

Ludo Van Goethem

KWARTS

EN DE TWEELING

DIE NIET BESTAAT



Mineralogische Kring Antwerpen

INLEIDING

Vooraleer we aan het verhaal beginnen, eerst wat uitleg over dit e-boek. Het boek is opgesteld in ePub formaat. Dit laat toe dat je het zowel op Mac als op andere readers kunt lezen. De uitleg hieronder is zeker geldig in iBook, de e-reader op Mac toestellen. naargelang je eigen e-reader, kunnen de links een andere kleur of vorm aannemen, maar moeten wel werken.

Op sommige plaatsen ga je [gekleurde onderlijnde woorden](#) vinden. Dit zijn hyperlinks. Als je erop klikt, wordt je doorverwezen naar een internetpagina. Je moet dan wel verbonden zijn met een netwerk.

Andere woorden staan vet. Deze komen uit een woordenlijst. Als je erop klikt krijg je meer uitleg over het woord. In deze uitleg kunnen opnieuw hyperlinks staan naar netwerksites. Indien het woord meermaals voorkomt, staan volgende links *cursief* als de link actief is.

Indien mogelijk verwijzen we naar nederlandstalige links zoals bvb [wikipedia](#). Andere, zoals bvb [mindat](#) links, zijn in het engels.

Foto's kunnen op zichzelf staan of in een galerij. Foto's in de galerij kan je op volledig scherm zien door ze aan te klikken. Op sommige e-readers wordt de galerij omgezet in een reeks foto's onder mekaar. Je hoeft de galerij dan niet meer te openen.

Literatuur en bronverwijzing gebeurt ook via links.

Indien je geen e-reader hebt, kan je er één op je PC installeren. Goede éénvoudige zijn bvb [Freda](#) en [FBReader](#). Als je een e-reader hebt, is er waarschijnlijk al een app op geïnstaleerd (bvb Kindle op Amazon toestellen). Het kan zijn dat je een welbepaalde procedure moet volgen om een privéboek (zoals dit) of dokument op je reader te krijgen. Dit vind je meestal op internet. Als je e-reader de woorden zeer raar splitst, dan moet je in de instellingen splitsen afzetten.

Ludo Van Goethem

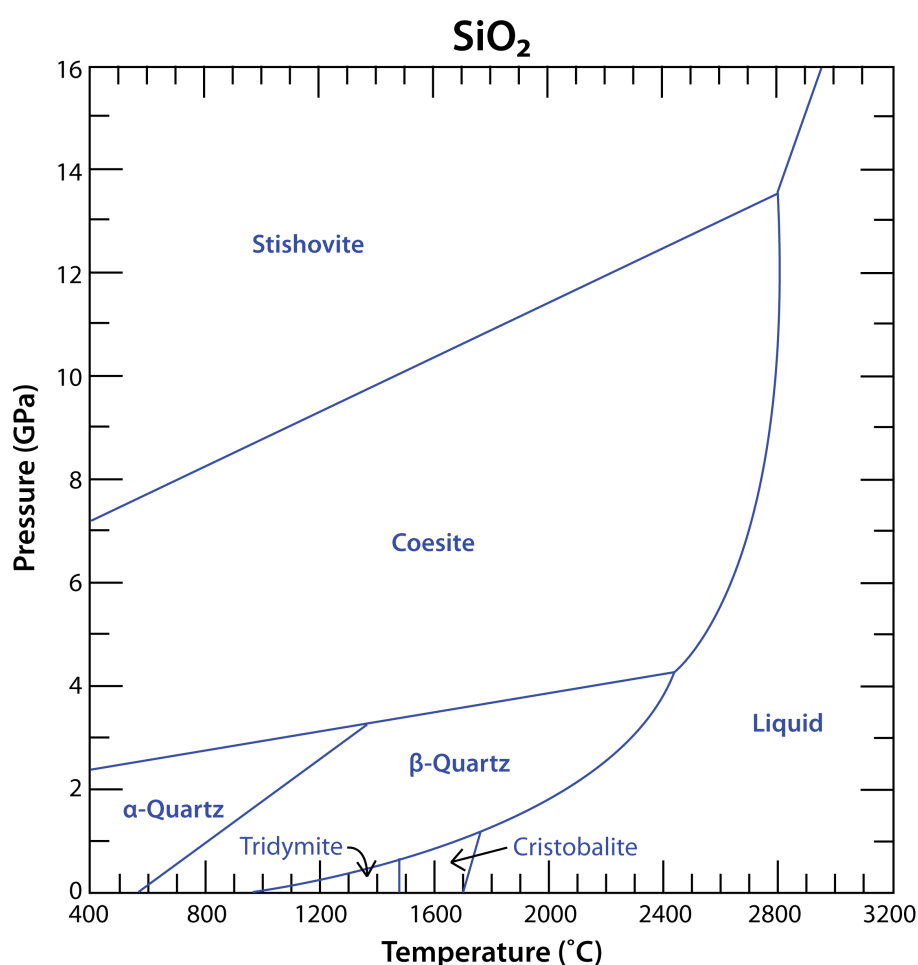
Kon. Mineralogische Kring Antwerpen

Hoofdstuk 2

KWARTS, ALGEMENE INFO

Kwarts, **siliciumdioxide**, is enkel opgebouwd uit **SiO₄ tetraeders**, de bouwsteen van alle **silikaten**.

Siliciumdioxide is tevens interessant omdat het voorkomt in meerdere vormen, **polymorfen** genoemd. Het is allemaal SiO₂, maar met een andere **kristalstructuur**. En zelfs binnen één polymorf zijn overgangen mogelijk. Dit zijn lage en hoge temperatuurvarianten of polymorfen. In de figuur is alfa en beta kwarts apart aangegeven. Dit is zo een variant die verder in het verhaal een rol zal spelen.



