

ASSOCIAZIONE AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO

MuSNa
Museo di Storia Naturale
ROSIGNANO MARITTIMO

ASSOCIAZIONE «AMICI DELLA NATURA»
rosignano

osservatorio
toscano per la
biodiversità

MuSNa
Museo di Storia Naturale
ROSIGNANO MARITTIMO

Villa Pertusati
57016 Rosignano Marittimo (Li)
tel. 0586 724550, 377 1465349
www.musrosi.org
musrosi@tiscali.it



Apertura invernale (dal 3 settembre al 30 giugno)
giovedì e sabato, ore 16.00 - 19.00
lunedì - venerdì, apertura per le scuole su prenotazione
ogni prima domenica del mese, ore 16.00 - 19.00

Apertura estiva (dal 1 luglio al 2 settembre)
sabato ore 16.00 - 19.00
domenica ore 9.00 - 12.00



MuSNa

COMUNE ROSIGNANO MARITTIMO

MuSNa – Villa Pertusati Rosignano M.mo via Eduardo De Filippo 6

Per informazioni: 0586 724550, 377 1465349;
www.musrosi.org
musrosi@gmail.com.

CORSO INTRODUTTIVO ALLO STUDIO E AL RICONOSCIMENTO DEI MINERALI

CONVERSAZIONE 1: INTRODUZIONE ALLA MINERALOGIA
CONVERSAZIONE 2: MINERALOGIA CHIMICA E CRISTALLOCHIMICA
CONVERSAZIONE 3: RICONOSCIMENTO DEI MINERALI
CONVERSAZIONE 4: GIACIMENTI MINERARI

Museo di Storia naturale di Rosignano – MuSNa
GRUPPO GEOMINERALOGICO

CONVERSAZIONE TERZA

RICONOSCIMENTO DEI MINERALI

PER PROCEDERE AL RICONSOCIMENTO DEI MINERALI DOBBIAMO AVER BEN CHIARO CHE QUALUNQUE METODO ADOTTEREMO, STRETTAMENTE SCIENTIFICO O DEDUTTIVO/SCIENTIFICO, IL RISULTATO DOVRA' PORTARCI AD ASSEGNARE UN NOME AL NOSTRO MINERALE CHE DOVRA ESSERE COERENTE CON LA SUA

CLASSIFICAZIONE CHIMICA

CLASSIFICAZIONE STRUTTURALE

CLASSIFICAZIONE CHIMICO-STRUTTURALE

CLASSIFICAZIONE CHIMICO-STRUTTURALE SECONDO NICKEL-STRUNZ

CLASSIFICAZIONE CHIMICO-STRUTTURALE

Classificazione di Strunz

Il Prof Hugo Strunz ha introdotto una classificazione chimico-strutturale dell'intero dominio dei minerali (Mineralogische Tabellen, 1941[1]), seguita da A.S. Povarennykh con una classificazione modificata (1966 in russo, 1972 in inglese[2]).
La classificazione chimico-strutturale di H. Strunz ha attraversato diverse edizioni ed è attualmente in fase di perfezionamento alla luce delle recenti determinazioni della struttura cristallina (Nickel-Strunz versione 10). Nel sistema attuale, i minerali sono suddivise in:

Classi Cristalline:

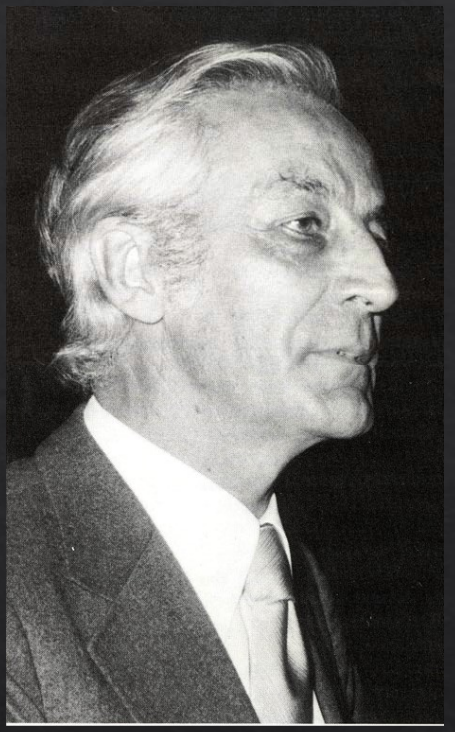
1) Elementi
2) Solfuri
3) Alogenuri
4) Ossidi
5) nitrati, carbonati
6) Borati
7) Solfati
8) Fosfati
9) Silicati
10) composti organici)

Divisioni:
Es.
1.11.A Metalli e leghe intermetalliche

3.13.A Alogeni semplici, senza H2O

Famiglie => gruppi:
Es.
2.11 2.L Solfosali non classificati
2.11. 12.LA Senza Pb essenziale
2.11.22.LB Con Pb essenziale

4.64.F Idrossidi (senza V od U)
4.6.14.FA Idrossidi con OH, senza H2O; tetraedri che condividono un vertice
4.6.24.FB Idrossidi con OH, senza H2O; ottaedri isolati



Prof. Hugo Strunz
(Weiden, Palatinato, 24 Febbraio 1910 – 19 Aprile 2006)

sulla base della composizione chimica e della struttura cristallina

1 - Mineralogische tabellen : im Auftrage der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft / herausgegeben von Hugo Strunz, Leipzig : Becker & Erler ; 1941
2 - Crystal Chemical Classification of Minerals (2 Volume Set) 1st Edition by A. S. Povarennykh

Convenzioni sulla nomenclatura Nickel-Strunz



Oltre a questa codifica Classe, Divisione e Sottodivisione hanno un nome:

Calcocite – Cu_2S
Classe 02 dei solfuri e solfosali
Divisione B Solfuri dei metalli con rapporto Metallo/Solfuro > 1
Sottodivisione (o famiglia) A solfuri contenenti Cu, Ag, Au
Gruppo 05
Sottogruppo a

Calcocite – Cu_2S

02.BA.05a Webmineral.com

Strunz-mindat (2025) : 2.BA.05

2 : SULFIDES and SULFOSALTS (sulfides, selenides, tellurides; arsenides, antimonides, bismuthides; sulfarsenites, sulfantimonites, sulfbismuthites, etc.)
B : Metal Sulfides, M: S > 1: 1 (mainly 2: 1)
A : With Cu, Ag, Au

Classificazione Strunz normalmente utilizzata:

CLASSIFICAZIONE SECONDO NICKEL-STRUNZ (2001)

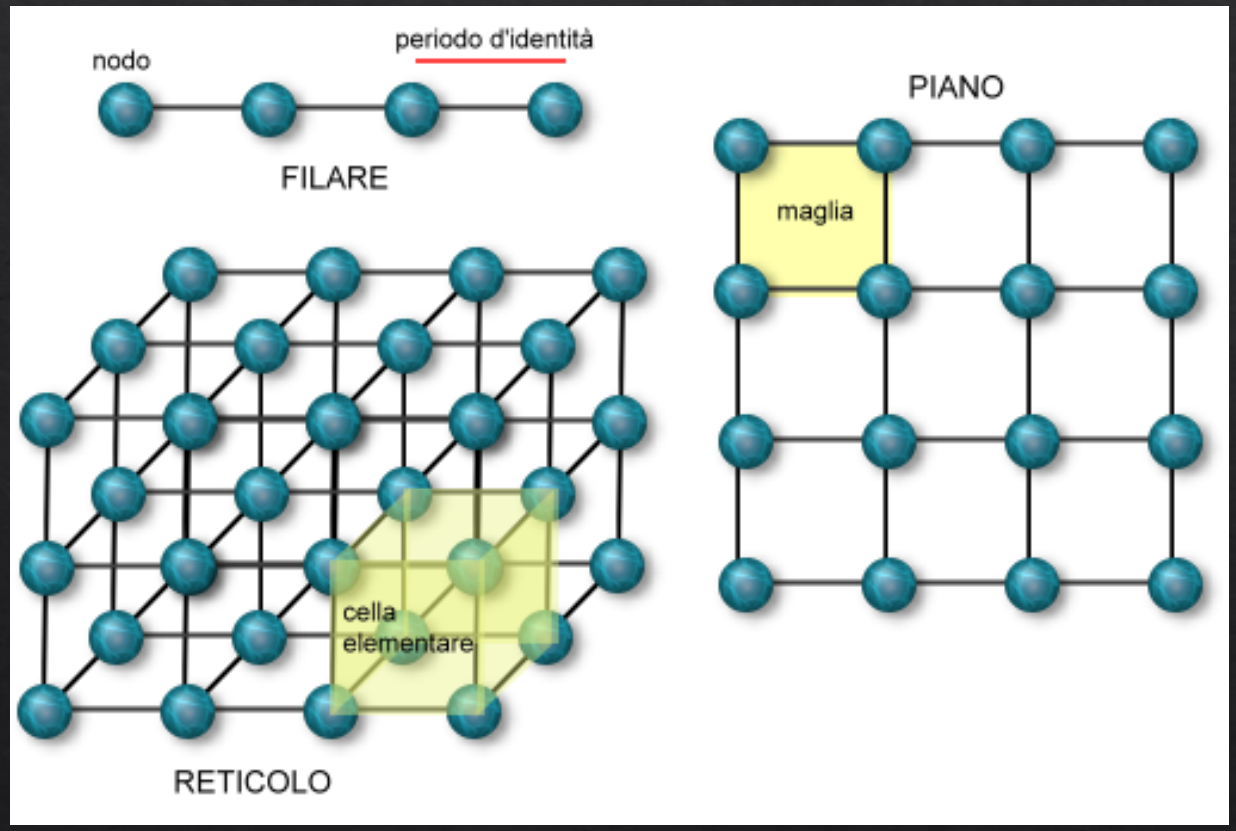
CLASSE I: Elementi nativi (metalli e leghe intermetalliche; metalloidi e non metalli; carburi, siliciuri, nitruri,
CLASSE II: Solfuri e solfosali (solfuri, seleniuri, tellururi; arseniuri, antimoniuri, bismuturi; solfoarseniuri, solfoantimonuri, solfobismuturi, etc.)
CLASSE III: Alogeni
CLASSE IV: Ossidi (idrossidi, vanadati, arseniti, antimoniti, bismutiti, solfiti, seleniti, telluriti, iodati)
CLASSE V: Carbonati (nitrati)
CLASSE VI: Borati
CLASSE VII: Solfati (selenati, tellurati, cromati, molibdati, tungstati)
CLASSE VIII: Fosfati, arsenati, vanadati
CLASSE IX: Silicati (germanati)
- IX.A Nesosilicati
- IX.B Sorosilicati
- IX.C Ciclosilicati
- IX.D Inosilicati
- IX.E Fillosilicati
- IX.F Tettosilicati senza H_2O zeolitica
- IX.G Tettosilicati con H_2O zeolitica; famiglia della zeolite
- IX.H Silicati non classificati
- IX.J Germanati

CLASSE X: Composti organici

CLASSIFICAZIONE STRUTTURALE CRISTALLOCHIMICA

CLASSIFICAZIONE SECONDO I GRUPPI DI SIMMETRIA SPAZIALI E PUNTUALI DI APPARTENENZA

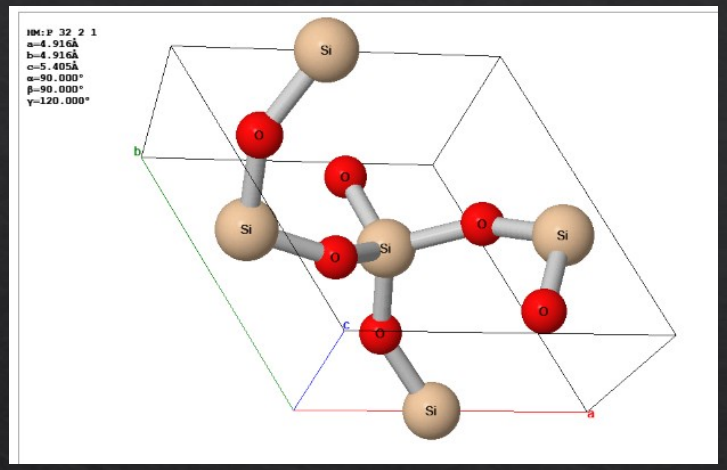
IL RETICOLO CRISTALLINO



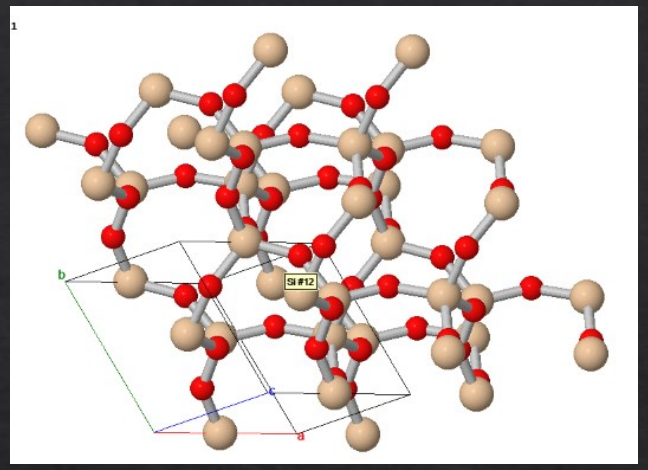
- Nodo reticolare: posizione assunta da un atomo facente parte del reticolo
- Filare reticolare: sequenza di atomi lungo un asse del reticolo
- Piano o maglia reticolare: sequenza ordinata degli atomi in un piano de reticolo
- Reticolo: sequenza tridimensionale ordinata e periodica con cui sono disposti gli atomi nello spazio

La simmetria cristallina dipende dalla disposizione degli atomi nel reticolo cristallino a cui corrisponde ‘quasi sempre’ una regolarità della disposizione delle facce del cristallo coerente con la simmetria

