Mineralen leren herkennen

Deel 4, Kristalmorfologie

PAUL TAMBUYSER

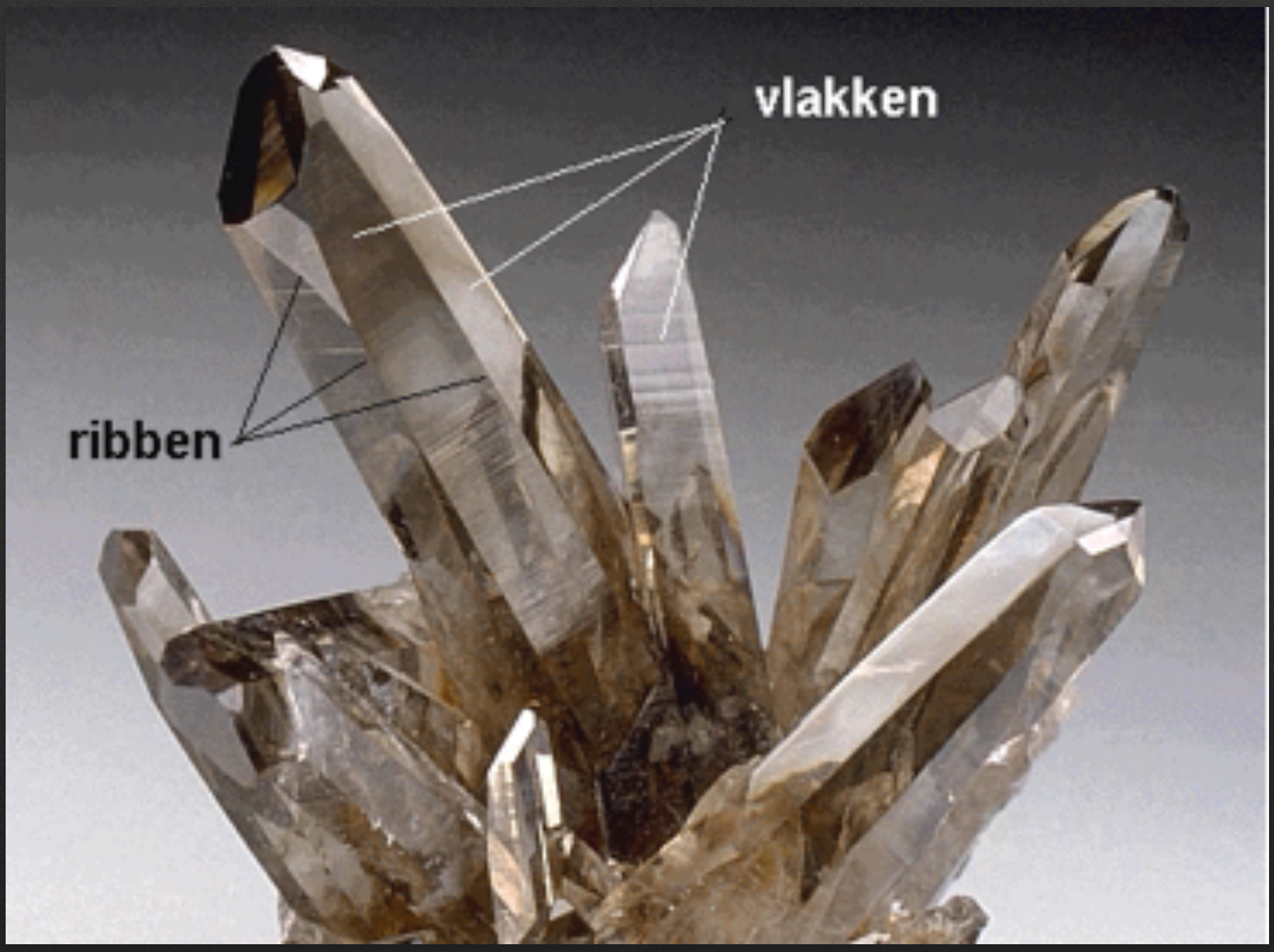
Voorwoord

Dit boek is het vierde deel uit de serie : Mineralen leren herkennen.
Deel 1 bevat een algemene inleiding over mineralen, hun voorkomen en hun namen. En wat eerste kenmerken bij het leren herkennen van mineralen.
Deel 2 gaat over de chemische samenstelling van mineralen, de elementen, hun symbolen en de verbindingen die ze kunnen vormen.
Deel 3 gaat over de kristalstructuur van mineralen.

Dit boek , deel 4, gaat over de waarnemingen aan de kristalvormen (morfologie). De meeste bijdragen uit het beginstadium van de kristallografische wetenschap zijn gebaseerd op waarnemingen aan de morfologie van kristallen. Ook voor het herkennen en determineren van mineraalspecimens is de kristalmorfologie van zeer groot belang. In dit boek wordt aandacht besteed aan de wetmatigheden in de morfologie van kristallen. De waargenomen wetmatigheden worden verklaard aan de hand van de kristalstructuur.

Morfologische Wetmatigheden

Galeniet, Joplin, Missouri



Het meest opvallende aan een kristal is dat het begrensd wordt door platte, meestal vrij gladde oppervlakken; men spreekt van de **vlakken** van een kristal (fig. 5.1). De snijlijnen tussen de diverse vlakken noemt men **ribben**.

In het mineralenrijk is de **verscheidenheid in het uiterlijk van kristallen** enorm. Zelfs de kristallen van één mineraalsoort kunnen er heel verschillend uitzien. Omdat het uiterlijk van een kristal mede bepaald wordt door de vormingsomstandigheden, kan de morfologie van de kristallen van één mineraalsoort van vindplaats tot vindplaats verschillen. Bij wijze van voorbeeld zijn in figuur 5.2 enkele kwartskristallen afgebeeld. Ondanks de verscheidenheid in het uiterlijk van de afgebeelde kwartskristallen zal in dit hoofdstuk blijken dat er een duidelijke systematiek in de schikking van de vlakken aanwezig is.

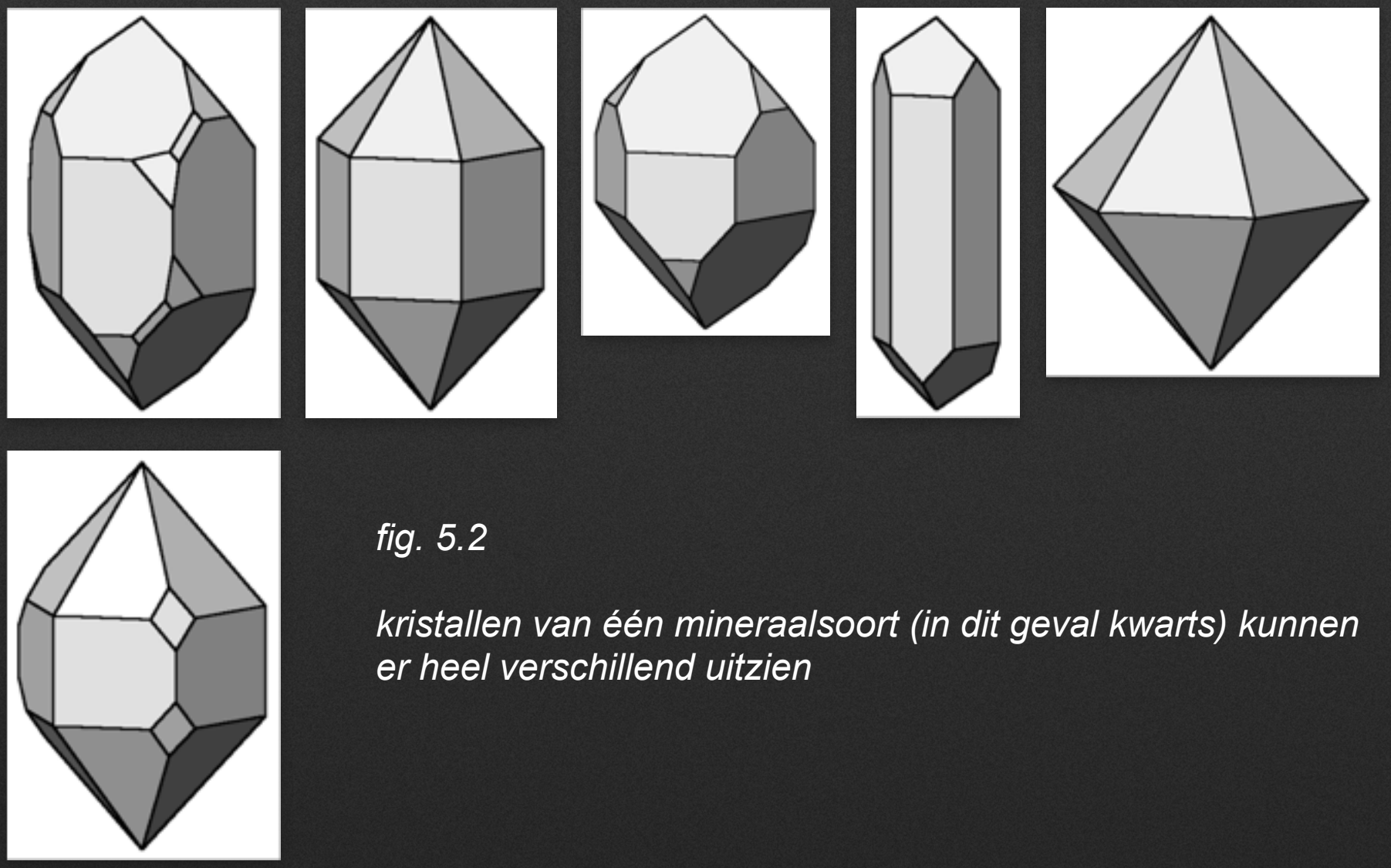


fig. 5.2

kristallen van één mineraalsoort (in dit geval kwarts) kunnen er heel verschillend uitzien

Een **<u>eerste wetmatigheid</u>** die men in principe aan ieder kristal van gelijk welk mineraal kan waarnemen, is het **voorkomen van vlakken in zones**. Onder **zone** verstaat men de verzameling van vlakken die evenwijdig zijn met een bepaalde richting die men **zone-as** noemt. De vlakken die tot één bepaalde zone behoren snijden elkaar, of elkaars verlengde, volgens richtingen die evenwijdig zijn met de zone-as. Kristalvlakken die tot eenzelfde zone behoren, noemt men **tautozonaal** (van het Grieks *tautos* = hetzelfde). In een kristal kan men meerdere zones onderscheiden en één vlak kan van meerdere zones deel uit maken.

kwartskristallen
Corinto, Minas Gerais,
Brazilië

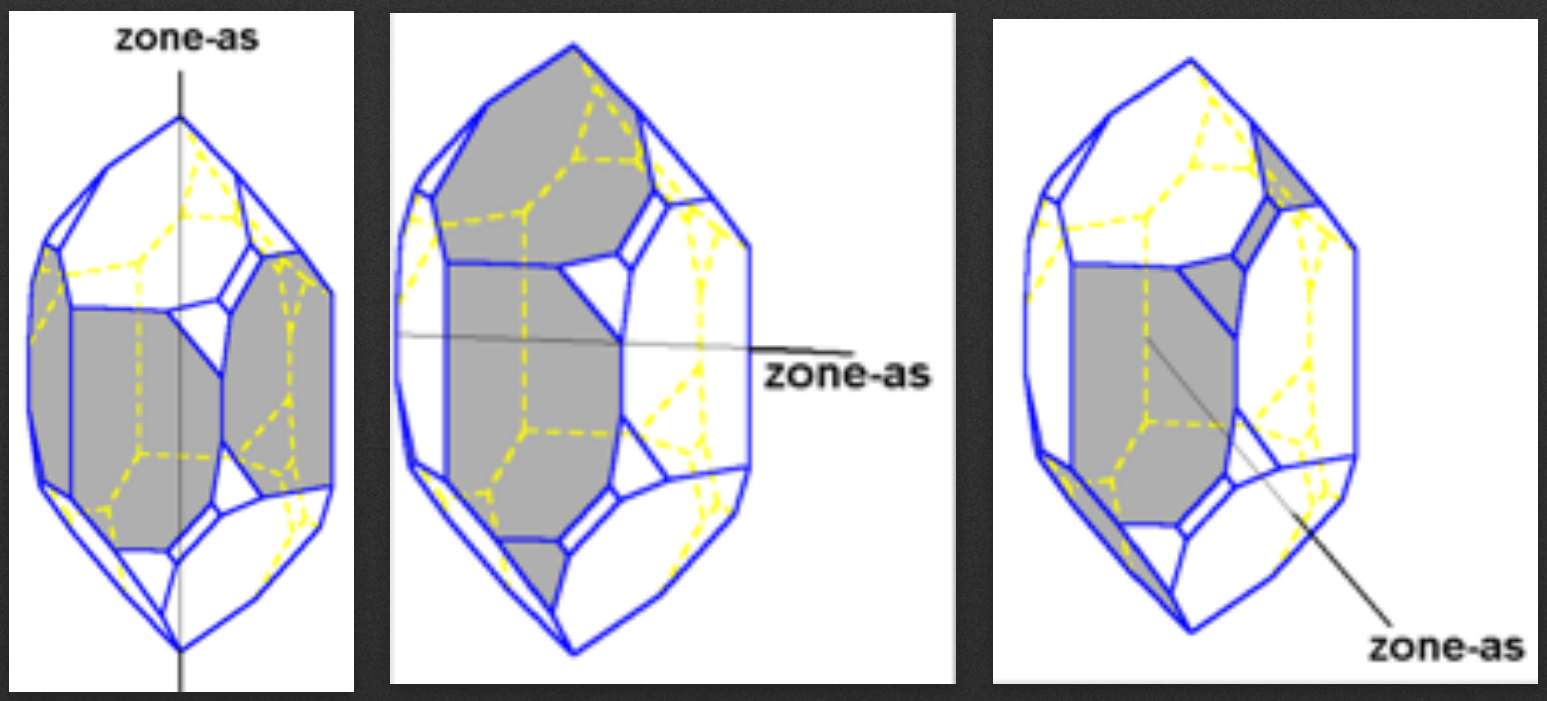


fig. 5.3
afbeeldingen van een kwartskristal met telkens een ander stel tautozonale vlakken grijs gekleurd

In figuur 5.3 is eenzelfde kwartskristal driemaal naast elkaar afgebeeld terwijl telkens een ander stel tautozonale vlakken grijs gekleurd werd. In dat kristal kan men overigens nog méér zones waarnemen. Een vlak zal tot een bepaalde zone behoren wanneer minstens één van zijn ribben evenwijdig is met de betreffende zone-as. Omdat de zone-as een ingebeelde as is, kan men ze evenwijdig met zichzelf verplaatsen en gelijk waar in het kristal tekenen. Meestal stelt men zich de zone-as voor als lopende door het centrum van het kristal.

Om de morfologie van kristallen te illustreren wordt in teksten over kristallografie gebruik gemaakt van **kristaltekeningen**. Deze tekeningen zijn zodanig gemaakt dat lijnen (bijvoorbeeld ribben) die in werkelijkheid evenwijdig met elkaar zijn, op de tekening ook als evenwijdige lijnen worden afgebeeld. Het is de bedoeling van dergelijke afbeeldingen om de zonerelaties goed tot uiting te doen komen. Men noemt dit soort tekeningen een clinografische **projectietekening**.

Bij een gewone perspectieftekening daarentegen zullen evenwijdige lijnen samenkomen in een vluchtpunt. Beide projectiemethodes worden in figuur 5.4 geïllustreerd aan de hand van een kubus. In de clinografische projectietekening van de kubus (links in fig. 5.4) zijn de ribben die in werkelijkheid evenwijdig met elkaar zijn, ook evenwijdig met elkaar getekend. In het geval van de perspectieftekening zijn de evenwijdige ribben waarlangs men kijkt, zodanig getekend dat hun verlengden samenkomen in een vluchtpunt. Een dergelijke projectie is veel minder geschikt voor een kristallografische interpretatie.