Fasediagram van siliciumdioxide (uit [Teach the Earth, teaching Mineralogy](#))

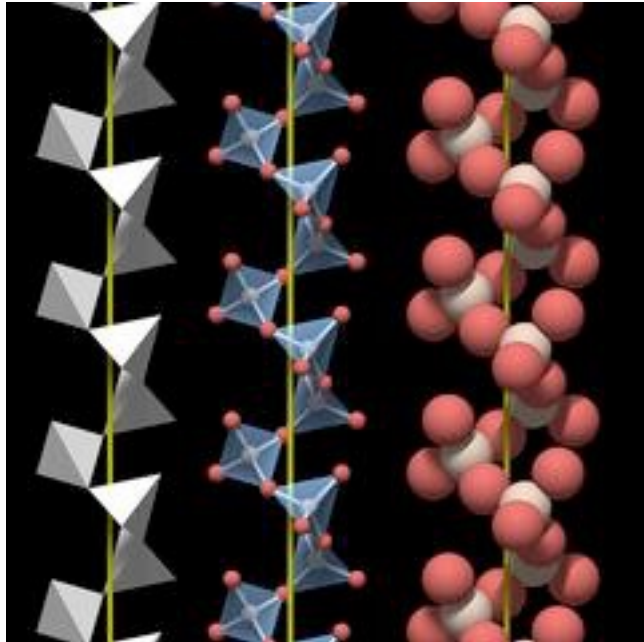
Wij gaan ons hier beperken tot [kwarts](#).

Meer info over de andere:

[trydimiet](#), [cristobaliet](#), [coesiet](#), [stishoviet](#)

STRUKTUUR VAN KWARTS

Bij kwarts zijn de *SiO₄ tetraeders* zo verbonden dat ze spiralen vormen langs de c-as (in de figuur van onder naar boven). Extra uitleg vind je bij [Steven Dutch \(Univ. Wisconsin\)](#) of in de [Quartz page \(bron figuur\)](#).



Alfa-kwarts, de lage temperatuurvorm is **trigonaal** en heeft $P3_121$ als **ruimtegroep**. De spiralen kunnen rechts of links draaien (kurketrekker). Kwarts is dus **enantio-morf**. Deze eigenschap gaat in het verdere verhaal een rol spelen.

Boven 573°C gaat alfa kwarts over in beta-kwarts dat een **hexagonale** structuur heeft met *ruimtegroep* $P6_422$. Ook deze eigenschap zal verder een grote rol spelen.

Verdere info over kwarts vind je onder andere in:

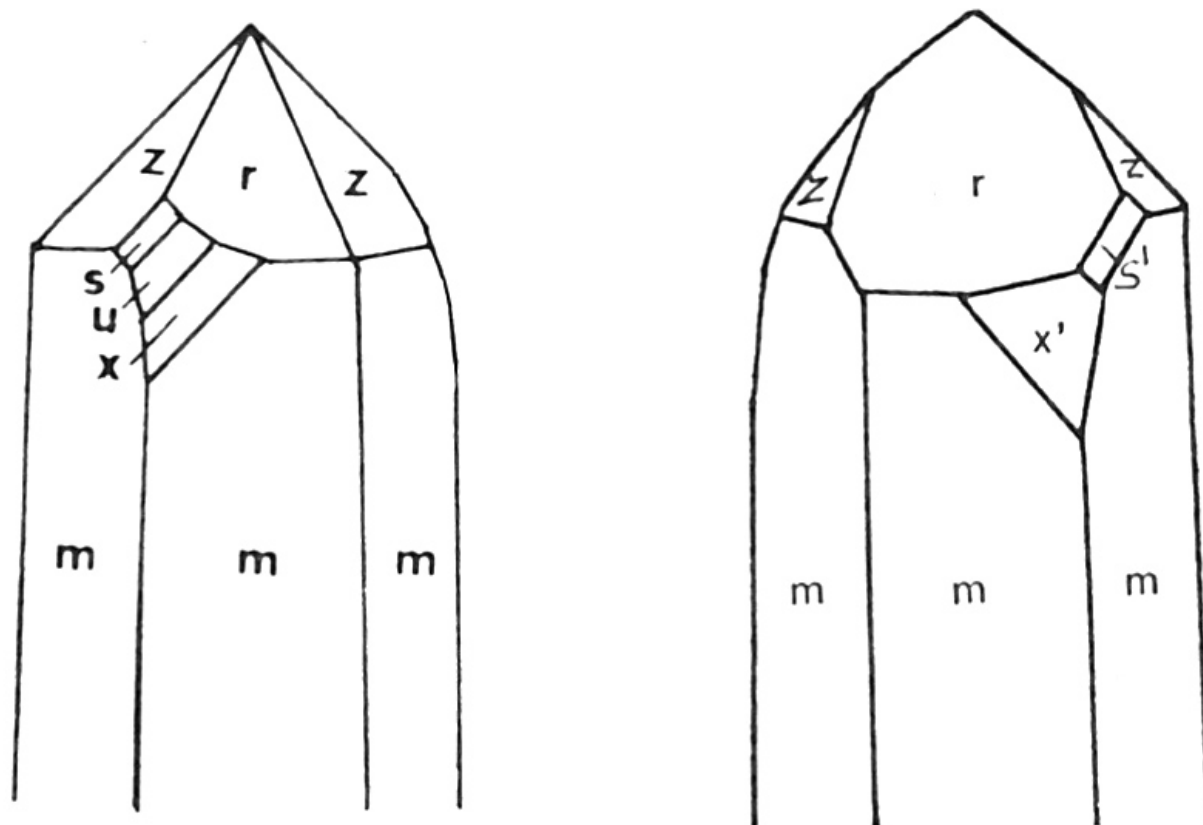
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwarts>

The Quartz Page: <http://www.quartzpage.de/intro.html> (Op deze website vind je veel informatie over kwarts, al zijn variëteiten, insluitels, ...) We zullen er nog een paar maal naar verwijzen.

MORFOLOGIE VAN KWARTS

Een beperkte kennis van de **morfologie** van kwarts is nodig om **tweelingen** te herkennen.

Iedereen is bekend met het typische kwarskristal (figuur uit **Rudolf Rykart, Bergkristall.**).



