Mineralen leren herkennen

Deel 6, Fysische kenmerken

PAUL TAMBUYSER

HOOFDSTUK 1

Voorwoord

Dit boek is het zesde 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 kristallen, de namen van mineralen , hun elementen en de verbindingen.

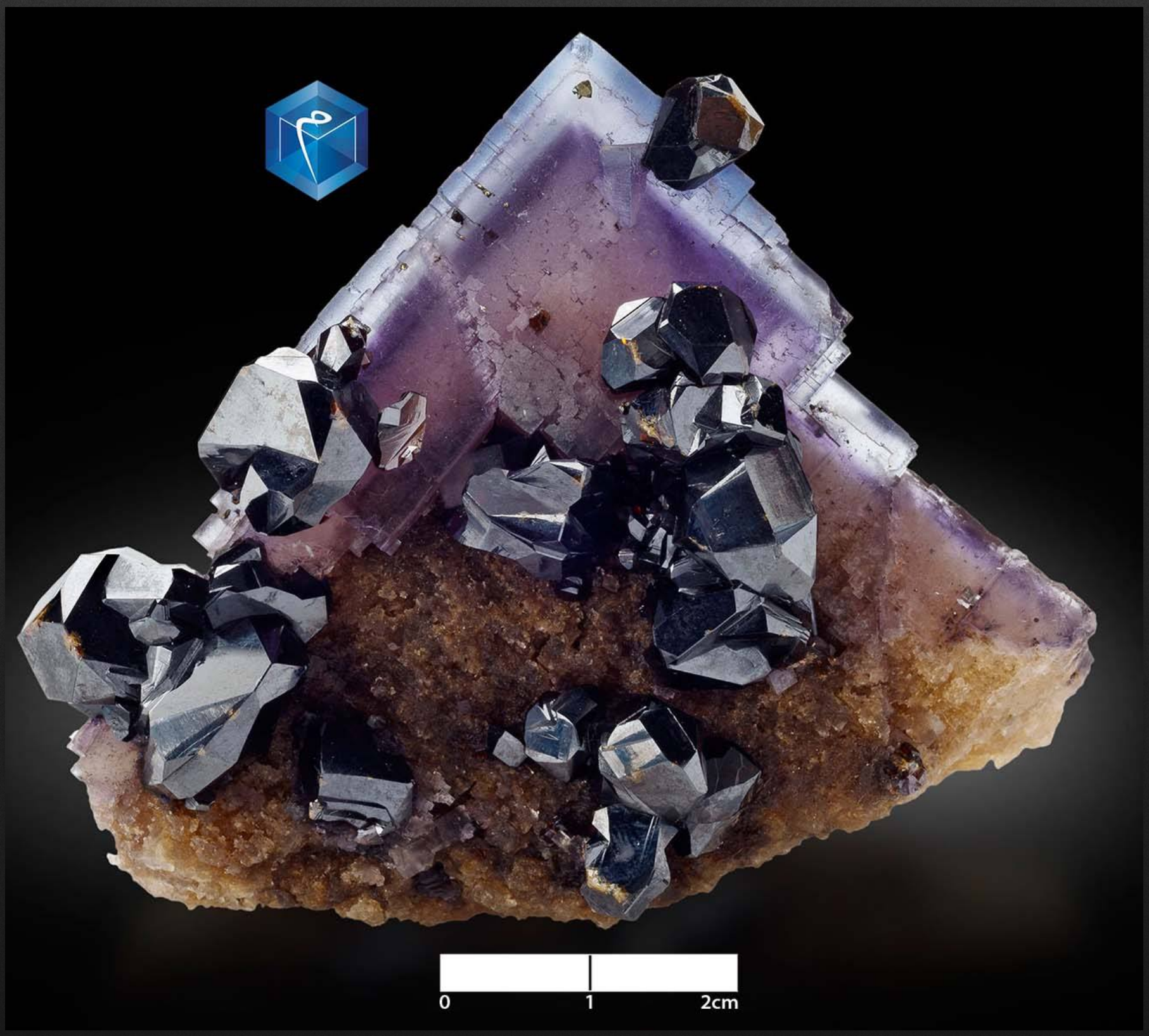
Deel 3 gaat over de kristalstructuur van mineralen.

Deel 4 gaat over de waarnemingen aan de kristalvormen (morfologie) In dit boek werden de wetmatigheden in de morfologie van kristallen beschreven. Er werd aangetoond hoe zowel het voorkomen van kristalvlakken in zones als de wet van de constante tweevlakshoek een direct gevolg zijn van de kristalstructuur.

Deel 5 legt de nadruk op de beschrijving van de morfologie van kristallen als een belangrijk hulpmiddel voor het determineren en herkennen van mineralen

Deel 6 : De aard van de atomen waaruit een mineraal bestaat (chemische samenstelling), de soorten chemische bindingen en de kristalstructuur bepalen echter nog een hele reeks andere fysische kenmerken. Deze fysische kenmerken zijn belangrijke hulpmiddelen bij het determineren / herkennen van een mineraalsoort

Soorten Fysische Kenmerken



sfaleriet op fluoriet, Denton Mine, Harris Creek, Hardin County, Illinois, USA

Ruwweg kan men de fysische kenmerken in enkele categorieën indelen:

- morfologisch: het uiterlijk van kristallen en hun aggregaten
- optisch: kenmerken die het gevolg zijn van de interactie van licht met het mineraal (doorzichtigheid, lichtbreking, glans, kleur, streep, fluorescentie)
- mechanisch: kenmerken die te maken hebben met de weerstand dat een mineraal biedt tegen mechanische vervorming (hardheid, stevigheid, splijting, breuk)
- dichtheid
- overige (radioactiviteit, elektrische en magnetische kenmerken)

Sommige van deze kenmerken worden als vanzelfsprekend waargenomen (zoals bv. kleur en glans). Andere vereisen het gebruik van ‘eenvoudige’ hulpmiddelen om ze vast te stellen (Mohs-hardheid, dichtheid). Nog andere kenmerken zijn zonder het gebruik van gespecialiseerde apparatuur onmogelijk te bepalen (elektrische, magnetische en een aantal optische kenmerken).

In deze tekst worden uitsluitend kenmerken besproken die van bijzonder nut kunnen zijn bij het determineren of herkennen van mineralen. Deze fysische kenmerken, met uitzondering van de optische kenmerken, worden in dit boek behandeld.

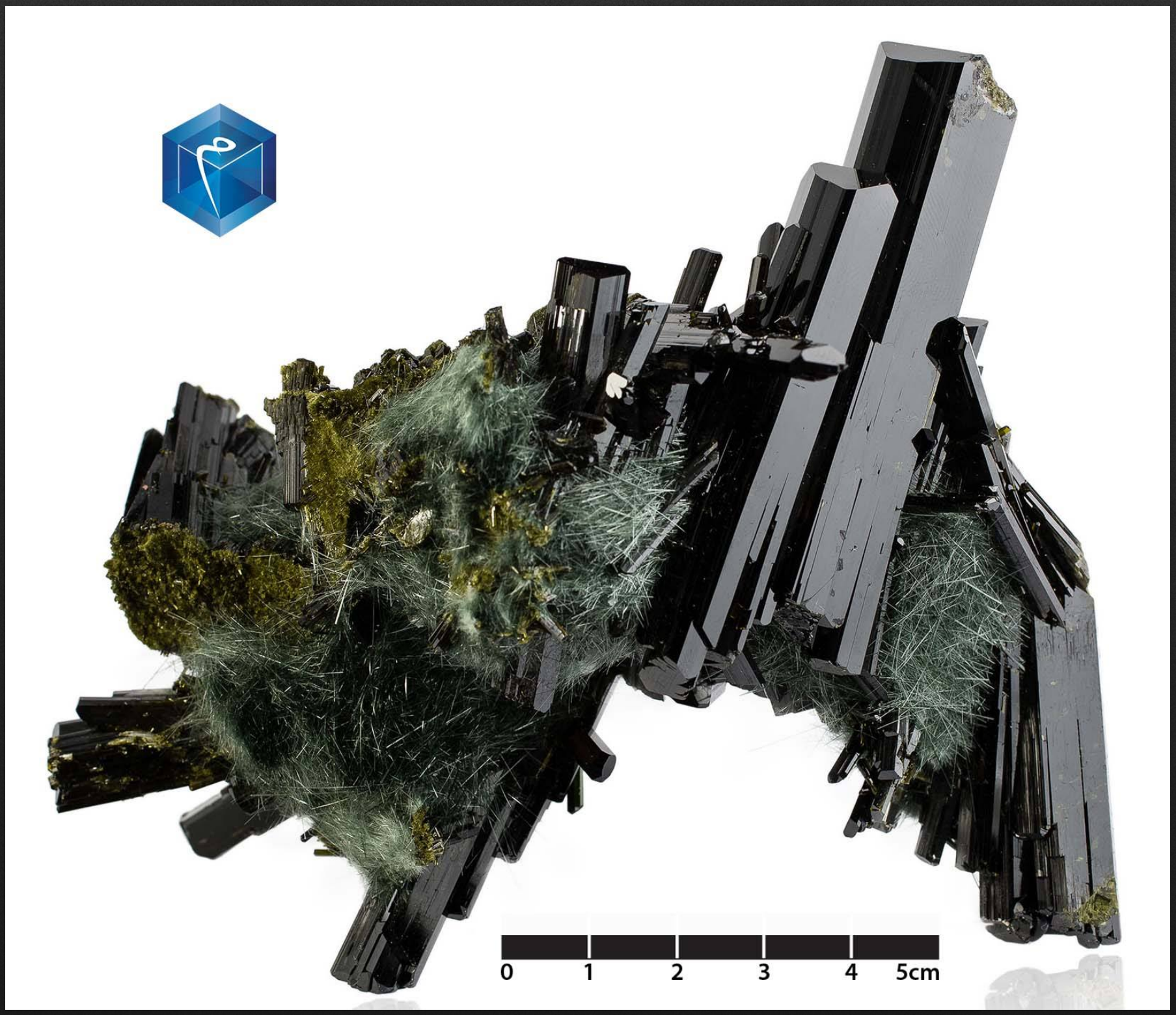
In de volgende hoofdstukken zullen we specifieke kenmerken per onderdeel nader behandelen:

