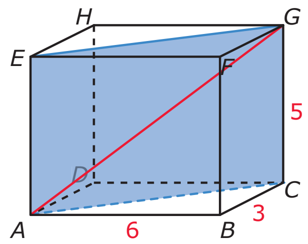
Teken een rechthoek van 6,8 cm breed en 9,5 cm hoog.

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 zijvlaksdiagonaal.



Figuur 6.2

Bepaal het aantal diagonaalvlakken, lichaamsdiagonalen en zijvlaksdiagonalen van:

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

Toelichting

Geef de opdracht mondeling en stap voor stap. De laatste van de vier opdrachten is 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 zijvlaksdiagonalen beredeneren vanuit het aantal zijvlakken?”.

Uitwerking

1. De balk heeft 6 diagonaalvlakken, 4 lichaamsdiagonalen en $6 \times 2 = 12$ zijvlaksdiagonalen.
2. De vierzijdige piramide heeft 2 diagonaalvlakken, 0 lichaamsdiagonalen en 2 zijvlaksdiagonalen.
3. Een driezijdig prisma heeft 0 diagonaalvlakken, 0 lichaamsdiagonalen en $3 \times 2 = 6$ zijvlaksdiagonalen.
4. Een zeszijdig prisma heeft 15 diagonaalvlakken, 18 lichaamsdiagonalen en $3 \times 2 = 6$ zijvlaksdiagonalen.
   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.
   Elk 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 $12 + 9 = 21$ zijvlaksdiagonalen.

Opdracht 6.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het werken met ‘diagonaalvlakken’, ‘lichaamsdiagonalen’ en ‘zijvlaksdiagonalen’. 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.

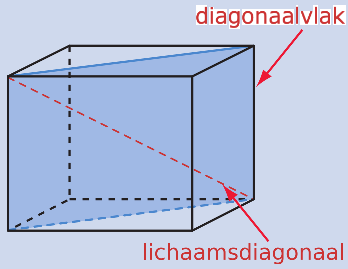
Theorie

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. Het mag geen ribbe van de figuur zijn.

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



Figuur 6.3

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

Verwerken

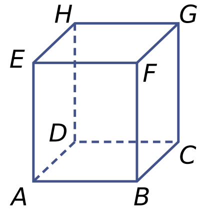
★ **Opgave 6.1**

Je ziet een balk van 4 cm bij 4 cm bij 5 cm.

a Teken deze balk met daarin diagonaalvlak $BCEH$ en lichaamsdiagonaal EC.

b Teken het diagonaalvlak $BCEH$ op ware grootte.

c Bepaal de lengte van de lichaamsdiagonaal.



Figuur 6.4

★ **Opgave 6.2**

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

a Teken een uitslag van de piramide.

b Benoem de diagonaalvlakken van de piramide. Welke vorm hebben ze? Wat zijn de afmetingen ervan?

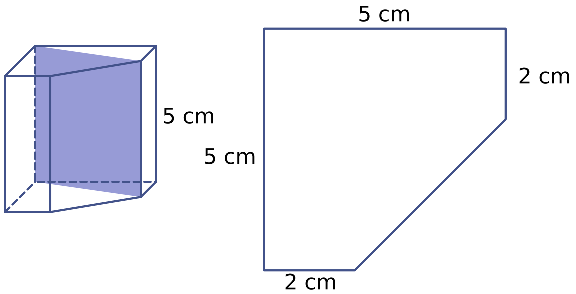
★ **Opgave 6.3**

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

a Hoeveel diagonaalvlakken van dit prisma hebben de vorm van een rechthoek?

b Teken het kleinste rechthoekige diagonaalvlak op ware grootte.

c Hoe lang is de kortste lichaamsdiagonaal (van een rechthoekig diagonaalvlak) in dit prisma?

Toepassen

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. Al bij werd de vraag gesteld “Hoe lang moet zo'n rietje minstens zijn?”

Inmiddels kun je die vraag beantwoorden, net als vergelijkbare vragen.

Figuur 6.6

★ Opgave 6.5: Rietje

Als je de vraag hierboven nog niet eerder hebt beantwoord, voer dan nu de berekening uit.