De vlakjes m (**prisma**, **Miller indices** $\{10\cdot10\}$) en r en z (positieve $\{10\cdot11\}$ en negatieve $\{01\cdot11\}$ **rhomboëder**) vind je nagenoeg altijd, maar die leren ons weinig over aanwezige tweelingen.

Het zijn de overige kleine vlakjes die ons iets leren. s is een **bipiramide** vlakje $\{2\cdot1\cdot11\}$ en u en x $\{6\cdot1\cdot51\}$ zijn **trapezoëder** vlakjes. Belangrijk om te onthouden is dat deze vlakjes slechts om de twee prismavlakken voorkomen, dus slechts 3 maal op een omtrek, of met 120° interval. Dit is een gevolg van de **drietallige as**. We komen hier later op terug.

Voor meer info op de Quartz Page: http://www.quartzpage.de/crs_forms.html

KWARTSTWEELINGEN

Van kwarts zijn veel *tweelingen* beschreven. Voor hetgeen volgt is belang te weten hoe deze beschrijvingen historisch ontstaan zijn.

Mineralogie was in het begin morfologisch. Men beschreef kristallen en zocht wetmatigheden. Een tweeling was een vergroeiing van kristallen volgens een welbepaalde wetmatigheid (rotatie, spiegeling, inversie, ...). Op dat ogenblik had men nog geen enkel benul van het bestaan van atomen en zeker niet van *kristalstructuren*. Dat is pas gekomen in de 20ste eeuw bij de ontdekking van de **radioactiviteit** en de **X-stralen**.

Een aantal tweelingen zijn dan ook ontstaan omdat een bepaalde vergroeiing van kristallen meer voorkwam dan louter toevallig.

Na het begrijpen van de kristalstructuur kreeg het begrip tweeling een mikroskopische betekenis. Het waren twee kristaldomeinen die verbonden waren door een *symmetrieoperatie*. Belangrijk voor het vervolg is dus dat er op mikroschaal ook aanliggende domeinen zijn die aan de tweelingwet voldoen.

We gaan hier drie tweelingen behandelen:

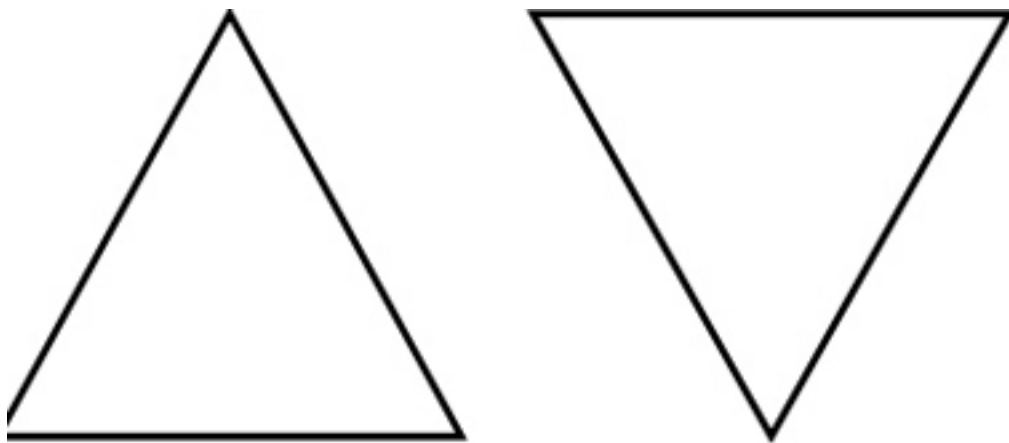
- De Dauphiné tweeling
- De Braziliaanse tweeling
- De Liebisch of gekombineerde tweeling

Wie een overzicht wil van kwartstweelingen en hun frekwentie, kan dit vinden in het oude artikel http://www.minsocam.org/msa/collectors_corner/arc/qtztwin.htm

En natuurlijk ook op: http://www.quartzpage.de/crs_twins.html

DE DAUPHINÉ TWEELING

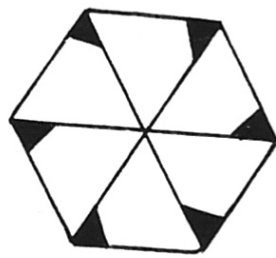
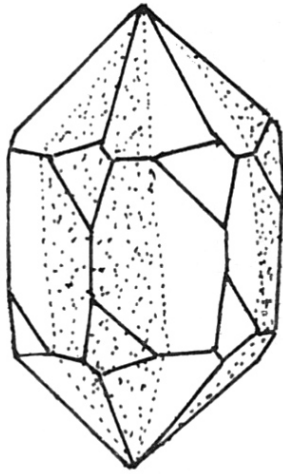
Kwartstweelingen zijn meestal genoemd naar hun plaats van typisch voorkomen. In dit geval de **Dauphiné** in Frankrijk. Een Dauphinétweeling is een rotatietweeling. Vermits kwarts *trigonaal* is, is een rotatie over 180° rond de c-as niet hetzelfde kristal (zie figuur. Een gelijkzijdige driehoek heeft een drietallige symmetrie. Draaien over 180° geeft een andere oriëntatie)



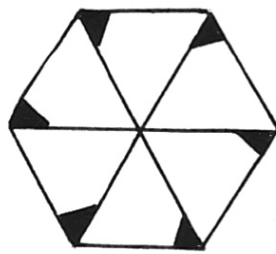
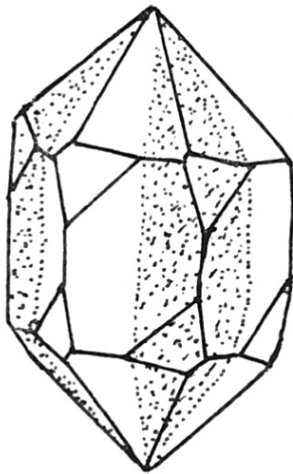
Dauphinétweelingen worden gevonden als *groeitweelingen*. Maar ze herkennen vraagt wel enkele trukjes. Je kan ze zien door aanetsen van het kristal, maar dat ga je natuurlijk in praktijk niet doen.