Reticolo del quarzo e forme del quarzo

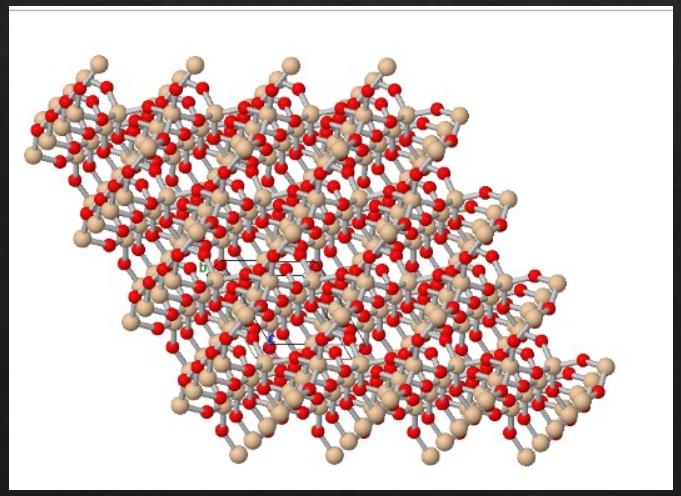


Quarzo SiO_2 cella unitaria

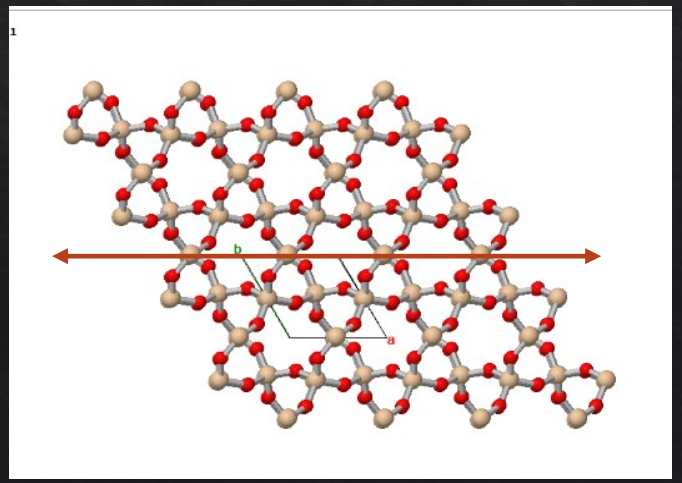


Quarzo SiO_2 cella unitaria 2X2X2





Quarzo SiO_2 reticolo

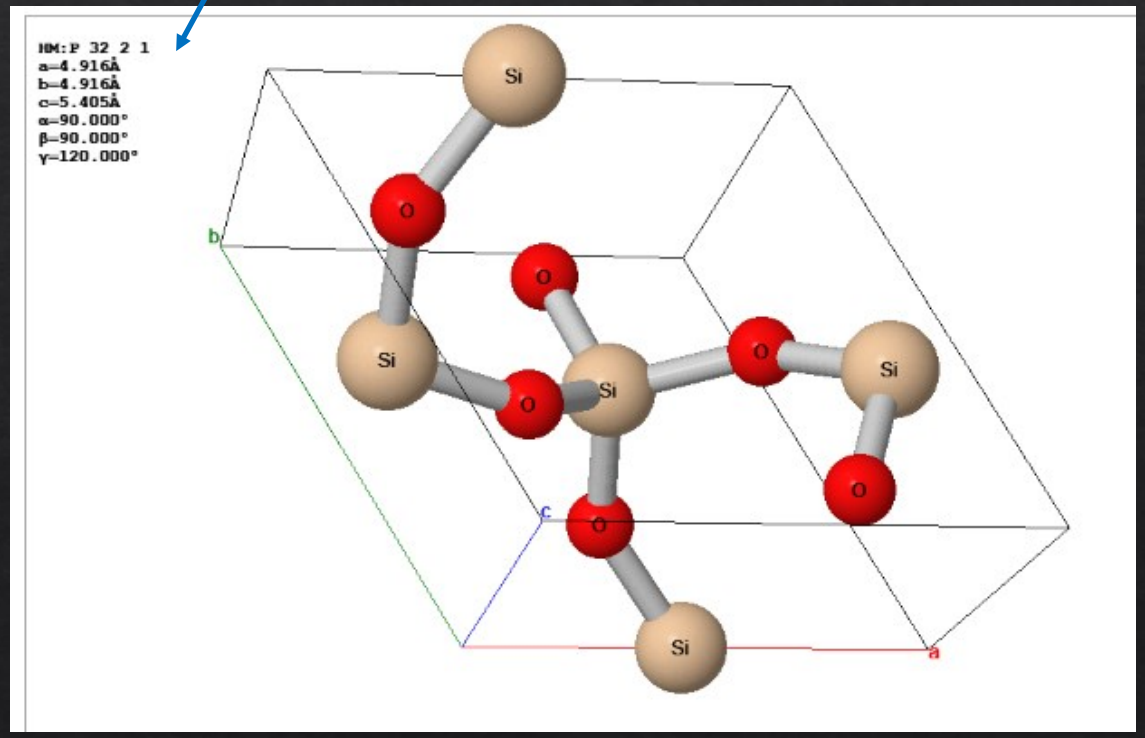


Quarzo SiO_2 cella unitaria 4X4X4



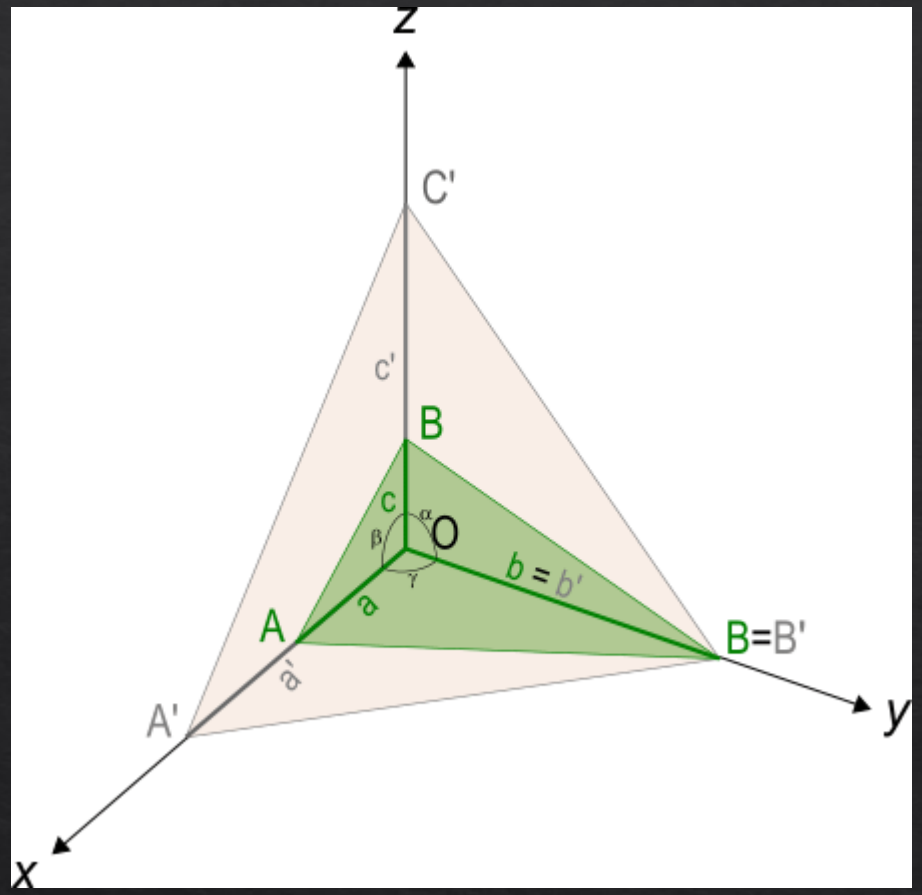
Per descrivere completamente la cella elementare occorre specificare un totale di sei quantità scalari, che sono chiamati parametri reticolari e si indicano con i simboli:

a, b, c lunghezze degli spigoli
α, β, γ angoli tra gli spigoli



Quarzo SiO_2 cella elementare

COME SI INDICANO LE FACCE DEI CRISTALLI



A’B’C’ è il piano di riferimento

ABC è il piano che contiene una faccia del cristallo

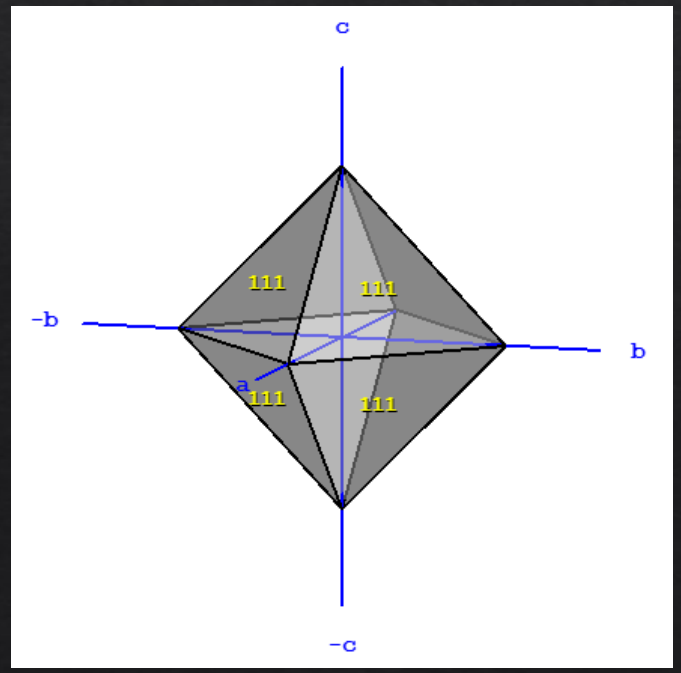
L’indice di Miller della faccia del cristallo è

h=a/a’, k=b/b’, l=c/c’

Nel 1874 l'abate francese René Just Haüy (1743 - 1822) enunciò la

legge della razionalità degli indici:

se in un cristallo si assumono spigoli reali o possibili, convergenti e non complanari, i rapporti tra i parametri di due facce qualsiasi stanno tra loro come numeri interi e generalmente piccoli.



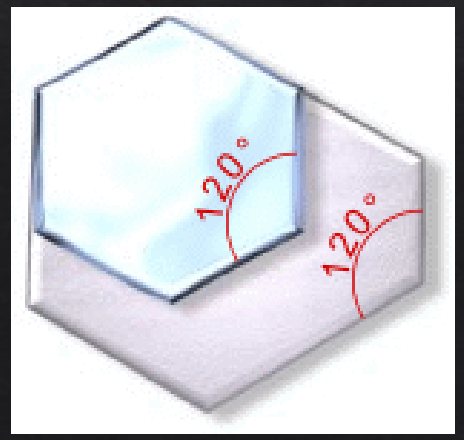
Nell’esempio riportato la faccia del cristallo ottaedrico di indice (1,1,1) è parallela e coincidente con la faccia fondamentale (a=a’, b=b’, c=c’) => hkl⇔ (1,1,1)

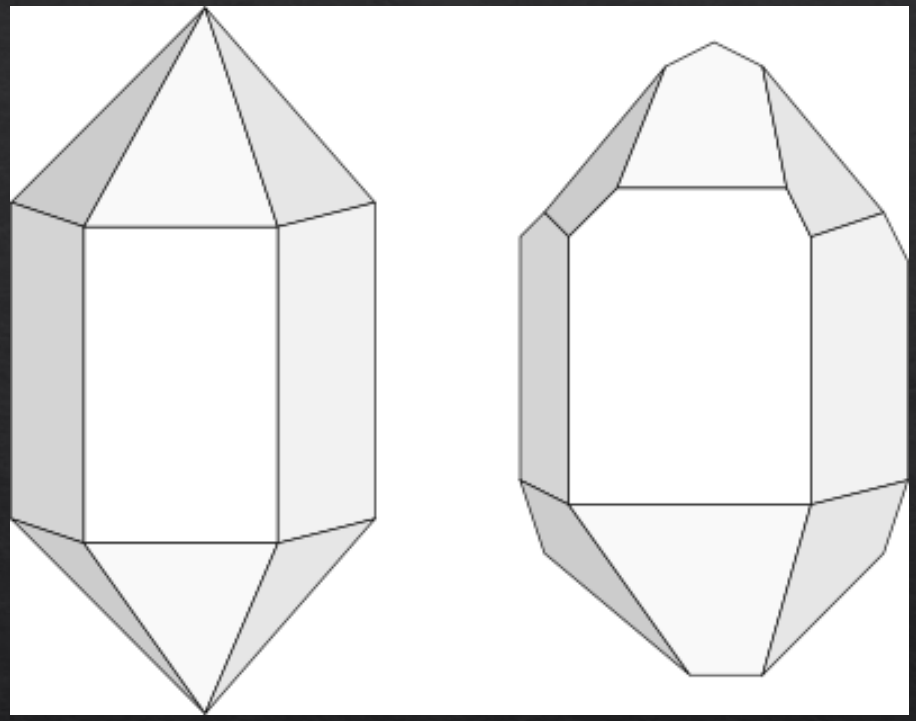
Legge di Stenone o della costanza dell'angolo diedro

In determinate condizioni, i cristalli possono formare poliedri regolari, ma più spesso si presentano sproporzionati a causa di uno sviluppo differente delle facce dello stesso tipo di poliedro.

> ***Legge di Stenone** (Niels Stensen, 1667). **In un cristallo reale della stessa sostanza, anche se presenta sproporzioni, in condizioni di pressione e temperatura omogenee, l'angolo diedro creato da due facce qualsiasi rimane invariato rispetto a quello delle facce corrispondenti di un cristallo ideale.***

Si osserva quindi che le facce reali sono sempre parallele a quelle ideali, il che implica l'uguaglianza degli angoli. Immaginando un *trasporto ideale* delle facce parallelamente a se stesse, possiamo concepire i cristalli trasformati in forme regolari.

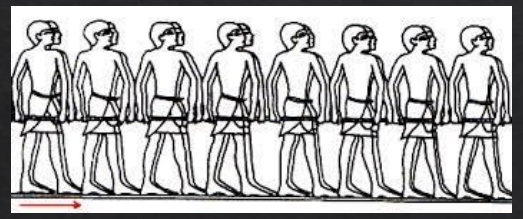




Il quarzo (SiO_2) può presentare una forma regolare prismatico bipiramidale, oppure può mostrare o la combinazione di più forme cristallina o uno sviluppo delle facce non omogeneo; tuttavia, nei cristalli, gli angoli tra due facce adiacenti rimangono costanti.

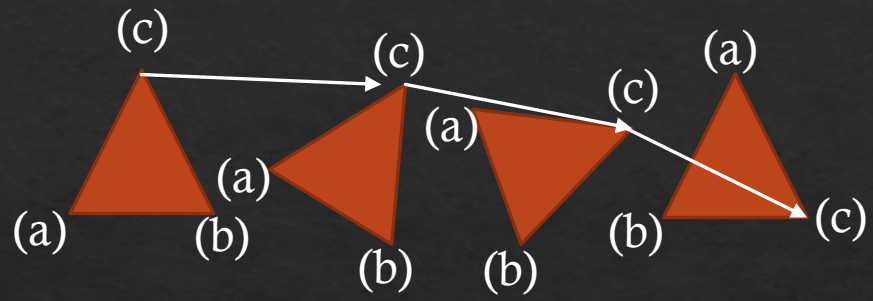
Classificazione cristallochimica

Si possono immaginare delle operazioni da compiere sugli atomi del reticolo che una volta eseguite riportino il sistema in una condizione in cui le posizioni degli atomi sono apparentemente invariate ovvero indistinguibili dalle precedenti

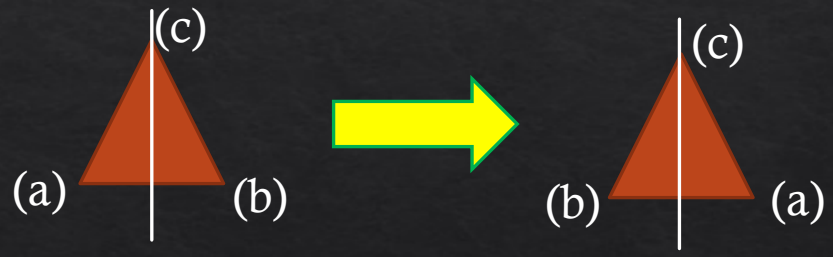


Traslazioni

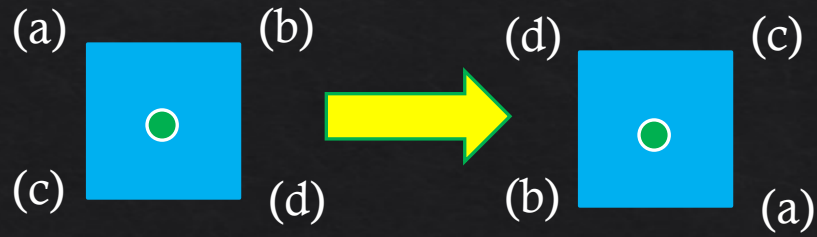
Rotazioni

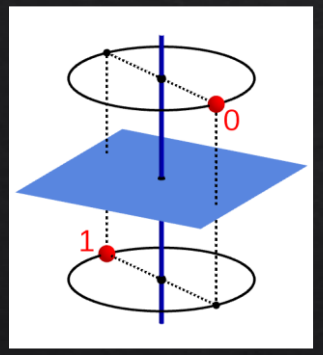


Riflessioni

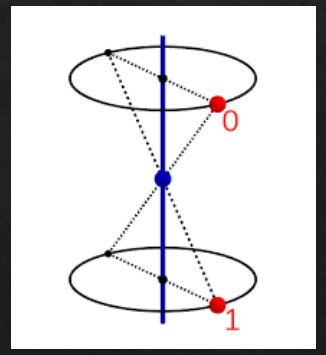


Inversioni



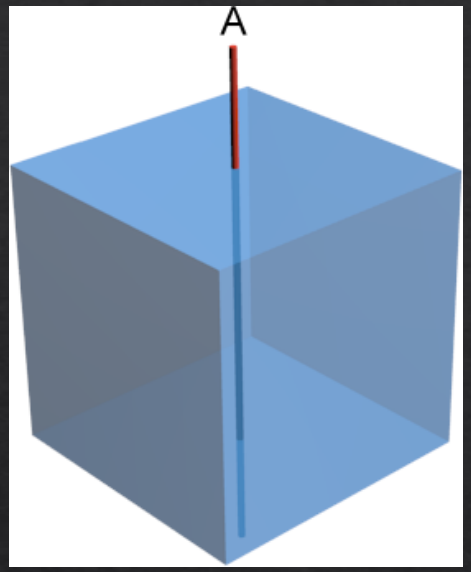


rotoriflessione

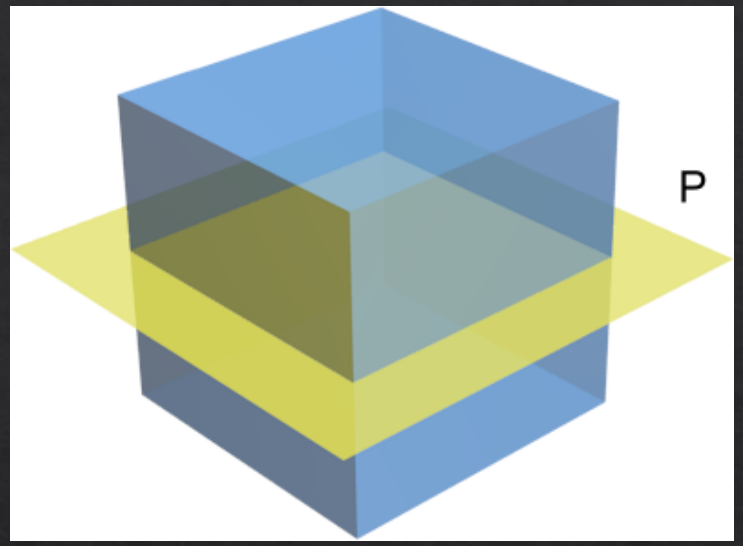


rotoinversone

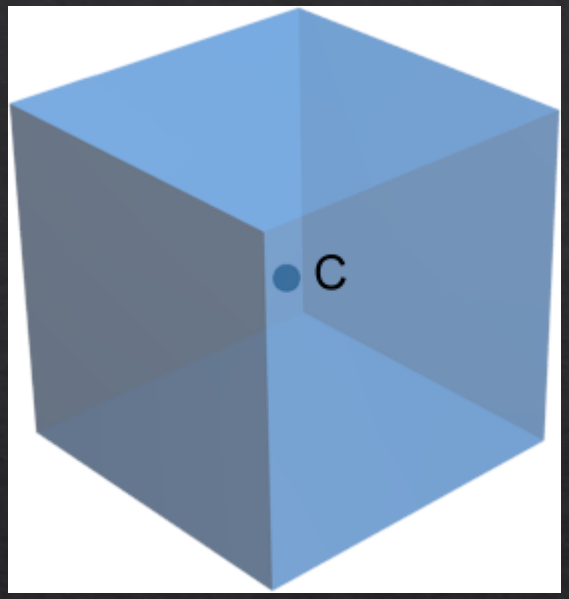
Elementi di simmetria puntuali



Asse di Simmetria: è una retta immaginaria che attraversa il cristallo in una direzione tale che, facendo ruotare attorno ad esso il cristallo di 360°, questo assume più volte (almeno due) una posizione identica a quella iniziale cioè a una posizione detta di *ricoprimento*.