- hardheid
- stevigheid
- splijting
- breuk
- dichtheid
- magnetisme

Uitgebreide engelstalige beschrijving van de kenmerken van mineraal met een lijst van mineralen per kenmerk.
Men gaat daarbij uit van twee hoofdkenmerken:

* Physical properties
* Optical porperties

Hardheid



epidoot, Knappenwand, Untersulzbachtal, Oostenrijk

Hardheid

De **weerstand** die een mineraaloppervlak biedt **tegen krassen** noemt men zijn **hardheid**.

Elk mineraal heeft een bepaalde hardheid (symbool H) die kan uitgedrukt worden door een getal. Het was de Duitse mineraloog Friedrich **Mohs** (1773-1839) die tien bekende mineralen rangschikte naar toenemende hardheid. De **schaal van Mohs** ziet er als volgt uit:

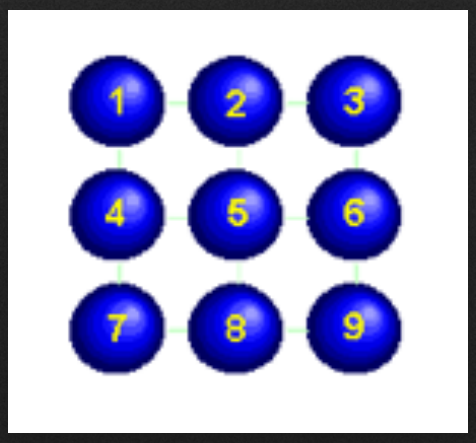
tabel 7.1
de hardheidsschaal van Mohs

hardheid	mineraal
1	talk
2	gips
3	calciet
4	fluoriet
5	apatiet
6	orthoklaas
7	kwarts
8	topaas
9	korund
10	diamant

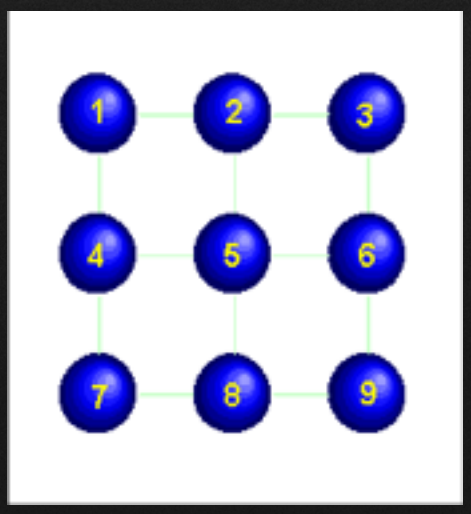
Met behulp van deze schaal is het mogelijk om de relatieve hardheden van mineralen met elkaar te vergelijken. De hardheidsgraad van een mineraal bepaalt men door het te krassen met een ander mineraal of voorwerp. Een mineraal kan elk ander mineraal **krassen** dat een *gelijke of lagere* hardheid heeft.
De Mohs-schaal is niet lineair en het verschil in hardheid tussen 8, 9 en 10 is veel groter dan bijvoorbeeld tussen 1, 2 en 3

De *hardheid is afhankelijk van de kristalstructuur* en meer specifiek van de krachten die de atomen (ionen) in de structuur samenhouden. Het *aanbrengen van een kras* is eigenlijk niets anders dan het *verplaatsen van atomen* en dus ook het *breken van bindingen tussen die atomen.*

Hoe sterker de bindingskrachten tussen de atomen, hoe harder het kristal. In de regel is het zo dat de bindingskrachten tussen atomen groter zijn naarmate de atomen dichter bij elkaar liggen. Neem bijvoorbeeld de twee ingebeelde kristalstructuren van figuur 7.1. Uit het voorgaande volgt nu dat bindingskrachten in structuur a groter zijn dan in structuur b; met andere woorden, kristal a is harder dan kristal b. Er wordt in dit geval wel van uitgegaan dat de ionen in beide structuren een gelijke lading (valentie) hebben.



structuur a



structuur b

Fig. 7.1 twee ingebeelde kristalstructuren als de ionen in beide structuren een gelijke lading hebben dan zijn de bindingskrachten in structuur a groter dan in structuur b; m.a.w. kristal a is dan harder dankristal b.

In het geval van ionen met gelijke valentie zal de hardheid toenemen naarmate de afstand tussen de ionen kleiner is (tabel 7.2):

tabel 7.2 hardheid in functie van de afstand tussen de ionen in een kristal

chemische formule	ionenafstand (in nm)	H
BaO	0,270	3,5
CaO	0,257	4,5
BeO	0,155	9

Anderzijds neemt de hardheid toe met de valentie van de betrokken ionen. Zo hebben bijvoorbeeld NaF, MgO, ScN en TiC dezelfde structuur (van het type natriumchloride) en ongeveer dezelfde interatomaire afstand. Omdat de ionen verschillende valenties hebben, zal ook de hardheid van deze kristallen verschillend zijn (tabel 7.3):

chemische formule	valentie van de ionen	celparameter (in nm)	H
NaF	1	0,231	3
MgO	2	0,210	6,5
ScN	3	0,223	8
TiC	4	0,223	9

tabel 7.3 hardheid in functie van de valentie van de betrokken ionen

De **hardheid van een kristal** is een eigenschap die **richtinggevoelig** is. In figuur 7.1 is de afstand tussen de atomen 1 en 3 kleiner dan tussen de atomen 7 en 3; de bindingskrachten zijn verschillend en bijgevolg is de hardheid in beide richtingen ook verschillend. Dergelijke verschillen in hardheid zijn zo klein dat ze enkel met nauwkeurige apparaten kunnen gemeten worden (met uitzondering voor kyaniet, zie verder).

De hardheid van een mineraal bepaalt men door het te krassen met een ander mineraal of voorwerp. Hierbij is men indachtig dat een mineraal elk ander mineraal kan krassen dat een gelijke of lagere hardheid heeft. Zo kan kwarts, kwarts krassen en alle andere mineralen met lagere of gelijke hardheid.
Wanneer men een specimen kan krassen met kwarts (H = 7) en niet met orthoklaas (H = 6), terwijl het zelf orthoklaas kan krassen, dan heeft dat mineraal een hardheid van 6,5.

Om de hardheid van een mineraal te bepalen zou men in het bezit moeten zijn van de tien mineralen uit de schaal van Mohs. Men kan echter ook gebruik maken van enkele andere hulpmiddelen zoals in tabel 7.4:

tabel 7.4
hulpmiddelen voor het bepalen van de hardheid

hulpmiddel	**H**
vingernagel	2 – 2,5
een stukje messing	3,5
zakmes	5
vensterglas	5,5
stalen vijltje	6,5

Deze hulpmiddelen zijn veel handiger in het gebruik dan stukjes mineraal.
Om de hardheid bij benadering te bepalen, kan men deze hulpmiddelen inschakelen in de schaal van Mohs (tabel 7.5).

Met de nodige ervaring kan men de hardheid van zachte mineralen schatten aan de hand van de gemakkelijkheid dat het mineraal met een zakmes (H = 5) kan gekrast worden. Voor hardere mineralen kan men nagaan hoe gemakkelijk ze zelf een stuk glas (H = 5,5) krassen.