Daarvoor heb je die speciale kleine vlakjes nodig. Indien voldoende aanwezig, verraden die de aanwezigheid van tweelingen (figuur eveneens uit *Rykart*).

$R + R'$



$L + L'$



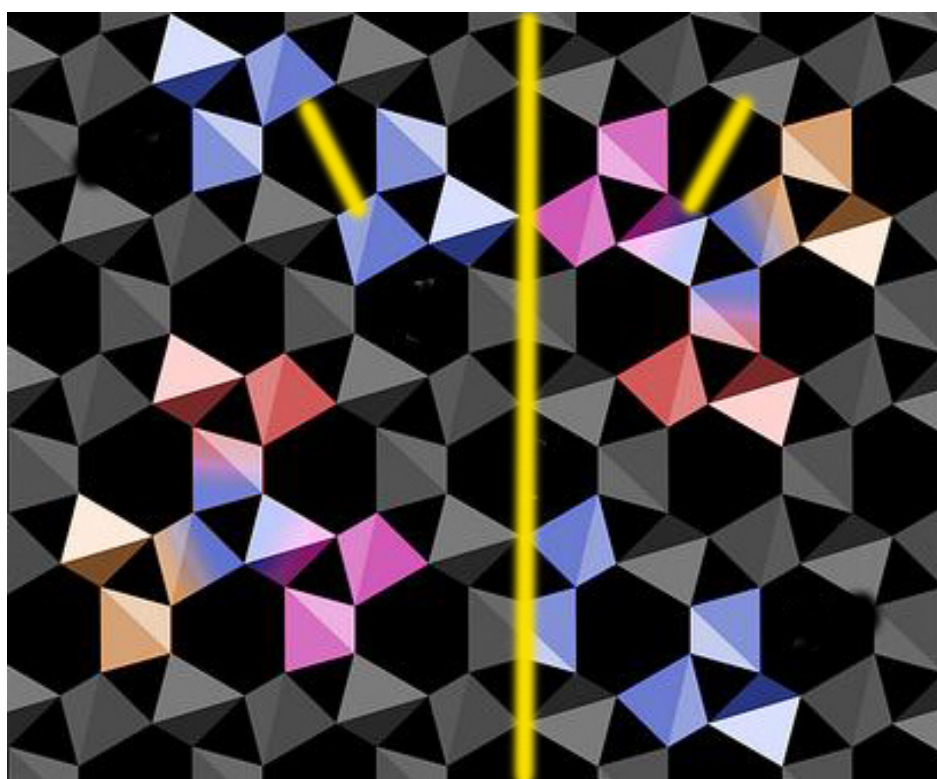
De *bipiramide* en/of *trapezoëdervlakjes* komen nu 6x voor op een omtrek. Als er geen zes zijn, ga je sowieso vlakjes aantreffen die niet door een veelvoud van 120° van mekaar gescheiden zijn, maar door een veelvoud van 60° dat er geen van 120° is.

Kwarts was *enantiomorf*, dus je kan een linkse dauphinétweeling hebben of een rechtse. Ook dat kan je zien aan de vlakjes via de richting van het trapezoëdervlakje (pijlvorm naar links of rechts) of de striaties op het bipiramide vlakje (deze wijzen links of rechts)

Naast groeitweelingen speelt de dauphinétweeling een grote rol bij de overgang van alfa naar betakwarts. Het is niet zo dat de atomen in een kristalrooster statisch zijn. Zij trillen rond een evenwichtstoestand. Hoe warmer het kristal, hoe groter de trilling.

Beneden 573° is de trilling te klein om van de ene tweelingvariant naar de andere te wippen. Het verschil is de orientatie van bvb. de zwarte zeshoekige structuur van tetraeders die uit korte en lange zijden bestaan als we langs de c-richting kijken. De figuur stelt een dauphinétweeling voor. De verticale gele lijn is de tweelinggrens.

(basis figuur uit de [Quartz Page](#)). De korte lijntjes laten de twee orientaties zien. Hetzelfde geldt voor de driehoekjes.



Naarmate we de **transitietemperatuur** naderen kan dit wel en flippen de tertraeders van één orientatie naar de andere. Boven de transitietemperatuur trillen de tertraeders dus zodanig dat de gemiddelde structuur hexagonaal wordt (het evenwicht ligt halfweg tussen beide tweelingorientaties). In de figuur tonen we twee rode zeshoeken met *trigonale* symmetrie (zie ook structuurfoto hierboven). Het gemiddelde is de zwarte zeshoek met *hexagonale* symmetrie.



De hoekige domeintjes op de foto hieronder zijn dauphinétweelingen (**elektronen-mikroskoop** opname van het [EMAT](#) door mij gemaakt in een ver verleden). Schaal van de foto is in het mikrometergebied. De lijnvormige structuren komen ter sprake in volgende sectie.



Dit betekent ook dat je beta-kwarts niet kunt invriezen. Niemand heeft dus echt beta-kwarts in zijn verzameling (tenzij je huis afbrandt). Wat wel kan is dat kristallen groeien bij hoge temperatuur en dus een hexagonale vorm aannemen. Bij afkoelen blijft deze vorm behouden, maar gaat het rooster wel over naar alfa-kwarts. Beter is dus van te spreken van een **pseudomorfose**: alfa-kwarts na beta-kwarts.

Meer info vind je ook in [Xu en Hayney](#) en [Hayney en Veblen](#).