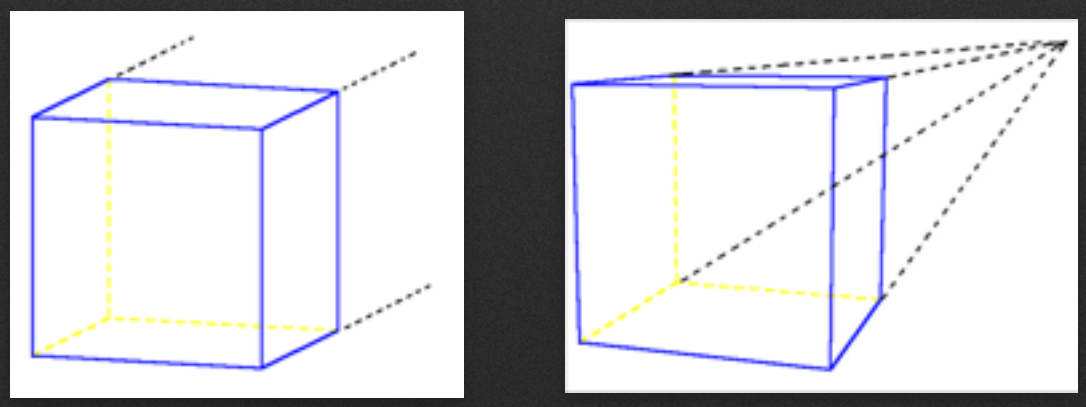


fig. 5.4

clinografische projectietekening versus perspectieftekening

Een **<u>tweede wetmatigheid</u>** in de morfologie van kristallen heeft telkens betrekking op de kristallen van één mineraalsoort.

Verschillende kristallen van één mineraalsoort kunnen weliswaar een ander uiterlijk hebben (zie bijvoorbeeld fig. 5.2), maar in de regel kan men vlakken onderscheiden die op de diverse kristallen terug te vinden zijn. Wanneer men over verschillende kristallen van eenzelfde mineraal beschikt, dan is het mogelijk om ze ruimtelijk zo te oriënteren dat bepaalde vlakken evenwijdig met elkaar komen te liggen. Dergelijke vlakken noemt men **overeenkomstige vlakken**. In figuur 5.2 zijn alle kwartskristallen op eenzelfde manier georiënteerd zodat overeenkomstige vlakken, mede door de verschillen in schaduwing, onmiddellijk te herkennen zijn.

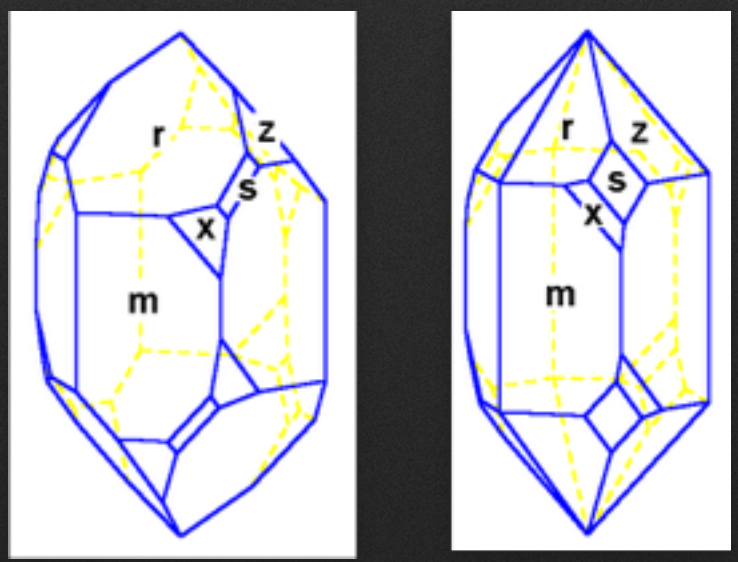


fig. 5.5

kwartskristallen waarbij de overeenkomstige vlakken van letters werden voorzien

De wetmatigheid die betrekking heeft op die overeenkomstige kristalvlakken staat bekend als de **eerste hoofdwet van de kristallografie**, als de **wet van de constante tweevlakshoek** of als de **wet van** Stensen en luidt:

> **Voor verschillende kristallen van eenzelfde mineraal geldt dat de hoek tussen overeenkomstige vlakken constant is.**

M.a.w. wanneer men aan een kristal de hoek tussen twee vlakken (=tweevlakshoek) meet en men meet aan een ander kristal van dezelfde mineraalsoort (eventueel zelfs van een andere vindplaats) de hoek tussen de overeenkomstige vlakken, dan zullen beide hoeken gelijk zijn. Dus voor de twee kwartskristallen in figuur 5.5 geldt bijvoorbeeld dat de hoek tussen het vlakje met de letter m en het vlakje met de letter r in het linker kristal gelijk is aan de hoek tussen het vlakje m en het vlakje r in het rechter kristal (namelijk 38,17°)

Strikt genomen is deze wet enkel geldig als de hoekmetingen bij dezelfde temperatuur en druk gebeuren. De **grootte van het kristal** en **de relatieve afmetingen van de betrokken vlakken** hebben **geen invloed op deze wetmatigheid**.
De wet van de constante tweevlakshoek in kristallen is heel accuraat. Afwijkingen in chemische samenstelling, de aanwezigheid van onzuiverheden, enz. kunnen de hoeken echter lichtjes wijzigen.

Deze wetmatigheid werd voor het eerst waargenomen door de Deen **Nils Stensen** (1638-1686). In 1669 stelde hij vast dat de hoeken tussen overeenkomstige vlakken in kwartskristallen steeds dezelfde zijn, ongeacht het uiterlijk van het kristal. Stensen tekende de omtrekken van kwartskristallen en kon op die manier de hoeken tussen de vlakken meten. (zie reproductie in fig. 5.6).

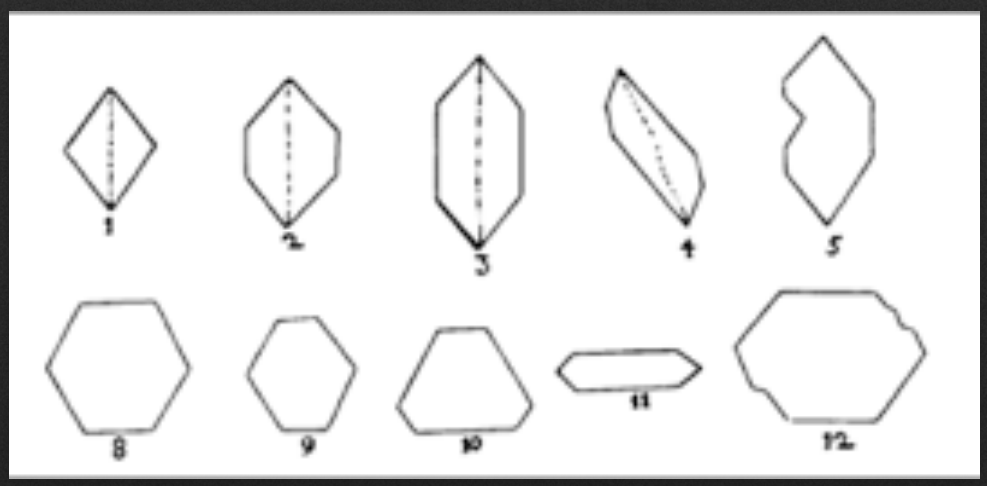


fig. 5.6

enkele afbeeldingen uit het werk van Stensen (1669)
(schetsmatige doorsneden door verschillende kwartskristallen)

Er zou echter nog meer dan een eeuw over heen gaan vooraleer de waarnemingen van Stensen door de Fransman Louis Romé de l'Isle (1736-1790) in 1772 als een wet geformuleerd werden. Een grote hoeveelheid van hoekmetingen die door zijn medewerker Arnould Carrangeot op kristallen van diverse mineralen werden uitgevoerd, toonden aan dat deze wet algemeen geldig was. Deze veralgemening werd door de l’Isle in 1783 gepubliceerd, maar staat bekend als de **wet van Stensen**.

Bij **hoekmetingen aan kristallen** werkt men niet met de hoek ω (omega) tussen de twee kristalvlakken maar wel met de **hoek ψ (psi) tussen de normalen** op die kristalvlakken. Een **normaal** op een vlak is een rechte loodrecht op dat vlak. In figuur 5.7 zijn de normalen (= loodlijnen) N_1 en N_2 op de vlakken a respectievelijk b afgebeeld, evenals de hoeken ω en ψ. In de kristallografie is de hoek tussen vlak a en vlak b: a Λ b = ψ

De relatie tussen beide hoeken is:

$$\psi = 180° - \omega$$

Wanneer men in de literatuur spreekt over de hoeken tussen kristalvlakken, dan bedoelt men in feite de hoeken tussen de vlakkennormalen.

Voorbeeld: bij kwartskristallen (fig. 5.5) kan men volgende hoeken (ψ) meten:

m Λ x = 12,00° m Λ s = 37,94° m Λ r = 38,17°
m Λ z = 66,85° r Λ z = 46,29° x Λ s = 25,94°
r Λ s = 28,91° z Λ s = 28,91°

Uit deze paragraaf blijkt dat de wetmatigheden, zone-ontwikkeling en constante hoeken tussen overeenkomstige vlakken, aantonen dat de **ligging van de vlakken in een kristal niet willekeurig** is. De verklaring van deze wetmatigheden ligt in de structuur van het kristal.

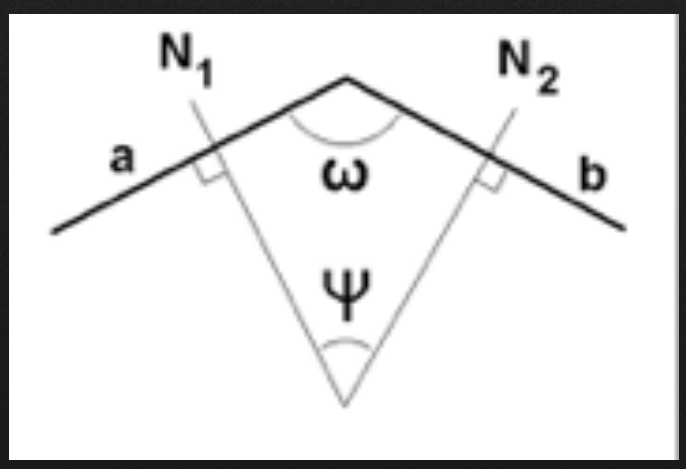


fig. 5.7
de kristalvlakken a en b,
de normalen N_1 en N_2 op die vlakken en de hoek ψ tussen de normalen

Kristalstructuur En Morfologie

Kristalstructuur en morfologie

Wanneer men zegt dat een mineraal kristallijn is, dan denkt men al gauw aan de mooie kristallen met effen oppervlakken zoals die in de vorige paragraaf aan bod kwamen. Dit is echter maar één aspect van de werkelijkheid, want een massief brokje kwarts bijvoorbeeld is ook kristallijn, evenwel zonder dat er kristalvlakjes te zien zijn.

Wat een kristallijn materiaal kenmerkt, is dat de atomen waaruit het is opgebouwd volgens een bepaald ruimtelijk patroon gerangschikt zijn. Zo een geordend driedimensionaal bouwwerk van atomen noemt men een kristalstructuur (zie ook vorig hoofdstuk). Kristallijne materie onderscheidt zich van amorfe (niet-kristallijne) materie door die geordende structuur.

De **morfologie van kristallen** is een **direct gevolg van de interne structuur**. Een kristalstructuur kan men opvatten als opgebouwd uit een aaneenschakeling van identieke minuscule eenheden die men elementaire cellen noemt (zie ook 4.6). Men kan zich nu ook voorstellen dat deze bouwsteentjes het uiterlijk van het kristal zullen bepalen.
Neemt men bijvoorbeeld het mineraal fluoriet; kristallen van dit mineraal zijn meestal kubussen (fig. 5.8).

fig. 5.8

een kristal van fluoriet heeft meestal de vorm van een kubus

Cave in Rock, Hardin County, Illinois, USA

Foto: Mim museum

De elementaire cel van fluoriet is eveneens een kubus en het is nu niet moeilijk om zich een fluorietkristal voor te stellen als een opeenstapeling van kubusvormige "bouwsteentjes" (fig. 5.9).

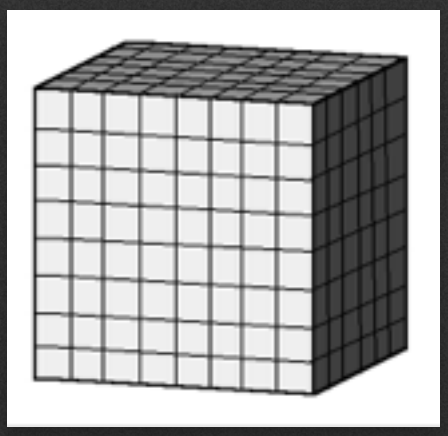
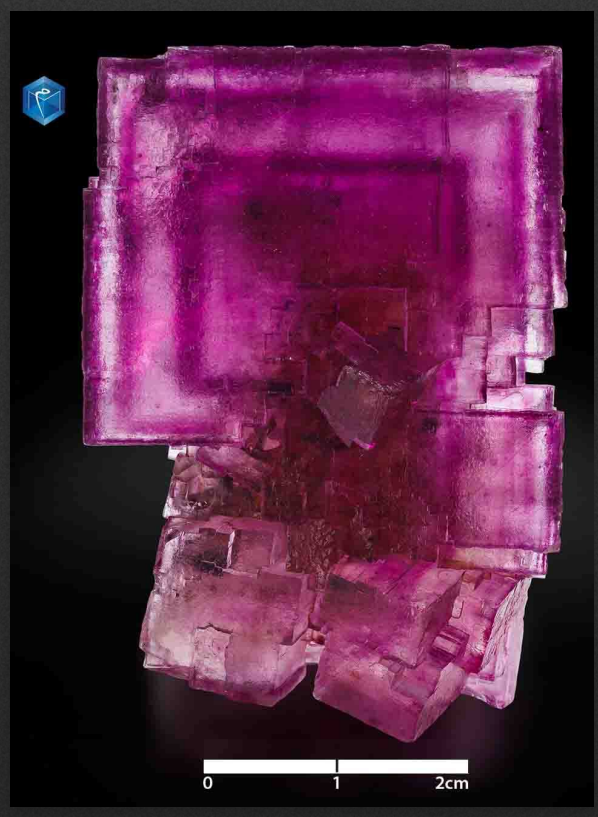


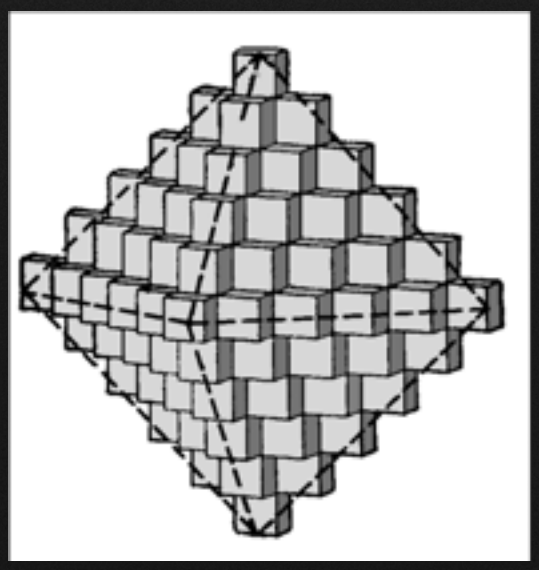
fig. 5.9
een kubusvormig fluorietkristal kan men opvatten als opgebouwd uit een opeenstapeling van uiterst kleine kubusvormige bouwsteentjes



Door in bepaalde richtingen minder kubusjes te stapelen krijgt het kristal een ander uiterlijk. Dit wordt geïllustreerd in figuur 5.10 en men herkent er een kristal (octaëder) in dat men eveneens bij fluoriet kan waarnemen (fig. 5.11). Dat deze kristallen in uiterlijk verschillen met de kubus van figuur 5.9 hangt in feite af van de groeisnelheid (of hier de aanbouwsnelheid van de kubusblokjes) in verschillende richtingen.

fig. 5.10

een octaëder kan men opvatten als opgebouwd uit een opeenstapeling van uiterst kleine kubusvormige bouwsteentjes



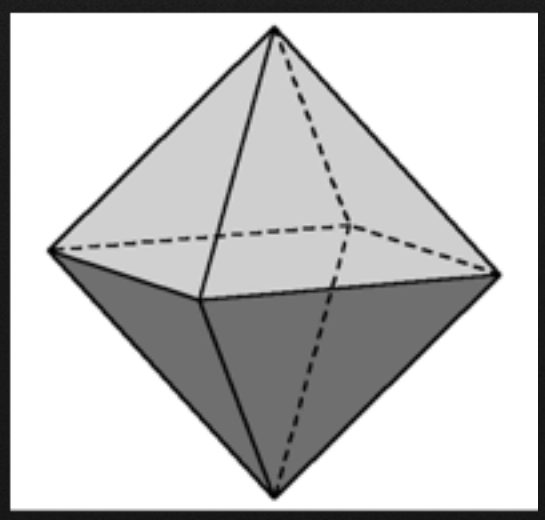


fig. 5.11

octaëdrische kristallen van fluoriet

Samengevat kan men zeggen dat **de kristalstructuur de ruimtelijke ligging van de kristalvlakken bepaalt**. Bij een gegeven kristalstructuur zijn er maar een beperkt aantal vlakken die als mogelijk kristalvlak kunnen optreden. Om zich dit voor te stellen, denkt men de atomen weer even weg en behoudt men het ingebeeld kristalrooster. Ter verdere vereenvoudiging wordt deze situatie in figuur 5.12 in twee dimensies voorgesteld . In deze figuur stellen de zwarte stippen de roosterpunten voor. Doorheen de roosterpunten kan men nu een aantal rechten trekken die zich enkel van elkaar onderscheiden door het aantal punten dat ze per lengte-eenheid bevatten. De oriëntatie van de rechten wordt bepaald door de posities van de roosterpunten in het platte vlak.