Piano di simmetria (P): è un piano immaginario che attraversa il cristallo dividendolo in due parti specularmente simmetriche, cioè ricopribili per riflessione rispetto al piano stesso. Da una parte e dall'altra del piano di simmetria si trovano elementi uguali alla stessa distanza.



Centro di simmetria (C): è un punto interno del cristallo tale che ogni retta passante per esso incontra sulla superficie del cristallo elementi uguali a uguale distanza. In altre parole, è un punto che divide a metà tutte le rette che incontrino da parte opposta elementi uguali del poliedro. Se esiste il centro di simmetria, il cristallo presenta coppie di vertici opposti, coppie di facce e spigoli opposti uguali. Un cristallo può avere al massimo un centro di simmetria che è il baricentro del solido. Mentre tutti i cristalli hanno un baricentro, non tutti i cristalli hanno un centro di simmetria.

Assi di simmetria ammessi



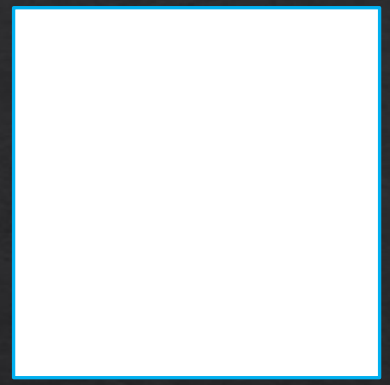
A1



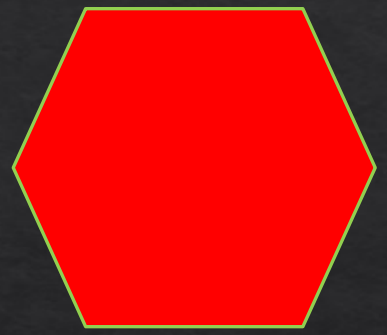
A2



A3



A4



A6

NOTA BENE: L'ASSE DI SIMMETRIA DI ORDINE 5 NON È AMMESSO!!!

Gruppi cristallini spaziali e Gruppi/Sistemi/Classi puntuali

Gruppi cristallini spaziali

Descrivono la simmetria completa di un cristallo, considerando sia la disposizione degli atomi all'interno della cella unitaria che la simmetria del reticolo.
Sono il risultato della combinazione di operazioni di simmetria puntuale (rotazioni, riflessioni, inversioni) con operazioni di traslazione.

Esistono **230 gruppi spaziali**, che classificano tutti i possibili modi in cui gli atomi possono essere disposti in un cristallo.

Gruppi/Sistemi/Classi puntuali

Descrivono la simmetria di un cristallo considerando solo le operazioni di simmetria che lasciano un punto fisso (operazioni di simmetria puntuale).
La classificazione prevede il raggruppamento in:

3 Gruppi (monometrico, dimetrico, trimetrico)
7 Sistemi cristallini:

- Suddividono i cristalli in 7 categorie (triclino, monoclino, ortorombico, tetragonale, trigonale, esagonale e cubico) in base alle simmetrie del loro reticolo.
- Ogni sistema è caratterizzato da specifiche relazioni tra gli assi cristallografici e gli angoli tra di essi.

•**Classi puntuali**:

- Esistono **32 classi puntuali**, ciascuna corrispondente a una specifica combinazione di operazioni di simmetria.
- Le classi puntuali determinano la simmetria esterna (morfologia) del cristallo.
- Sono la rappresentazione matematica delle classi puntuali.
- Descrivono l'insieme di tutte le operazioni di simmetria che lasciano un punto del cristallo invariato.

GRUPPI	SISTEMI	CLASSI	parametri di cella	angoli di cella	SIMBOLI DI SHOENFLESS	Tavole internazionali (simbologia ridotta)	Tavole internazionali (simbologia completa)	Elementi di simmetria puntuali
TRIMETRICO	TRICLINO	Pediale	a ≠ b ≠ c	α ≠ β ≠ γ ≠ 90°	C_1	1	1	none
		Pinacoidale	a ≠ b ≠ c	α ≠ β ≠ γ ≠ 90°	C_i	$\bar{1}$	$\bar{1}$	i
	MONOCLINO	Sfenoidale	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_2	2	2	$1A_2$
		Domatica	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_s	m	m	1m
		Prismatica	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_{2h}	2/m	2/m	i, $1A_2$, 1m
	(ORTO)ROMBICO	Bisfenoidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_2	222	222	$3A_2$
		Piramidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{2v}	mm2	mm2	$1A_2$, 2m
		Bipiramidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{2h}	mmm	2/m 2/m 2/m	i, $3A_2$, 3m
DIMETRICO	TETRAGONALE	Bisfenoidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_4	4	4	$1A_4$
		Scalenoedrica tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	S_4	$\bar{4}$	$\bar{4}$	$\bar{A}_4$
		Trapezoedrica tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{4h}	4/m	4/m	i, $1A_4$, 1m
		Piramidale ditetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_4	422	422	$1A_4$, $4A_2$
		Piramidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{4v}	4mm	4mm	$1A_4$, 4m
		Bipiramidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{2d}	$\bar{4}2m$ o $\bar{4}m2$	$\bar{4}2m$ o $\bar{4}m2$	$1\bar{A}_4$, $2A_2$, 2m
		Bipiramidale ditetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{4h}	4/mmm	4/m 2/m 2/m	i, $1A_4$, $4A_2$, 5m
	TRIGONALE	Romboedrica trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_3	3	3	$1A_3$
		Trapezoedrica trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3i}	$\bar{3}$	$\bar{3}$	$1\bar{A}3$
		Piramidale ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	D_3	32 o 321 o 312	32 o 321 o 312	$1A_3$, $3A_2$
		Piramidale trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3v}	3m o 3m1 o 31m	3m o 3m1 o 31m	$1A_3$, 3m
		Bipiramidale trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	D_{3d}	$\bar{3}m$ o $\bar{3}m1$ o $\bar{3}1m$	$\bar{3}2/m$ o $\bar{3}2/m1$ o $\bar{3}12/m$	$1\bar{A}_3$, $3A_2$, 3m
		Bipiramidale ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_6	6	6	$1A_6$
		Scalenoedrica ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3h}	$\bar{6}$	$\bar{6}$	$1\bar{A}6$
	ESAGONALE	Trapezoedrica esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	C_{6h}	6/m	6/m	i, $1A_6$, 1m
		Piramidale esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_6	622	622	$1A_6$, $6A_2$
		Piramidale diesagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	C_{6v}	6mm	6mm	$1A_6$, 6m
		Bipiramidale esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_{3h}	$\bar{6}m2$ *o* $\bar{6}2m$	$\bar{6}m2$ *o* $\bar{6}2m$	$1\bar{A}_6$, $3A_2$, 3m
		Bipiramidale diesagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_{6h}	6/mmm	6/m 2/m 2/m	i, $1A_6$, $6A_2$, 7m
MONOMETRICO	CUBICO	Pentagonododecaedrica-tetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T	23	23	$3A_2$, $4A_3$
		Diacisdodecaedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T_h	$m\bar{3}$	$2/m\bar{3}$	$3A_2$, 3m, $4\bar{A}_3$
		Esacistetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	O	432	432	$3A_4$, $4A_3$, $6A_2$
		Pentagonoicositetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T_d	$\bar{4}3m$	$\bar{4}3m$	$3\bar{A}_4$, $4A_3$, 6m
		Esacisottaedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	O_h	$m\bar{3}m$	$4/m\bar{3}\,2/m$	$3A_4$, $4\bar{A}_3$, $6A_2$, 9m

Criterio generale per il riconoscimento dei minerali

Ogni minerale è caratterizzato da 2 attributi come negli esempi sotto riportati:

Calcite
- Formula Chimica: $CaCO_3$ carbonato di Calcio
- Struttura Cristallina: Sistema Cristallino Trigonale, Classe Scalenoedrica Ditrigonale

Per riconoscere un minerale è necessario non solo comprenderne la **composizione chimica** ($CaCO_3$ per Calcite ed Aragonite) ma anche la **simmetria** (ovvero la proprietà di simmetria) che deriva dalla disposizione spaziale degli atomi costituenti in quanto, oltre ad avere casi di minerali diversi con la stessa composizione, le proprietà chimiche e fisiche del minerale dipendono contemporaneamente dalla sua composizione chimica ed anche dalla sua struttura cristallina.

IL RICONOSCIMENTO DI UN MINERALE DEVE QUINDI PERMETTERE DI ASSEGNARE:
- UNA FORMULA CHIMICA, CLASSIFICARLO IN UNA CLASSE SECONDO NICKEL-STRUNZ
- UNA STRUTTURA CRISTALLINA INDIVIDUANDO GRUPPO/SISTEMA/CLASSE CRISTALLINA

APPROCCIO SCIENTIFICO:

1. ANALISI COMPOSIZIONALI QUALITATIVE/QUANTITATIVE:
    1. MICROSCOPIA EDS, FLUORESCENZA RAGGI X, ANALISI CHIMICA ELEMENTARE QUANTITATIVA (CI, ICP, ATOMIC SPECTROSCOPY)
    2. IDENTIFICAZIONE MICROSCOPICA IN LUCE POLARIZZATA (MINERALI DELLE ROCCE)
    3. PERMETTONO DI ASSEGNARE UNA FORMULA CHIMICA, CLASSIFICARLO IN UNA CLASSE SECONDO NICKEL-STRUNZ

2. ANALISI CHIMICO STRUTTURALI:
    1. DIFFRATTOMETRIA RAGGI X DI POLVERI O DI CRISTALLO, SPETTROSCOPIA INFRAROSSA, SPETTROSCOPIA RAMAN
    2. PERMETTONO DI INDIVIDUARNE UNA STRUTTURA CRISTALLINA ED ASSEGNARE QUINDI GRUPPO/SISTEMA/CLASSE CRISTALLINA

APPROCCIO DEDUTTIVO/SCIENTIFICO:

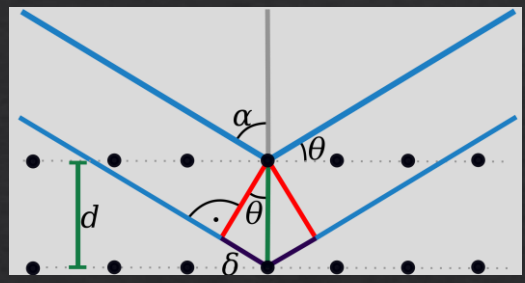
1. CONOSCENZA GEOLOGICA DEI LUOGHI
2. CONOSCENZA DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE SUI MINERALI REPERITI NEI LUOGHI DI RICERCA
3. CONOSCENZA DELLE DESCRIZIONI CON CUI SI PRESENTANO I MINERALI: HABITUS COLORE, TESSITURA CRISTALLINA O AGGREGAZIONE CRISTALLINA, ASSOCIAZIONI MINERALOGICHE ETC.
4. DETERMINAZIONI DI ALCUNI PARAMETRI UTILI AL RICONOSCIMENTO (COLORE, ASPETTO, ANGOLI DIEDRI O PRESENZA DI ASSI ‘INDICATIVI’ DELLA SIMMETRIA, STRIA DELLE POLVERI, DENSITA’, SOLUBILITA’ IN ACQUA E VARI TIPI DI ACIDO, DUREZZA, LUCENTEZZA, FRATTURA ETC.)
5. CONOSCENZA VISIVA DEI MINERALI ORIGINALI DEL LUOGO
    1. INDIVIDUAZIONE DEL TIPO DI MINERALE CHE VEROSIBILMENTE ABBIAMO REPERITO

La diffrazione ai raggi X

I raggi X sono onde elettromagnetiche scoperte per caso nel 1895 da W.C. Roentgen mentre stava effettuando degli esperimenti per la produzione dei raggi catodici in tubi sigillati a scarica, avvolti in carta scura.
In un esperimento di cristallografia sono necessari alcuni elementi: un **generatore** di raggi X, degli **strumenti per selezionare** una particolare lunghezza d'onda (filtri, monocromatori, collimatori…) e **sistemi per rivelare** i raggi X (lastre fotografiche o rivelatori fotoelettronici) ed elaborare i dati.
Esistono vari metodi per individuare la struttura di un minerale, che si distinguono in *metodi del cristallo singolo* (qualora si disponga di un cristallo ben formato) ed il *metodo delle polveri*.
Tutti i metodi si basano comunque su una importante legge, l' equazione di **Bragg**, in cui viene espresso matematicamente un concetto basilare: se un fascio di raggi X viene mandato su una superficie del cristallo, formando con essa un certo angolo *teta* , si osserverà il fenomeno della diffrazione solo per particolari strutture cristalline, o viceversa, per osservare la diffrazione del fascio di raggi X dovremo orientare il cristallo in modo che la sua superficie formi con il fascio incidente un particolare angolo *teta*. La legge di Bragg rivela inoltre la vera natura del fenomeno della diffrazione ai raggi X: questi raggi sono potenti a tal punto di interagire direttamente con gli atomi, o ioni, che costituiscono un minerale; la geometria della distribuzione, regolare nello spazio, degli atomi, nonché la loro stessa natura, si riflette nella figura di diffrazione, che è data da un insieme di macchie, ognuna caratterizzata da una posizione sulla lastra rivelatrice e da una intensità. Entrambe (posizione e intensità) sono diverse a seconda del metodo utilizzato. Il diffrattometro a quattro cerchi è lo strumento oggi più utilizzato tra i metodi a cristallo singolo; il cristallo viene sistemato su una montatura goniometrica rotante e, attraverso una procedura automatizzata e controllata da un computer, si ricavano prima le costanti della cella elementare (a, b, c e gli angoli alpha, beta e gamma) poi ogni riflesso viene indicizzato (ovvero associato alla famiglia di piani h k l) e viene misurata l'intensità.

Un altro metodo altrettanto diffuso è quello delle polveri: si prepara un campione del minerale polverizzato, in questo modo è come se disponessimo di un numero infinito di cristalli orientati in tutte le direzioni (campione isotropo). In queste condizioni ogni piccolo granello diffrange il fascio incidente con un angolo (2*teta) e sulla lastra non osserveremo delle macchie distinte, ma una serie di circoli continui dati da un addensamento di punti molto ravvicinati. Se per ogni circolo misuriamo il raggio e l'intensità avremo ottenuto una sorta di impronta digitale del minerale. Confrontando questi dati con quelli catalogati per tutti i minerali naturali ed artificiali esistenti, potremo facilmente scoprire con quale minerale abbiamo a che fare!