hardheid	mineraal	
1	talk	krasbaar met vingernagel
2	gips	
3	calciet	krasbaar met messing
4	fluoriet	krasbaar met zakmes
5	apatiet	
6	orthoklaas	krasbaar met stalen vijltje
7	kwarts	krasbaar met speciale kraspennen
8	topaas	
9	korund	
10	diamant	

kras-sen zelf tven-ster-glas

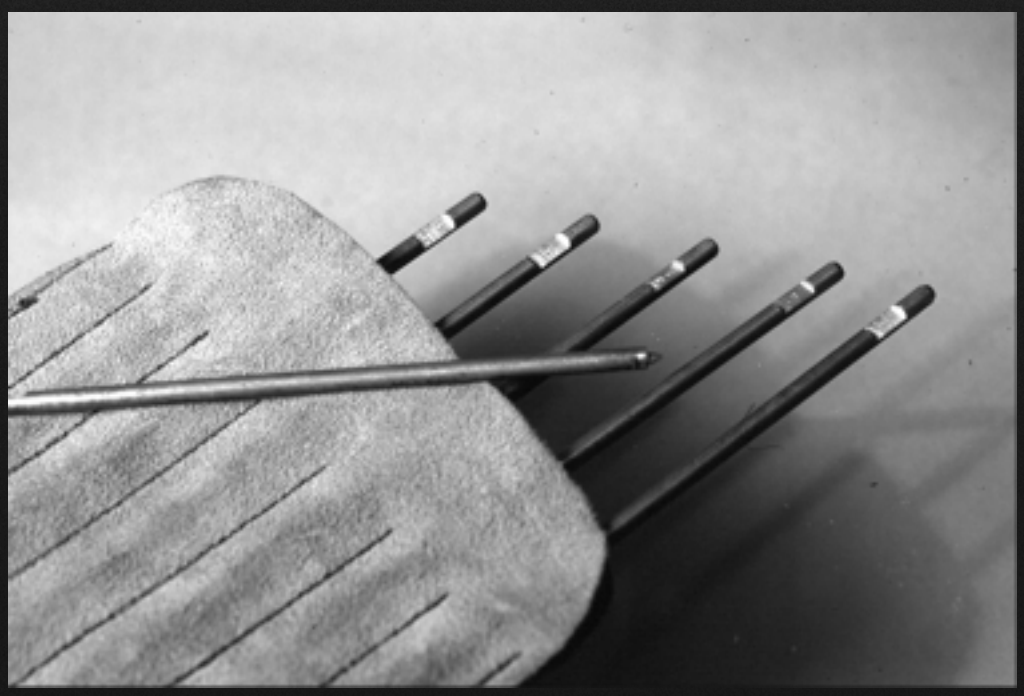


fig. 7.2
hardheidsstiften

Enkele praktische wenken i.v.m. hardheidsbepalingen:

Men moet er steeds zorg voor dragen om mooie specimens niet door een hardheidsbepaling te beschadigen.

Het krassen van een mineraal moet altijd gebeuren met een scherpe punt, te beginnen met het hardste materiaal en vervolgens telkens met zachtere materialen. Het is handig om eerst te proberen of het mineraal een stukje vensterglas kan krassen (het mineraal heeft dan een hardheid groter of gelijk aan 5,5).

Een mineraal kan gekrast worden door een mineraal met gelijke hardheid en dat kan het beste waargenomen worden door het trachten te krassen met de puntige kant van het referentiespecimen.

Wanneer men een mineraal tracht te krassen met een zachter materiaal, dan kan het gebeuren dat het zachtere materiaal verpulvert en een schijnbare kras achterlaat. Daarom moet men de kras altijd met een loep bekijken, eventueel gevormd poeder wegwrijven en nagaan of er wel degelijk een kras aanwezig is.

De hardheid moet men bepalen op een vers (glad) breukvlak, een splijtvlak of een kristalvlak. Een verweerd oppervlak is altijd zachter dan het mineraal zelf.
Een aggregaat heeft doorgaans ook een (schijnbaar) lagere hardheid. Korrelige aggregaten lijken te worden gekrast terwijl enkel de korrels van elkaar gerukt worden.
Ook bij zeer gladde oppervlakken moet men voldoende kracht uitoefenen om zeker te zijn dat het mineraal niet te krassen is.

De hardheid van een kristal kan verschillen met de krasrichting. In de meeste gevallen is dit verschil erg klein en niet waarneembaar.
Kyaniet vormt hierop echter een grote uitzondering. Evenwijdig aan de lengterichting van een kyanietkristal kan men het krassen met een mes; het mineraal heeft in die richting een hardheid van 4,5. Loodrecht op deze richting heeft het een hardheid 7 en is bijgevolg niet meer met een mes te krassen.

Lijst van metallisch glanzende mineralen gerangschikt naar toenemende hardheid

Lijst van niet-metallisch glanzende mineralen gerangschikt naar toenemende hardheid

Stevigheid

goud, Alta Floresta, Mato Grosso, Brazilië

Stevigheid

Onder stevigheid verstaat men de weerstand dat een mineraal biedt tegen mechanische vervorming zoals breken, malen, buigen, enz.
Om de stevigheid van een mineraal te beschrijven, worden volgende termen gebruikt:

bros: een mineraal is bros wanneer het onder een lichte hamerslag breekt of zelfs vrij gemakkelijk tot een poeder kan gemalen worden.
De meeste mineralen zijn bros

taai: taai is het tegenovergestelde van bros. Een taai mineraal is met de hamer bijna niet stuk te krijgen

elastisch: een mineraal is elastisch buigzaam, wanneer het na het ombuigen terug de originele vorm aanneemt (bijvoorbeeld asbest, mica). Een mineraal kan ook beperkt elastisch buigzaam zijn; een blaadje mica kan men beperkt buigen tot het op een gegeven moment zal breken

flexibel: betekent onelastisch buigzaam. Blaadjes, naaldjes of vezeltjes van het mineraal laten zich buigen en blijven in de gebogen stand (bijvoorbeeld gips, chloriet)

smeedbaar: wanneer een mineraalkorrel tot een plaatje kan gehamerd worden dan zegt men dat het smeedbaar is (vrijwel uitsluitend van toepassing op metalen zoals goud en koper)

ductiel: deze term is uitsluitend van toepassing op metalen zoals goud en koper die tot draad kunnen getrokken worden. Voor het determineren van mineralen niet relevant

Splijting

flogopiet, Mogok, Sagaing Division, Mandalay, Myanmar

Een mineraal vertoont **splijting** wanneer het breekt volgens **effen, gladde vlakken** die men **splijtvlakken** noemt.

Splijting is afhankelijk van de kristalstructuur en treedt op langsheen bepaalde atoomvlakken in de structuur (fig. 7.3). Wanneer tussen bepaalde atoomvlakken in een kristal slechts zwakke bindingskrachten bestaan dan is de kans groot dat er langs deze vlakken splijting zal optreden. Omdat zwakke bindingskrachten meestal gepaard gaan met grotere bindingsafstanden zal de afstand tussen atoomvlakken waarlangs splijting kan optreden, groter zijn in verhouding tot de onderlinge afstand van de atomen binnen een dergelijk atoomvlak.

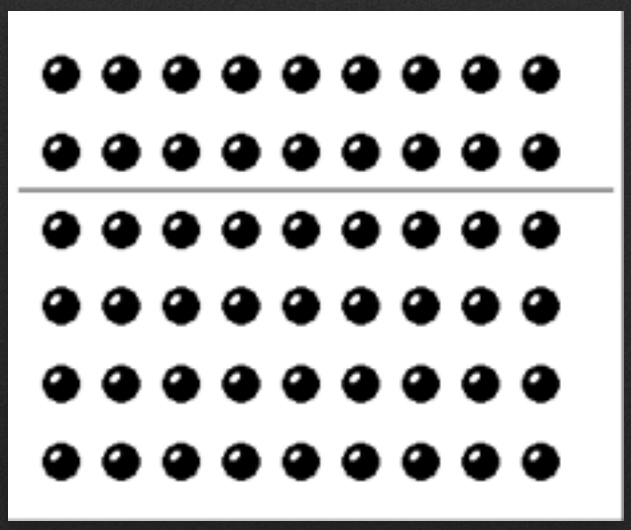


Fig. 7.3

Splijting is afhankelijk van de kristalstructuur en treedt op langsheen bepaalde atoomvlakken in de structuur

in de tweedimensionale voorstelling stelt de lijn een potentieel splijtvlak voor

De **splijting is volledig beschreven** wanneer men de **kwaliteit** van de splijting en de kristallografische **ligging** van het splijtvlak aangeeft.

Om de **<u>kwaliteit van de splijting</u>** te beschrijven, maakt men gebruik van volgende termen:

perfect: het is moeilijk om het mineraal in een andere richting te breken dan volgens splijtvlakken (bijvoorbeeld calciet, galeniet, fluoriet, mica's, topaas). De door perfecte splijting ontstane brokjes van een kristal noemt men **splijtfragmenten** (fig. 7.4)

goed: het mineraal breekt gemakkelijk volgens splijtvlakken, maar kan even goed volgens andere richtingen gebroken worden (orthoklaas)

redelijk: breekt iets minder gemakkelijk volgens splijtvlakken, en de splijtvlakken zijn meestal klein en onderbroken door breukvlakken (beryl)

slecht: splijting treedt moeilijk op en is niet duidelijk waar te nemen

fig. 7.4

een splijtfragment van calciet;
het resultaat van perfecte splijting

De **ligging van het splijtvlak** noemt men ook de **splijtrichting** en ze wordt aangeduid met de naam van het kristalvlak waaraan het splijtvlak evenwijdig is. Een **splijtvlak is altijd evenwijdig aan een mogelijk kristalvlak** en meestal is dat zelfs een vlak dat tot een veel voorkomende vorm behoort.

fig 7.5

octaëdrische splijting in fluoriet

(de octaëders op de afbeelding zijn splijtfragmenten en geen kristallen)

Zo spreekt men bijvoorbeeld in het geval van fluoriet over octaëdrische splijting omdat de splijtvlakken evenwijdig zijn aan de octaëdervlakken (fig. 7.5) van het fluorietkristal.
Omdat de splijting samenhangt met de kristalstructuur is deze eigenschap ook symmetrie-afhankelijk. Afhankelijk van de symmetrie van een kristal zijn er meerdere equivalente splijtvlakken mogelijk (6, 4, 3 of 2). Met andere woorden als een kristal octaëdrische splijting vertoont dan is er niet één splijtrichting, maar zijn er in totaal 4 splijtrichtingen aanwezig. Soms is er slechts één enkele splijtrichting aanwezig zoals bij de pinacoïdale splijting van topaas (fig. 7.6).