★ ★ ★ Opgave 6.6: De hoek om

In een kantoorgebouw bevindt zich een gang met een breedte van 1 m en een hoogte van 2,5 m. De gang maakt ergens een rechte hoek. Een bureaublad (zonder poten) wordt horizontaal op wieltjes door die gang gerold. De breedte van deze plaat is 1,5 m. Het bureaublad moet de hoek om kunnen.

Hoe groot kan de lengte van het bureaublad maximaal zijn?

1.7 Totaalbeeld

Samenvatten

Begrippenlijst

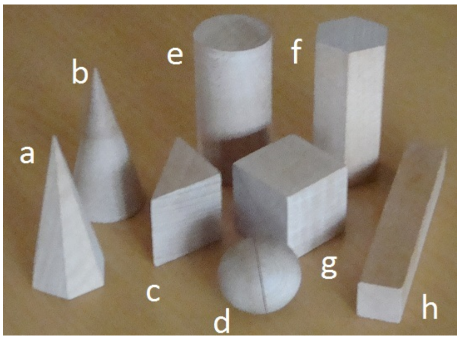
- kubus, balk (of blok), piramide, prisma, bol, cilinder, kegel
- hoekpunt, ribbe, grensvlak
- parallelprojectie
- uitslag — bouwplaat
- inhoud, volume — kubieke meter, liter
- diagonaalvlak — lichaamsdiagonaal — zijvlaksdiagonaal

Activiteitenlijst

- enkele ruimtelijke figuren herkennen;
- hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen;
- ruimtelijke figuren tekenen (op rooster);
- uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en maken;
- inhoud (volume) van enkele ruimtelijke figuren berekenen — inhoudsmaten omrekenen;
- 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.

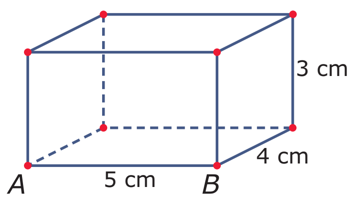
Opgave 7.2

Je ziet een balk $ABCD.EFGH$.

a Teken zelf deze balk op een rooster en zet bij de overige hoekpunten de juiste letter.

b Welk hoekpunt heeft met E geen grensvlak gemeen?

c 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

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

a Teken een uitslag van deze balk en zet bij alle hoekpunten de juiste letter.

b Geef in je uitslag de vier zijden van diagonaalvlak $BDHF$ aan.

c Teken dit diagonaalvlak op ware grootte.

d Bepaal de lengte van een lichaamsdiagonaal van de balk.

Opgave 7.5

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

Bereken het volume van deze balk en bereken de totale buitenoppervlakte ervan.

Opgave 7.6

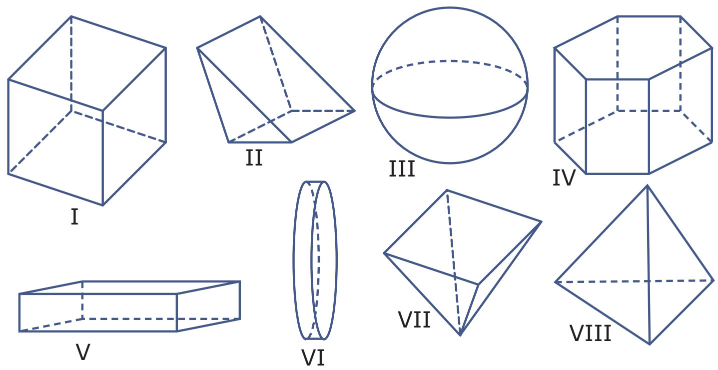
Van een cilindervormig blikje is de oppervlakte van het grondvlak 38,5 cm^2 en de hoogte 6 cm.

Bereken het volume van dit blikje in liter.

Testen

★ Opgave 7.7

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.

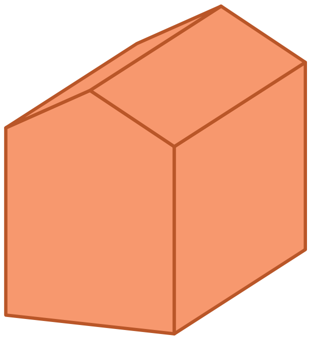
★ **Opgave 7.8**

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

a Teken zelf deze doos.

b Teken een uitslag van deze doos.

c Bereken de inhoud van deze geschenkverpakking.