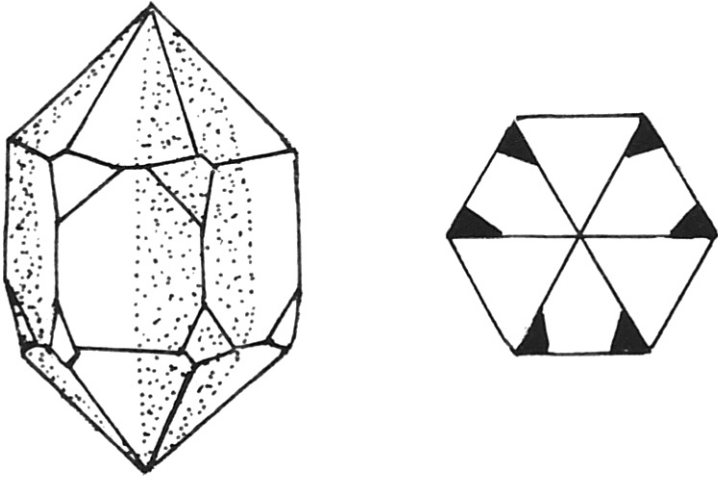
DE BRAZILIAANSE TWEELING

De braziliaanse tweeling is zo genoemd omdat hij beschreven is in **amethist** waar hij zo goed als altijd in voorkomt. En Brazilië is het amethist land bij uitstek, vandaar de naam. Een braziliaanse tweeling is een *enantiomorfe* tweeling. Hij verbindt een linksdraaiend en een rechtsdraaiend kristal. Je vindt braziliaanse tweelingen als groeitweelingen. Ze hebben niets met een fase-transformatie te maken.

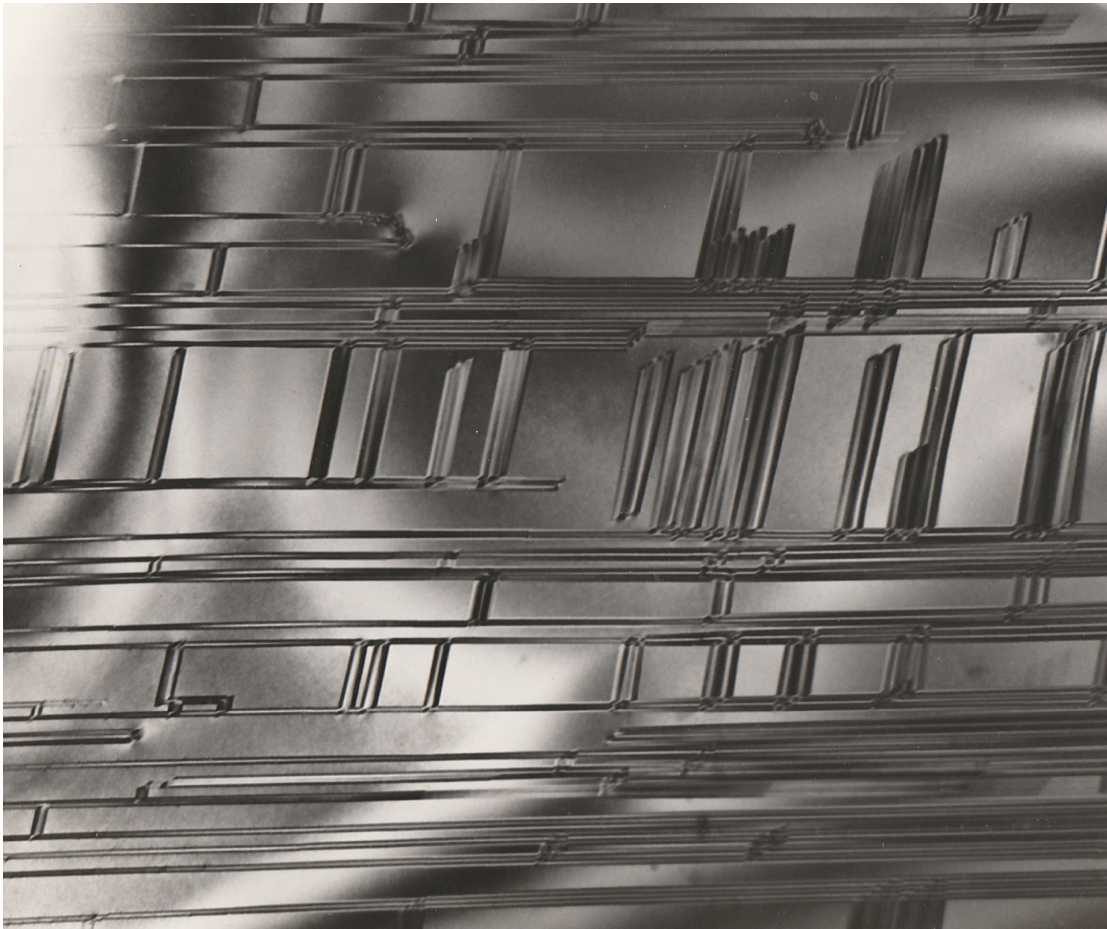
Braziliaanse tweelingen kan je optisch herkennen met **gepolariseerd licht**. Ze komen voor als lamellen. het tweelingvlak is een $\{11-20\}$ vlak. Meer info vind je ook in [Carstens](#) en in [Scandale en Stasi](#), die beiden alle recente studies samenvatten.



Maar je kan ze ook herkennen aan de speciale vlakjes. Deze komen ook elke 60° voor (in het ideale geval), maar wijzen nu afwisselend links en rechts (beide figuren eveneens uit *Rykart*)

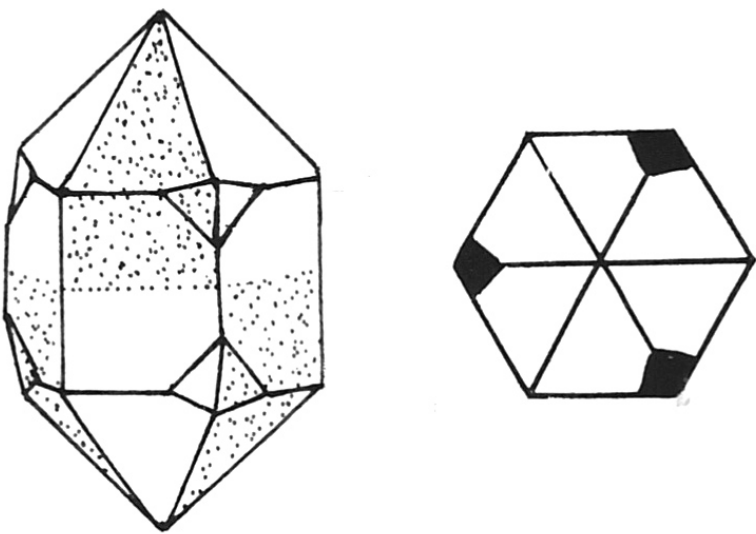


Ook in de *elektronenmikroskoop* zie je ze (opname [EMAT](#) door mij gemaakt). Zoals je reeds boven kon zien is een kristal verdeeld in driehoekige domeinen en in elk domein komen twee orientaties van lamellen voor.