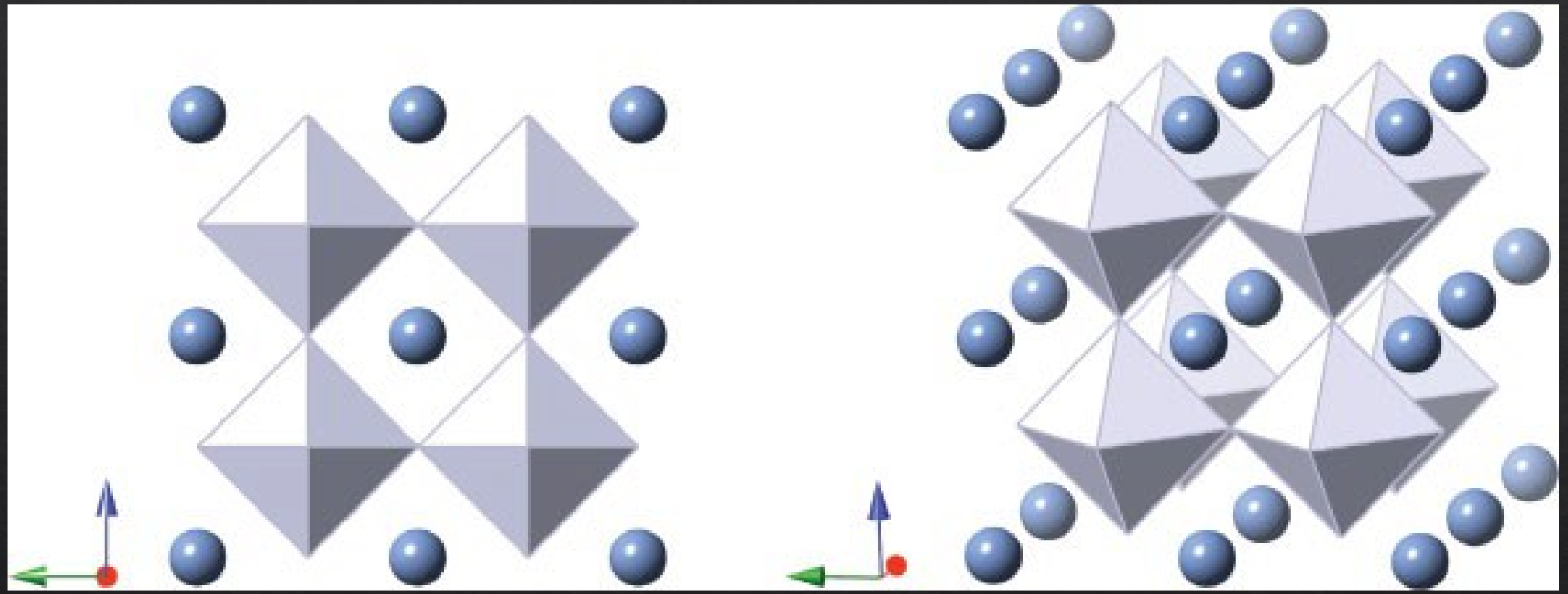
Legge di Bragg



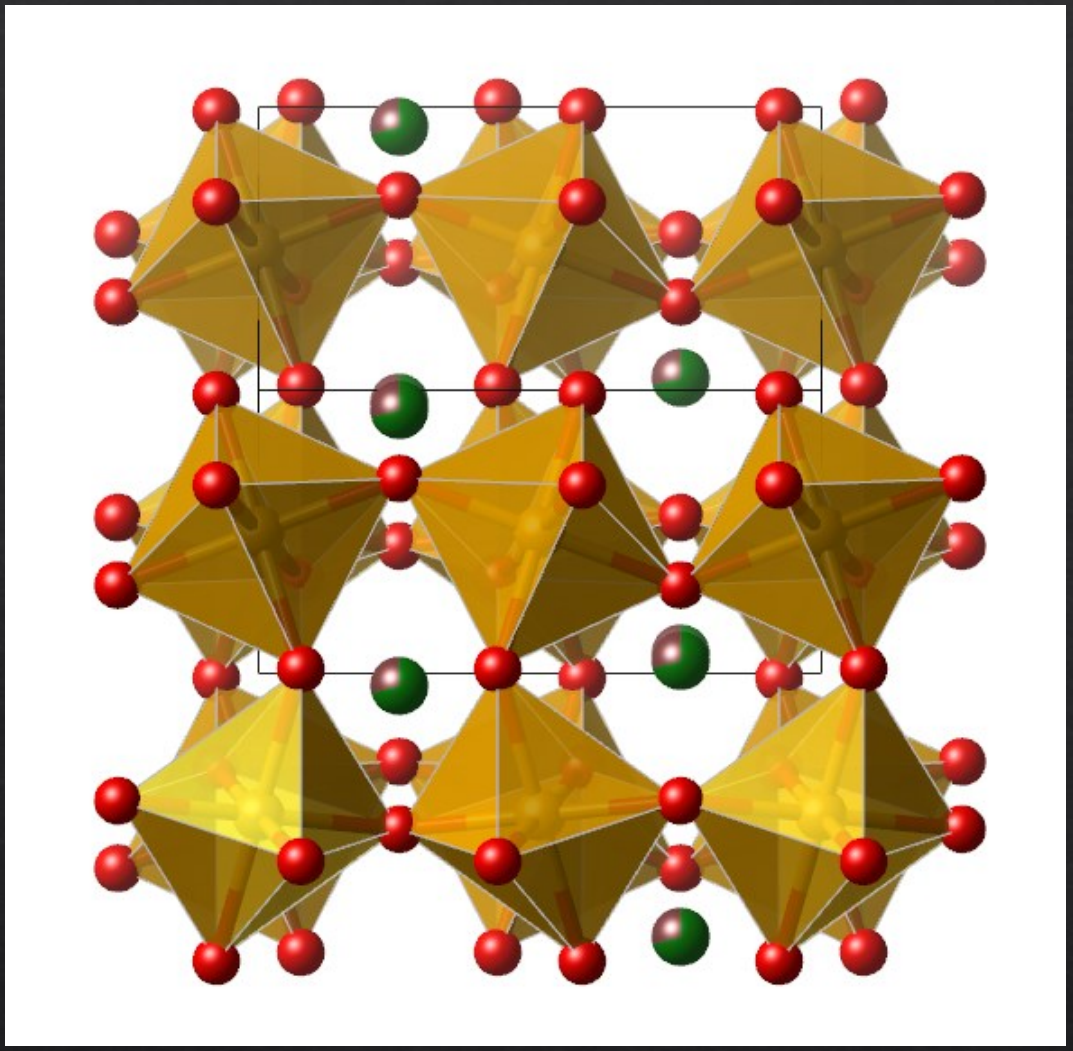
$$n\lambda = 2d \sin\theta$$





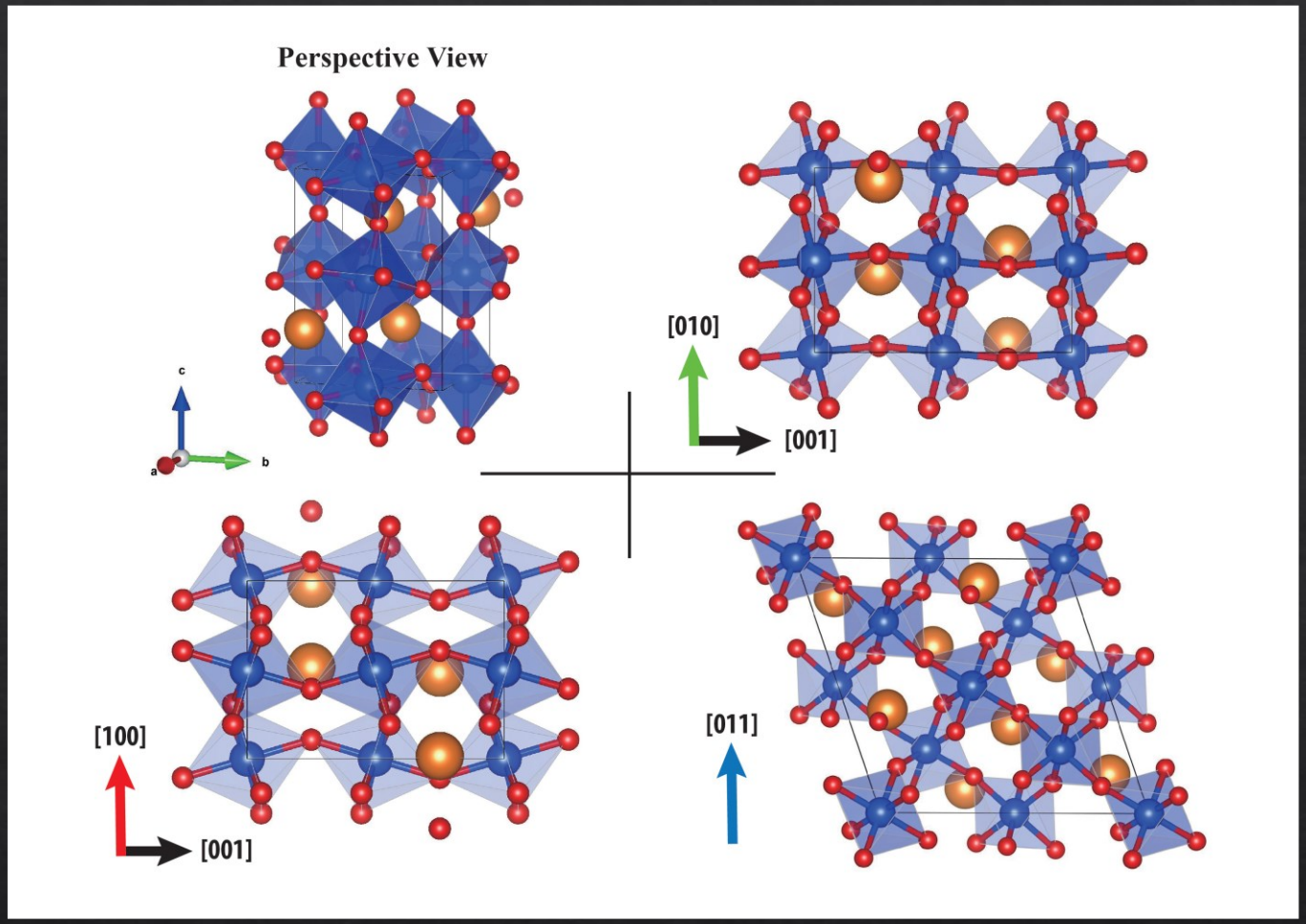


Cubic perovskite structure (space group Pm3m, Table 6.1) of $CaSiO_3$ at conditions of the lower mantle. Spheres are Ca^{2+} cations each surrounded by 12 O^{2-} anions. Si^{4+} cations are centered among 6 O^{2-} anions in an octahedral arrangement, corner shared with adjacent octahedra. From Crystal Structures of Minerals in the Lower Mantle June K. Wicks and Thomas S. Duffy, Deep Earth: *Physics and Chemistry of the Lower Mantle and Core, Geophysical Monograph 217*, First Edition. Edited by Hidenori Terasaki and Rebecca A. Fischer. © 2016 American Geophysical Union. Published 2016 by John Wiley & Sons, Inc.

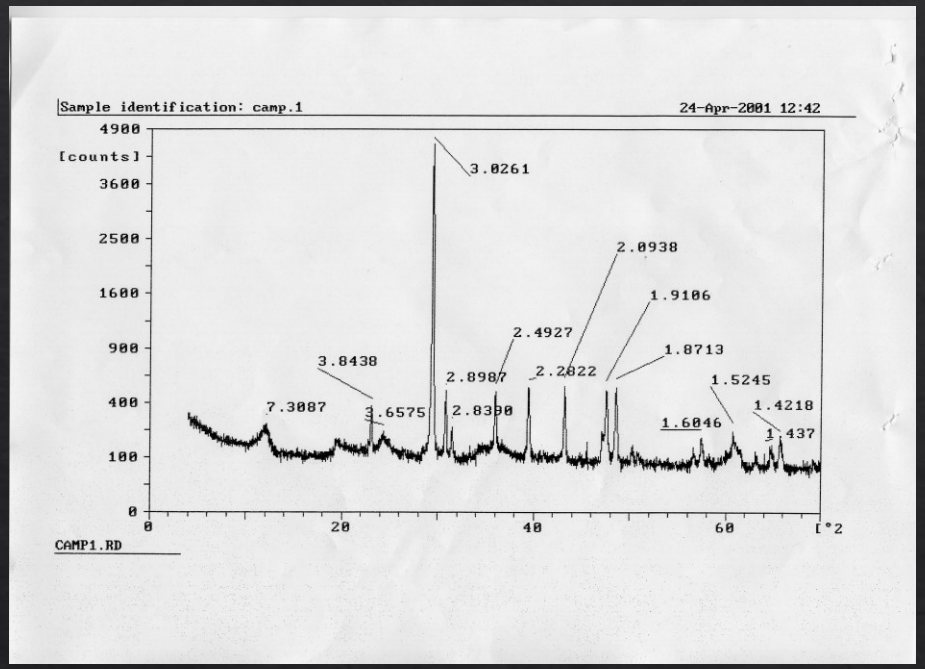


magnesium iron silicate $(Mg,Fe)SiO_3$, which crystallizes in the fameous perovskite-analogue structure of $CaTiO_3$:
So, we have tilted and twisted corner-connected SiO_6 octahedra (orange) and in the centers of each 8 such octahedra the cation Mg or Fe is located with occupancies of 70 and 30 %, respectively. The space group is *Pnma* (#62, setting 1, orthorhombic crystal system) and the cell constants are a = 5.02 Å, b = 6.90 Å, and c = 4.81 Å.

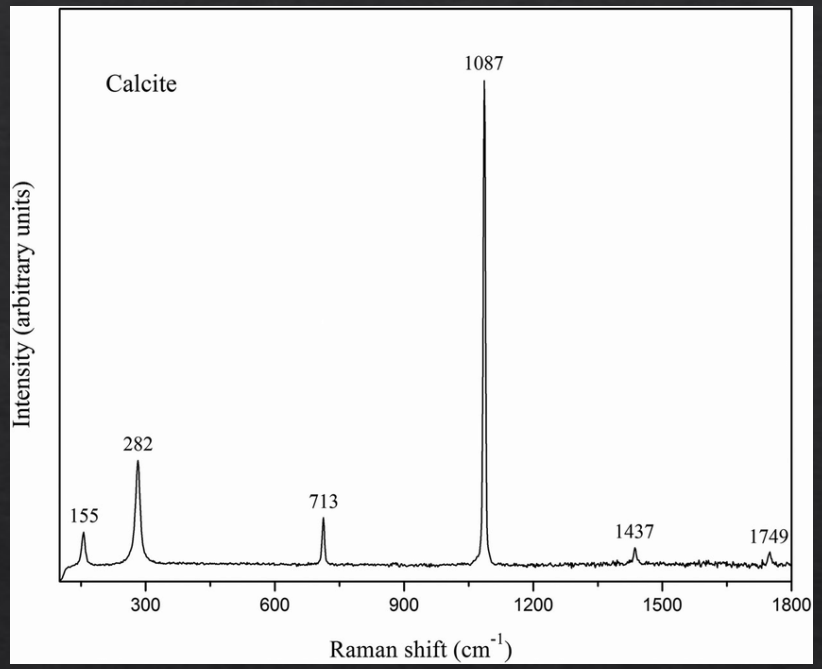
https://crystalsymmetry.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/bridgmanite_b.png



Structure of the bridgmanite unit cell with side views along various directions.
arXiv:1810.10219v2 [physics.chem-ph] 1 Nov 2018



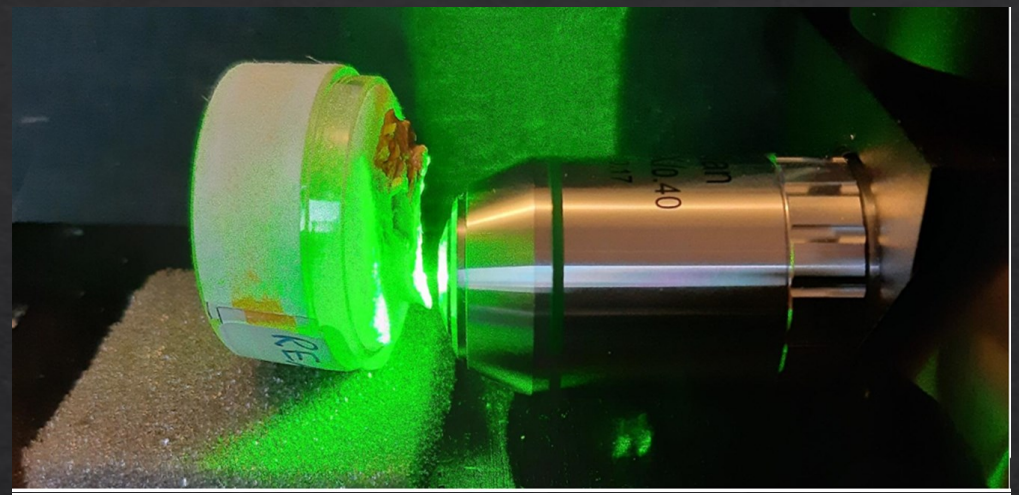
Spettro XRD di Crisotilo

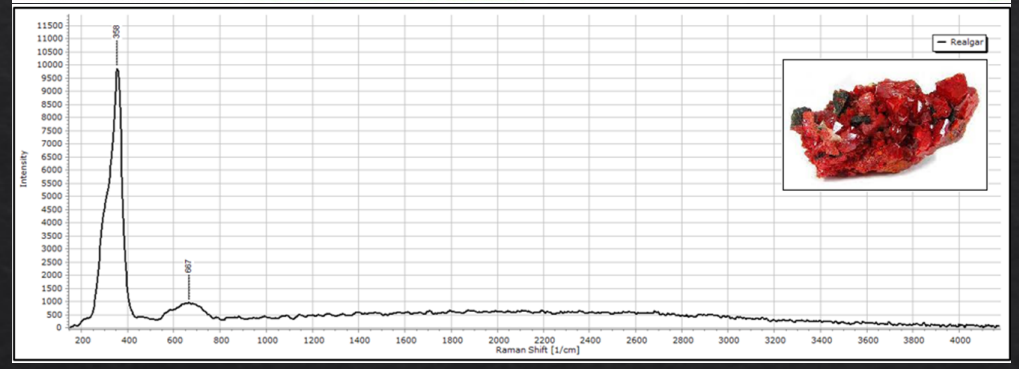


Raman spectrum of the natural calcite obtained at ambient conditions. All the characteristic Raman peaks are indicated.