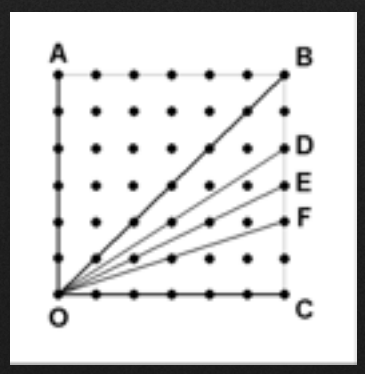


fig. 5.12
roosterpunten doorheen dewelke men een aantal rechten kan trekken die zich enkel van elkaar onderscheiden door het aantal punten die ze per lengte-eenheid bevatten

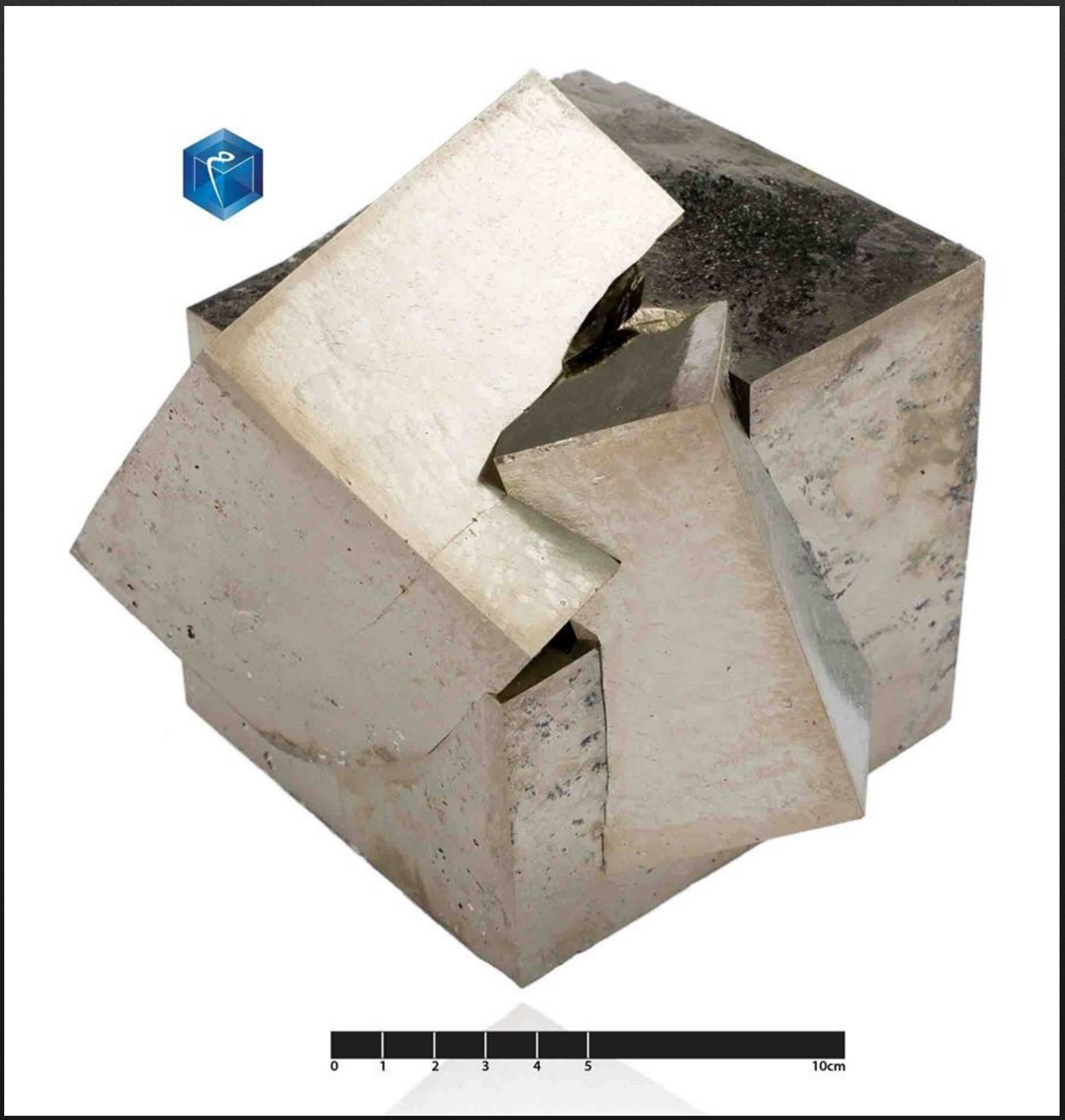
In de ruimte krijgt men iets analoog, maar dan met vlakken in plaats van rechten. De ligging van de kristalvlakken wordt nu bepaald door de ruimtelijke positie van de roosterpunten.
Bij een kristal komen er van alle mogelijke vlakken slechts een beperkt aantal voor en sommige dan nog zeer zelden. De frequentie van voorkomen van een vlak is ruwweg evenredig met het aantal roosterpunten dat in dat vlak ligt (m.a.w. het aantal roosterpunten per oppervlakte-eenheid).

Men kan figuur 5.12 ook opvatten als een doorsnede van een kristal en de rechten als snijlijnen van verschillende mogelijke tautozonale vlakken die zich loodrecht op het vlak van de tekening bevinden. In de praktijk zou men dan vaststellen dat de **vlakken die het meeste voorkomen**, deze zijn **die het grootste aantal** roosterpunten **bevatten**; of zoals op de tekening, de vlakken met als snijlijnen OA, OC en OB. Deze wetmatigheid staat bekend als de **wet van** Bravais (Auguste Bravais, 1811-1863).

Aangezien de kristalstructuur van een bepaald mineraal een vast gegeven is en omdat de ligging van de kristalvlakken van deze structuur afhangt, moet dus ook de onderlinge ligging van de verschillende vlakken constant zijn. Dit is een andere formulering van de eerste hoofdwet van de kristallografie (zie 5.1: wet van Stensen). De onderlinge ligging van kristalvlakken kan men bepalen door de hoeken tussen die vlakken te meten. Hebben de vlakken bij diverse kristallen van een mineraalsoort een identieke ligging, dan zijn ook de hoeken tussen de vlakken constant.

De zone-ontwikkeling van kristalvlakken die reeds in 5.1 werd besproken, vindt eveneens zijn verklaring in de structuur van kristallen. Wanneer twee kristalvlakken elkaar snijden, dan is de ribbe steeds evenwijdig met een voor beide kristalvlakken gemeenschappelijke rij roosterpunten. M.a.w. tautozonale vlakken (zoals in fig. 5.12) liggen alle evenwijdig met eenzelfde rij roosterpunten.

Kristallisatie



Kristallisatie

Kristallen kunnen zich vormen uit een oplossing, uit een smelt of uit een gas.

Lost men bijvoorbeeld NaCl (haliet of keukenzout) op in water, dan is er aan die oplosbaarheid een grens; bij een bepaalde concentratie kan men niet méér NaCl oplossen.
Deze oplosbaarheidsgrens ligt hoger bij toenemende temperatuur. Overschrijdt men die oplosbaarheidsgrens, hetzij door het water te laten verdampen, hetzij door de temperatuur van de oplossing te laten afnemen, dan zal het NaCl uitkristalliseren.

Vertrekt men van een smelt, dan treedt kristallisatie op wanneer men de smelt afkoelt tot beneden het smeltpunt. Bijvoorbeeld bij afkoeling van water tot 0°C vormen zich ijskristallen. Wanneer men een gas voldoende afkoelt, dan kan eveneens kristallisatie optreden; men spreekt hier ook wel van sublimatie. Het bekendste voorbeeld is de vorming van sneeuwkristallen uit waterdamp.

Kristallisatie gebeurt telkens in twee stadia. In een eerste stadium vormen zich kristalkiemen die reeds de geordende kristalstructuur bezitten (fig. 5.13). In het tweede stadium groeien deze kiemen aan tot (eventueel macroscopische) kristallen.

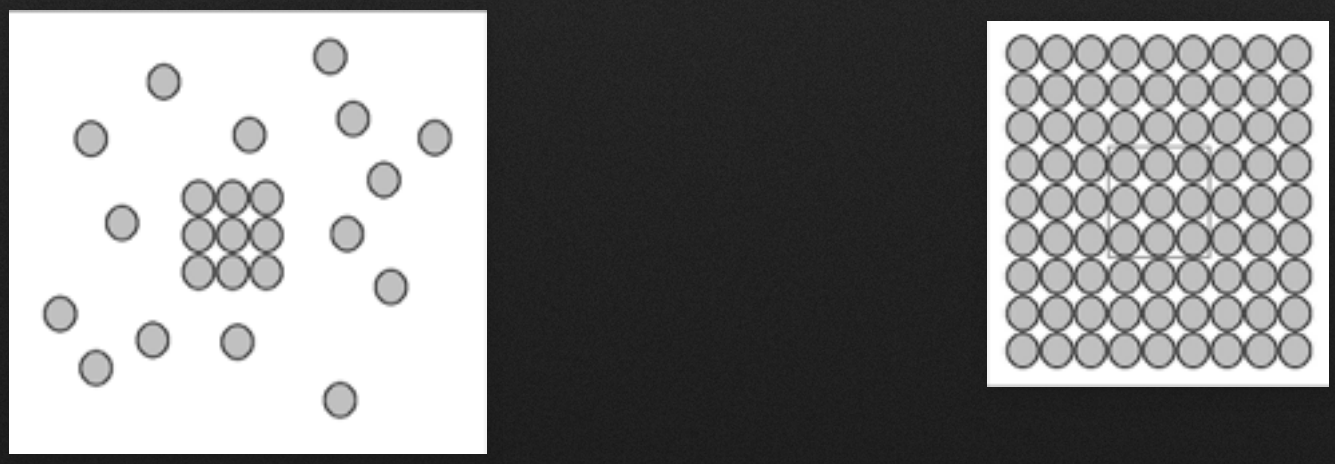


fig. 5.13
In het eerste stadium van de kristallisatie vormen zich kristalkiemen die reeds de geordende kristalstructuur bezitten. De kristalkiem groeit verder aan tot een kristal.

Kristallen groeien door toevoeging van hetzij atomen, moleculen of ionen aan de oppervlakte van het kristal. Tijdens de groei blijven de hoeken tussen de diverse kristalvlakken constant. Praktisch komt dit neer op een parallelverschuiving van de kristalvlakken; men spreekt van de groeisnelheid van een kristalvlak. De relatieve groeisnelheid van de diverse vlakken bepaalt het uiterlijk van het kristal.

In figuur 5.14 wordt het effect van de groeisnelheid van de bij de kristalkiem aanwezige vlakken geïllustreerd.

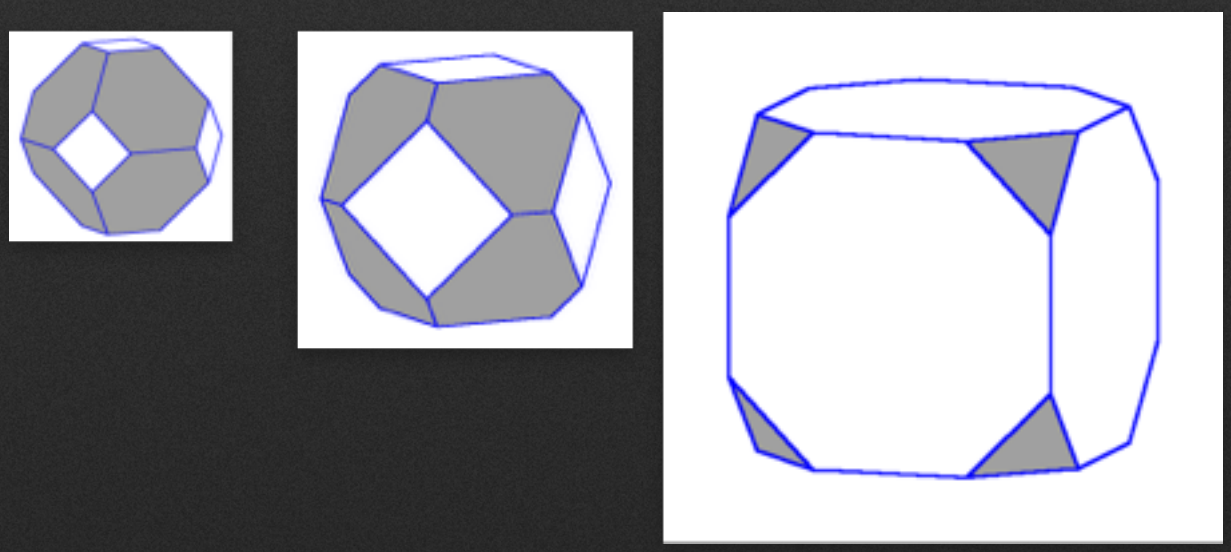


fig. 5.14.
effect van de groeisnelheid van kristalvlakken op de morfologie;
langzaam groeiende vlakken worden tijdens de kristalgroei steeds groter ten opzichte van de sneller groeiende vlakken (grijs gekleurd)

Als de groeisnelheid van alle kristalvlakken even groot is dan blijft het globale uiterlijk van het kristal tijdens de groei behouden. In figuur 5.14 is echter de groeisnelheid van de grijs gekleurde vlakken groter dan de groeisnelheid van de overige vlakken.

Langzaam groeiende vlakken worden tijdens de kristalgroei steeds groter ten opzichte van de sneller groeiende vlakken die steeds maar kleiner worden om tenslotte te verdwijnen (fig. 5.15). Welke vlakken uiteindelijk aan een kristal optreden, hangt dus af van de relatieve groeisnelheid van de diverse mogelijke kristalvlakken. Zowel kristalstructuur als groeiomstandigheden spelen hierbij een rol.

fig 5.15
snel groeiende kristalvlakken (aangeduid met pijl) worden tijdens de groei steeds kleiner om tenslotte te verdwijnen

HOOFDSTUK 4

Symmetrie-elementen

Symmetrie-elementen

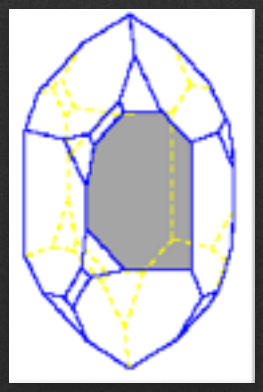
Kristallijne materialen hebben een geordende structuur en deze orde brengt symmetrie teweeg. Omdat de kristalstructuur van een mineraal een bepaalde symmetrie heeft, zal een kristal (waarvan de vorm door de kristalstructuur wordt bepaald) ook een bepaalde symmetrie vertonen. Het is de symmetrie van deze uitwendige vorm van een kristal die voor het mineralen herkennen / determineren van belang is.