Figuur 7.4

★ **Opgave 7.9**

Reken om.

a 2620 cm^3 = ... dm^3

b 2620 mL = ... L

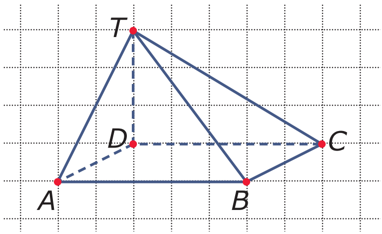
c 2,5 m^3 = ... L

★ **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.

a Hoe groot is de lengte van CT?

b Hoe groot is de lengte van BT?



Figuur 7.5

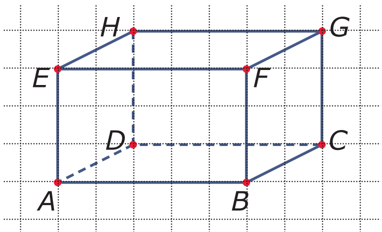
★ **Opgave 7.11**

Van balk $ABCD.EFGH$ geldt AB = 5 cm, AD = 3 cm en AE = 3 cm.

a Welk hoekpunt heeft geen grensvlak gemeen met punt E?

b Welke ribben zijn evenwijdig met BC?

c Teken diagonaalvlak $ACGE$ op ware grootte en bepaal de lengte van een lichaamsdiagonaal van deze balk.



Figuur 7.6

★ **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

Nu wordt het tijd om je ontwerp voor de ontwerpwedstrijd helemaal compleet te maken. Dit betekent dat je een bouwplaat voor je ontwerp maakt 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!

Figuur 7.7

Opgave 7.13: De ontwerpwedstrijd

Lever je definitieve ontwerp in op het afgesproken moment.

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 ☐ 1.3 ☐ 1.4 ☐ 1.5 ☐ **T** 7.7 ☐	1.2 ☐	
	Ervaringen opdoen met de grensvlakken van ruimtelijke figuren.	1.3 ☐ 1.5 ☐	1.2 ☐	
2	**Grensvlakken en ribben**	★	★ ★	★ ★ ★
	Hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren herkennen en benoemen.	2.1 ☐ 2.2 ☐ 2.3 ☐	2.4 ☐ 2.5 ☐	2.6 ☐
	Het aantal hoekpunten, grensvlakken en ribben van ruimtelijke figuren bepalen.	2.2 ☐	2.4 ☐ 2.5 ☐	2.6 ☐
3	**Ruimtelijk tekenen**	★	★ ★	★ ★ ★
	Ruimtelijke figuren op roosterpapier tekenen.	3.1 ☐ 3.2 ☐ 3.3 ☐ 3.5 ☐ **T** 7.8 ☐	3.4 ☐	3.6 ☐
	Informatie over ruimtelijke figuren aflezen uit een tekening op roosterpapier.	3.1 ☐		
4	**Uitslagen**	★	★ ★	★ ★ ★
	Uitslagen van ruimtelijke figuren herkennen en/of beoordelen op juistheid.	4.3 ☐ **T** 7.8 ☐	4.6 ☐	4.7 ☐
	Correcte uitslagen van ruimtelijke figuren maken.	4.1 ☐ 4.2 ☐ 4.4 ☐ **T** 7.8 ☐	4.5 ☐ 4.6 ☐	4.7 ☐
	Ruimtelijke figuren bouwen met behulp van bouwplaten.		4.6 ☐	4.7 ☐
5	**Inhoud**	★	★ ★	★ ★ ★
	De inhoud (het volume) van een balk, een halve balk, een cilinder en daaruit samengestelde figuren berekenen.	5.1 ☐ 5.2 ☐ 5.3 ☐ 5.5 ☐ 5.6 ☐ **T** 7.8 ☐	5.7 ☐	5.8 ☐
	Eenheden voor inhoud gebruiken en ze naar elkaar omrekenen.	5.4 ☐ 5.5 ☐ 5.6 ☐ **T** 7.9 ☐	5.7 ☐	5.8 ☐
6	**Diagonaalvlakken**	★	★ ★	★ ★ ★
	(lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken in ruimtelijke figuren herkennen en benoemen.	6.2 ☐ **T** 7.10 ☐ **T** 7.11 ☐ **T** 7.12 ☐	6.4 ☐	
	(lichaams)diagonalen en diagonaalvlakken op ware grootte tekenen.	6.1 ☐ 6.2 ☐ 6.3 ☐ 6.5 ☐ **T** 7.10 ☐ **T** 7.11 ☐ **T** 7.12 ☐	6.4 ☐	6.5 ☐