Analisi al quantometro gamma sull'Allanite, gruppo dell'Epidoto, in questo campione gli elementi che lo caratterizzano delle terre rare ed altri metalli, sono minimi ed in tracce, qui c'è Erbio , Yttrio , Lantanio , niobio , Torio





La spettroscopia Raman applicata ai minerali

La spettroscopia Raman è una tecnica analitica non distruttiva basata sulla dispersione anelastica della luce. In parole più semplici, quando un fascio di luce monocromatica colpisce un campione minerale, parte della luce viene diffusa con la stessa lunghezza d'onda (diffusione elastica, scattering Rayleigh). Tuttavia, una piccola porzione della luce diffusa presenta una variazione di lunghezza d'onda (diffusione anelastica, scattering Raman). Questa variazione di energia fornisce informazioni preziose sulla struttura vibrazionale e rotazionale delle molecole che compongono il minerale.

Applicazioni della spettroscopia Raman ai minerali:

La spettroscopia Raman è una tecnica versatile e potente per lo studio dei minerali. Ecco alcuni dei suoi principali vantaggi e applicazioni:

Identificazione minerale: Ogni minerale ha un "fingerprint" Raman unico, ovvero uno spettro caratteristico che riflette la sua composizione chimica e la struttura cristallina. Questo fingerprint consente l'identificazione rapida e accurata di minerali conosciuti, anche in miscele o in sezioni sottili di rocce.

Analisi mineralogica quantitativa: In alcuni casi, l'intensità dei picchi nello spettro Raman può essere correlata alla quantità di un minerale presente nel campione. Ciò consente di stimare la composizione mineralogica quantitativa di un campione.

Caratterizzazione strutturale: La spettroscopia Raman fornisce informazioni sulla struttura a corto raggio dei minerali, rivelando dettagli sulla disposizione degli atomi e sui legami chimici. Questo può essere utile per distinguere polimorfi o per identificare difetti strutturali.

Inclusione minerali: La spettroscopia Raman può essere utilizzata per identificare inclusioni minerali microscopiche presenti all'interno di altri minerali. Questo può essere importante per comprendere la genesi e l'evoluzione dei minerali.

Mineralogia ambientale: La spettroscopia Raman può essere utilizzata per analizzare minerali in campioni ambientali, come suolo, sedimenti e acque. Questo può essere utile per monitorare l'inquinamento o per studiare i processi di degrado ambientale.

Vantaggi della spettroscopia Raman per lo studio dei minerali:

La spettroscopia Raman presenta diversi vantaggi rispetto ad altre tecniche di analisi mineralogica:

Non distruttiva: La tecnica non richiede alcuna preparazione aggressiva del campione, preservando l'integrità del materiale.

Rapida: Le analisi Raman possono essere effettuate in pochi minuti, rendendola una tecnica adatta per analisi in campo o in laboratorio.

Alta sensibilità: La spettroscopia Raman è sensibile a piccole quantità di minerali, consentendo l'analisi di inclusioni microscopiche o fasi minoritarie.

Analisi in situ: La spettroscopia Raman può essere utilizzata per analizzare minerali direttamente sul posto, senza necessità di prelievo e preparazione del campione.

Limiti della spettroscopia Raman per lo studio dei minerali:

Nonostante i suoi numerosi vantaggi, la spettroscopia Raman presenta anche alcuni limiti:

Interpretazione dello spettro: L'interpretazione dello spettro Raman può richiedere competenze specifiche e l'accesso a librerie di riferimento per l'identificazione dei minerali.

Fluorescenza: Alcuni minerali possono presentare fluorescenza che può interferire con il segnale Raman, rendendo difficile l'analisi.

Analisi di minerali amorfi: La spettroscopia Raman è meno efficace per l'analisi di minerali amorfi privi di una struttura cristallina ordinata.

Conclusioni

La spettroscopia Raman è una tecnica analitica preziosa per lo studio dei minerali. La sua rapidità, non distruttività, alta sensibilità e capacità di analisi in situ la rendono un metodo versatile e ampiamente utilizzato in geologia, mineralogia e scienze ambientali.



SOLUBILITA’

Per riconoscere un minerale un metodo molto utile è rappresentato dai saggi chimici, che comunque devono essere sempre condotti con una certa cautela!

I più comuni consistono nelle prove di solubilità: preso un piccolo frammento del minerale, lo si riduce in polvere e si prova a scioglierlo in acqua (aloidi, nitrati, alcuni solfati), in acido cloridrico diluito a freddo (calcite) e a caldo (magnesite), concentrato a freddo (dolomite) e a caldo (siderite) ed infine in acido nitrico e acqua regia. Le reazioni chimiche con le quali si possono saggiare i minerali sono

molte e sono comunque tutte riconducibili all’analisi chimica qualitativa e quantitativa.



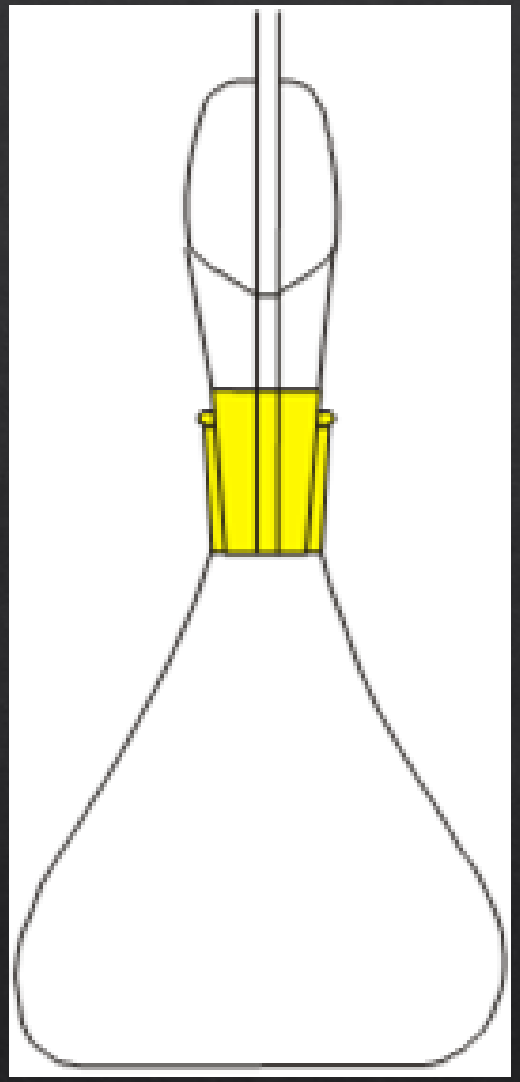
COLORE ALLA FIAMMA

I saggi alla fiamma, oltre ad essere molto indicativi, sono anche molto veloci e poco costosi. Per farli occorre un filo di platino, dell'acido cloridrico e una fiamma (bunsen). Dopo aver bagnato il filo di platino nell'acido cloridrico si passa una estremità del filo prima sulla polvere del minerale, poi sulla fiamma e si osserva il colore di quest'ultima:

Colore giallo persistente — nel minerale è presente del sodio (Na)

- " arancio-rosso — calcio (Ca)
- " verde intenso — rame (Cu)
- " verde giallo persistente — bario (Ba)
- " rosso vivo fugace — stronzio (Sr)
- " rosso vermiglio — litio (Li)
- " violetto — potassio (K)

PESO SPECIFICO



Il peso specifico è una proprietà che indica quante volte il peso del minerale supera quello di un uguale volume di acqua distillata a 4°C. E' numericamente uguale alla densità, che è il rapporto tra la massa e il volume (g/cm^3).

Questa proprietà fisica, legata all'addensamento degli atomi nel reticolo e al tipo di elementi presenti nel campione, si misura basandosi sul principio di Archimede con strumenti relativamente semplici, come il picnometro.

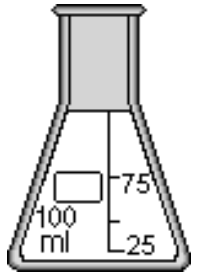
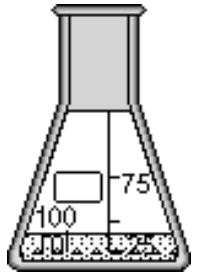
Occorre pesare il campione di minerale (M), il picnometro riempito di acqua distillata fino al segno di riferimento (P) e il picnometro con all'interno il minerale e l'acqua distillata necessaria per arrivare al segno di riferimento (P'); il peso specifico si ottiene come M/(P+M-P').

Nei minerali il peso specifico varia da valori prossimi a uno al valore di 22.5 dell'Osmio metallico, anche se la maggior parte dei minerali hanno valori compresi tra 2 e 3.

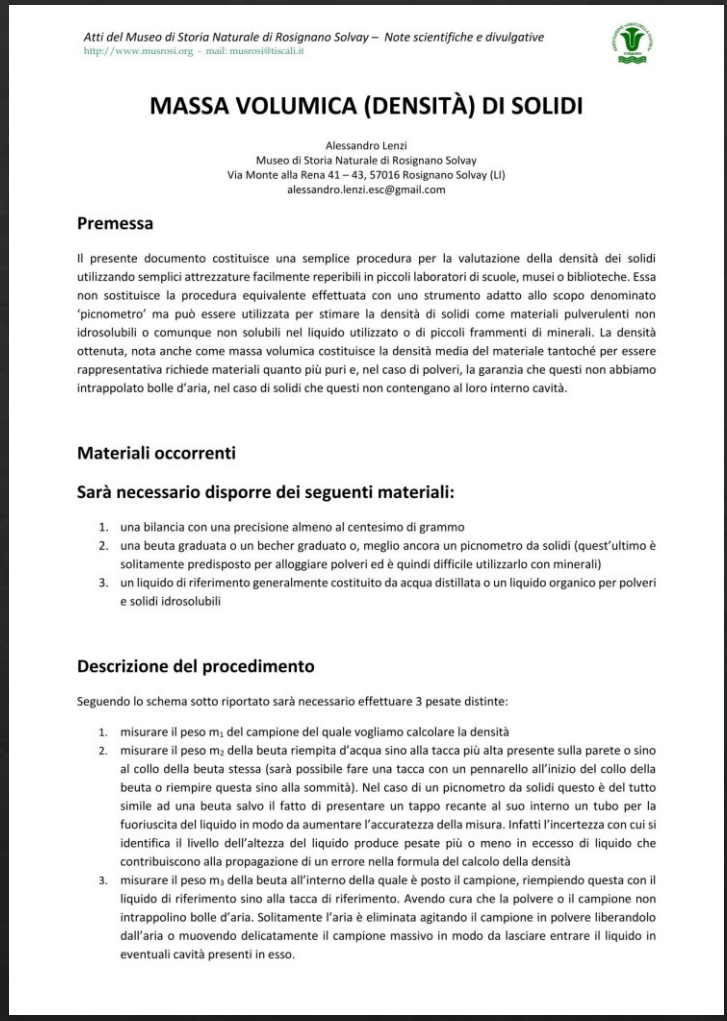
Una possibile classificazione dei minerali in base alla densità è la seguente:

<2	**leggerissimi**	(es: borace ps=1.74)
2÷3	**leggeri**	(es: quarzo ps=2.65)
3÷5	**pesanti**	(es: anatasio ps=3.9)
5÷10	**molto pesanti**	(es: vanadinite ps=6.8; bismuto ps=9/9.7)
>10	**pesantissimi**	(es: oro ps=15.5; mercurio ps=13.6)

Occorre comunque precisare che il peso specifico non è una proprietà decisiva dal punto di vista diagnostico, perché la presenza di impurezze e di microfratture altera i valori misurati rendendoli validi solo qualitativamente.

	Peso del campione (in forma compatta o pulverulenta): pesare circa 200 g	m_1
	Peso del picnometro riempito con il liquido di riferimento (solitamente acqua o n-ottano)	m_2
	Peso del picnometro contenente il campione e riempito a volume con il liquido (agitare con una bacchetta e ripetere le pesate sino a completa eliminazione di ogni bollicina di aria e sino a peso costante)	m_3

$$d_{campione} = \frac{m_1}{V} = \frac{m_1}{m_2 - m_3 + m_1} d_s$$



Atti del Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay – Note scientifiche e divulgative
http://www.musrosi.org – mail: musrosi@tiscali.it

MASSA VOLUMICA (DENSITÀ) DI SOLIDI

Alessandro Lenzi
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay
Via Monte alla Rena 41 – 43, 57016 Rosignano Solvay (LI)
alessandro.lenzi.esc@gmail.com

Premessa

Il presente documento costituisce una semplice procedura per la valutazione della densità dei solidi utilizzando semplici attrezzature facilmente reperibili in piccoli laboratori di scuole, musei o biblioteche. Essa non sostituisce la procedura equivalente effettuata con uno strumento adatto allo scopo denominato 'picnometro' ma può essere utilizzata per stimare la densità di solidi come materiali pulverulenti non idrosolubili o comunque non solubili nel liquido utilizzato o di piccoli frammenti di minerali. La densità ottenuta, nota anche come massa volumica costituisce la densità media del materiale tantoché per essere rappresentativa richiede materiali quanto più puri e, nel caso di polveri, la garanzia che questi non abbiamo intrappolato bolle d'aria, nel caso di solidi che questi non contengano al loro interno cavità.

Materiali occorrenti

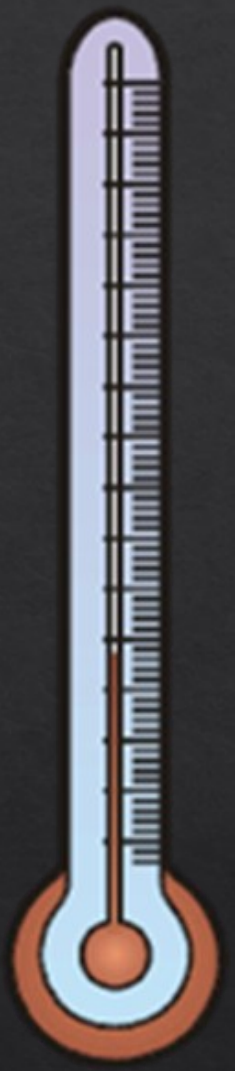
Sarà necessario disporre dei seguenti materiali:

1. una bilancia con una precisione almeno al centesimo di grammo
2. una beuta graduata o un becher graduato o, meglio ancora un picnometro da solidi (quest'ultimo è solitamente predisposto per alloggiare polveri ed è quindi difficile utilizzarlo con minerali)
3. un liquido di riferimento generalmente costituito da acqua distillata o un liquido organico per polveri e solidi idrosolubili

Descrizione del procedimento

Seguendo lo schema sotto riportato sarà necessario effettuare 3 pesate distinte:

1. misurare il peso m_1 del campione del quale vogliamo calcolare la densità
2. misurare il peso m_2 della beuta riempita d'acqua sino alla tacca più alta presente sulla parete o sino al collo della beuta stessa (sarà possibile fare una tacca con un pennarello all'inizio del collo della beuta o riempire questa sino alla sommità). Nel caso di un picnometro da solidi questo è del tutto simile ad una beuta salvo il fatto di presentare un tappo recante al suo interno un tubo per la fuoriuscita del liquido in modo da aumentare l'accuratezza della misura. Infatti l'incertezza con cui si identifica il livello dell'altezza del liquido produce pesate più o meno in eccesso di liquido che contribuiscono alla propagazione di un errore nella formula del calcolo della densità
3. misurare il peso m_3 della beuta all'interno della quale è posto il campione, riempiendo questa con il liquido di riferimento sino alla tacca di riferimento. Avendo cura che la polvere o il campione non intrappolino bolle d'aria. Solitamente l'aria è eliminata agitando il campione in polvere liberandolo dall'aria o muovendo delicatamente il campione massivo in modo da lasciare entrare il liquido in eventuali cavità presenti in esso.



FUSIBILITÀ

Il punto di fusione del minerale è un'altra proprietà scalare assai utile, ma di non facile determinazione, perché influenzata dalla capacità del minerale di disperdere o trasmettere il calore nelle varie direzioni.