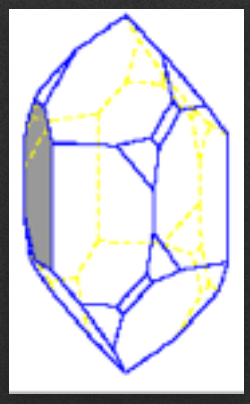
Om symmetrie te beschrijven heeft men een aantal begrippen, **symmetrie-elementen**, ingevoerd waarvan de voornaamste (symmetrieas, symmetriecentrum, symmetrievlak) hier beknopt worden toegelicht.

De symmetrieas

Om het begrip ‘symmetrieas’ te begrijpen neemt men in gedachten een van de kwartskristallen uit figuur 5.5 met de ‘punten’ tussen duim en wijsvinger. Wanneer men het kristal op die manier vasthoudt (fig. 5.16), bekijkt men aandachtig de ruimtelijke ligging van de verschillende vlakken (in de figuur is één vlak grijs gekleurd om de rotatie op de tekening te kunnen volgen). Draait men nu in gedachten het kristal rond zijn lengteas dan zal men na een rotatie van 120° een situatie tegenkomen die geometrisch gelijk is met de uitgangspositie. Bij een verdere rotatie van 120° komt men weer in een vergelijkbare situatie terecht om tenslotte na een volledige omwenteling (360°) terug in de beginstand uit te komen. Tijdens een volledige omwenteling heeft men driemaal een geometrisch gelijkwaardige situatie gezien.

beginstand → → **stand na 120° rotatie**





rotatie van een kwartskristal over 120° rond zijn lengteas brengt het in een positie die geometrisch niet van de uitgangspositie te onderscheiden is (één vlak is grijs gekleurd om de rotatie vanuit de beginstand via tussenstanden tot de eindstand op de tekening te kunnen volgen)

Een kristal bevat een symmetrieas indien men een ingebeelde rechte in het kristal kan vinden, zó dat bij 360° draaien van het kristal om deze rechte, het uiterlijk van het kristal tweemaal of meermaals met zichzelf samenvalt. Het aantal maal dat het uiterlijk herhaald wordt (identiek is aan het uiterlijk vóór het draaien en er niet van te onderscheiden) tijdens een volledige omwenteling (van 360° om de as) noemt men de **talligheid** van de as.

In het geval van het kwartskristal in figuur 5.16 wordt het uiterlijk tijdens een volledige rotatie driemaal herhaald; de betreffende symmetrieas is dan ook een drietallige as.

Symmetrieassen gaan altijd door het centrum van het kristal. Zone-assen zijn soms ook symmetrieassen.

In kristallen kan men uitsluitend 2-, 3-, 4- en 6-tallige symmetrieassen aantreffen.

Voorbeelden:

- **de tweetallige as**, voorgesteld door het symbool: ⬮

In het geval van een tweetallige as wordt bij een totale rotatie het uiterlijk tweemaal herhaald. Een rechthoek heeft 3 tweetallige assen; twee in het vlak van de rechthoek en een derde, loodrecht erop (fig. 5.17). Een kubus heeft 6 tweetallige assen die in figuur 5.18 zijn weergegeven.

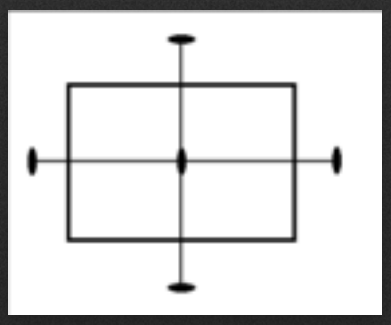


Fig. 5.17

tweetallige assen in een rechthoek

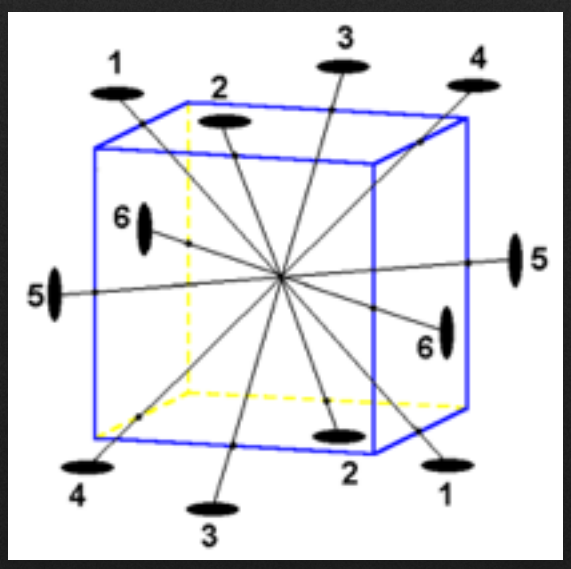


Fig. 5.18

de zes tweetallige assen van een kubus

- **de drietallige as, symbool: ▲**

Een gelijkzijdige driehoek (fig. 5.19) heeft één drietallige as loodrecht op het vlak van de driehoek (en drie tweetallige assen in het vlak van de driehoek gelegen). Figuur 5.20 geeft de vier drietallige assen van een kubus weer.

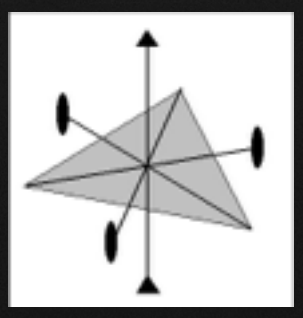


Fig. 5.19

symmetrieassen in een gelijkzijdige driehoek

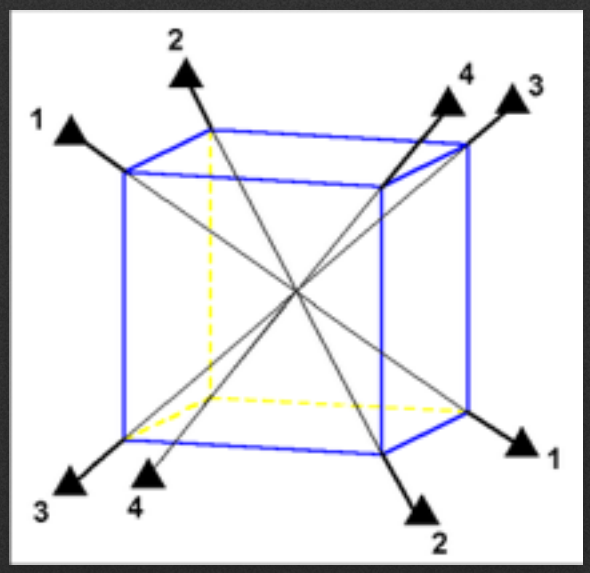
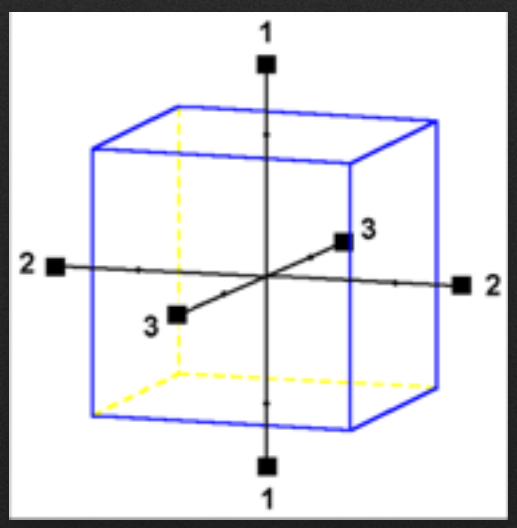


Fig. 5.20
de vier drietallige assen van een kubus

- **de viertallige as, symbool: ■**

fig. 5.21 de drie viertallige assen van een kubus



In figuur 5.21 zijn de drie viertallige assen van een kubus weergegeven

De vijftallige as kan in kristallen niet voorkomen. Men moet het zich zo voorstellen dat het onmogelijk is om met regelmatige vijfhoeken een oppervlaktevullend regelmatig patroon op te bouwen (met rechthoeken, driehoeken, vierkanten en zeshoeken is dat wel mogelijk) (fig. 5.22).

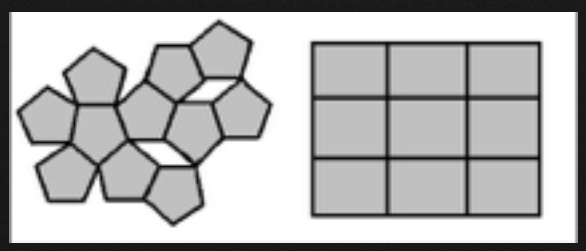


fig. 5.22
met regelmatige vijfhoeken (links) is het onmogelijk om een regelmatig patroon op te bouwen
met rechthoeken (rechts) is dat wel mogelijk

Een regelmatige (gelijkzijdige) vijfhoek heeft een vijftallige as. Het mineraal pyriet komt dikwijls voor in kristallen die vijfhoekige vlakken vertonen. Deze vijfhoeken zijn echter geen regelmatige (gelijkzijdige) vijfhoeken (fig. 5.23), want één van de ribben is altijd langer dan de overige vier die gelijk zijn. In een pyrietkristal kan men evenmin vijftallige assen terugvinden (wel 3- en 2-tallige assen).

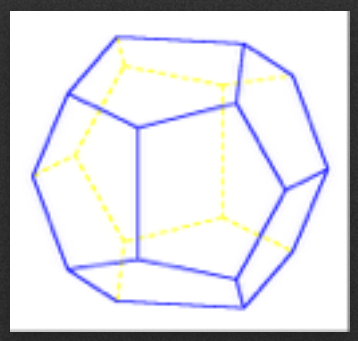
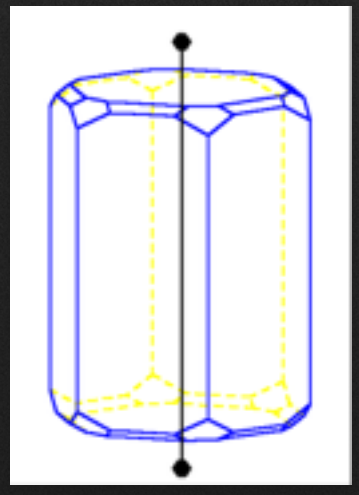


fig. 5.23
een pyrietkristal met uitsluitend vijfhoekige vlakken

- **de zestallige as**, symbool: ⬢

Voorbeelden zijn een regelmatige zeshoek, een regelmatig zeshoekig prisma of het berylkristal in figuur 5.24.



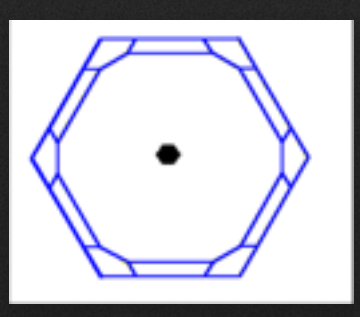


Fig. 5.24

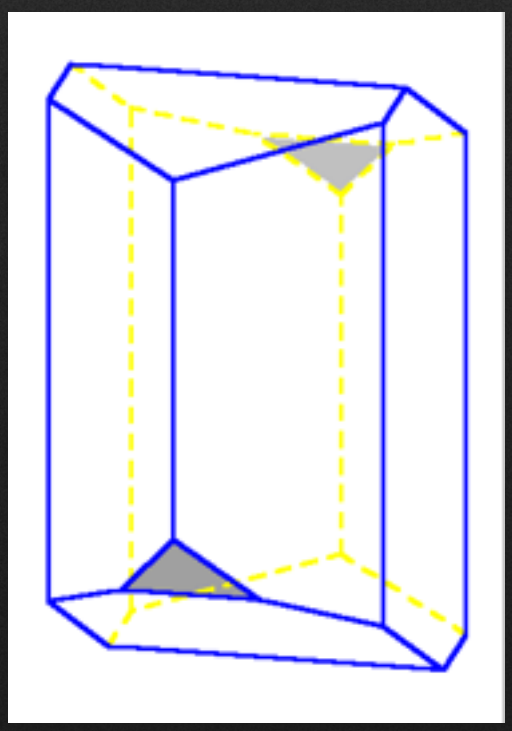
berylkristal (zij- en bovenaanzicht) met aanduiding van de zestallige as

Het symmetriecentrum, symbool i (van ‘inversie’)

Wanneer een voorwerp een symmetriecentrum heeft, dan vindt men voor elk punt in dat voorwerp een gelijkaardig punt dat zodanig gelegen is dat de verbindingslijn tussen beide punten door het centrum van het voorwerp gaat. Het symmetriecentrum ligt dan in het midden van een ingebeelde rechte die beide punten verbindt. Zo vindt men in figuur 5.25 voor het ‘grijze’ vlakje een vergelijkbaar vlakje diametraal t.o.v. het eerste.

De aanwezigheid van een symmetriecentrum kan men gemakkelijk herkennen omdat evenwijdig met ieder vlak een vlak ligt aan de andere kant van het kristal

fig. 5.25
een orthoklaaskristal met een symmetriecentrum evenwijdig met ieder vlak (bijvoorbeeld het grijs gekleurde) ligt een vlak aan de andere kant van het kristal (eveneens grijs gekleurd)



De zwaartepunten van een rechthoek, een cirkel of een kubus zijn alle symmetriecentra (fig. 5.26)

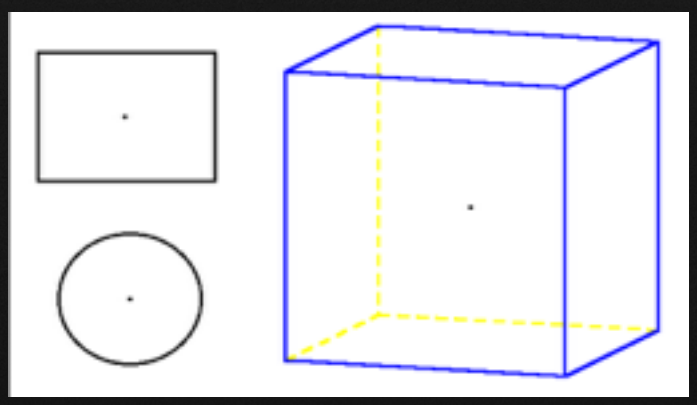


fig. 5.26
De zwaartepunten van een rechthoek, een cirkel of een kubus zijn alle symmetriecentra

Het symmetrievlak:

Wanneer men in een figuur een ingebeeld vlak kan aanbrengen dat deze figuur in twee helften verdeelt die elkaars spiegelbeeld zijn, dan noemt men dit vlak een symmetrievlak (symbool: m). Een symmetrievlak is dus een spiegelvlak. In fig. 5.27 zijn enkele spiegelvlakken van een kubus getekend.

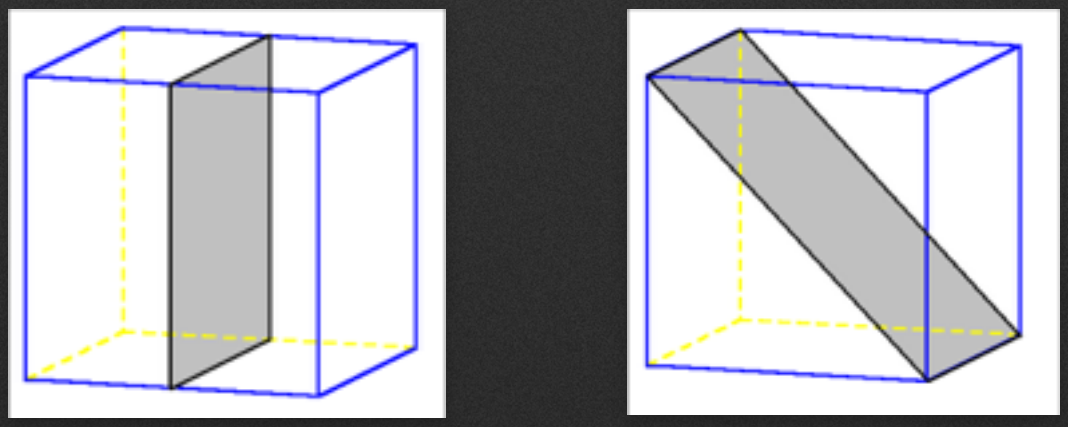


fig. 5.27

enkele spiegelvlakken in een kubus

Combinaties van symmetrie-elementen

Uit wat voorafging bleek reeds dat een kristal meerdere symmetrie-elementen kan bevatten. De kubus bijvoorbeeld heeft een symmetriecentrum, 9 symmetrievlakken, 6 tweetallige, 4 drietallige en 3 viertallige assen.