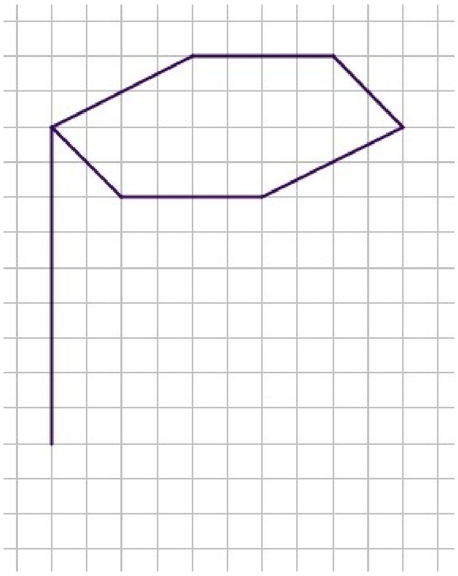
Het lesmateriaal in deze reader is gebaseerd op het materiaal dat ook op de Math4All website staat.

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.

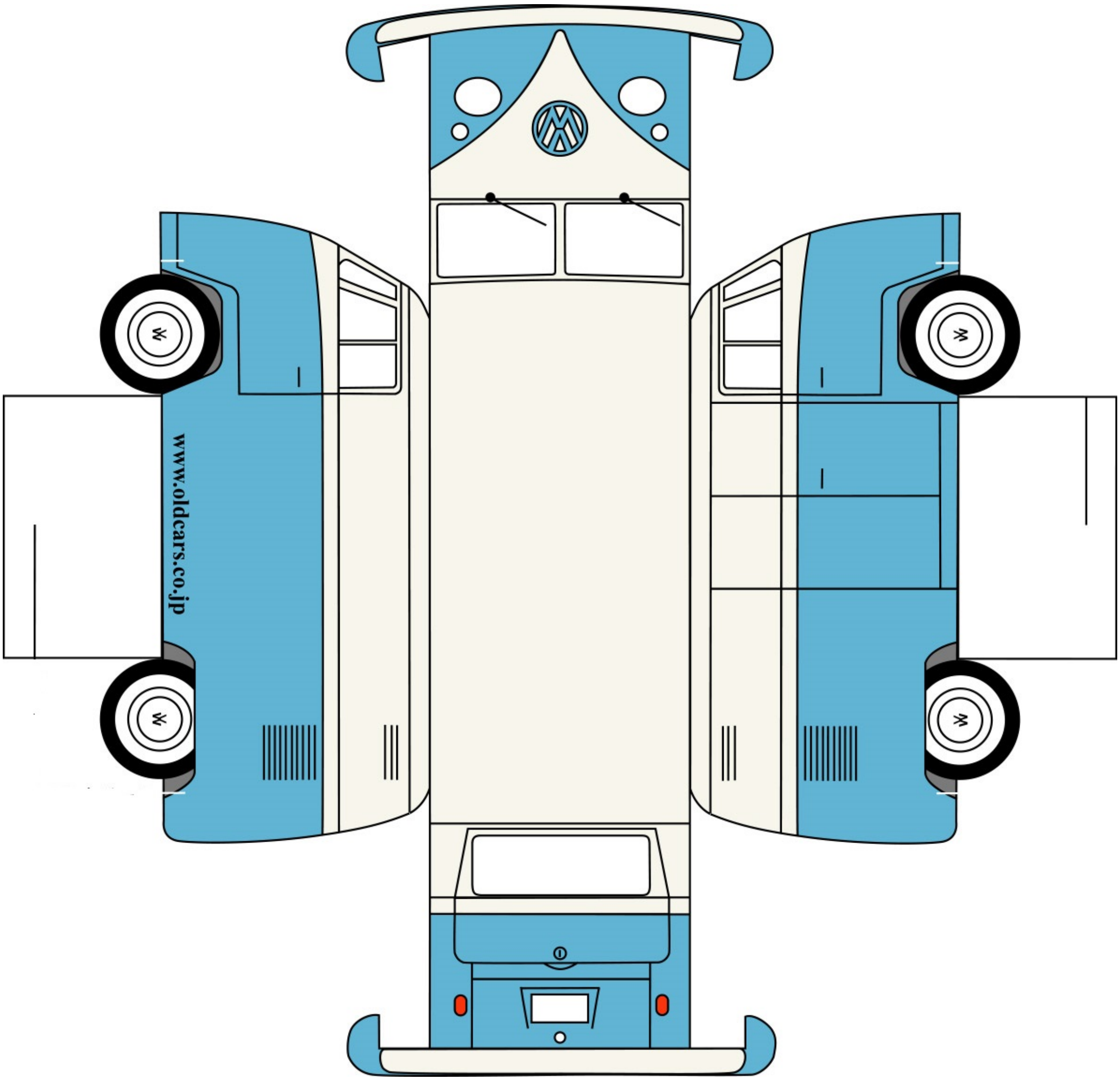
Stichting Math4All

www.math4all.nl

Werkblad bij Opgave 3.3 op pagina 23.



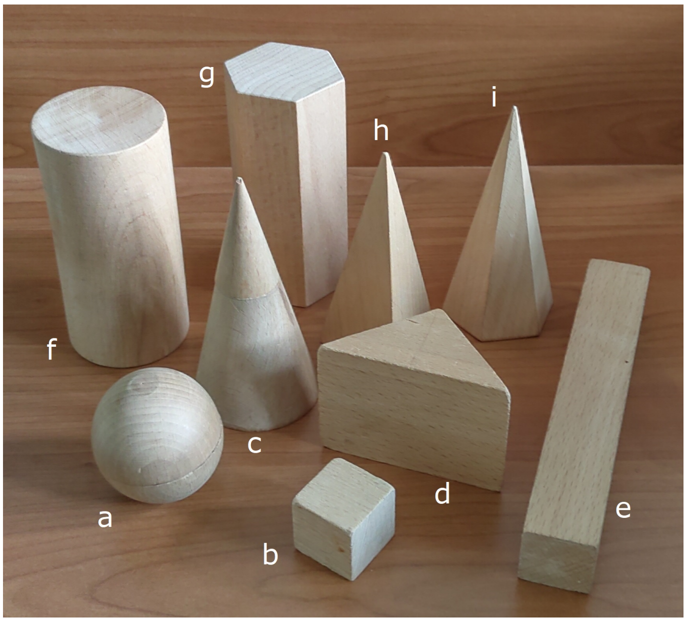
Werkblad bij Opgave 4.6 op pagina 30.



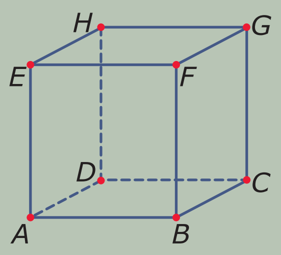
Informatieblad bij Opdracht 1.1

Informatieblad bij Opdracht 1.2

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

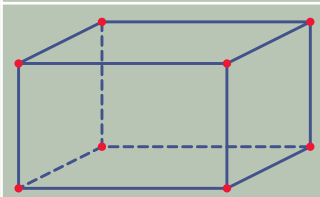


Werkblad bij Opdracht 2.1

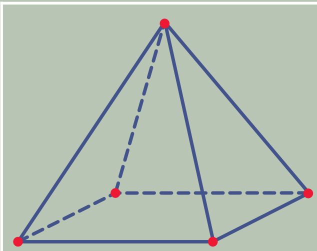


kubus

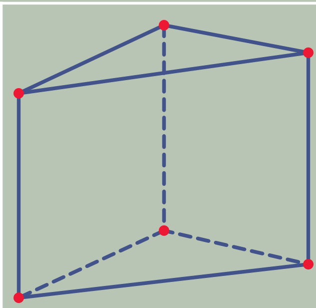
naam: **kubus** $ABCD.EFGH$
aantal ribben: 12
aantal hoekpunten: 8
aantal/vorm grensvlakken: 6 platte ‘grensvlakken’ die allemaal de vorm van een vierkant hebben.