fig. 7.6

pinacoïdale splijting van topaas

(één splijtvlak loodrecht op de lengterichting van het topaaskristal)

Niet alle mineralen vertonen splijting en slechts enkele soorten vertonen het erg duidelijk. Doorzichtige mineralen kunnen soms inwendige splijting vertonen; deze splijtvlakken zijn dan evenwijdig aan uitwendige kristalvlakken. Het is mogelijk om kristalvlakken voor splijtvlakken aan te zien. Kristalvlakken zijn normaal mooi glad (of juist duidelijk gestriëerd, of voorzien van putjes) terwijl splijtvlakken dikwijls stapjes of schilfers evenwijdig aan het splijtvlak vertonen.

fig. 7.7

striaties ten gevolge van tweelingvlakken in korund

langs deze vlakken kan valse splijting optreden

Soms spreekt men ook van **valse splijting** (in het Engels: **parting**) wanneer een mineraal breekt langs zwakkere vlakken in een kristal. Deze vlakken kunnen bijvoorbeeld te wijten zijn aan tweelingvorming en liggen eveneens evenwijdig aan (potentiële) kristalvlakken; vandaar dat ze erg op splijtvlakken lijken. Omdat deze tweelingvorming niet in ieder kristal van het betreffende mineraal voorkomt, zal men valse splijting niet aan ieder exemplaar van dat mineraal kunnen vaststellen. Valse splijting kan men soms waarnemen bij korund (romboëdrisch), bij magnetiet (octaëdrisch) en bij pyroxenen (basaal).

Lijst van mineralen die geen splijting vertonen

Lijst van mineralen met één splijtvlak

Lijst van mineralen met twee splijtvlakken

Lijst van mineralen twee of meer splijtvlakken

Breuk

elbaiet, Paprok, Nuristan, Afganistan

Een mineraal breekt niet altijd volgens splijtvlakken. Wanneer het gebroken oppervlak onregelmatig is dan spreekt men van **breuk** en **breukvlakken**. De ligging van een breukvlak heeft geen verband met de kristalstructuur (fig. 7.8).

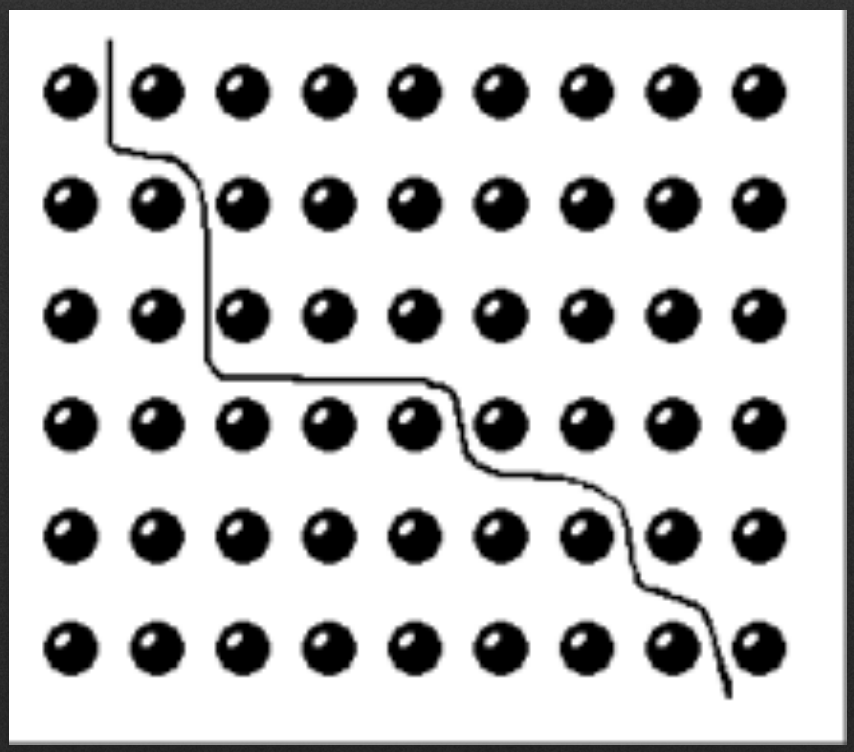


fig. 7.8

De ligging van een breukvlak heeft geen verband met de kristalstructuur

Breukvlakken kan men enkel beschrijven wanneer de individuele kristallen voldoende groot zijn. Zo niet, heeft men een breuk die kenmerkend is voor de aggregaatvorm en niet voor het kristal.

Er werd een aparte terminologie ontwikkeld om de aard van een breukvlak te specificeren. De volgende benamingen worden veel toegepast:

conchoïdaal: wanneer de breuk gebogen ribbeltjes vertoont die lijken op de ribbels op de buitenkant van een schelp (fig. 7.9). Men spreekt dan ook van **schelpvormige** breuk.
Het merendeel van de mineralen vertoont een conchoïdale breuk. Een aggregaat zal slechts zelden een conchoïdale breuk vertonen (uitzonderingen zijn chalcedoon en turkoois).

splinterig: een dergelijke breuk heeft een vezelig uiterlijk en is typisch voor (taaie) vezelige mineralen (bijvoorbeeld malachiet, wollastoniet).

effen: een effen breuk evenaart de gladheid van een splijtvlak (bijvoorbeeld turkoois)

oneffen: een dergelijke breuk is onregelmatig en kan puntige uitsteeksels hebben en is kenmerkend voor aggregaten (bijvoorbeeld marcasiet)

korrelig: een breuk die kenmerkend is voor kristallijne aggregaten (zoals een breukvlak van een suikerklontje).

hakend: een breuk die bij sommige metalen voorkomt (bijvoorbeeld koper en zilver)

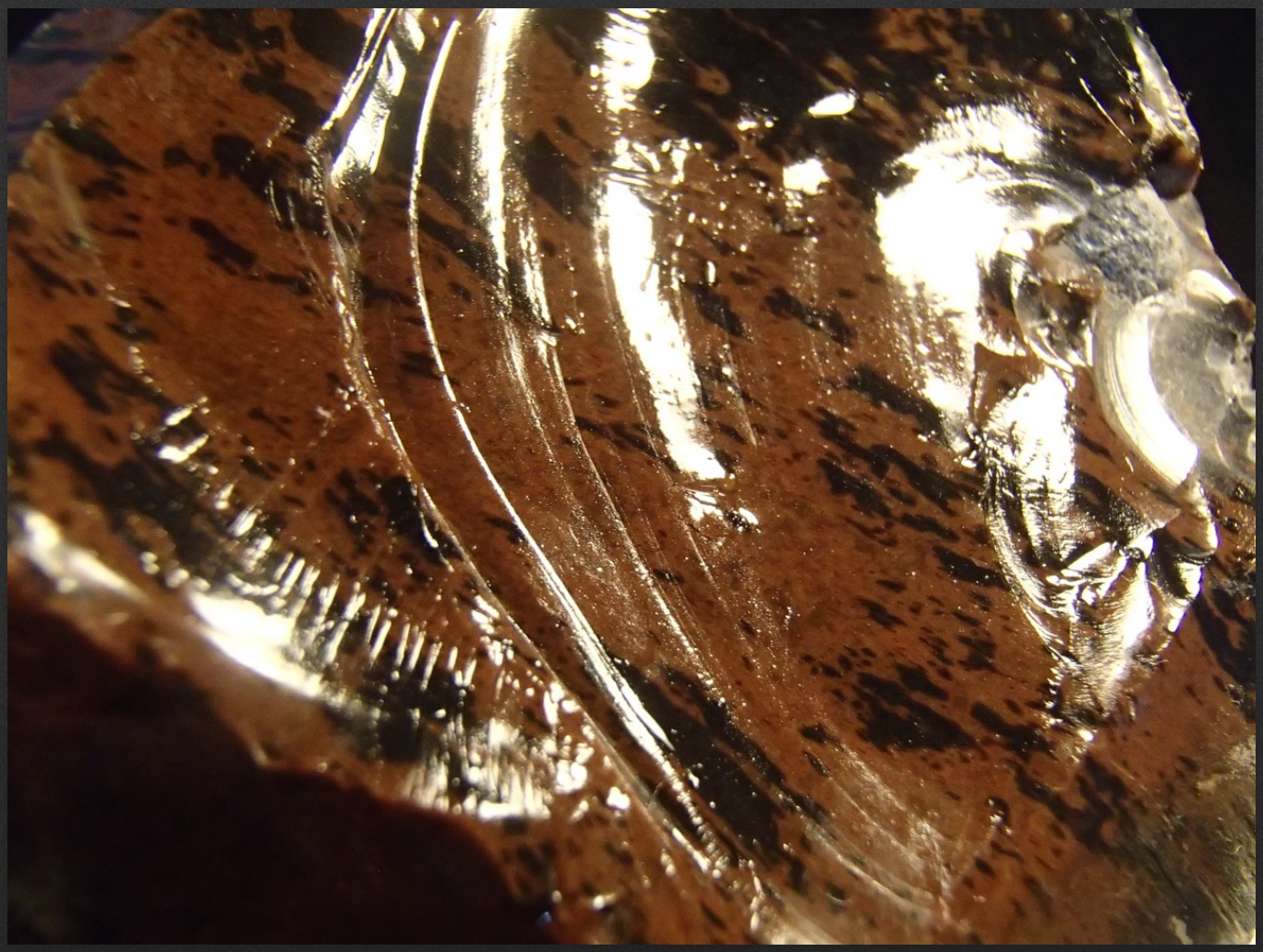


fig. 7.9

een conchoïdale of schelpvormige breuk in obsidiaan

Sommige mineralen vertonen zowel splijting als breuk terwijl andere óf breuk óf splijting vertonen.