Wanneer twee of meer symmetrie-elementen aanwezig zijn, dan kan dat leiden tot een complex geheel van verschillende symmetrie-elementen.
Wanneer een kristal bijvoorbeeld twee symmetrieassen bevat, dan heeft het kristal in ieder geval nog een derde symmetrieas die equivalent is met de combinatie van de eerste twee.
Wanneer een symmetrievlak niet loodrecht staat op een symmetrieas dan zal dat symmetrievlak door die symmetrieas ‘vermenigvuldigd’ worden zoals in figuur 5.28.

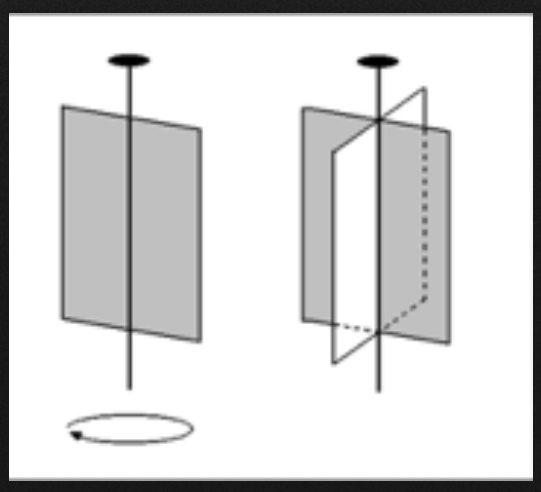
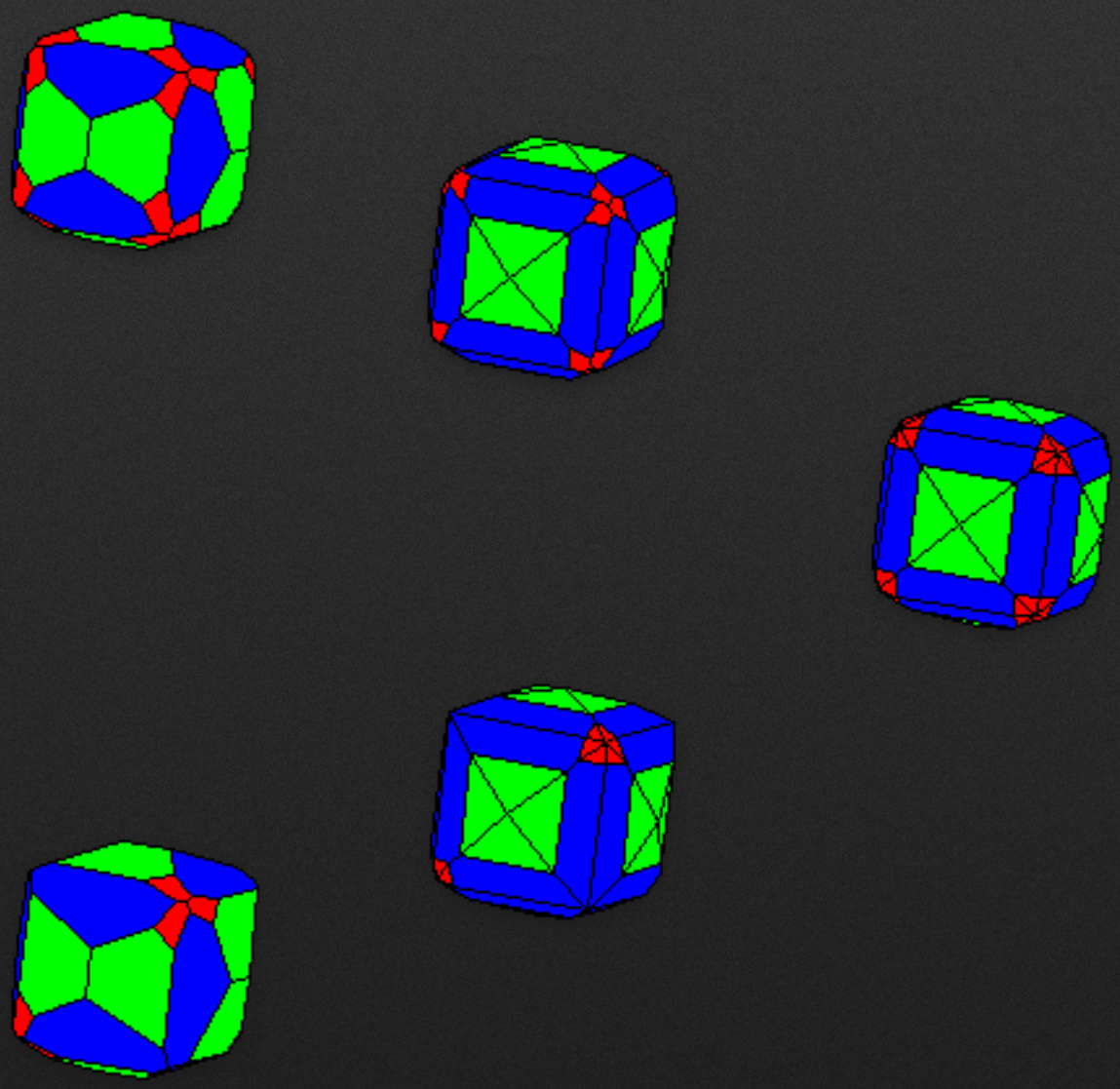


Fig. 5.28

combinatie van symmetrie-elementen
de tweetallige as die in het symmetrievlak ligt (linkse figuur) zorgt ervoor dat het symmetrievlak herhaald wordt (rechts)

Kristalstelsels



engelstalige uitleg op Webminerals.com voor gedeailleerde beschijvingen.

Kristalstelsels en kristalklassen

In 5.2 werd reeds aangehaald dat het mineraal fluoriet uitkristalliseert in kubusvormige of in octaëdrische kristallen. Een dergelijke kubus heeft zomaar eventjes 23 symmetrie-elementen (1 symmetriecentrum, 9 symmetrievlakken, 6 tweetallige, 4 drietallige en 3 viertallige assen). Dezelfde combinatie van symmetrie-elementen kan men terugvinden bij de octaëder. De kubus en de octaëder zijn dan ook hoogsymmetrische objecten.
Een kwartskristal heeft echter weer een heel andere symmetrie die gekenmerkt wordt door een drietallige as met loodrecht daarop nog 3 tweetallige assen.
Er zijn echter ook minder symmetrische kristallen met slechts enkele symmetrie-elementen, of met uitsluitend een symmetriecentrum.

Op basis van de **aanwezige symmetrie-elementen** (meer specifiek, van de symmetrieassen) zal men kristallen in **kristalstelsels** onderbrengen.

Er zijn **7 verschillende kristalstelsels** die in tabel 5.1 worden samengevat in volgorde van toenemende symmetrie van hun kenmerkende symmetrieassen.

kristalstelsel	**typische symmetrieas***
triklien	geen symmetrieassen
monoklien	één tweetallige as
orthorombisch	drie tweetallige assen loodrecht op elkaar
trigonaal	één drietallige as
tetragonaal	één viertallige as
hexagonaal	één zestallige as
kubisch	vier drietallige assen

tabel 5.1
de 7 kristalstelsels en hun kenmerkende symmetrieassen

deze tabel is een vereenvoudigde voorstelling omdat rotatie-inversie-assen die soms de plaats van een gewone symmetrieas kunnen innemen in deze tekst niet behandeld worden

Elk kristal, iedere mineraalsoort, behoort tot een bepaald kristalstelsel; zo behoren pyriet en fluoriet tot het kubisch stelsel, gips tot het monoklien, kwarts is trigonaal, enz.

Voorbeelden van kristallen uit de verschillende stelsels met aanduiding van de kenmerkende symmetrieas(sen) worden in volgende figuren weergegeven

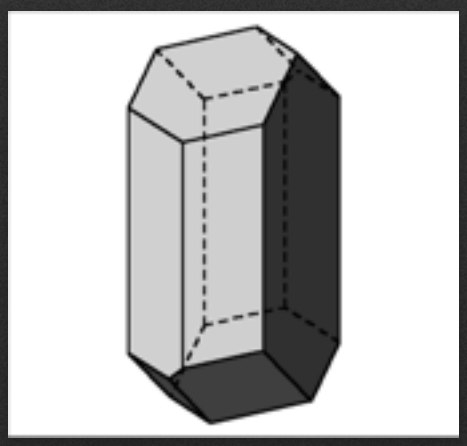


Fig. 5.29
triklien geen symmetrieas (mineraal: albiet)

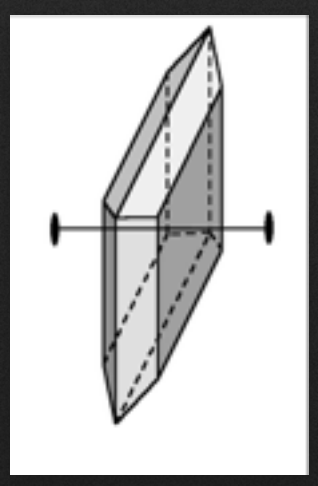


Fig. 5.30
monoklien één tweetallige as (mineraal: gips)

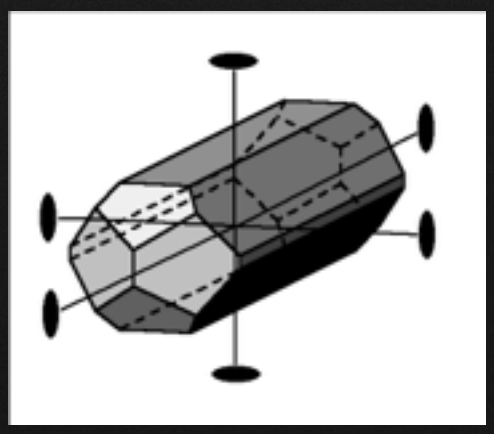


fig. 5.31
orthorombisch drie tweetallige assen (mineraal: celestien)

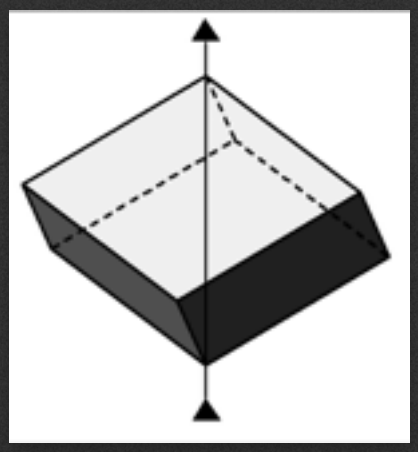


fig. 5.32
trigonaal één drietallige as
(mineraal: calciet)

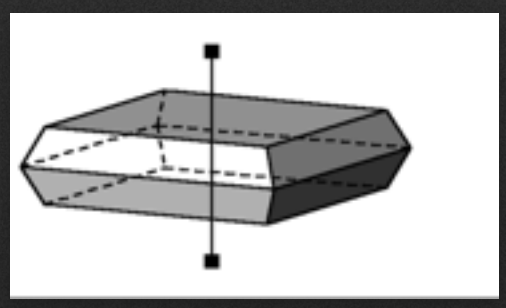


fig. 5.33
tetragonaal één viertallige as
(mineraal: wulfeniet)

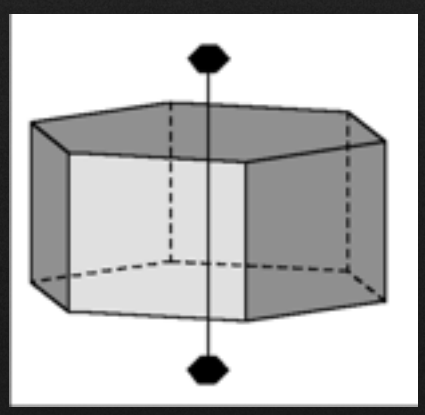


fig. 5.34
hexagonaal één zestallige as
(mineraal: vanadiniet)

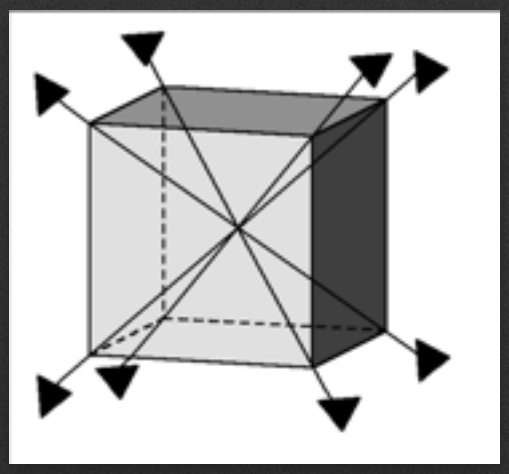


fig. 5.35
kubisch vier drietallige assen
(mineraal: fluoriet)

Op grond van de typische symmetrieas(sen) in een kristal kan men dat kristal in één van de zeven kristalstelsels onderbrengen. Uit wat voorafging (5.4) blijkt echter dat kristallen meerdere symmetrie-elementen in combinatie met elkaar kunnen bevatten. Op grond van die **combinaties van symmetrie-elementen** zal men ieder kristalstelsel verder onderverdelen in **kristalklassen**.
Zo zal men bijvoorbeeld het minst symmetrische stelsel (= het triklien stelsel) onderverdelen in twee klassen; een klasse waar helemaal geen symmetrie-elementen aanwezig zijn en een klasse met uitsluitend een symmetriecentrum als symmetrie-element. Het tetragonale stelsel kan men daarentegen op grond van de combinatie van de viertallige as met andere symmetrie-elementen (tweetallige assen, symmetrievlakken,..) in zeven klassen onderverdelen (waarvan er overigens slechts een tweetal echt van belang zijn).

Men kan aantonen dat aan de combinaties van symmetrie-elementen in kristallen grenzen zijn en dat slechts een beperkt aantal combinaties van symmetrie-elementen mogelijk is. In totaal zijn er 32 verschillende mogelijkheden en bijgevolg onderscheidt men **32 kristalklassen**.