Se non si dispone di una adeguata attrezzatura si può provare a fondere una scaglia di minerale, tenendola con una pinza, utilizzando le fiamme di un cerino, del gas e del cannello. In base agli effetti che il diverso riscaldamento produce sul campione si può stabilire, entro grandi linee, la temperatura di fusione, avendo come riferimento la *scala di Kobell*:

Antimonite 525°C fonde alla fiamma del cerino - **natrolite** 800°C fonde alla fiamma del gas - **almandino** 1050°C fonde alla fiamma del gas solo se in schegge sottili - **actinolite** 1200°C al cannello non fonde ma si arrotonda ai bordi - **ortoclasio** 1300°C al cannello si scheggia, si arrotonda con difficoltà - **bronzite** 1400°C al cannello si arrotondano solo le schegge più fini - **quarzo** > 1400°C infusibile

DUREZZA



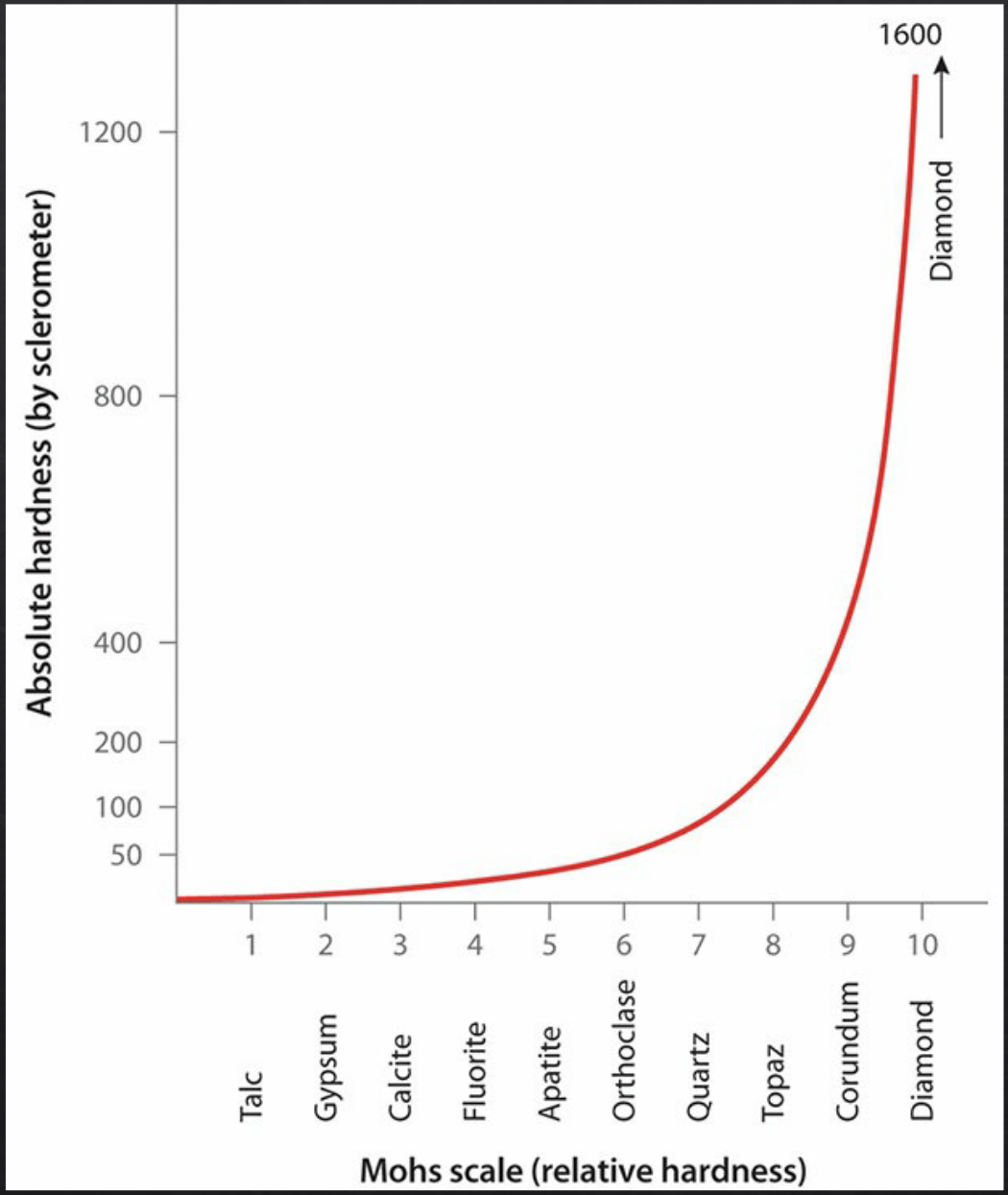


A sinistra diamante, durezza 10 scala Mohs, a destra talco, durezza 1

La durezza è una delle proprietà più importanti per la classificazione dei minerali ed è definita come la proprietà che hanno i minerali di opporsi alle sollecitazioni meccaniche che tendono a scalfirli. La determinazione della durezza viene fatta con lo sclerometro, ma è possibile stabilirla in modo più semplice disponendo di campioni di minerali della scala delle durezze di Mohs (escluso il diamante!!):

1) TALCO
2) GESSO
3) CALCITE
4) FLUORITE
5) APATITE
6) ORTOCLASIO
7) QUARZO
8) TOPAZIO
9) CORINDONE
10) DIAMANTE

Individuata una superficie liscia e pulita del campione da esaminare, proviamo ad inciderla utilizzando un minerale di durezza media (es: fluorite). In base all'esito dell'operazione, procediamo utilizzando un minerale di durezza inferiore o superiore; il minerale avrà durezza intermedia rispetto a due minerali della scala di Mohs. Occorre però tener presente che la durezza è una proprietà vettoriale, quindi, dipende dalla direzione di scalfittura. Anche se di solito non cambia di molto, esistono delle eccezioni, come la cianite: scalfittura longitudinale, durezza 4/4.5 - scalfittura trasversale, durezza 6/7.



Earth Materials, introduction to Mineralogy and petrology, Cornelis Klein, Anthony Philpotts, Cambridge University Press

La scala di durezze relative di Mohs e la scala sclerometrica

La scala di Mohs e la scala sclerometrica sono entrambe utilizzate per misurare la durezza dei materiali, ma lo fanno in modi diversi.

Scala di Mohs
La scala di Mohs misura la durezza relativa dei minerali basandosi sulla capacità di un materiale di graffiarne un altro. È composta da 10 minerali di riferimento, ordinati dal più tenero al più duro:

1. Talco
2. Gesso
3. Calcite
4. Fluorite
5. Apatite
6. Ortoclasio
7. Quarzo
8. Topazio
9. Corindone
10. Diamante

Scala Sclerometrica
La scala sclerometrica, invece, misura la durezza assoluta dei materiali utilizzando un dispositivo chiamato sclerometro (durometro). Questo strumento applica una forza costante su una punta di diamante che viene fatta scorrere sulla superficie del materiale. La durezza viene determinata dalla resistenza del materiale alla penetrazione della punta.

Entrambe le scale sono utili per diverse applicazioni. La scala di Mohs è più semplice e viene spesso utilizzata in campo educativo e per identificare minerali in modo rapido. La scala sclerometrica è più precisa e viene utilizzata in ambiti scientifici e industriali.

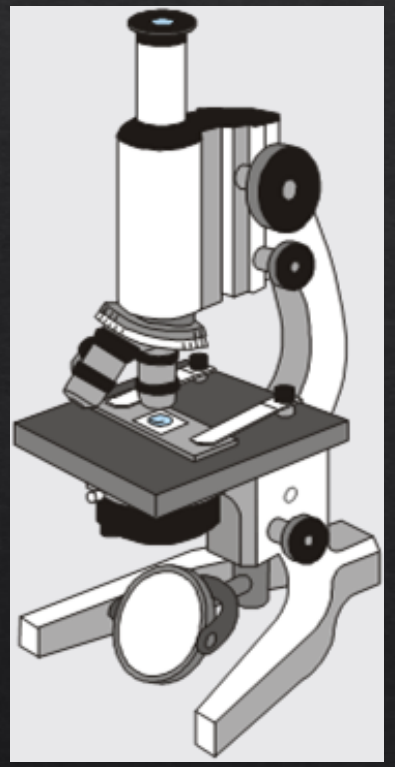
TENACITÀ

La tenacità è anch'essa una proprietà legata alla coesione del reticolo cristallino e definisce come un minerale si comporta in caso di scalfittura. Si determina utilizzando una lama di acciaio. Se il minerale si frantuma e la polvere che si forma salta via, il minerale è fragile (quarzo, diamante.); se invece la polvere si deposita ai bordi della scalfittura, il minerale è tenero (antimonite, galena.); se non si forma polvere e il minerale è facilmente scalfito, si definisce settile (gesso, argentite.).
Si possono inoltre individuare altri comportamenti in base ai quali il minerale si definisce duttile (oro), malleabile (oro), flessibile (talco), elastico (mica).

SFALDATURA

Quando si colpisce un minerale, questo può frantumarsi in pezzi informi (frattura) o secondo piani definiti e/o producendo aggregati regolari (sfaldatura). La sfaldatura è tipica dei minerali in cui esistono dei piani in cui la coesione è minima (legami deboli). È importante osservare le forme dei frammenti che si formano e misurare gli angoli tra i piani di sfaldatura: cubi (galena, salgemma…), ottaedri (fluorite…), rombododecaedri (blenda…), prismi (orneblenda…), angolo di 90° (pirosseni), angolo di 120° (anfiboli).

PROPRIETA' OTTICHE





Spato d'Islanda

Una prima distinzione può essere fatta tra minerali trasparenti e opachi, in base alla capacità di trasmettere o meno la luce, una volta ridotti in lamine sottili.
Si può inoltre individuare un'altra importante proprietà legata all'indice di rifrazione. I minerali in cui l'indice di rifrazione è lo stesso in tutte le direzioni sono detti monorifrangenti (è il caso del sistema cubico: salgemma, fluorite).

In un corpo birifrangente invece il raggio incidente si divide in due rami che propagano nel campione in modo diverso (raggio ordinario e straordinario), questo è dovuto al fatto che l'indice di rifrazione cambia a seconda della direzione di propagazione del raggio luminoso. Un esempio classico è dato dalla varietà di calcite "Spato d'Islanda". Nei minerali birifrangenti esistono comunque delle direzioni (assi ottici) in cui il fenomeno della birifrangenza non si manifesta: utilizzando un microscopio da mineralogia si possono distinguere, attraverso le figure di interferenza, i minerali con un solo asse ottico (uniassici, come la calcite) da quelli con due assi ottici (biassici, come l'aragonite). Le proprietà ottiche sono molto importanti perché direttamente legate al sistema di cristallizzazione del minerale; basti pensare che analizzando al microscopio una sottile sezione di roccia si possono identificare i singoli componenti minerali!

LUCENTEZZA

La lucentezza è legata all'intensità della luce riflessa dal minerale, non si misura, ma si può descrivere utilizzando, ad esempio, alcuni aggettivi:

Vitrea: simile al vetro (quarzo.).
Resinosa: simile a quella del catrame, talvolta tendente al giallo (zolfo, blenda.)
Sericea: i raggi luminosi riflessi sono cangianti (gesso, amianto.)
Madreperlacea (miche, talco.)
Adamantina: lucentezza molto viva (diamante, cassiterite, zircone.)
Grassa: tipica della nefelina o del quarzo sulle superfici di frattura (borace.)
Metallica: tipica delle sostanze che assorbono la luce (mercurio, pirite, argento.)

COLORE

Questa proprietà può essere veramente una caratteristica distintiva solo per i cosiddetti minerali **idiocromatici**, come ad esempio l'azzurrite, la malachite, il dioptasio. che hanno lo stesso colore qualunque sia la località di formazione. Per questi minerali il colore delle polveri è lo stesso del minerale. La maggior parte dei minerali sono invece **allocromatici** e possono avere colorazioni molto varie, legate per lo più alle impurezze; le loro polveri sono bianche o grigiastre (esempio: fluorite).
Ricordiamo anche altre proprietà ottiche, come:il *gatteggiamento* (crisoberillo, adularia.), l'*asterismo* (rubini, zaffiri.), la *labradorescenza* (labradorite), le diverse forme di *luminescenza* (*tribo-*: fluorite; *termo-*: barite, apatite, calcite; *fluorescenza*: blenda, per la presenza di manganese, salgemma, calcite)

PROPRIETA' ELETTRICHE

I minerali presentano un comportamento elettrico che consente di distinguerli in conduttori, semiconduttori e dielettrici. Sono buoni conduttori i metalli e certi solfuri (pirite, millerite.). La maggior parte degli ossidi hanno una bassa conducibilità, mentre quasi tutti i minerali, con legami ionici e covalenti, sono isolanti.
Alcuni minerali non conduttori, come il quarzo, l'emimorfite, la tormalina, sviluppano una differenza di potenziale quando sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche (piezoelettricità) o termiche (piroelettricità).
Le applicazioni industriali di queste proprietà sono molte: manometri, oscillatori, stabilizzatori, generatori di impulsi.

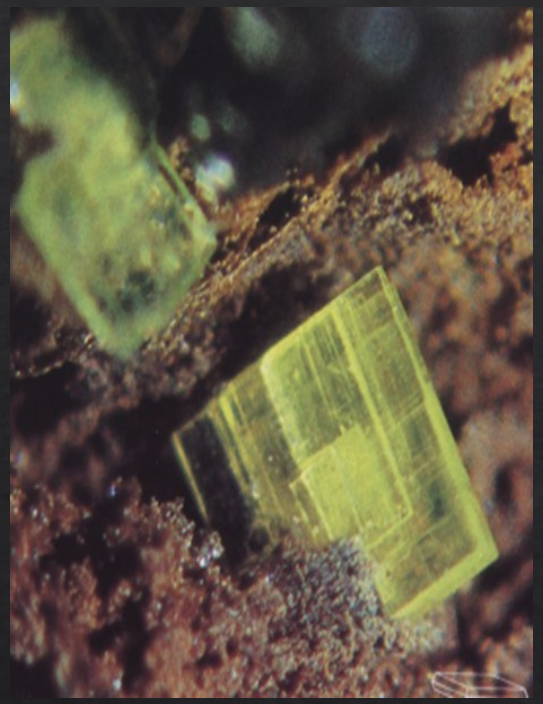


Tormalina, minerale piezoelettrico

PROPRIETA' MAGNETICHE

I minerali magnetici vengono attratti dai campi magnetici, fortemente nel caso dei ferromagnetici, debolmente per i paramagnetici. I minerali diamagnetici vengono invece respinti dal campo magnetico. Tra i primi ricordiamo la magnetite che mantiene a lungo il magnetismo indotto, diventando essa stessa una calamita (magnetopolare). Tra i paramagnetici ricordiamo la siderite, l'ematite, la pirite;tra i diamagnetici lo zolfo, il quarzo, la titanite.

RADIOATTIVITA’



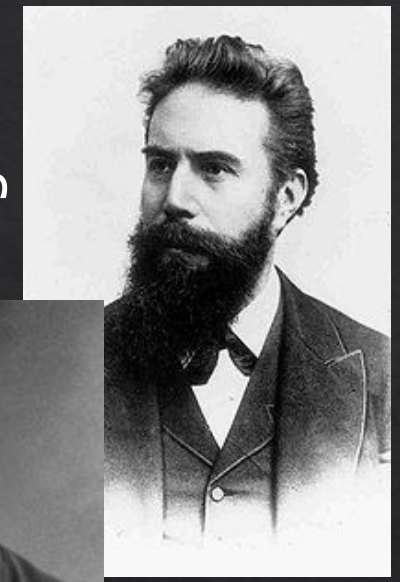
Autunite

I minerali radioattivi sono quelli che contengono elementi poco stabili, con tendenza a trasformarsi in un altro elemento, tramite l’emissione di particelle, come gli ioni elio (He^{+2}), e onde elettromagnetiche molto penetranti, come i raggi gamma. La radioattività può essere rilevata mediante i contatori Geiser. Gli elementi radioattivi sono in grado di trasformare in varia misura le caratteristiche del reticolo; anche se la forma del cristallo si mantiene, il minerale diventa opaco, nerastro. Tra i minerali radioattivi ricordiamo quelli di Uranio: torbernite (radioattiva, ma non fluorescente), uraninite, l'autunite; e quelli di Torio:thorianite, torite.