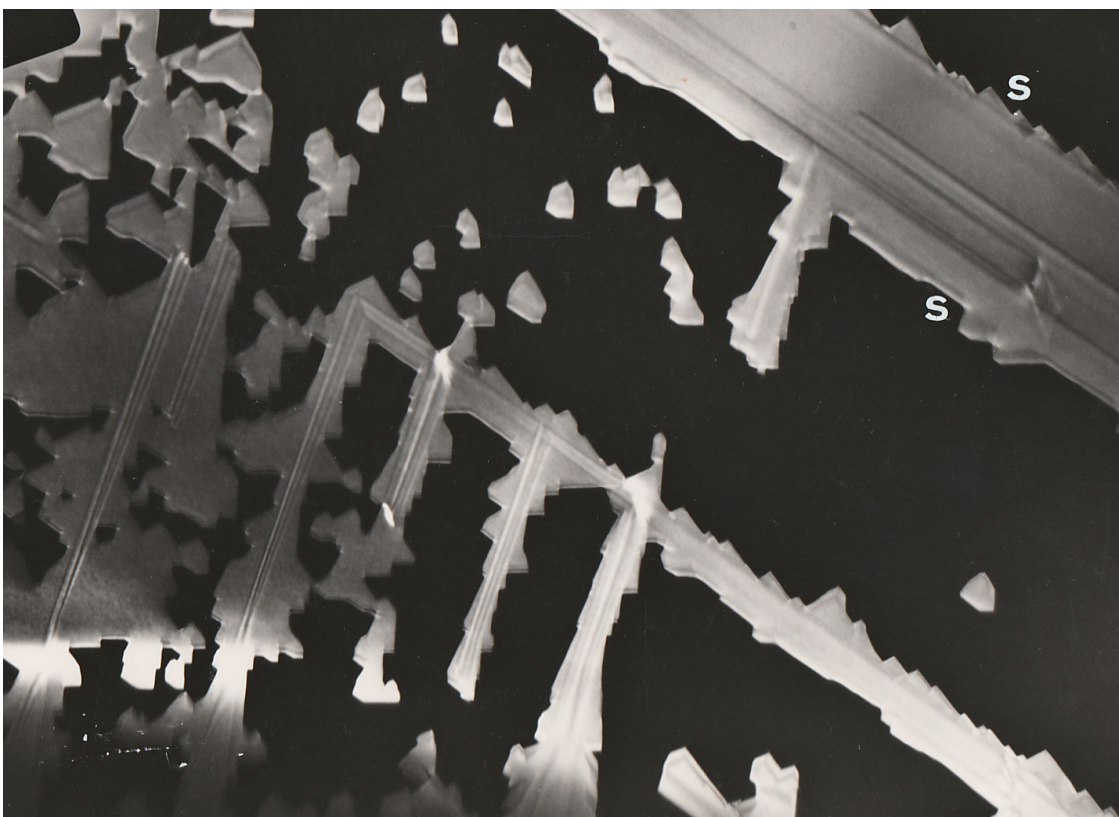


DE TWEELING DIE NIET BESTAAT

En inderdaad, wat gebeurt er als je de dauphiné wet combineert met de braziliaanse wet. Dan krijg je de gekombineerde of Liebisch tweeling. Ook die werd geobserveerd aan de hand van de speciale vlakjes. Dit was in de tijd dat kristallografie morfologisch was, er geen *X-stralen* of *elektronenmikroskopen* bestonden en men dus op de uiterlijke kenmerken moest afgaan.



Bij het bestuderen van de alfa-beta overgang in amethyst kregen we echter een ander verschijnsel te zien (opname [EMAT](#) door mij gemaakt)



Je ziet opnieuw de rechte lijnen die de braziliaanse tweeling voorstellen en de zwart-wit domeinen die de dauphinétweelingen zijn. Maar de dauphinétweelingen worden afgestoten door de braziliaanse (zie bvb op de plaatsen “s”). De reden van afstoting is de vervorming van het kristalrooster aan een braziliaanse tweeling-grens. Die verhindert dat de tetraeders kunnen flippen van één positie in een de andere.

Er zijn dus op mikroschaal NOOIT aanliggende domeinen die verbonden zijn door de gekombineerde wet. En dat is de voorwaarde om van een tweeling te spreken.

Hieruit kon besloten worden dat de gekombineerde wet geen echte tweelingwet is in kwarts. Maar het heeft dus tot 1977 geduurd voor dit per toeval ontdekt werd bij een studie van het gedrag van amethist bij de alfa-beta overgang.

Amethist

Amethist is een violette variëteit van het mineraal kwarts (SiO_2) en is de bekendste steen uit de kwartsgroep.