Splijting, ‘parting’ of breuk kan men vaststellen door een mineraalspecimen zo te draaien tot het te onderzoeken oppervlak het licht naar de waarnemer reflecteert en men op die manier de structuur (vlakheid of ruwheid) van het oppervlak kan beoordelen.

Dichtheid

cerussiet, Tsumeb, Namibië

De **dichtheid**, of soortelijke massa, van een stof is de **verhouding van de massa van die stof tot de volume van die stof** bij een temperatuur van 4°C en een druk van 1 atm. De dichtheid wordt voorgesteld door het **symbool** γ en uitgedrukt in g/cm^3.

Rekenvoorbeeld: Wanneer men een kwartskristal heeft dat 20 gram weegt en een volume van 7,52 cm^3, dan is de dichtheid van dat kwartskristal gelijk aan 20 / 7,52 = 2,66 g/cm^3

De relatieve dichtheid (of kortweg ook dichtheid genoemd), van een stof is de verhouding van de massa van die stof tot de massa van een gelijk volume water bij een temperatuur van 1°C en een druk van 1 atm. De dichtheid wordt voorgesteld door het symbool D en uitgedrukt door een onbenoemd getal.

De dichtheid van kristallijne stoffen is in eerste instantie afhankelijk van hun **chemische samenstelling**. In het algemeen geldt dat mineralen die opgebouwd zijn uit atomen met een hoge atoommassa een hogere dichtheid zullen hebben dan mineralen die voornamelijk uit atomen met lage atoommassa's bestaan.

Bij mineralen met **vergelijkbare kristalstructuur** neemt de dichtheid toe bij **toenemend formulegewicht**. Het formulegewicht (symbool F) is de som van de atoomgewichten van alle in de chemische formule aanwezige atomen.

Rekenvoorbeeld:
het formulegewicht van $CaCO_3$ is gelijk aan 40,08 + 12,011 + 3 x 15,999 = 100,09 (afgerond op twee cijfers na de komma)

mineraal	formule	F	D
aragoniet	$CaCO_3$	100,09	2,95
strontianiet	$SrCO_3$	147,63	3,7
witheriet	$BaCO_3$	197,35	4,3
cerussiet	$PbCO_3$	267,20	6,55

tabel 7.6
mineralen uit de aragonietgroep gerangschikt naar toenemend formulegewicht (F) en toenemende dichtheid (D)

Bij mineralen met variabele chemische samenstelling, zoals bij mengkristallen, varieert de dichtheid in functie van de chemische samenstelling.

Een mooi voorbeeld is olivijn, $(Mg,Fe^{2+})_2SiO_4$ een mengkristal tussen de mineralen forsteriet en fayaliet (tabel 7.7):

mineraal	formule	F	D
forsteriet	Mg_2SiO_4	140,71	3,2
fayaliet	Fe_2SiO_4	203,78	4,4

Afhankelijk van de chemische samenstelling van de olivijn, zal de dichtheid van het mineraal ergens tussen 3,2 en 4,4 in liggen.

Naast de chemische samenstelling is de dichtheid van een mineraal ook afhankelijk van zijn **kristalstructuur**. Hoe dichter de stapeling, hoe hoger de dichtheid van een kristal.

Meestal is het zo dat de bindingskrachten de structuur beïnvloeden; hoe sterker de bindingskrachten, hoe compacter de structuur. Aangezien de hardheid van een mineraal meestal toeneemt met toenemende bindingskrachten tussen de atomen waaruit dat mineraal bestaat, mag men enigszins veralgemenen dat kristallen met een **hogere hardheid** ook een **hogere dichtheid** hebben. Typisch voorbeelden zijn grafiet en diamant. Beide bestaan ze uit zuivere koolstof, maar door een verschil in kristalstructuur (diamant heeft in vergelijking met grafiet een heel compacte stapeling en bijzonder sterke bindingskrachten tussen de atomen) hebben ze heel verschillende waarden voor hardheid en dichtheid (tabel 7.8).

mineraal	**H**	**D**
grafiet	1,5	2,2
diamant	10	3,5

tabel 7.8
verband tussen hardheid (H) en dichtheid (D) bij diamant en grafiet

De relatie tussen dichtheid, chemische samenstelling en kristalstructuur kan men ook kwantitatief in een wiskundige vergelijking uitdrukken.

De **dichtheid** (of hier eigenlijk het soortelijk gewicht) wordt dan **berekend** met behulp van volgende vergelijking:

$$\gamma = \frac{Z \times F}{N \times V}$$

Hierin zijn: γ = dichtheid in g/cm^3
F = formulegewicht (in g)
Z = aantal formule-eenheden per elementaire cel
N = getal van Avogadro: 6,023 x 10^{23}
V = volume van de elementaire cel (uitgedrukt in cm^3)

Om het volume van de elementaire cel te berekenen moeten de celparameters (a, b, c, en α, β, γ) gekend zijn. In orthogonale kristalstelsels (waar $\alpha = \beta = \gamma = 90°$) is het volume van de elementaire cel; V = a x b x c. In niet-orthogonale stelsels dient men tevens rekening te houden met de hoeken tussen de kristalassen.

De celparameters a, b en c, worden in de meeste boeken nog aangegeven in Å (Ångström). 1 Å = 10^{-8} cm; bijgevolg is 1 $Å^3$ = 10^{-24} cm^3.

Rekenvoorbeeld: fluoriet CaF_2 (kubisch stelsel)
a = b = c = 5,46 Å (en $\alpha = \beta = \gamma = 90°$)
Z = 4

het formulegewicht F = 40,08 + 2 x 18,9984 = 78,0768

$$\gamma = \frac{Z \times F}{N \times V} = \frac{4 \times 78{,}0768}{6{,}023 \times 10^{23} \times (5{,}46)^3 \times 10^{-24}} = 3{,}185\ g/cm^3$$

dit komt overeen met de waarden die men voor de experimenteel bepaalde dichtheid van fluoriet, D = 3.18, in de literatuur kan terugvinden.

Er bestaan verschillende methodes om de dichtheid van een mineraal vast te stellen. Meestal gebeurt dit met behulp van **aangepaste balansen** en bestaat de meting uit een **weging** van het mineraal in de **lucht** en een weging van het mineraal **ondergedompeld in water**.

Naast een weging kan men de dichtheid van een mineraal ook vergelijken met de dichtheid van **zware vloeistoffen**. Afhankelijk of een mineraalfragment in een dergelijke vloeistof drijft, zweeft of zinkt, is de dichtheid van dat mineraal kleiner dan, gelijk aan of groter dan de dichtheid van de zware vloeistof.

Wil men de dichtheid nauwkeurig bepalen dan moet het mineraalspecimen **homogeen en zuiver** zijn (= zonder vreemde mineralen, insluitsels of porositeit). Uitsluitend zuivere kristallen of kleine korreltjes zijn in de praktijk geschikt.

Bepaling van de dichtheid met behulp van een balans

Volgens de definitie van de dichtheid kan deze bepaald worden door het gewicht van een mineraal te delen door het gewicht van een gelijk volume water. Met behulp van een hedendaagse balans is het heel gemakkelijk om het gewicht van een mineraal nauwkeurig te meten. Het vaststellen van het volume van het mineraal, ten einde het gewicht van dat volume aan water te kennen, is minder evident. Dit probleem kan echter omzeild worden door gebruik te maken van de **wet van Archimedes** die stelt dat een voorwerp dat ondergedompeld wordt in een vloeistof (bijvoorbeeld water) een opwaartse kracht ondervindt die gelijk is aan het gewicht van de verplaatste hoeveelheid vloeistof. Met andere woorden een voorwerp ondergedompeld in water weegt minder dan wanneer men het in de lucht weegt en het gewichtsverlies is het gewicht van het verplaatste volume water.

De dichtheid kan men dan eenvoudig berekenen door volgende vergelijking:

$$D = \frac{\text{gewicht mineraal in de lucht}}{\text{gewichtsverlies bij onderdompeling in water}}$$

Rekenvoorbeeld: het kwartskristal van exact 20 gram dat eerder al als voorbeeld fungeerde, weegt ondergedompeld in water nog slechts 12,48 gram. De dichtheid wordt nu als volgt berekend:

$$D = \frac{20{,}00}{20{,}00 - 12{,}48} = \frac{20{,}00}{7{,}52} = 2{,}66$$

Voor het uitvoeren van dichtheidsbepalingen kan men gebruik maken van een **tweearmige balans**, waar nog met gewichtjes wordt gewerkt. Aan de kant waar men het mineraal plaatst, wordt een houdertje of korfje bevestigd dat in een bekerglas met water hangt (fig. 7.10). Het mineraal wordt eerst droog gewogen en vervolgens wordt een weging gedaan met het mineraal ondergedompeld in water. Uit deze twee metingen wordt dan de dichtheid berekend.