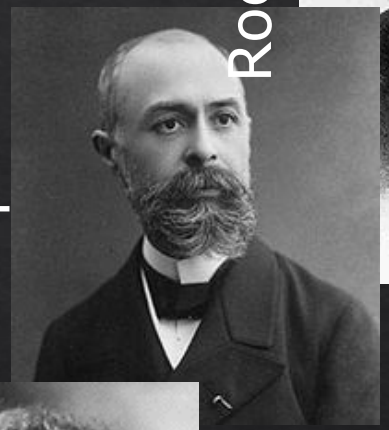
LA SCOPERTA DELLA RADIOATTIVITÀ

- La scoperta dei raggi X che possono essere considerati una forma di radioattività artificiale era avvenuta da parte di Wilhelm Conrad Röntgen nel 1895
- Nel 1896 Antoine Henri Becquerel, durante uno studio sulle relazioni intercorrenti tra fosforescenza e Raggi X, scopre la radioattività naturale dell'uranio.
- Nel 1898 Maria Skłodowska (più nota come Marie Curie) e Pierre Curie scoprono la radioattività del polonio e del radio.
- Nel 1903 Maria Curie viene insignita del premio Nobel insieme a Antoine Henri Becquerel e Pierre Curie per la scoperta della radioattività : "*in riconoscimento degli straordinari servizi che ha reso con la sua scoperta della radioattività spontanea*"
- Nel 1911 Maria Curie riceve il secondo Nobel per la chimica per gli studi effettuati sulle proprietà del Radio

Roentgen



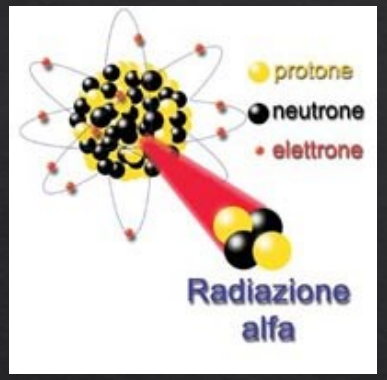
Becquerel



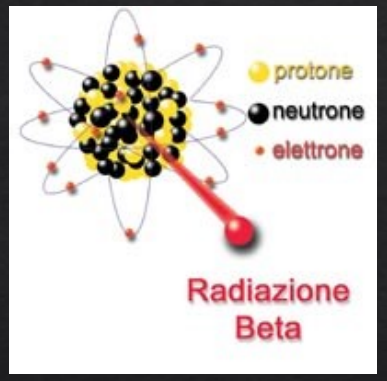
Curie



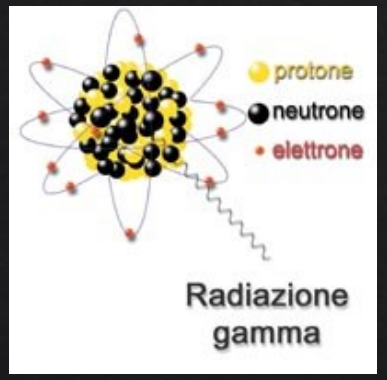
LA RADIOATTIVITA' NATURALE: REAZIONI NUCLEARI



Un nucleo decade emettendo un nucleo di Elio, particella alfa (α), costituita da 2 neutroni e 2 protoni. Il nuecleo si trasforma in quello dell'atomo con numero atomico di 2 unità inferiore. La particella è carica positivamente, ha massa 4 ed è intercettata facilmente da altri nuclei ad es. aria. La pelle umana riesce a bloccare le particelle α. La trasmissione in aria avviene per 6-7 cm



Un nucleo decade emettendo un elettrone, particella beta (β^-), per trasformazione di un neutrone in un protone ed un elettrone. La particella beta è carica negativamente ed ha massa 1/1836mo della massa protonica. E' difficilmente intercettata da altri nuclei ad es. aria in cui penetra per alcuni metri

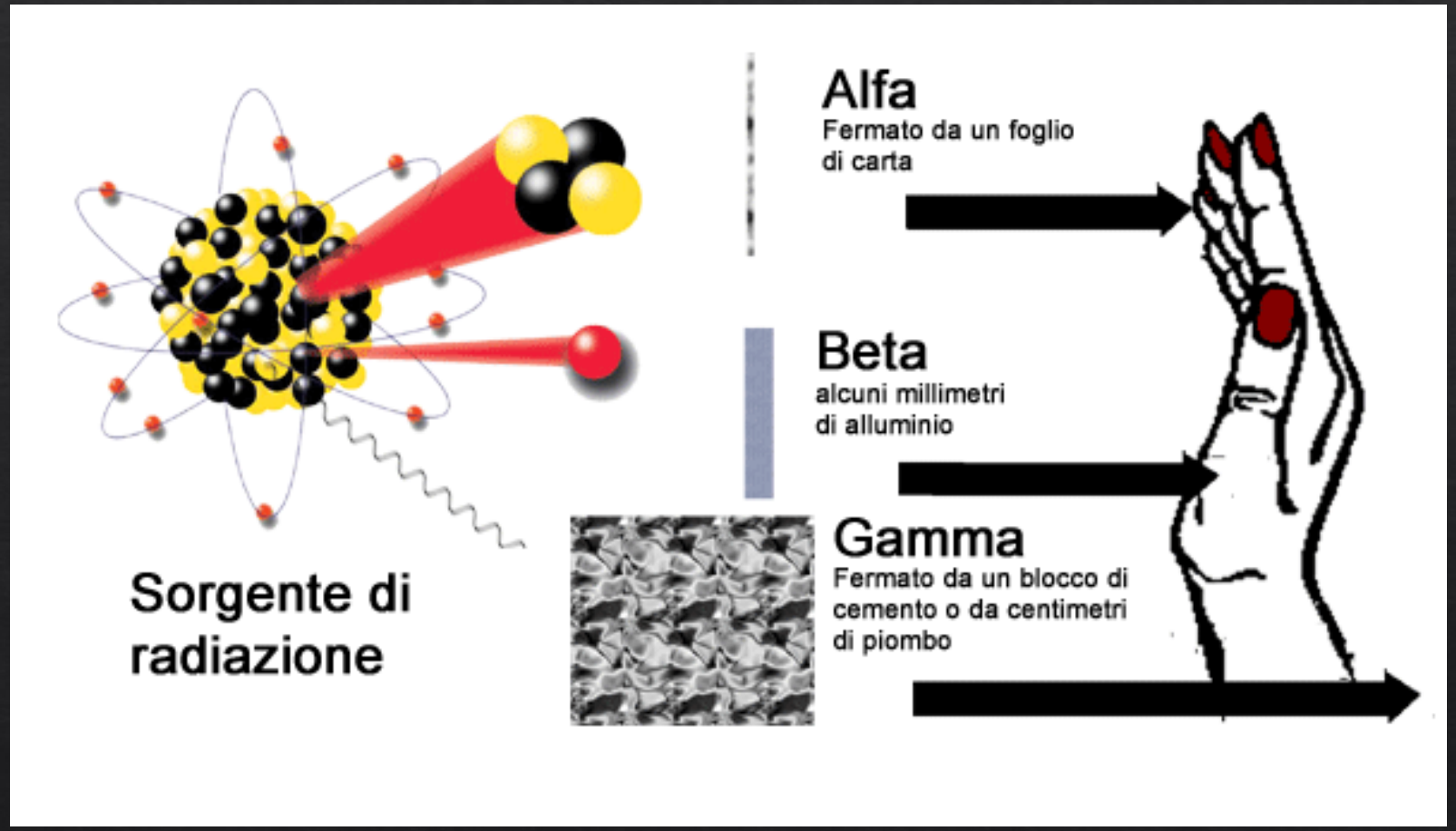


E' conseguente al decadimento alfa e beta. Il nucleo generato ne decadimento si stabilizza energeticamente emettendo un fotone (γ) ad elevatissima energia. La radiazione gamma è estremamente penetrante; ad esempio attraversa l'aria per alcune centinaia di metri.

LA RADIOATTIVITA' NATURALE: ALTRI TIPI DI REAZIONI NUCLEARI

1. Cattura elettronica: un protone cattura un elettrone trasformandosi in un neutrone. Il nucleo formato ha numero atomico inferiore di un'unità rispetto al precedente
2. b+: un protone decade in una coppia neutrone positrone (e+). Il nucleo assume numero atomico inferiore di un'unità rispetto al precedente. Si forma uno ione negativo.
3. Raggi cosmici: fotoni emessi dalle stelle e ad energia così elevata da essere comparabile con quella di reggi gamma nucleari.

LA RADIOATTIVITA' NATURALE: REAZIONI NUCLEARI

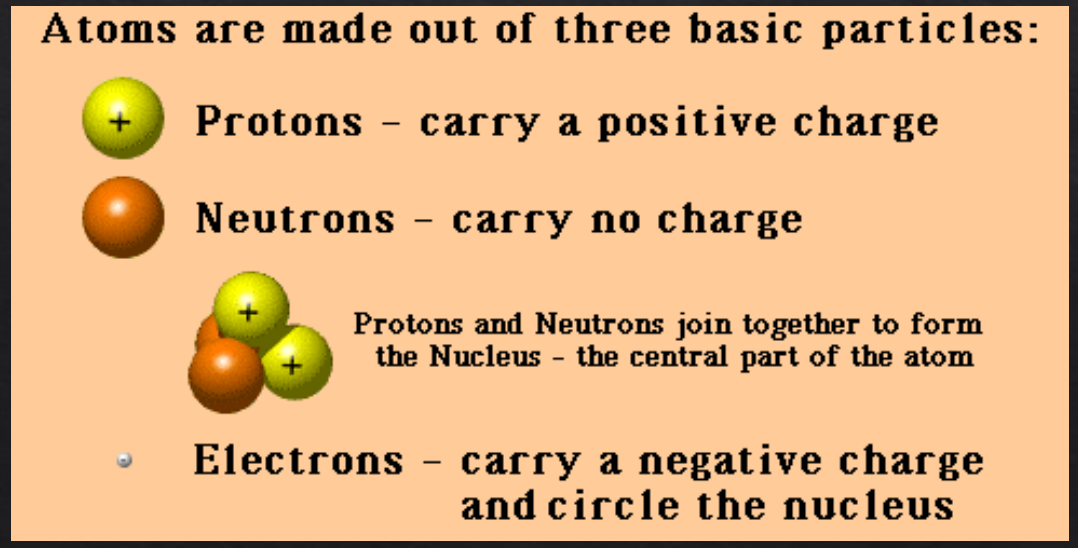


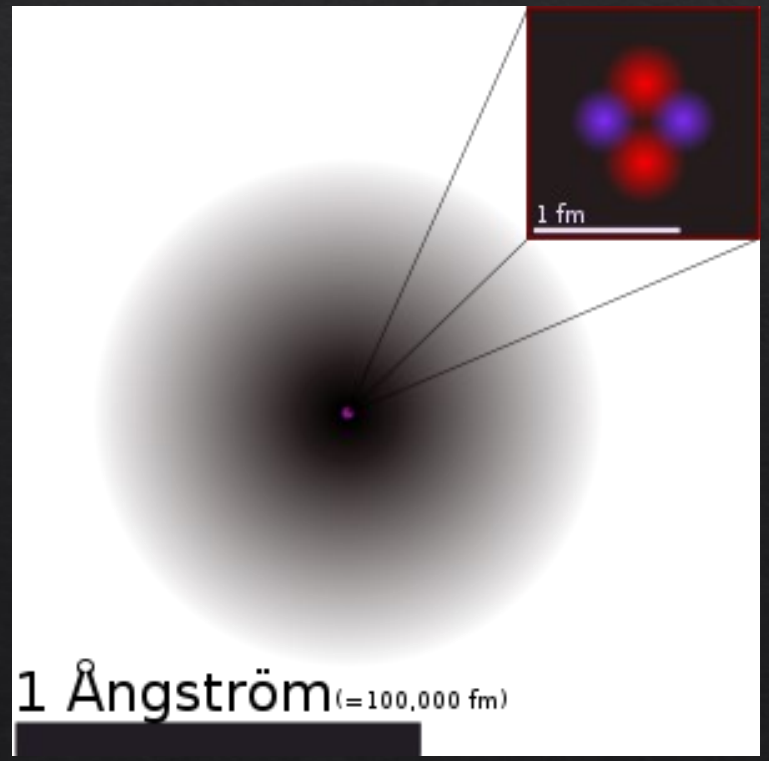
ELEMENTI CHIMICI

Un elemento chimico è una sostanza che non può essere scomposta in sostane semplici

Ogni elemento chimico è composto da atomi

Gli atomi sono costituiti da un nucleo, contenente le particelle Neutrone (n) e Protone (p+), circondato da una 'nube' elettronica (e-)





ELEMENTI CHIMICI

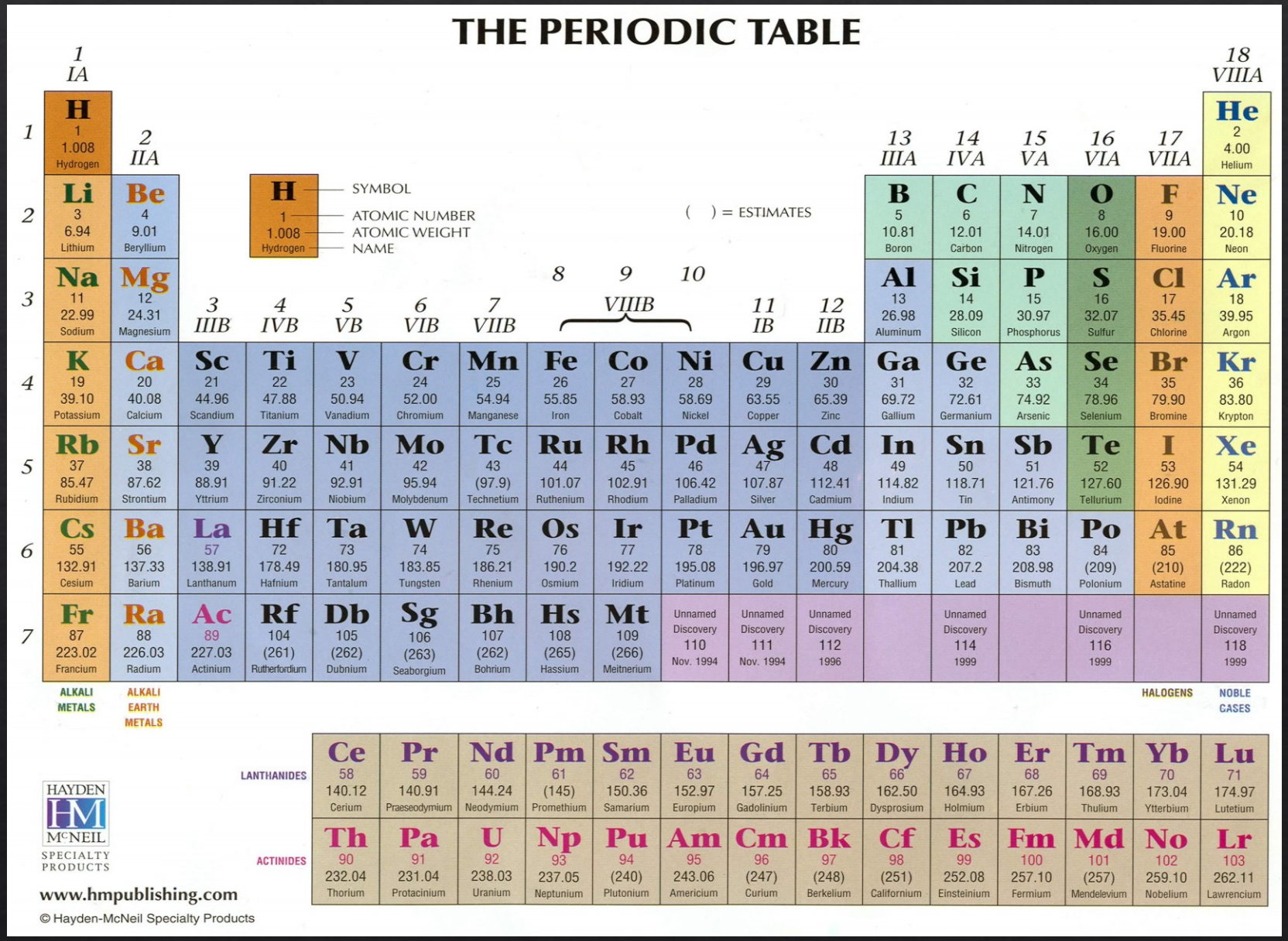
- Ogni elemento chimico è caratterizzato da:

- Numero si protoni del nucleo = Z Numero atomico (determina il tipo di elemnto chimico)
- Numero di neutroni e protoni del nucleo = N Nuemro di massa (determina insieme a Z l'isotopo dell'elemento)

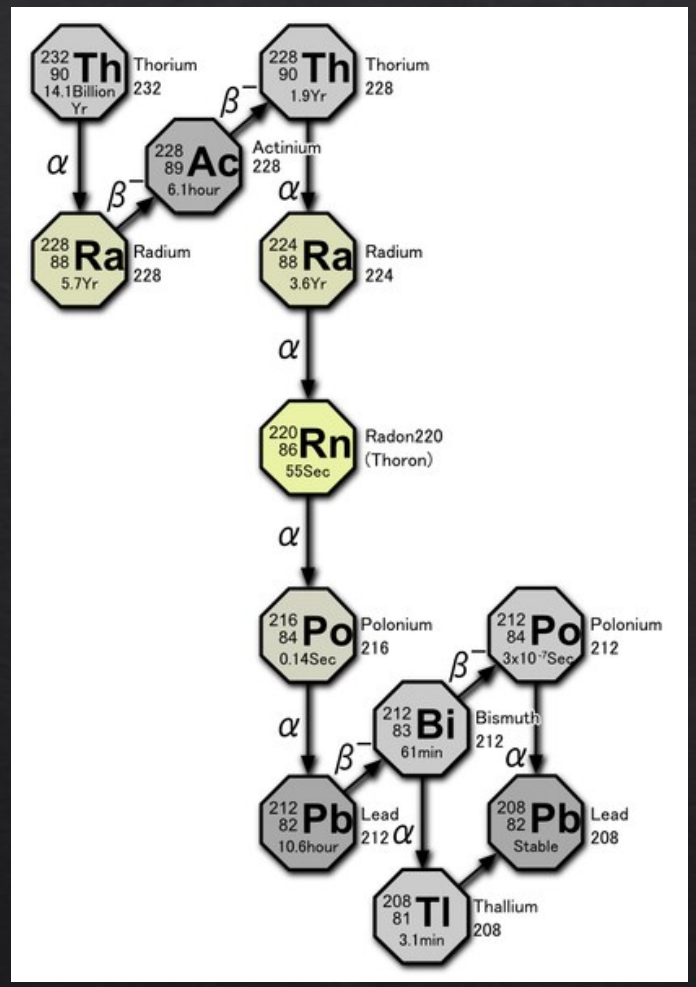
- Un simbolo = dipende dal numero atomico