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Isometrie / Kubus***
door Mike en Darcy Howard

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Orthorombisch systeem***
door Mike en Darcy Howard

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Tetragonaal systeem***
door Mike en Darcy Howard

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Hexagonaal systeem***
door Mike en Darcy Howard

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Monoklien systeem***
door Mike en Darcy Howard

engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie : ***Triklien systeem***
door Mike en Darcy Howard

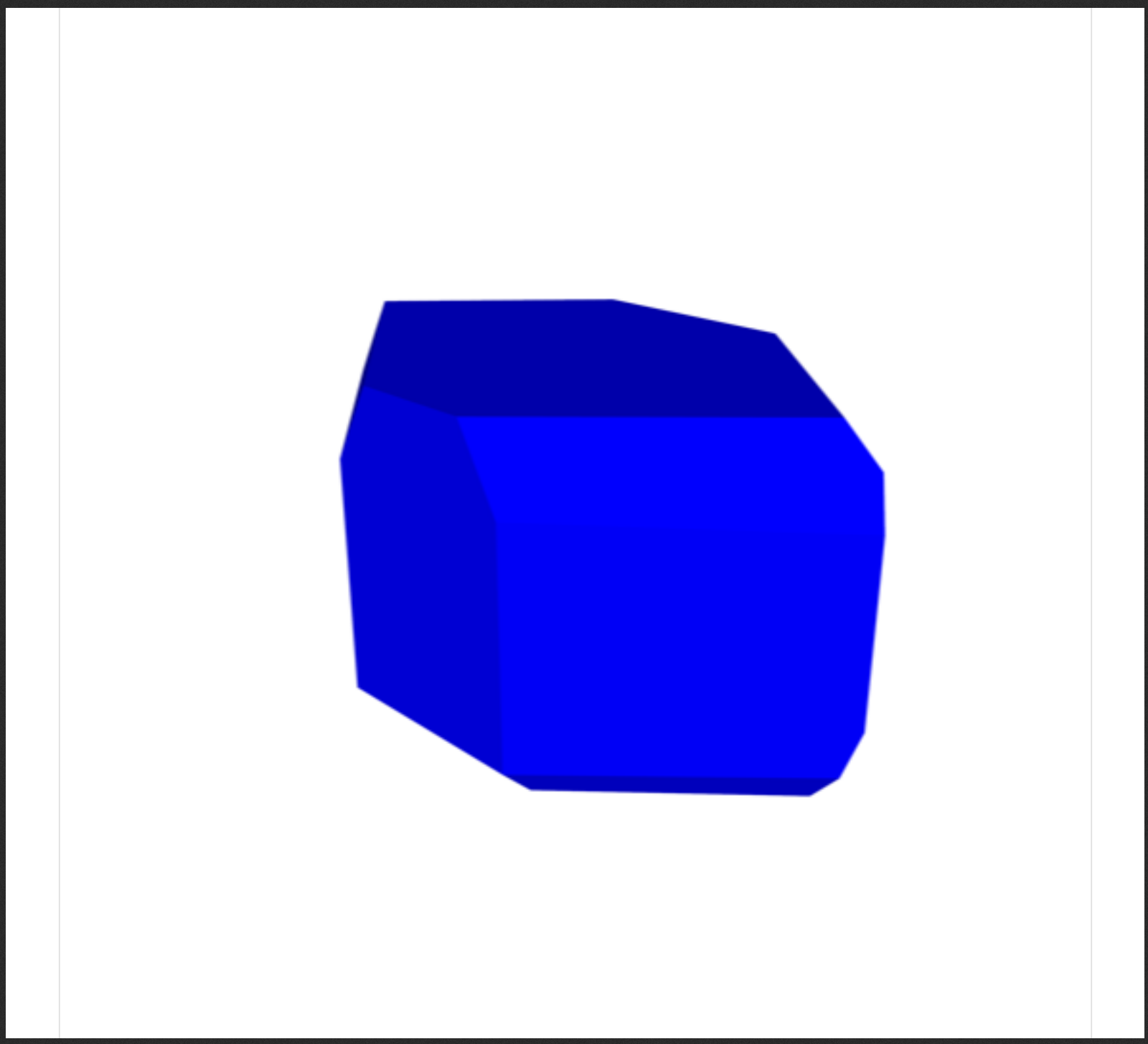
engelstalige uitleg van de kristalstelsels. (text-website)
Inleiding in de kristallografie:
kristalvormen en symmetrie
door Mike en Darcy Howard

Complete engelstalige uitleg over kristalstelsels

Uitleg van de 32 klassen
met voorbeelden en
vouwmodellen

Kristalvormen

INTERACTIEF 6.1 Azuriet model



Vorm

In de kristallografie heeft het begrip 'vorm' een heel andere betekenis dan in het dagelijks leven.

Een **kristalvorm**, of kortweg **vorm** is een verzameling van fysisch gelijkaardige (zeg maar equivalente) kristalvlakken. Dergelijke vlakken hebben **een verband met elkaar door symmetrie-elementen**. Bij reële kristallen zijn de vlakken die tot één vorm behoren gelijkwaardig in die zin dat ze eenzelfde glans vertonen of voorzien zijn van identieke striaties (zie hieronder) of etsputjes. Ze hoeven echter niet even groot te zijn of een gelijkaardig geometrisch uiterlijk te hebben.
Het aantal vlakken dat een vorm bevat hangt af van de aanwezige symmetrie-elementen.

Een vorm is dus een verzameling kristalvlakken die door een symmetrie-element, of door een combinatie van symmetrie-elementen, uitgaande van één vlak gevormd worden.
In figuur 5.36 vertrekt men bijvoorbeeld van één vlak dat evenwijdig is met een zestallige as. Deze zestallige as vermenigvuldigt het vlak tot er uiteindelijk een geheel van zes vlakken ontstaat. De ontstane vorm noemt men een zeshoekig prisma.

Alle mogelijke kristalvormen hebben een naam. De namen zijn afgeleid van Griekse woorden zoals *hedron* (vlak), *gonia* (hoek) en *romb* (ruit). Verder wordt gebruik gemaakt van de Griekse namen voor de cijfers: *mono* (1), *di* (2), *tri* (3), *tetra* (4), *penta* (5), *hexa* (6), *octa* (8) en *dodeca* (12). In totaal zijn er **47 verschillende kristalvormen**.

Striaties bij Pyriet

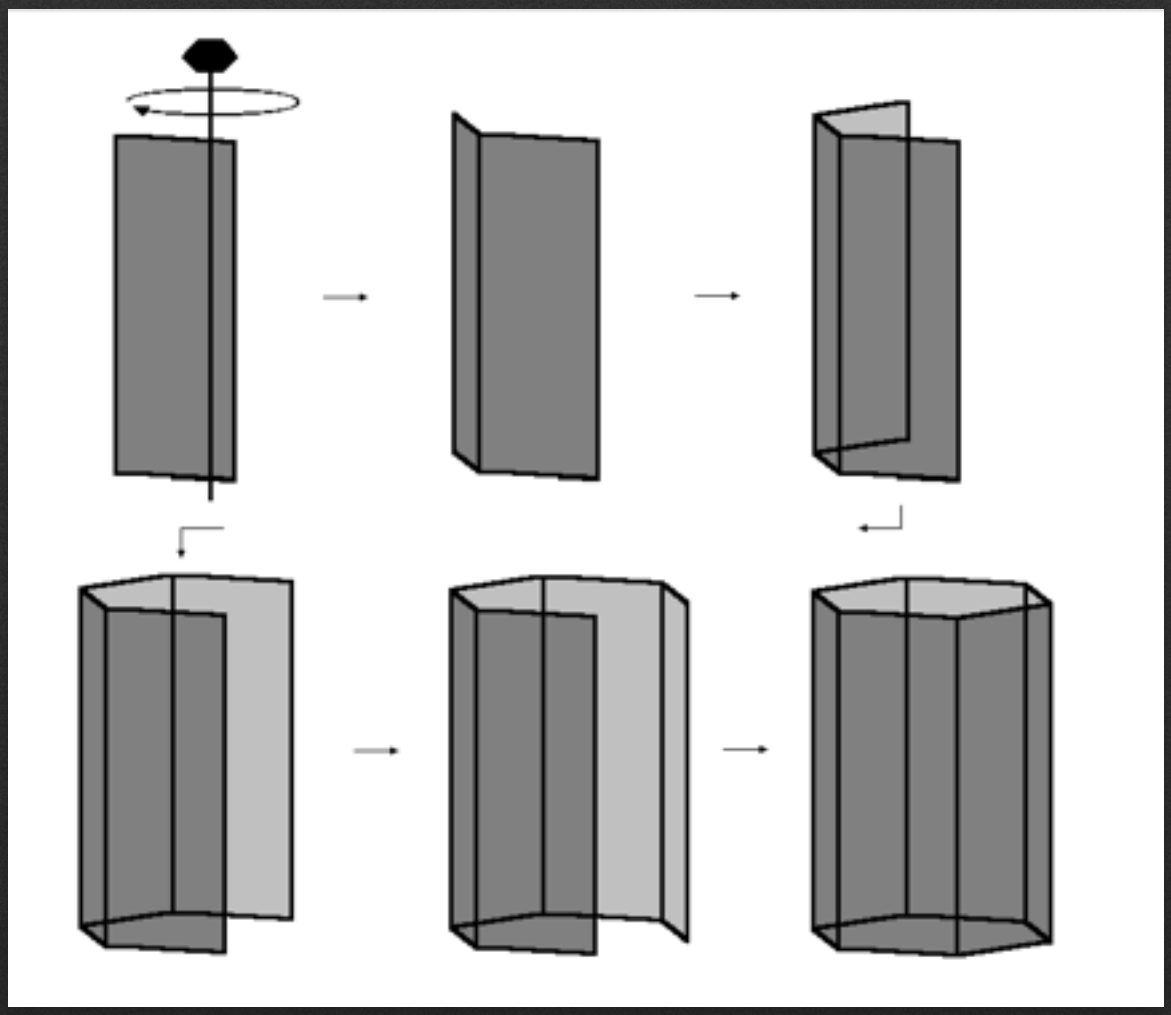


fig. 5.36
Een vorm is een verzameling kristalvlakken die door een symmetrie-element, of door een combinatie van symmetrie-elementen, uitgaande van één vlak gevormd worden.

Een zestallige as vermenigvuldigt een vlak evenwijdig met die as tot er uiteindelijk een geheel van zes vlakken ontstaat. De ontstane vorm noemt men een zeshoekig prisma.

Het kristal in figuur 5.36 is echter nog niet af. Aan de boven- en onderkant is het nog open. Men zegt dan ook dat het zeshoekig prisma een **open vorm** is.
Een vorm is open wanneer hij de ruimte niet omvat. M.a.w. een kristal kan niet uitsluitend uit één open vorm bestaan.

Om het kristal van figuur 5.36 ‘af te sluiten’ dient het aan de boven- en onderkant nog bedekt met een andere vorm. De eenvoudigste vorm die daarvoor in aanmerking komt is een basaalvlak, of basispinacoïd, maar het kristal kan evengoed door een hexagonale piramide beëindigd worden (fig. 5.37).

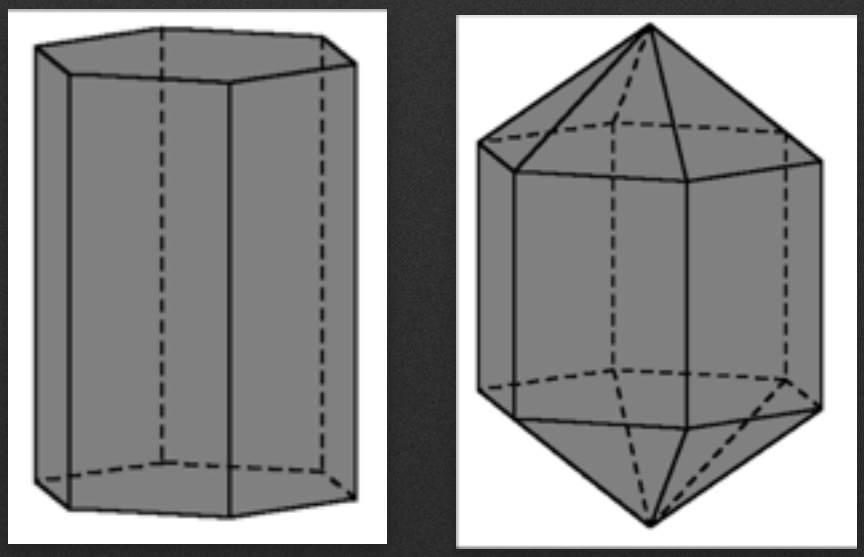


fig. 5.37 een hexagonaal prisma is een open vorm
in het linkse kristal is hij beëindigd door een basispinacoïden in het kristal rechts door een hexagonale piramide

Een **gesloten** vorm omsluit de ruimte wel. Bijvoorbeeld een hexagonale dipiramide (fig. 5.38) of een octaëder. Een kristal kan dus wel uitsluitend uit één gesloten vorm bestaan.
Enkel niet-kubische vormen kunnen open vormen zijn. Alle kubische vormen (kubus, octaëder, enz.) zijn gesloten vormen.

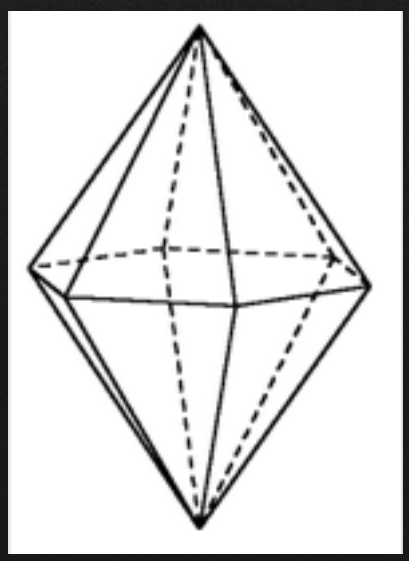


fig. 5.38
Een gesloten vorm omsluit de ruimte
(hier een hexagonale dipiramide)

Een vorm kan **variabel** of **invariabel** zijn. Bij een invariabele vorm (bijvoorbeeld een octaëder of een kubus) hebben de vlakken altijd dezelfde ruimtelijke ligging. Bij een variabele vorm (bijvoorbeeld de piramide) kan die ligging verschillend zijn; er zijn dus verschillende soorten piramidevlakjes aan een kristal mogelijk. In figuur 5.39 zijn twee verschillende hexagonale piramiden (een spitse en een stompe) afgebeeld.

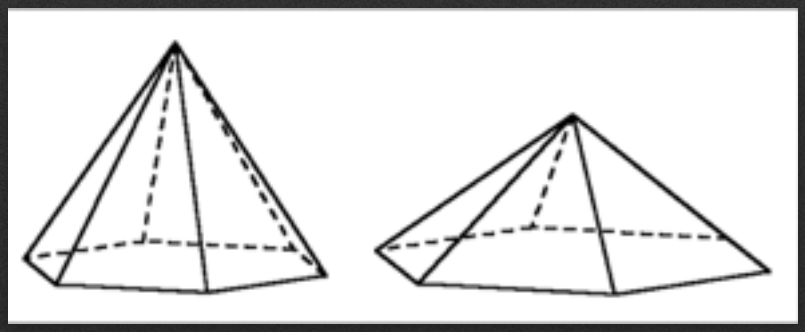


fig. 5.39
een hexagonale piramide is een variabele vorm

Sommige vormen hebben een verschillende beëindiging zoals bij de piramide (fig. 5.39) die aan de ene kant een punt heeft en weer niet aan de andere kant. Een dergelijke vorm noemt men **polair**. De dipiramide (fig. 5.38) echter heeft twee punten die identiek zijn en bijgevolg noemt men een dergelijke vorm **homopolair**.

Bij de meeste kristallen die men in de natuur aantreft zijn meerdere vormen in combinatie met elkaar aanwezig. Een typisch voorbeeld werd reeds in figuur 5.5 getoond; het kwartskristal in deze figuur bestaat uit 5 verschillende vormen die elk met een letter worden aangeduid. De combinatie van vormen die men in één kristal kan terugvinden noemt men de **dracht**.

Nu zullen bij een bepaalde dracht de verschillende vormen niet noodzakelijk even groot zijn. Sommige vormen zullen als vrij grote vlakken aan het kristal aanwezig zijn terwijl andere vormen door kleinere of zelfs minuscule vlakjes vertegenwoordigd worden. Een typische dracht bij kubische kristallen is de combinatie van de kubus met de octaëder die reeds in figuur 5.14 werd getoond. Afhankelijk of de kubusvlakjes, dan wel de octaëdervlakjes het uiterlijk bepalen zal men van een kubische habitus (fig. 5.14 rechts) of van een octaëdrische habitus (fig. 5.14 links) spreken.

Onder **habitus** verstaat men de **dominante kristalvorm** die het **globale uiterlijk** van het kristal bepaalt. De habitus wordt dus bepaald door de relatieve afmetingen van de vlakken van een kristal.

Credits

zwavel

over de auteur:

Paul Tambuyser is reeds sinds zijn jeugdjaren in mineralen geïnteresseerd. In 1963 was hij stichtend lid van de Mineralogische Kring Antwerpen, een vereniging die hij een bijzonder warm hart toedraagt.

Na zijn studie chemie specialiseerde hij zich in de kristallografie, de elektronenmicroscopie en de x-stralendiffractometrie.

Binnen de mineralogie gaat zijn interesse vooral uit naar de morfologie van Alpiene kwartskristallen, de gemmologie en de geschiedenis van de mineralogie en de kristallografie.

Zijn mineralogische publicaties verschijnen regelmatig in "Geonieuws" en in binnen- en buitenlandse tijdschriften. In 1982 verscheen zijn eerste boek onder de titel "Zelf Mineralen Determineren".

"Mineralen Herkennen" is het resultaat van een gelijknamige cursus die hij eerder bij de Mineralogische Kring Antwerpen heeft gegeven.

De beschrijvingen in de woordenlijst zijn van **Wikipedia** / **Wikicommons** .