Als ophangsysteem gebruikt men het best een dunne metaaldraad die aan het uiteinde spiraalvormig is omgebogen. Het spiraalvormige gedeelte bevindt zich midden in een bekerglas vol water. Het bekerglas zelf staat op een soort bruggetje over de balansschaal. Voor de meting onder water plaatst men het mineraal dan in het spiraalvormige houdertje. Het spreekt voor zich dat men de balans met het opzetstuk (de metaaldraad) eerst in evenwicht brengt vóór beide metingen worden uitgevoerd. Het is ook mogelijk om het houdertje te wegen en met dit gewicht rekening te houden, want het maken van een tegengewicht is soms niet zo eenvoudig.

Verder dient men er op te letten dat er zich geen luchtbelletjes op de draad of op het mineraal afzetten die een totaal foutieve meting zouden veroorzaken. Men gebruikt daarom gedistilleerd water of gekookt leidingwater. Verder kan de opstelling hinder ondervinden van de oppervlaktespanning van het water. Om dat te vermijden kan men een minuscuul druppeltje detergent toevoegen.
Bij deze metingen wordt er van uitgegaan dat het water een dichtheid heeft die gelijk is aan 1. Dit is echter uitsluitend het geval bij 4°C. Bij kamertemperatuur (22°C) heeft water een dichtheid die gelijk is aan 0,998. Bij heel nauwkeurige metingen moet men hiermee rekening houden. Voor het bepalen van de dichtheid van wateroplosbare mineralen kan men bijvoorbeeld gebruik maken van een lichtvloeibare olie. Het is dan wel noodzakelijk om eerst de dichtheid van die olie nauwkeurig te bepalen en die waarde bij het berekenen van de dichtheid van het mineraal te gebruiken.

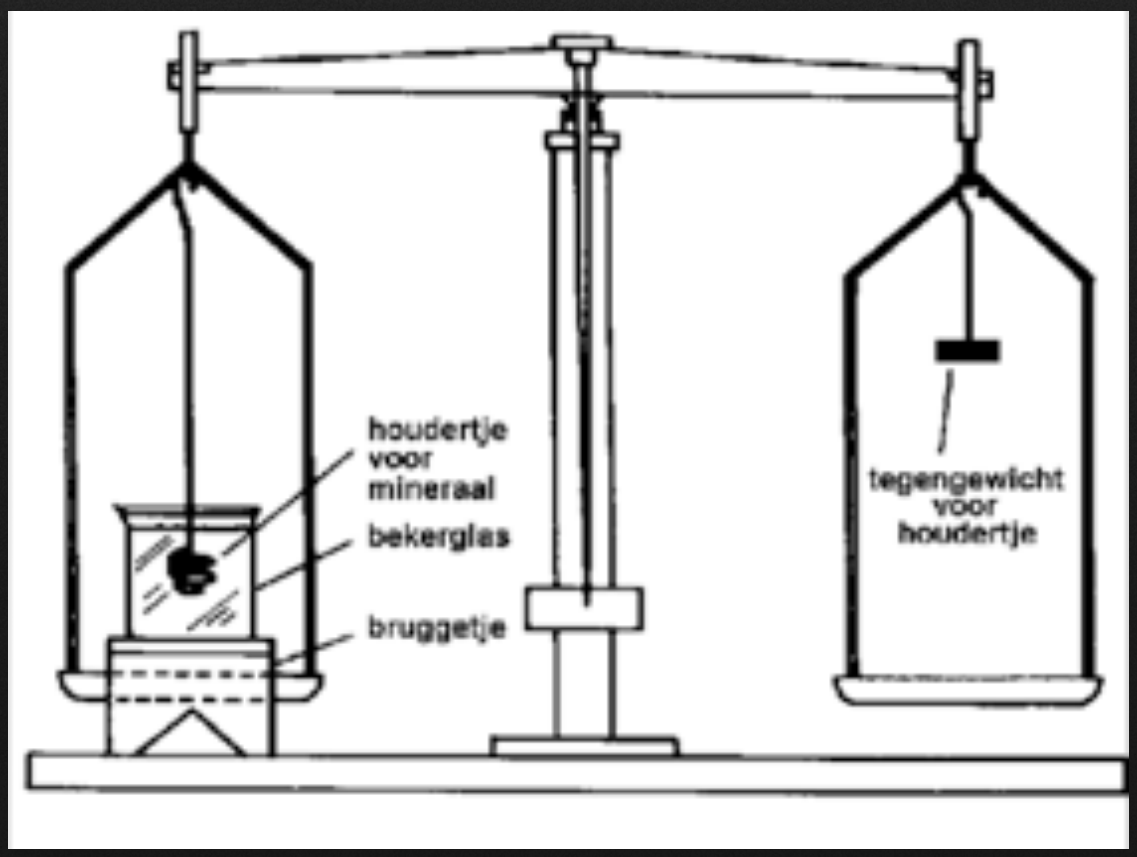


fig. 7.10

tweearmige balans

voor het bepalen van de dichtheid wordt, aan de kant waar men het mineraal plaatst, een houdertje bevestigd dat in een bekerglas met water hangt

Wanneer men werkt met een **eenarmige balans met digitale uitlezing**, dan moet men eerst een weging doen van het opzetstuk ondergedompeld in water maar zonder mineraal. Deze gemeten waarde moet men dan achteraf van beide wegingen van het mineraal (in de lucht en onder water) aftrekken.

Er bestaan ook **eenarmige balansen met ruiters** om het gewicht vast te stellen (fig. 7.11). De balans heeft twee schaaltjes onder elkaar. Afhankelijk van de constructie zal het onderste of bovenste schaaltje ook hier in water worden ondergedompeld. Men kan ook gebruik maken van een metaaldraad met twee, zich onder elkaar bevindende spiraalvormige korfjes. Ook met dit systeem wordt het mineraal eerst in de lucht en vervolgens ondergedompeld in water gewogen en tenslotte de dichtheid berekend. Voorafgaand aan beide metingen wordt de opstelling (met het tweede korfje ondergedompeld in water) met behulp van tegengewichtjes in de nulpositie gebracht.

fig. 7.11
een eenarmige balans met ruiters, uitgerust voor het bepalen van de dichtheid ook met dit systeem wordt het mineraal eerst in de lucht en vervolgens ondergedompeld in water gewogen

bron: Mineralab, Prescott, Arizona

Bepaling van de dichtheid met behulp van zware vloeistoffen

Zeer geschikt voor het (bij benadering) bepalen van de dichtheid van mineralen zijn de zogenaamde zware vloeistoffen. Afhankelijk of een mineraal in een dergelijke vloeistof drijft, zweeft of zinkt, is de dichtheid van dat mineraal kleiner dan, gelijk aan of groter dan de dichtheid van de zware vloeistof. Zware vloeistoffen zijn vloeistoffen met een hoge dichtheid zoals:

bromoform	2,88
methyleeniodide	3,33
Clerici oplossing	4,65

De eerste twee vloeistoffen kunnen verdund worden met tolueen (D=1,496) of xyleen (D=1,497) om op die manier een reeks vloeistoffen met verschillende dichtheden te krijgen. De Clerici-vloeistof is een waterige oplossing van thalliumformaat en thalliummalonaat en kan met gedestilleerd water verdund worden. Deze oplossing is echter erg giftig en corrosief zodat gebruik ervan ten sterkste wordt ontraden. Men kan de dichtheid van de mengsels nauwkeurig bepalen met behulp van balansen die speciaal zijn uitgerust voor het meten van de dichtheid van vloeistoffen. In de praktijk is het echter gemakkelijker (en voldoende nauwkeurig) om gebruik te maken van **indicatoren**; dat zijn zuivere fragmentjes van een aantal mineralen waarvan de dichtheid bekend is. Het vloeistofmengsel wordt dan tot op de juiste dichtheid gebracht door het te verdunnen tot de indicator in het mengsel blijft zweven. Er bestaan ook uit glas vervaardigde indicatoren waarvan de dichtheid nauwkeurig bekend is.

Een **voordeel** bij het gebruik van **zware vloeistoffen** is dat ze toegepast kunnen worden op **heel kleine kristalletjes of mineraalfragmentjes** waarvan de dichtheid zelfs met behulp van een nauwkeurige balans moeilijk kan bepaald worden. In dergelijk geval kan men zelfs de zware vloeistof verdunnen (dichtheid verlagen) tot de dichtheid van de vloeistof en die van het te meten mineraalfragment exact overeenstemmen (het mineraalfragment blijft dan zweven). Het is dan enkel nog kwestie om de dichtheid van de zware vloeistof nauwkeurig vast te stellen (met behulp van een speciaal daarvoor uitgeruste balans).

Bij het gebruik van zware vloeistoffen voor het meten van dichtheden moet men met een aantal punten rekening houden:

Wanneer men verdunde vloeistoffen gebruikt, dan heeft de verdunner (bijvoorbeeld xyleen) de neiging om sneller te verdampen dan de zware vloeistof zelf. In dat geval zal de dichtheid van het mengsel in de loop van het gebruik toenemen. Het is dus kwestie om na te gaan of de indicator zweeft, en zoniet dient men de dichtheid van het mengsel, door druppelsgewijs toevoegen van verdunner, te corrigeren.