Verdere info:

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

En natuurlijk de Quartz Page:

<http://www.quartzpage.de/amethyst.html>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - De Braziliaanse tweeling

Bipiramide

Een bipiramide, dipiramide of dubbelpiramide is een ruimtelijke figuur, afgeleid van de piramide, waarbij 2 identieke piramiden met hun congruente grondvlakken op elkaar worden geplaatst.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Bipiramide>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Morfologie, Rhomboëder, Trapezoëder

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Dauphiné

De Dauphiné van de Viennois, of kortweg de Dauphiné, was een graafschap in het zuidoosten van Frankrijk dat voordien als de Viennois bekendstond.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Dauphiné>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Drietallige as

Een drietallige as is voorbeeld van een symmetrie-element. Als je een voorwerp draait over 120° rond een drietallige as, bekom je dezelfde symmetrie. Info over alle symmetrie elementen in de kristalkunde, vind je bvb in:

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Bravaistralie>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Hexagonale, Kristalstructuur, Trigonaal

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Hoofdstuk 3 - Kwartstweelingen

Elektronenmikroskoop

Elektronenmicroscopie is een techniek die gebruikmaakt van een bundel elektronen om het oppervlak of de inhoud van objecten af te beelden. Doordat versnelde elektronen een veel kleinere golflengte hebben dan fotonen kan de resolutie van een elektronenmicroscoop veel hoger zijn (beter dan 0,1 nm) dan die van een lichtmicroscoop (ongeveer 200 nm).

Verdere info: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektronenmicroscopie>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Hoofdstuk 3 - De Braziliaanse tweeling

Hoofdstuk 3 - De tweeling die niet bestaat

Enantiomorf

Kristallen met een rechtse en linkse vorm.

Meer uitleg in het engels over enantiomorfe puntgroepen:

<http://pd.chem.ucl.ac.uk/pdnn/symm2/enantio1.htm>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Kristalstructuur

Index

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Hoofdstuk 3 - De Braziliaanse tweeling

Gepolariseerd licht

Polarisatie van elektromagnetische straling, bijvoorbeeld zichtbaar licht, slaat op de wijze waarop de elektrische veldvector trilt.

De straling afkomstig van de meeste lichtbronnen en de zon is een mengsel van alle mogelijke polarisaties. Dit licht wordt ongepolariseerd genoemd. De veldvector van de elektromagnetische straling is op verschillende manieren te ontbinden. Circulair en elliptisch gepolariseerd licht kan worden ontbonden in twee orthogonale componenten. Lineair gepolariseerde straling is ook te ontbinden in twee even grote circulaire componenten volgens twee draaizinnen (richtingen): in uurwerkzin en in tegenuurwerkzin. De wijze van ontbinding van de elektrische vector is willekeurig en afhankelijk van de benaderingswijze.

Zie verder: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Polarisatie_\(elektromagnetisme\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Polarisatie_(elektromagnetisme))

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - De Braziliaanse tweeling

Hexagonale

Hexagonaal kristalstelsel is de benaming voor een type kristalstelsel, bvb één dat de hexagonale dichtste stapeling bezit.

Zie ook: https://nl.wikipedia.org/wiki/Hexagonaal_kristalstelsel

Gekoppelde termen in woordenlijst

Drietallige as, Morfologie

Index

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Kristalstructuur

Veel vaste stoffen hebben een kristalstructuur. Dat wil zeggen dat ze uit een regelmatig patroon van deeltjes bestaan, zoals moleculen, atomen of ionen. De structuur van de kristallen, hun groei en andere macroscopische eigenschappen zijn het onderwerp van de kristallografie.

Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristalstructuur>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Drietallige as, Enantiomorf, Ruimtegroep, Trigonaal, Tweelingen

Index

Hoofdstuk 2 - Kwarts, algemene info

Hoofdstuk 3 - Kwartstweelingen

Miller indices

De Miller-index is een begrip uit de kristallografie, die de oriëntatie van een kristalvlak ten opzichte van het kristalrooster weergeeft. Millerindices fungeren dus als een soort coördinaten-set.

Zie verder: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Miller-index>

Of Geonieuwsen: [2015, nr 8](#) (enkel toegankelijk voor leden MKA tot 2020) en [1983, nr 6](#).

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Morfologie

Studie van de vormen van kristallen.

Zie bvb: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristalmodel>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Bipiramide, Hexagonale, Pseudomorfose, Rhomboëder, Trapezoëder, Trigonaal, Tweelingen

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Polymorfen

Een polymorf is een andere fase van één scheikundig element of stof. Strikt genomen kunnen ook vloeibaar water en vast waterijs als polymorfen beschouwd worden, omdat een aggregatietoestand ook een verschil in fase is.

Bij zowel kristallen als moleculen is een verschil in de ruimtelijke oriëntatie van de atomen van de stof de oorzaak voor polymorfie. Van één soort molecuul of kristal kunnen diverse, tot tientallen, polymorfen bestaan. Dit kan tot grote fysische verschillen leiden. Maar let op: zelfs simpele eenatooms stoffen, zoals metalen vertonen polymorfie oftewel meervormigheid, waarbij de roosterordening onder invloed van bijvoorbeeld temperatuur of druk kan veranderen.

Elke polymorf heeft een bepaalde thermodynamische stabiliteit. Welke polymorf stabiel is bij een bepaalde temperatuur en druk is af te lezen in een fasendiagram. De thermodynamisch stabiele polymorf zal bij de desbetreffende temperatuur/druk de voorkeur hebben boven andere metastabiele polymorfen. Dit wordt veroorzaakt door de energetisch gunstiger oriëntatie van de moleculen ten opzichte van elkaar.

Zie ook: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Polymorf_\(scheikunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Polymorf_(scheikunde))

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 2 - Kwarts, algemene info

Prisma

In de meetkunde is een n-zijdig prisma een veelvlak dat bestaat uit een n-zijdige veelhoek als grondvlak, een getransleerde kopie van dit grondvlak, en n zijvlakken die deze twee vlakken met elkaar verbinden. Deze verbindende zijvlakken zijn parallellogrammen. Alle doorsnedes evenwijdig aan het grondvlak van het prisma zijn congruent aan elkaar. Het grondvlak van een prisma is drie- of meerhoekig.

Zie verder: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Prisma_\(wiskunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Prisma_(wiskunde))

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Pseudomorfose

Een pseudomorf (Grieks: Ψευδο = vals, verkeerd; Μορφη = vorm) is in de petrologie (gesteentekunde) een naam voor een kristal of gesteente dat een andere mineraal-samenstelling heeft, dan op grond van de vorm, structuur en/of textuur verwacht mag worden.