Fotografie

De fotos zijn kostenloos verkregen van het MIM museum, bewerkt door Ap Bernard. Carole Atallah, de curator, is verantwoordelijk voor de benamingen en de toegestuurde foto’s. Een beschrijving van alle mineralen kunt U vinden in de aparte 15 delige serie over Mineralen van het MIM museum (zie website www.gea-geologie.nl bij tab Tijdschrift / Ibooks

Photos MIM museum

taken by:

FMI / James Elliott;

AINU / Augustin de Valence;

AINU / Alessandro Clemenza

Stichting GEA bedankt ook de fotografen:

Edwin Tropper
Erik Vercammen
Hans Zaaier
Paul Mestrom
Piet Kalmthout
Hans Sanders

Illustraties

De beschrijvingen in de woordenlijst zijn van **Wikipedia** / **Wikicommons** .

De morfologische kristaltekeningen werden gemaakt met behulp van de programma's 'SHAPE' (versie 5.0.1) en JCrystal (versie 1.02). De tekeningen van de kristalstructuren werden gemaakt met behulp van 'CaRIne Crystallography' (versie 3.1).

Dit is een deel van de serie Mineralen leren herkennen..

De teksten zijn van Paul Tambuyser, gebaseerd op zijn boek: Mineralen herkennen.

Voor zover van andere bronnen gebruik is gemaakt, hebben we geprobeerd dit daar aan te geven.

Sommige fotos zijn verkregen van het MIM museum, bewerkt door Ap Bernard. Photos MIM taken by: FMI / James Elliott; AINU / Augustin de Valence; AINU / Alessandro Clemenza

Carole Atallah, de curator is verantwoordelijk voor de benamingen en de toegestuurde foto’s.

De beschrijvingen in de woordenlijst zijn van **Wikipedia** of **Webminerals**, waar bij ieder mineraal een link staat die rechtstreeks leidt naar een gedetailleerde beschrijving van het mineraal op die websites. Per mineraal is er ook een link naar de website MineralienAtlas.

Voor een uitleg van de kristalstelsels verwijs ik naar de Ibooks die daar specifiek op in gaan (deel 1-9 uit deze serie)

De publicatie is een gezamenlijk initiatief van de Stichting GEA en de MKA onder coördinatie van Paul Tambuyser.

Techniek en vormgeving: J.Sanders

Actinoliet

Het grijsgroene tot groene of zwarte actinoliet heeft een glasglans en een witte streepkleur. Typisch zijn de slanke prismatische kristallen met hun perfecte splijting. De gemiddelde dichtheid is 3,03 en de hardheid is 5 - 6.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Actinoliet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Actinolite

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Albiet

Het mineraal albiet is een natrium-aluminium-tectosilicaat met de chemische formule $NaAlSi_3O_8$. Het is een plagioklaas en behoort tot de veldspaten.

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Almandien

Het mineraal almandien of almandijn is een ijzer-aluminium-silicaat met de chemische formule $Fe^{2+}_3Al_2(SiO_4)_3$. Het is een nesosilicaat en behoort tot de granaatgroep.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Almandien

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Almandine

http://webmineral.com/data/Almandine.shtml#.Vozf7zbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Amethist

Amethist is een violette variëteit van het mineraal kwarts (SiO_2).

https://nl.wikipedia.org/wiki/Amethist

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Amethyst

http://webmineral.com/data/Quartz.shtml#.VozgxjbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Andradiet

Het mineraal andradiet is een calcium-ijzer-silicaat met de chemische formule $Ca_3Fe_3^{+2}(SiO_4)_3$. Het is een nesosilicaat en behoort tot de granaatgroep.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Andradiet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Andradite

http://webmineral.com/data/Andradite.shtml#.VozimjbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Anorthiet

Het mineraal anorthiet is een calcium-aluminium-tectosilicaat met de chemische formule $CaAl_2Si_2O_8$. Het is een plagioklaas en behoort tot de veldspaten.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Anorthiet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Anorthite

http://webmineral.com/data/Anorthite.shtml#.VozjXTbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

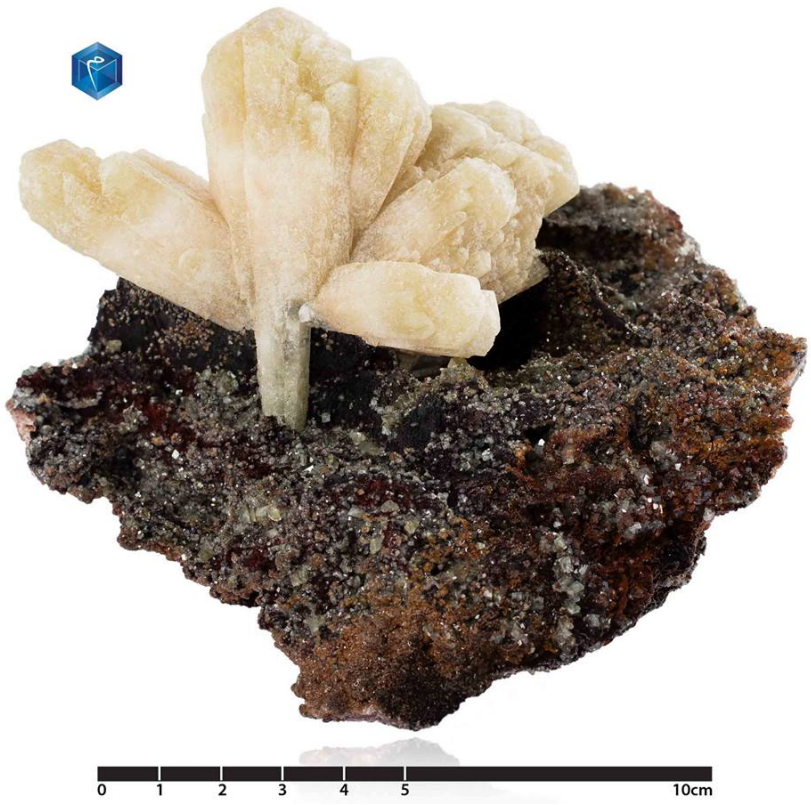
Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Aragoniet

Het mineraal aragoniet is een calciumcarbonaat met chemische formule $CaCO_3$. Het is een **polymorf** van calciet en is er soms moeilijk van te onderscheiden.

Calciet is echter trigonaal terwijl aragoniet orthorombisch is.



https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Aragonite

http://webmineral.com/data/Aragonite.shtml#.VZFbYGC_JsY

https://nl.wikipedia.org/wiki/Aragoniet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Augiet

Augiet is een mineraal met als chemische formule $(Ca,Na)(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6$. Het behoort tot de pyroxeen-groep. De kristallen zijn monoklien.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Augite

http://webmineral.com/data/Augite.shtml#.VrNdL8fKFBI

https://nl.wikipedia.org/wiki/Augiet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Auripigment

Het doorzichtig tot doorschijnend citroengele, oranjegele of bruingele orpiment heeft een vaalgele streepkleur en een perfecte splijting. Het kristalstelsel is monoklien. Orpiment heeft een gemiddelde dichtheid van 3,52, de hardheid is 1,5 tot 2.

Fotograaf: Edwin Tropper

https://nl.wikipedia.org/wiki/Orpiment

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Orpiment

http://webmineral.com/data/Orpiment.shtml#.VrNfMMfKFBI

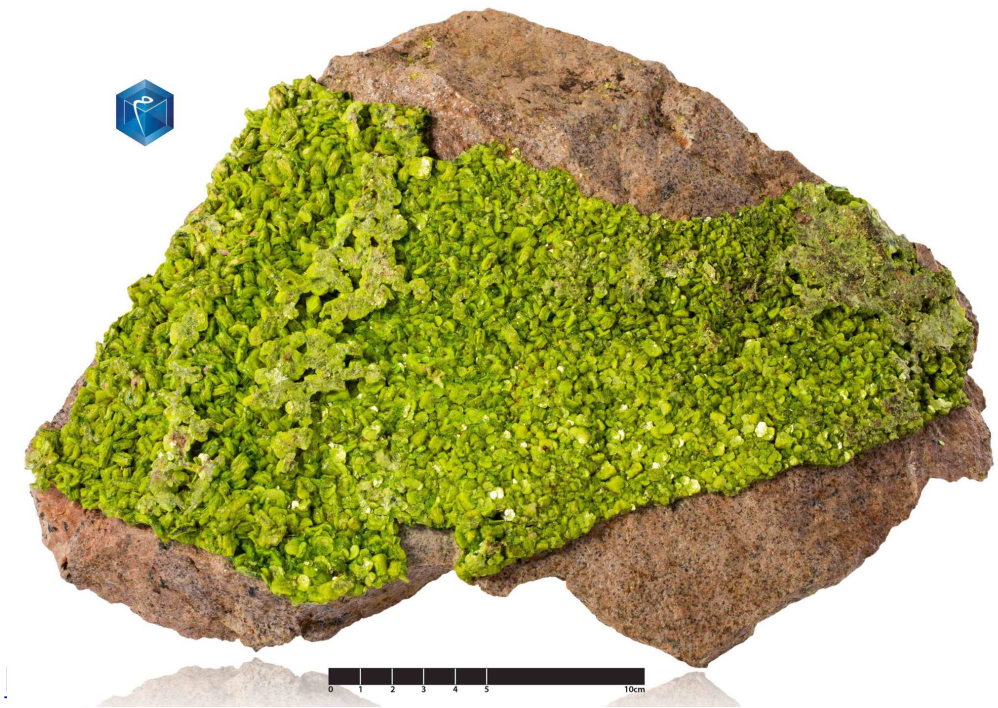
Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Autuniet

Autuniet is een calcium uranyl fosfaat met formule: $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2{\cdot}10\text{-}12H_2O$. De hardheid is 2 - 2½. Autuniet is tetragonaal. Het fluoresceert met een felgroen licht onder Ultraviolet licht en is om die reden erg gewild bij mineralenverzamelaars. Omwille van het hoge gehalte aan uranium is het radioactief. Het wordt gebruikt als uraniumerts. Autuniet is ontdekt in 1852 nabij Autun, Frankrijk.



http://webmineral.com/data/Autunite.shtml#.VZyw4nh2dsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Autunite

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Bergkristal

Bergkristal is de kleurloze en meest voorkomende variant van het mineraal kwarts (siliciumdioxide, SiO_2)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Bergkristal

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Bergkristall

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Biotiet

Biotiet is een fylosilicaat .

Biotiet wordt gevonden in **granietgesteenten**, **gneis** en **schisten**. Zoals andere **mica's** heeft biotiet een perfecte splijting: het kan gemakkelijk in buigbare platen gespleten worden. Het heeft een hardheid van 2,5 - 3, een dichtheid van 2,7 - 3,1 g/cm3. Het heeft een groenachtige tot bruine of zwarte kleur en kan zowel doorschijnend of opaak zijn.

http://webmineral.com/data/Biotite.shtml#.VZKesWC_JsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Biotite

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Böhmiet

Boehmite of böhmite is een aluminium oxide hydroxide (γ-AlO(OH)) en een component van het aluminium erts bauxite.

https://en.wikipedia.org/wiki/Boehmite

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Boehmite

http://webmineral.com/data/Boehmite.shtml#.VozwbDbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Chloorapatiet

Apatiet is een mineraal, of eigenlijk de naam voor een mineraalgroep, want de samenstelling van apatiet kan verschillen. De algemene chemische formule van het chloor- en fluorhoudende calciumfosfaat is $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$.

De apatietreeks wordt onderverdeeld in o.a.:

- Fluorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3F$
- Chloorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3Cl$
- Hydroxyapatiet: Ca5(PO4)3OH

https://nl.wikipedia.org/wiki/Apatiet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Colemaniet

Het mineraal colemaniet is een gehydrateerd calcium-boraat, met de chemische formule $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5\ H_2O$.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Colemanit

https://nl.wikipedia.org/wiki/Colemaniet

http://webmineral.com/data/Colemanite.shtml#.VxXOFmP3BsY

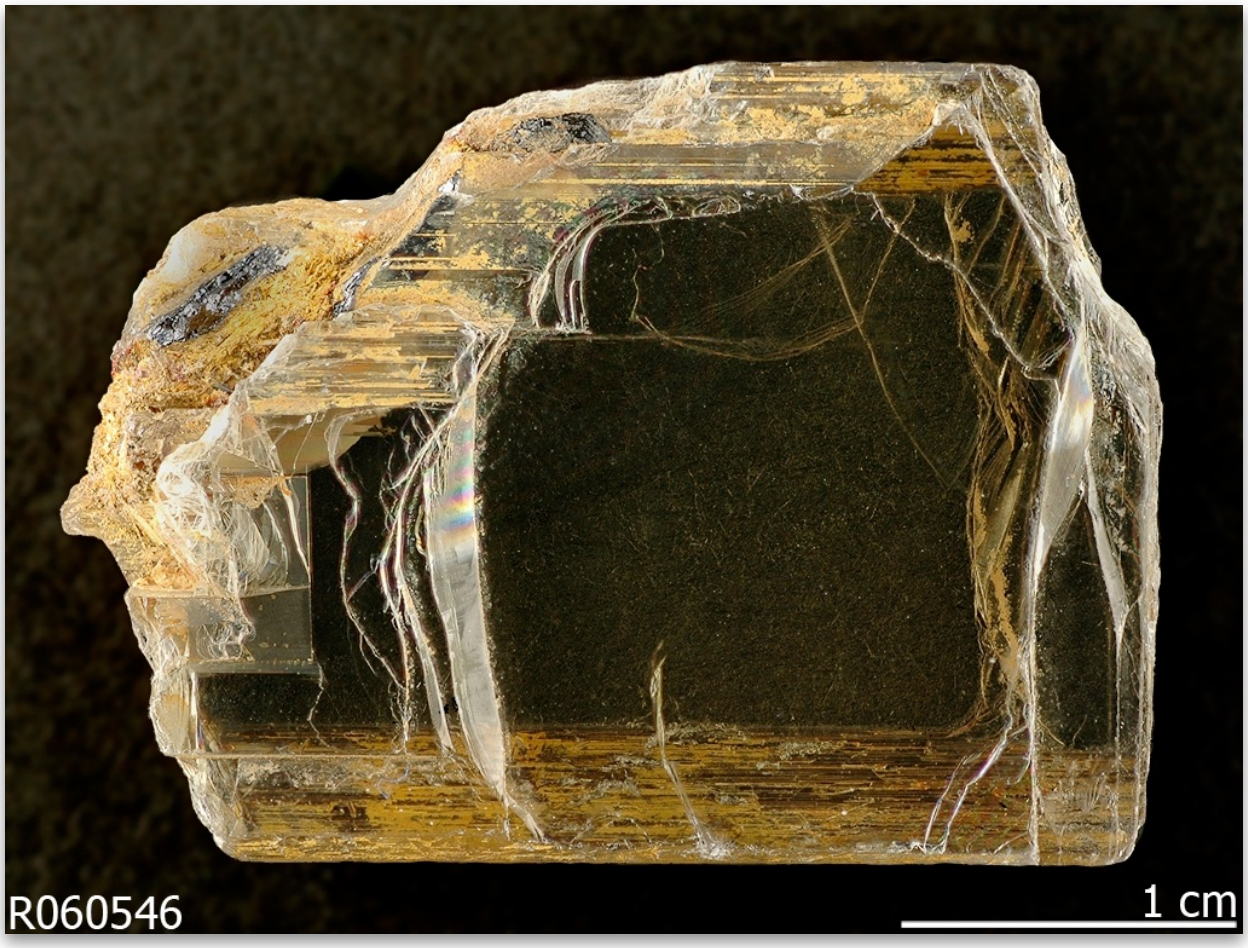
Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Diaspoor

Het mineraal diaspoor is een aluminium-oxi-hydroxide met de chemische formule AlO(OH).



https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Diaspore

http://webmineral.com/data/Diaspore.shtml#.Voz4szbKFsY

https://nl.wikipedia.org/wiki/Diaspoor

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Diopsiet

Het mineraal diopsied is een calcium-magnesium-silicaat met de chemische formule $CaMgSi_2O_6$. Het behoort tot de (clino-)pyroxenen. Het kleurloze, blauwe, grijze, bruine of groene diopsied heeft een groenwitte streepkleur, een glasglans en een goede splijting. De gemiddelde dichtheid is 3,4 en de hardheid is 6.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Diopsied