Sommige poreuze mineralen kunnen zware vloeistoffen absorberen en op die manier kunnen deze specimens zelfs verkleuren.

Zowel bromoform en methyleeniodide zijn lichtgevoelig en worden op de duur donker gekleurd. Deze vloeistoffen moeten dan ook in het donker bewaard worden. Zowel bromoform als methyleeniodide zijn **giftig** en dienen dus met voorzichtigheid behandeld te worden.

Schatten van de dichtheid

Voor de praktijk van het mineralen determineren en herkennen volstaat in de meeste gevallen een ruwe benadering van de dichtheid. Het is dan ook van belang om gevoel aan te kweken voor het **schatten van de dichtheid** van mineralen. Door het oefenen met specimens van mineralen met bekende dichtheid krijgt men op de duur gevoel voor wat een relatief zwaar of relatief licht mineraal is. Om dat gevoel aan te kweken zijn dan wel relatief grote specimens noodzakelijk.

Bij het schatten van de dichtheid maakt men onderscheid tussen metallisch- en niet-metallisch glanzende mineralen (het begrip glans wordt in het volgende hoofdstuk behandeld).

Voor **niet-metallisch glanzende** mineralen neemt men als referentiedichtheid 2,65 tot 2,75. Deze dichtheidsmarge is zo gekozen omdat de dichtheden van de veel voorkomende mineralen kwarts (D = 2,65), calciet (D = 2,72) en veldspaat (D = 2,6 – 2,75) in dit gebied liggen. Is de dichtheid van een mineraal lager of hoger dan de genoemde waarden, dan spreekt men van een mineraal met een lage, respectievelijk een hoge dichtheid.

Niet metallisch glanzende mineralen met een lage dichtheid zijn o.a. borax (1,7), bauxiet (2,0 - 2,55), zwavel (2,05 - 2,09). Men spreekt van een hoge dichtheid bij mineralen zoals malachiet (3,9 - 4,03), bariet (4,5), crocoiet (5,9 - 6,1), wulfeniet (6,8), vanadiniet (6,7 - 7,1).

Bij de **metallisch glanzende** mineralen neemt men pyriet (D = 5,0) als referentie.

Metallisch glanzende mineralen met een relatief lage dichtheid zijn o.a. chalcopyriet (4,1 - 4,3) en rutiel (4,18 - 4,25). Hoge dichtheden hebben mineralen zoals arsenopyriet (6,07), skutterudiet (6,5), wolframiet (7,0 - 7,5), galeniet (7,4 - 7,6), goud (15,0 - 19,3).

HOOFDSTUK 8

Magnetisme

Magnetisme

Enkele mineralen hebben de eigenschap om door een magneet (een eenvoudige permanente magneet) te worden aangetrokken. Magnetisch zijn magnetiet en in mindere mate pyrrhotiet. Sommige exemplaren van magnetiet zijn op zich magnetisch en kunnen kleine stukjes ijzer aantrekken.

Het magnetisme van magnetiet kan men bijvoorbeeld gebruiken om het te onderscheiden van hematiet en van ilmeniet (dat zelf echter heel zwak magnetisch kan zijn). Pyrrhotiet (of pyrrhotietpoeder) is zwak magnetisch en daardoor kan men het onderscheiden van mineralen zoals pyriet, chalcopyriet, nikkelien en borniet.

Vaststellen van magnetisme bij mineralen
(MKA website: Paul Mestrom)

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 coordinatie 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