Zie verder: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Pseudomorf>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Morfologie

Index

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Radioactiviteit

Radioactiviteit is het uitzenden van ioniserende straling door materialen. Het is een natuurkundig fenomeen: bepaalde isotopen zijn instabiel en veranderen (desintegreren) spontaan in een andere atoomsoort. Dit noemt men radioactief verval.

Bij dit proces zenden ze ioniserende straling uit. Na de desintegratie is de atoomkern veranderd van samenstelling, hij bevat meer of minder protonen en/of neutronen. Zo ontstaan er andere nucliden en daarmee soms een andere isotoop van hetzelfde element, maar meestal een ander element.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Radioactiviteit>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - Kwartstweelingen

Rhomboëder

Een romboëder is een veelvlak waarvan alle vlakken ruiten zijn.

Verdere info: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Romboëder>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Bipiramide, Morfologie, Trapezoëder

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Rudolf Rykart, Bergkristall

Zeer gekend boek over kwarts en zijn voorkomen. Spijtig genoeg nog niet digitaal gepubliceerd.

Nog wel exemplaren te verkrijgen op [zvab](#), [google](#) en [amazon](#)

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Hoofdstuk 3 - De Braziliaanse tweeling

Ruimtegroep

In de kristallografie en de groepentheorie, een deelgebied van de wiskunde, geeft een ruimtegroep (of Fedorov-groep) een beschrijving van de symmetrie van een kristal. Het is een groep van symmetrie-operatoren, die de ruimte vult. Ruimtegroepen bestaan uit een combinatie van translatie- en rotatiesymmetrieën.

Zie verder: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ruimtegroep>

P3₁21 uitgewerkt: <http://img.chem.ucl.ac.uk/sgp/large/152az1.htm>

P6₄22 uitgewerkt: <http://img.chem.ucl.ac.uk/sgp/large/181az1.htm>

Wil je meer info over kristallografie, dan ga je een boek moeten aanschaffen. Een andere optie is ook (zolang de voorraad strekt) het boek van Paul Tambuyser: Kristalmorfologie, een inleiding in de geometrische kristallografie. Info op de website van de MKA: <http://www.minerant.org/MKA/index.html>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Kristalstructuur, Trigonaal

Index

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Siliciumdioxide

siliciumdioxide of silica is het bekendste oxide van silicium en heeft als molecuulformule SiO_2 . De zuivere stof komt voor als een wit kristallijn poeder, dat vrijwel onoplosbaar is in water.

Meer info: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Siliciumdioxide>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Silikaten, SiO_4 tetraeders

Index

Hoofdstuk 2 - Kwarts, algemene info

Silikaten

Silicaten zijn zouten of esters van kiezelzuur ($\text{Si}(\text{OH})_4$). De zouten bevatten alle het tetraëdrische SiO_4^{4-} -ion

Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Silicaat> (nederlands)

https://en.wikipedia.org/wiki/Silicate_minerals (engels, maar meer info)

Gekoppelde termen in woordenlijst

Siliciumdioxide, SiO_4 tetraeders

Index

Hoofdstuk 2 - Kwarts, algemene info

SiO₄ tetraeders

A silicon–oxygen tetrahedron is the SiO₄ anionic group, or a silicon atom with four surrounding oxygen atoms arranged to define the corners of a tetrahedron. This is a fundamental component of most silicates in the Earth's crust. A variety of silicate minerals can be identified by the way that the tetrahedra links differ, also by the cations present in the mineral.

Verdere engelse uitleg:

https://en.wikipedia.org/wiki/Silicon-oxygen_tetrahedron

Gekoppelde termen in woordenlijst

Siliciumdioxide, Silikaten

Index

Hoofdstuk 2 - Kwarts, algemene info

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Transitietemperatuur

Temperatuur waarbij een faseovergang gebeurt. In ons geval de overgang van alfa naar beta kwarts bij 573°C

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Trapezoëder

Een trapezoëder of antipiramide is een ruimtelijke figuur met $2n$ vliegers als zijvlakken.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Trapezoëder>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Bipiramide, Morfologie, Rhomboëder

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Trigonaal

Een trigonaal of romboëdrisch kristalstelsel (ook: rombisch) is een bepaald type kristalstelsel dat weinig verschilt van het hexagonale.

Zie ook: https://nl.wikipedia.org/wiki/Trigonaal_kristalstelsel

Gekoppelde termen in woordenlijst

Drietallige as, Kristalstructuur, Morfologie, Ruimtegroep

Index

Hoofdstuk 2 - Structuur van kwarts

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

Tweelingen

Een tweeling is één van de defecten die voor kunnen komen tussen twee kristallen in een metaal of mineraal.

Verdere info:

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweeling_\(materiaalkunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Tweeling_(materiaalkunde))

https://en.wikipedia.org/wiki/Crystal_twinning (in het engels)

Gekoppelde termen in woordenlijst

Kristalstructuur, Morfologie

Index

Hoofdstuk 2 - Morfologie van kwarts

Hoofdstuk 3 - Kwartstweelingen

Hoofdstuk 3 - De Dauphiné tweeling

X-stralen

Röntgenstraling (vroeger, en in sommige talen nog steeds, x-straling), vernoemd naar de ontdekker ervan, Wilhelm Röntgen, is elektromagnetische straling met een iets grotere energie dan zichtbaar licht en ultraviolet.

Röntgenstraling (vroeger, en in sommige talen nog steeds, x-straling), vernoemd naar de ontdekker ervan, Wilhelm Röntgen, is elektromagnetische straling met een iets grotere energie dan zichtbaar licht en ultraviolet. Verdere info: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Röntgenstraling>

X-stralen kunnen gebruikt worden om de structuur van materialen te achterhalen via diffractie. Zie verder: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Röntgendiffractie>

Gekoppelde termen in woordenlijst

Index

Hoofdstuk 3 - Kwartstweelingen

Hoofdstuk 3 - De tweeling die niet bestaat