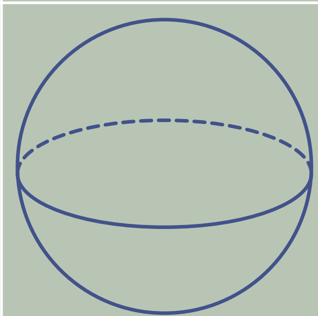
naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:



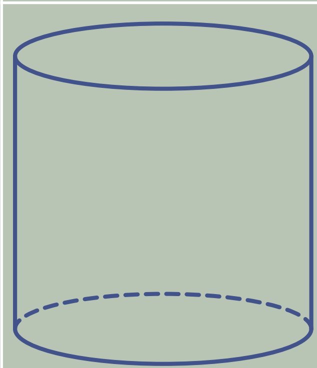
naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:



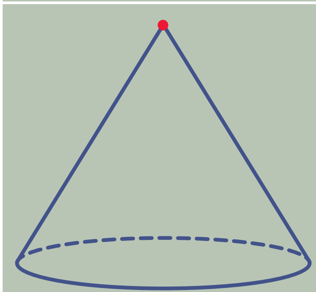
naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:



naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:

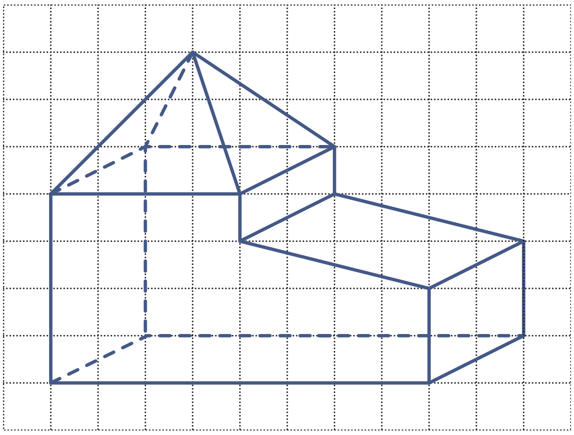


naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:

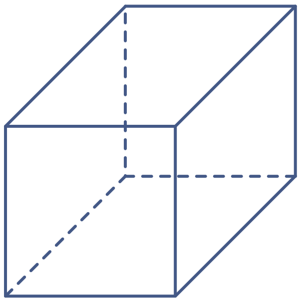


naam:
aantal ribben:
aantal hoekpunten:
aantal/vorm grensvlakken:

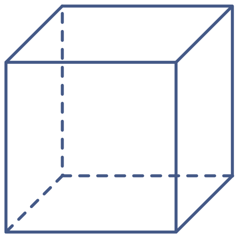
Informatieblad bij Opdracht 2.2



Werkblad bij Opdracht 3.1



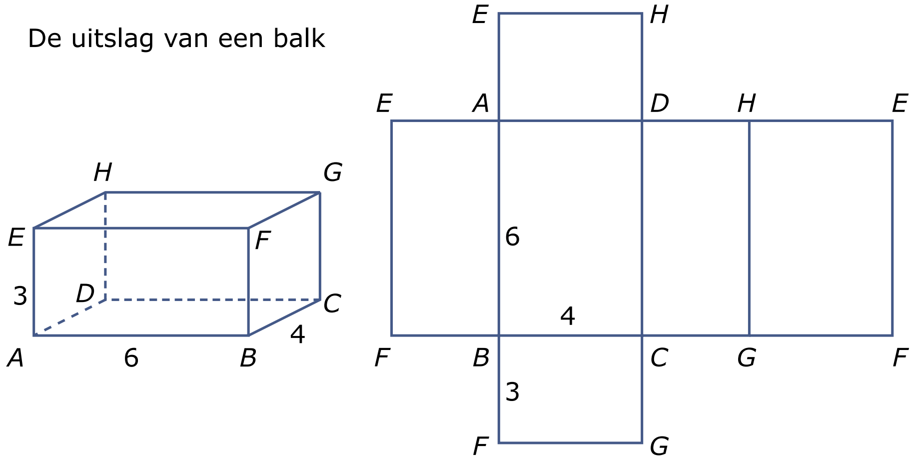
figuur I



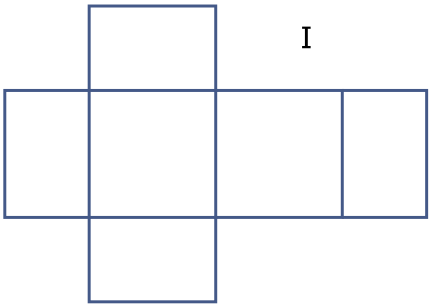
figuur II

Werkblad bij Opdracht 4.1

De uitslag van een balk

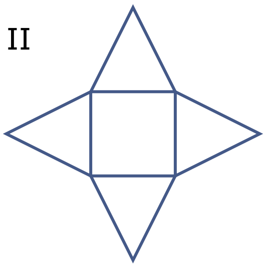


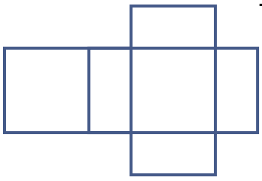
Informatieblad bij Opdracht 4.2



I

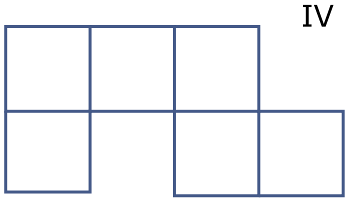
II





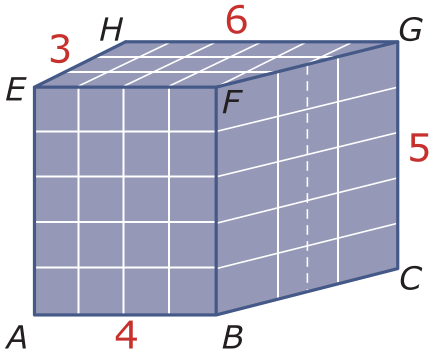
III

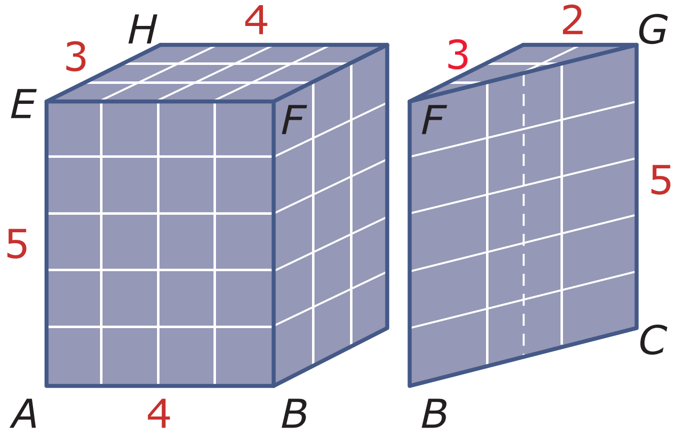
IV



Informatieblad bij Opdracht 5.1

Om de inhoud van prisma $ABCD.EFGH$ te bepalen, kun je hem verdelen in een hele balk en een halve balk. Je kunt ook gebruik maken van de oppervlakte van het grondvlak en de hoogte.





Informatieblad bij Opdracht 5.3

2,5 m^3 = ... dm^3

2,5 m^3 = ... cm^3

1021 cm = ... m^3

34,1 cm^3 = ... mm^3

1,2 km^3 = ... m^3

5630 m^3 = ... hm^3

1,2 dm^3 = ... L

1,2 L = ... cL

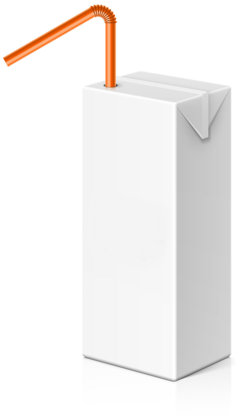
1,2 L = ... cm^3

1021 cm = ... L

34,1 cm^3 = ... dL

5630 L = ... m^3

Werkblad bij Opdracht 6.1



Werkblad bij Opdracht 6.2