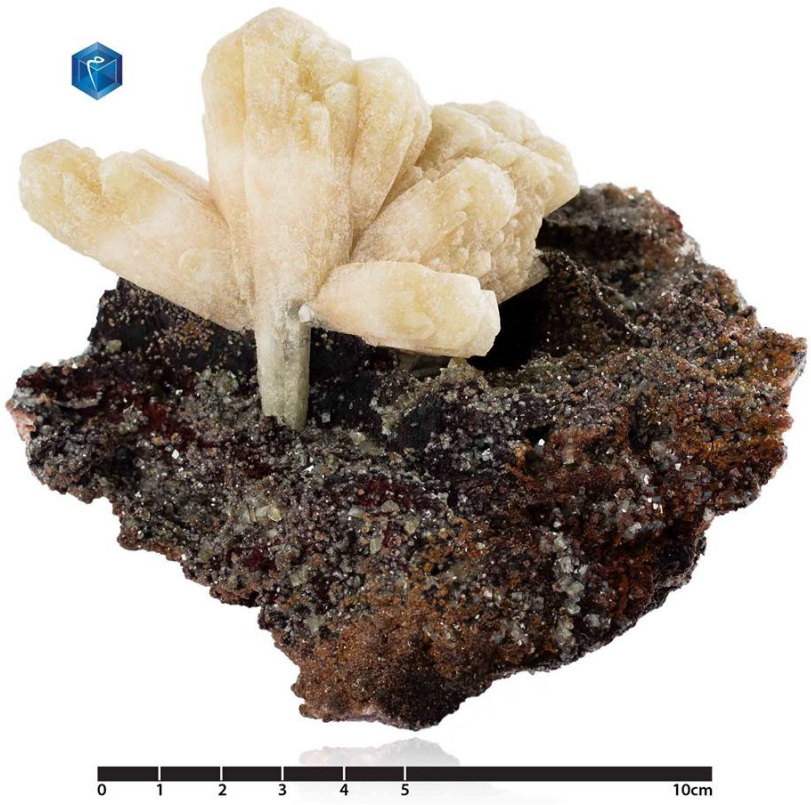
Sleep verwante termen hierheen

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

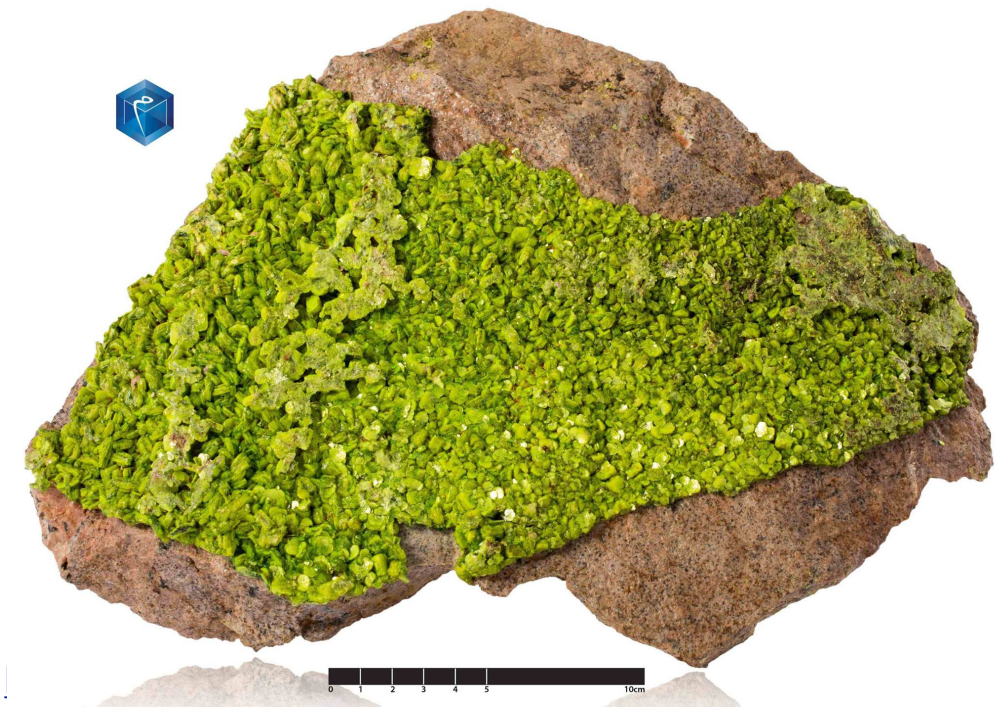
Gekoppelde termen in woordenlijst

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

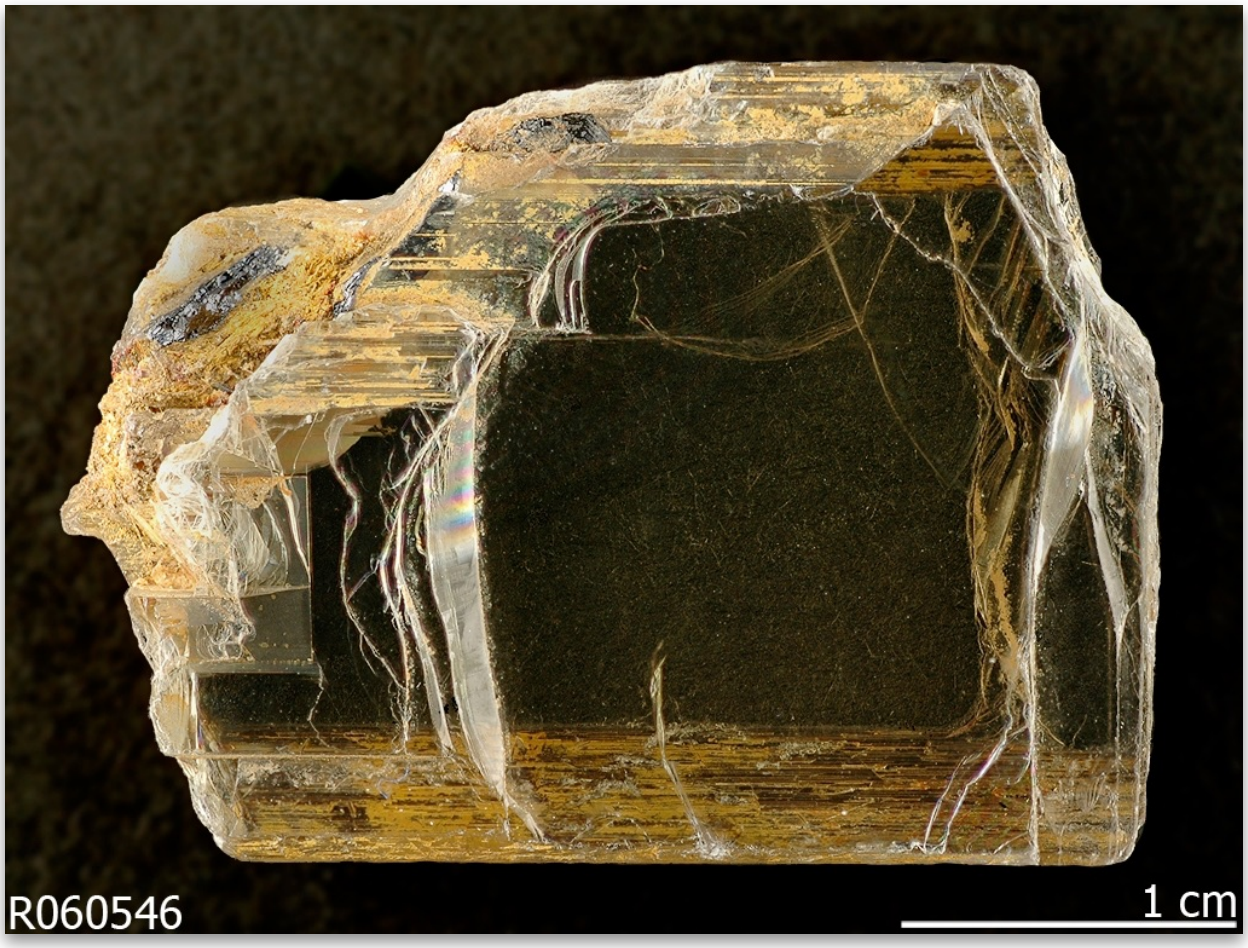
Gekoppelde termen in woordenlijst

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

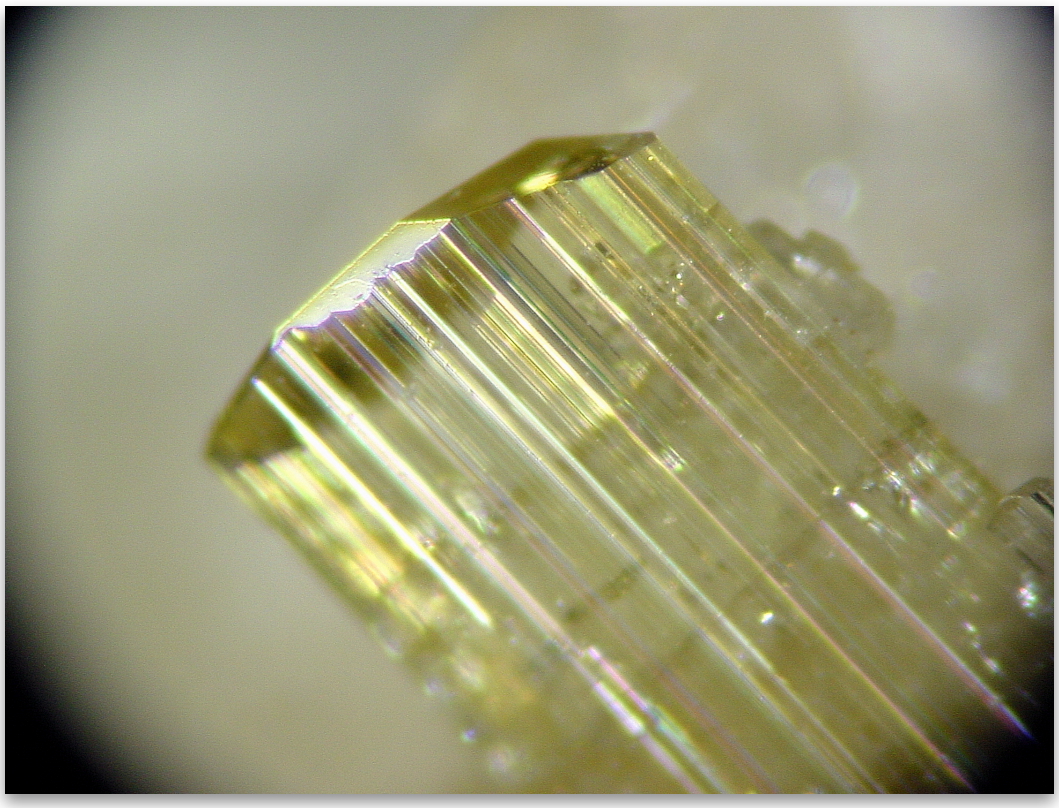
Gekoppelde termen in woordenlijst

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

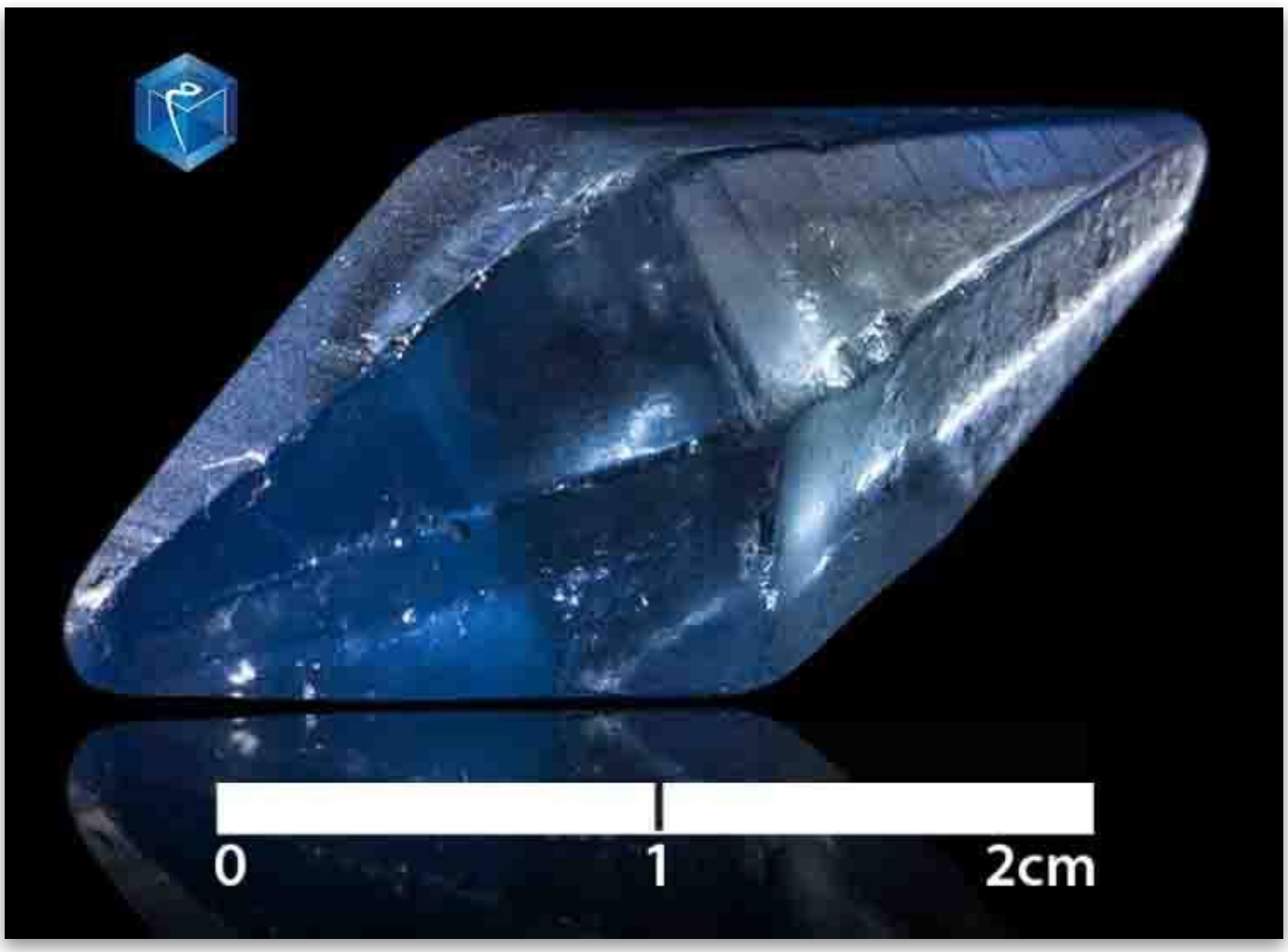
Gekoppelde termen in woordenlijst

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