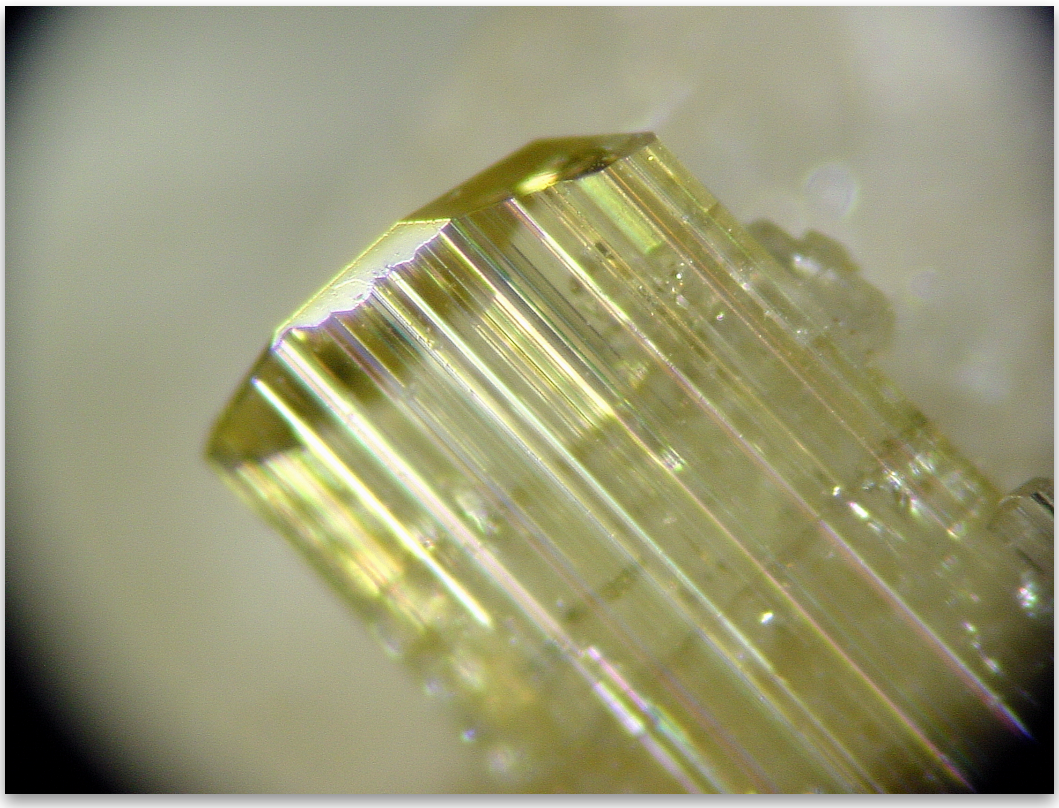
Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Draviet

Het mineraal draviet ($NaMg_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$) is een bruin, groenbruin tot bruinzwart, zelden geel, donkerrood of grijsblauw cyclosilicaat dat behoort tot de groep der toermalijnen.



https://nl.wikipedia.org/wiki/Draviet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Dravite

http://webmineral.com/data/Dravite.shtml#.VooJHjbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Elbaiet

Het mineraal elbaiet is een sterk van kleur wisselend boor-houdend natrium-lithium-aluminium-silicaat en het cyclosilicaat behoort tot de groep der toermalijnen.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Elbaiet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Fayaliet

Het mineraal fayaliet is een ijzer-silicaat met de chemische formule Fe(II)2SiO4. Het is een vorm van olivijn en behoort tot de nesosilicaten.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Fayalite

https://nl.wikipedia.org/wiki/Fayaliet

http://webmineral.com/data/Fayalite.shtml#.VooLKTbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Flogopiet

Het mineraal flogopiet is een kalium-magnesium-aluminium-silicaat met de chemische formule $KMg_3AlSi_3O_{10}F(OH)$. Het behoort tot de groep van de fylosilicaten

https://nl.wikipedia.org/wiki/Flogopiet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Phlogopit

http://webmineral.com/data/Phlogopite.shtml#.VxXPyWP3BsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Fluorapatiet

Apatiet is een mineraal, of eigenlijk de naam voor een mineraalgroep, want de samenstelling van apatiet kan verschillen. De algemene chemische formule van het chloor- en fluorhoudende calciumfosfaat is $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$.

De apatietreeks wordt onderverdeeld in o.a.:

- Fluorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3F$
- Chloorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3Cl$
- Hydroxyapatiet: $Ca_5(PO_4)3OH$

https://nl.wikipedia.org/wiki/Apatiet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Fluoriet

Het **fluoriet** is calciumfluoride met de chemische formule CaF_2.In zuivere vorm is het kleurloos, maar afhankelijk van de sporenelementen die het bevat kan het verschillende kleuren hebben. De gemiddelde dichtheid van fluoriet is 3,13 en de hardheid is 4.

http://webmineral.com/data/Fluorite.shtml#.VZbq9ni_JsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Fluorite

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Forsteriet

Het mineraal forsteriet is een magnesium-silicaat met de chemische formule Mg_2SiO_4. Het is een olivijn en behoort tot de nesosilicaten.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Forsteriet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Gibbsiet

Het mineraal gibbsiet is een aluminium-hydroxide met de chemische formule $Al(OH)_3$.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Gibbsiet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Gibbsite

http://webmineral.com/data/Gibbsite.shtml#.VooRzDbKFsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Grossulaar

Het mineraal grossulaar of grossulariet is een calcium-aluminium-silicaat met de chemische formule $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$. Het nesosilicaat behoort tot de granaatgroep.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Grossulaar

Hoornblende

Het mineraal ho(o)rnblende is een calcium-magnesium-ijzer-aluminium-silicaat. Het is de meest voorkomende van de **amfibolen**. Het zwarte, groene of bruin tot groenbruine hoornblende heeft een glas- tot parelglans en een witte streepkleur. Het is monoklien. De gemiddelde dichtheid is 3,23 en de hardheid is 5 tot 6.

http://webmineral.com/data/Ferrohornblende.shtml#.VZe7yXi_JsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Hornblende

http://webmineral.com/data/Magnesiohornblende.shtml#.VZe753i_JsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Hydroxylapatiet

Apatiet is een mineraal, of eigenlijk de naam voor een mineraalgroep, want de samenstelling van apatiet kan verschillen. De algemene chemische formule is $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$.

De apatietreeks wordt onderverdeeld in o.a.:

- Fluorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3F$
- Chloorapatiet: $Ca_5(PO_4)_3Cl$
- Hydroxyapatiet: $Ca_5(PO_4)_3OH$

https://nl.wikipedia.org/wiki/Apatiet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Ijzerhydroxiden

IJzerhydroxide kan verwijzen naar:

- IJzer(II)hydroxide ($Fe(OH)_2$)
- IJzer(III)hydroxide ($Fe(OH)_3$)

https://nl.wikipedia.org/wiki/IJzerhydroxide

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Kwarts

Kwarts is een vorm van **siliciumdioxide**, SiO_2 en behoort tot de meest voorkomende mineralen op de aardkorst. Het vertegenwoordigt meer dan 12% van het volume van de aardkorst (onder andere in graniet, zand). Kwarts kan zowel grote kristallen vormen als microscopisch kleine **aggregaten** vormen.

http://webmineral.com/data/Quartz.shtml#.VZfg7Xi_JsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Quartz

Lepidoliet

lepidoliet is een fylosilicaat met de chemische formule $KLi_2AlSi_4O_{10}F(OH)$.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Lepidoliet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Lepidoliet

http://webmineral.com/data/Lepidolite.shtml#.VxcgXGP3BsY

foto: Rob Lavinsky, iRocks.com

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Magnesiet

Magnesiet is magnesiumcarbonaat $MgCO_3$.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Magnesiet

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Magnesiet

http://webmineral.com/data/Magnesite.shtml#.VxckvmP3BsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Muscoviet

Het mineraal **muscoviet** is een fylosilicaat met de chemische formule $KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Muscoviet http://webmineral.com/data/Muscovite.shtml#.VxcmP2P3BsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Orthoklaas

Het mineraal orthoklaas is een tectosilicaat met de chemische formule $KAlSi_3O_8$. Het behoort tot de veldspaten.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Orthoklaas

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Psilomelaan

Het mineraal psilomelaan is een gehydrateerd barium-mangaan-oxide met de chemische formule $Ba{\cdot}(H_2O)Mn_3^{+5}O_{10}$.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Psilomelaan

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Pyroop

Het mineraal pyroop is een magnesium-aluminium-silicaat met de chemische formule $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$. Het is een nesosilicaat en behoort tot de granaatgroep.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Pyroop

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Robijn

De robijn (afgeleid van het Latijnse ruber, "rood") is een rode edelsteen, een variëteit van het mineraal korund waarin de kleur hoofdzakelijk door chroom wordt veroorzaakt.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Robijn_(korund

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Rookkwarts

Rookkwarts is een kwarts-variëteit. De kleur is rookbruin tot bijna zwart, doorschijnend. Heel donkere varianten worden morion genoemd.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Rookkwarts

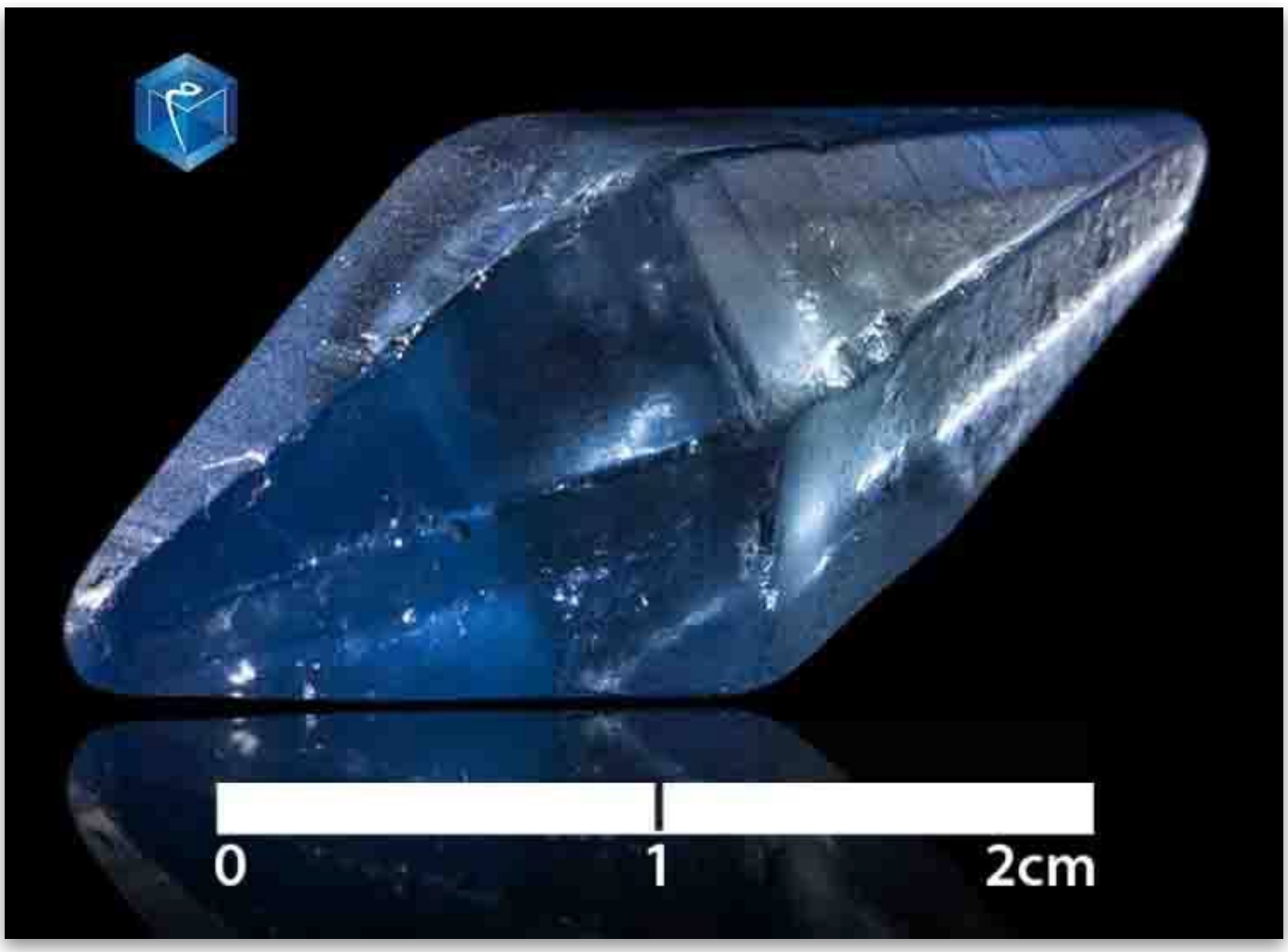
Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Saffier

De saffier is een kostbare edelsteen. Het is een variëteit van korund. Blauwe stenen van goede kwaliteit worden over het algemeen geclassificeerd als een van de meest waardevolle edelstenen.



https://nl.wikipedia.org/wiki/Saffier

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Schörl

een zwarte toermalijn noemt men soms ook schörl.

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Seleniet

De naam seleniet wordt gegeven aan grotere doorschijnende gipskristallen ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$).

https://nl.wikipedia.org/wiki/Seleniet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Sideriet

Het mineraal sideriet (ook wel ijzerspaat) is een ijzer-carbonaat.

Het grijze of geelbruin tot bruine sideriet heeft een glasglans, een witte streepkleur en de splijting van het mineraal is perfect. Het is trigonaal. Sideriet heeft een gemiddelde dichtheid van 3,96, de hardheid is 3,5.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Siderite

http://webmineral.com/data/Siderite.shtml#.VZo2pni_JsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Silicaten

Silicaten bevatten alle het tetraëdrische SiO_4^{4-}-ion.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Silicaat

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Smaragd

Smaragd is een edelsteenvariëteit van beryl. De groene kleur wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van chroom, soms vanadium. De chemische formule is $Be_3Al_2(SiO_3)_6$.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Smaragd

Smithsoniet

Het mineraal Smithsoniet is een zink-carbonaat. Smithsoniet kan wit, grijs, groen, roze of blauw zijn, met een witte streepkleur. Het heeft een soortelijk gewicht van 4,4 en een hardheid van 4,5. De glans is glas- tot parelachtig en het materiaal is doorzichtig tot doorschijnend.

http://webmineral.com/data/Smithsonite.shtml#.VZo253i_JsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Smithsonite

---

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Speculariet

Speculariet een variëteit van Hematiet.

http://www.europeana.eu/portal/record/2021657/86413.html

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Spessartien

spessartien of spessartiet is een mangaan-aluminium-silicaat met de chemische formule $Mn^{2+}_3Al_2(SiO_4)_3$. Het is een nesosilicaat en behoort tot de granaatgroep.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Spessartien

Gekoppelde termen in woordenlijst

Spodumeen

Het mineraal spodumeen is een clinopyroxeen met de chemische formule $LiAl(SiO_3)_2$. Spodumeen is een inosilicaat. Het kent verschijningsvormen van kleurloos tot vele andere kleuren. De roze tot paarse variant noemt men kunziet en de smaragdgroene variant van spodumeen staat bekend onder de naam hiddeniet. Het is monoklien en de streepkleur is wit. De gemiddelde dichtheid is 3,15 en de hardheid is 6,5 tot 7.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Spodumeen

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Uraniniet

Het mineraal uraniniet is het belangrijkste oxide van uranium.Het vrijwel ondoorschijnende grijze tot zwarte uraniniet heeft een donkerbruine streepkleur, een submetallische glans en een goede splijting volgens onbekend kristalvlak. De gemiddelde dichtheid is 8,72 en de hardheid is 5 tot 6. Het is zeer sterk radioactief.

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Uranite

http://webmineral.com/data/Uraninite.shtml#.VZ4xCHh2dsY

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Uvaroviet

Het mineraal uvaroviet is een calcium-chroom-nesosilicaat met de chemische formule $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$. Het behoort tot de granaten.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Uvaroviet

Wollastoniet

Het mineraal wollastoniet is een calcium-silicaat met de chemische formule $CaSiO_3$. Het behoort tot de inosilicaten.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Wollastoniet

Gekoppelde termen in woordenlijst

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term

Zirkoon

Het mineraal zirkoon is een zirkonium-silicaat met de chemische formule $ZrSiO_4$. Het behoort tot de nesosilicaten.

http://webmineral.com/data/Zircon.shtml#.VavWHXh2dsY

https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?lang=en&language=english&mineral=Zircon

---

Related Glossary Terms

Sleep verwante termen hierheen

Index Zoek term