- ^{40}K è l'elemento di simbolo K, con Z=19 N=40 di nome Potassio, isotopo 40
- ^{238}U è l'lemento di simbolo U, con Z=92 N=238 di nome Uranio, isotopo 238
- ^{222}Rn è l'elemento di simbolo Rn, con Z=86 N=222 di nome radon, isotopo 222
- ^{220}Rn è l'elemento di simbolo Rn, con Z=86 N=220 di nome Radon, isotopo 220 erroneamente nominato Thoron

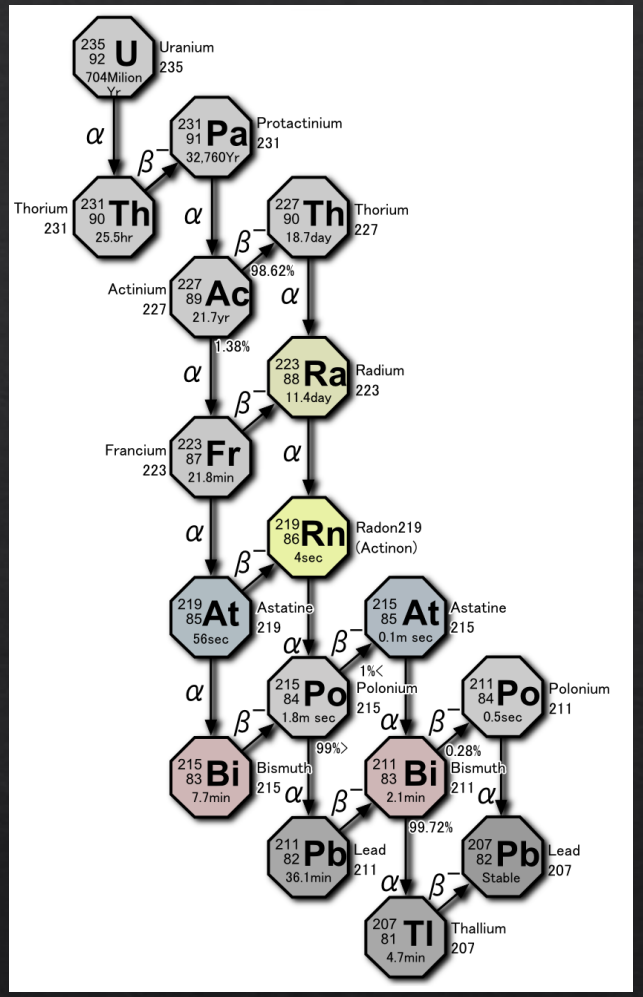
LA TAVOLA PERIODICA



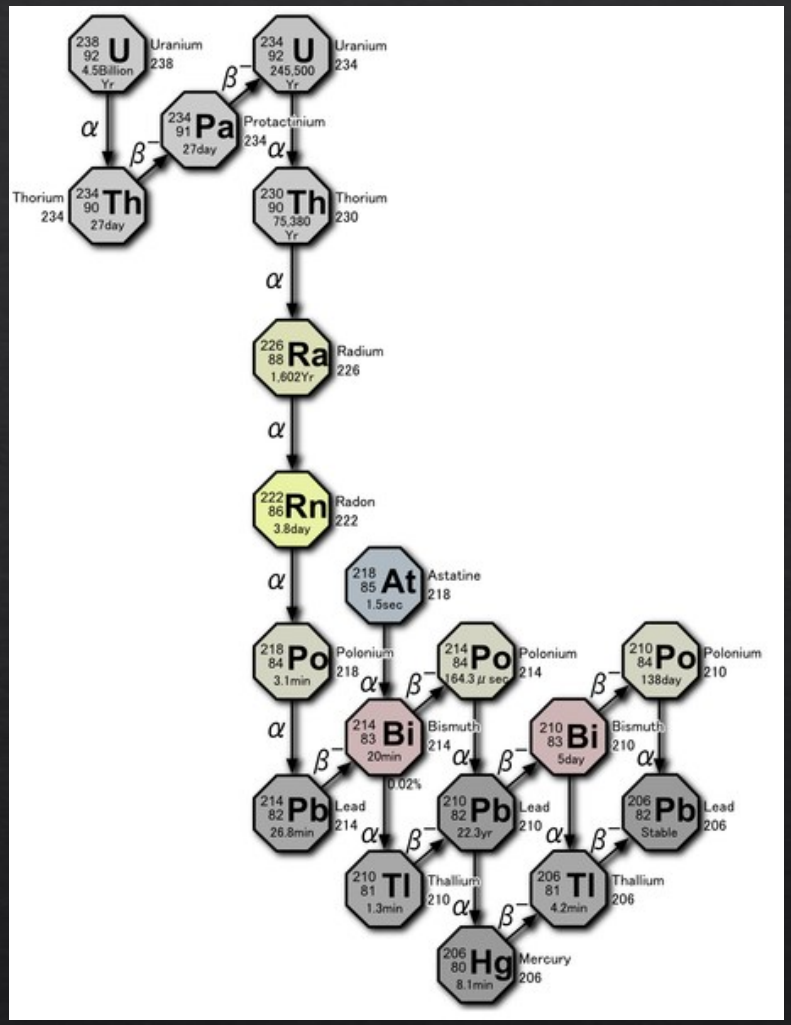
Catene di decadimenti



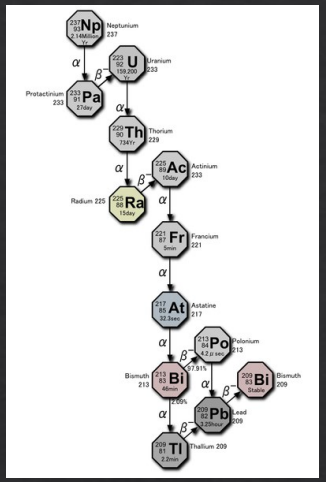
Serie del Torio



Serie dell'Attinio



Serie dell'Uranio Radio



Serie del Nettunio



Class : Phosphates, arsenates, vanadates
Subclass : Hydrated phosphates
Crystal system : Tetragonal
Chemistry : $Cu(UO_2)_2 (PO_4)_2 . 10H_2O$
Rarity : Quite common
Metatorbernite from Margabal, Aveyron, France



Autunite on Quartz on Granite, Nanjingqiao U deposit, Pingjiang Co., Yueyang, Hunan, China

Polimorfismo e Isomorfismo

Il polimorfismo è un fenomeno ampio nel quale sono coinvolti molti aspetti di natura sia chimica che fisica e si riferisce a tutti i composti o elementi che possono presentarsi, ad una osservazione diretta, dotati di forme esterne diverse. Vediamone alcuni semplici esempi:

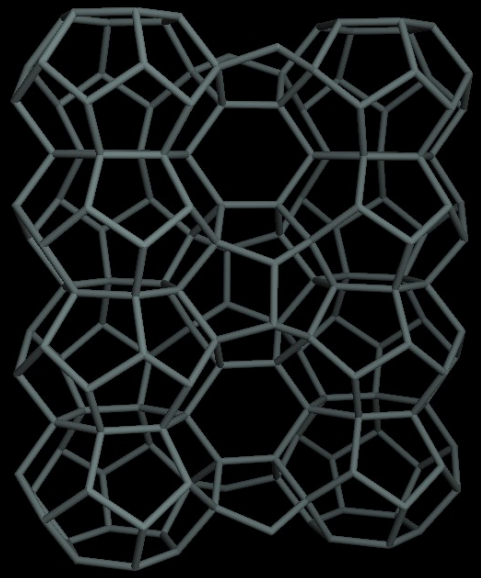
Zolfo Può cristallizzare ortorombico, monoclino o essere semplicemente amorfo. I cristalli di Zolfo monoclino e ortorombico sono costituiti da cicli di S_8 che nei due casi sono impacchettati diversamente. Nello Zolfo amorfo si ha una distribuzione disordinata dei cicli che possono intersecarsi tra di loro o spezzarsi in filamenti che contribuiscono a dare una massa priva di forma.

Calcite e aragonite sono entrambe forme di carbonato di calcio nelle quali le unita' fondamentali sono lo ione Ca^{2+} e il gruppo anionico CO_3^{2-}; l'aragonite ha struttura cristallina con simmetria ortorombica, mentre la calcite ha simmetria trigonale.

Quarzo 'alfa' destro e sinistro Questo caso viene erroneamente definito di polimorfismo, in realtà quarzo 'destro' e quarzo 'sinistro' vanno considerati due 'varieta' della SiO_2. Infatti le unita' 'destre' e 'sinistre' che si corrispondono sono diverse, come accade per molte specie organiche in cui si distinguono molecole destre e sinistre dotate di diversa attivita' biologica e verso le quali organismi ed altre sostanze mostrano un comportamento selettivo, proprio come se fossero materiali del tutto distinti.

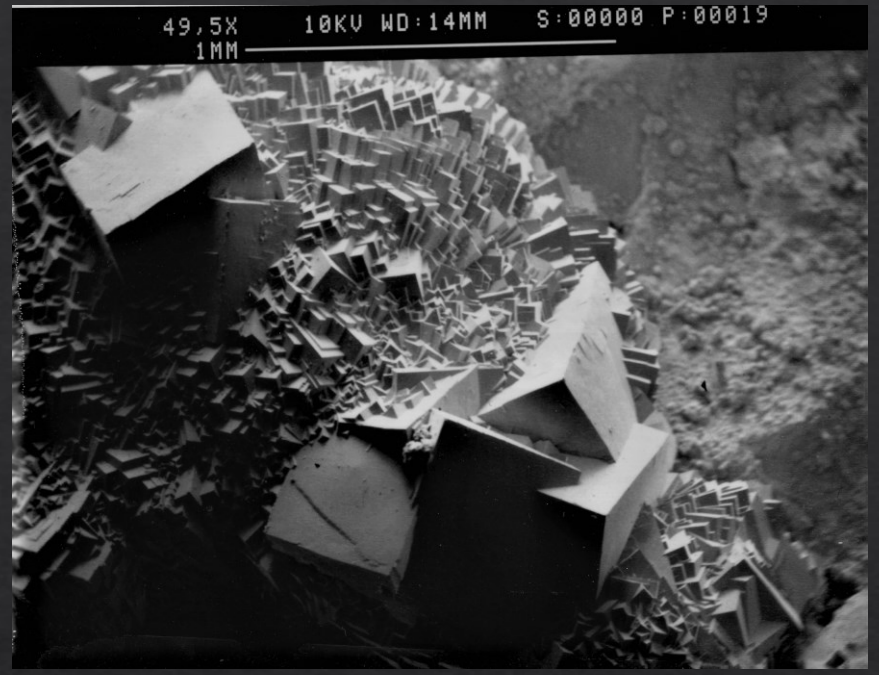
Sono detti **isomorfi** tutti i cristalli che hanno esattamente lo stesso tipo di struttura cristallina geometrica *e nei quali, contemporaneamente, le coppie di atomi corrispondenti sono legati da forze di legame dello stesso tipo*. Spesso i cristalli isomorfi si assomigliano molto per **aspetto esterno**. Questa somiglianza, che si spinge dalla somiglianza geometrica a quella delle forze di legame, si manifesta macroscopicamente proprio nella **forma** dei cristalli, come osservò per primo **E. Mitscherlich** nel 1819 sui cristalli tetragonali di KH_2PO_4, KH_2AsO_4, $NH_4H_2PO_4$.
Ovviamente la somiglianza di aspetto esterno, non implica affatto che anche le proprietà fisiche debbano essere le stesse. L'isomorfismo spesso è stato identificato in passato alla possibilità di dare **soluzioni solide omogenee**, in realtà questa capacità non implica sempre isostrutturalità. Un tipico esempio di cristalli non isostrutturali ma che mostrano serie continue di soluzioni solide, in condizioni di alta temperatura, è dato dai ***plagioclasi***, intermedi per composizione fra anortite $CaAl_2Si_2O_8$ ed albite $NaAlSi_3O_8$. La possibilità di dare luogo al fenomeno della miscibilità allo stato solido è legata al fenomeno della **vicarianza** fra atomi, determinato dalla compatibilità delle dimensioni atomiche e ioniche in relazione a ben determinate strutture, ma anche dalle condizioni di pressione e temperatura.

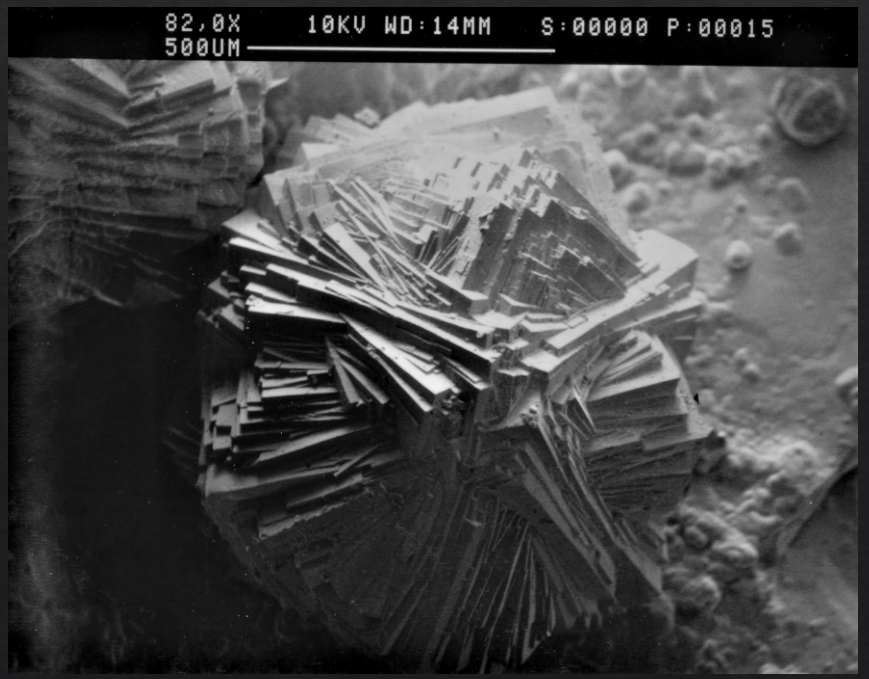
Sono *vicarianti* atomi o ioni che possono facilmente sostituirsi a seconda della struttura del cristallo, dei raggi ionici e quindi delle dimensioni degli stessi atomi, mentre la carica, o valenza, influisce molto meno poiché per le cariche vi sono molte possibilità di compensazione.



MELANOFLOGITE







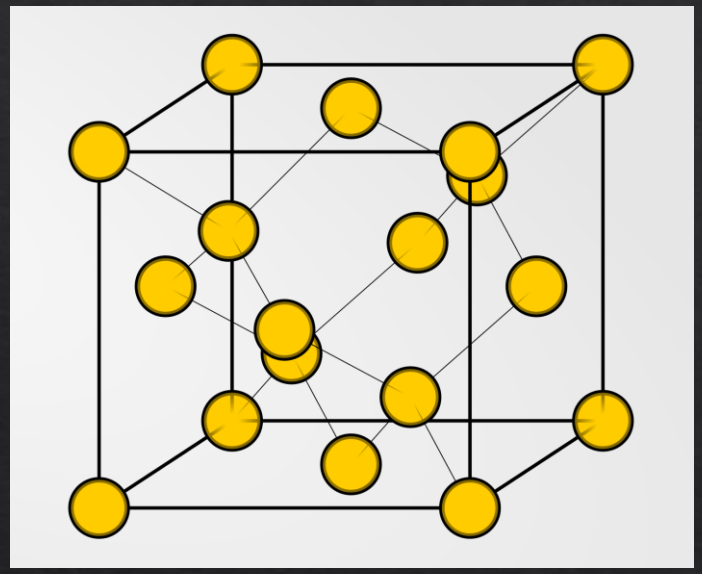
- Classe - Ossidi
- Composizione Chimica. - SiO_2
- Durezza - n. r.
- d = 2.01-2.05
- Sfaldatura - difficile
- Sistema Crist.- Tetragonale

DESCRIZIONE

La Melanoflogite è un minerale rarissimo, sinora segnalato in poche località, quali la zona di Castiglioncello-Campolecciano-Fortullino, Rocalmuto in Sicilia, la Boemia ed il Mt. Hamilton in California. Raramente si presenta in cristalli cubici isolati e, per lo più, l'aggregazione tipica è quella sferoidale.
Il nome deriva dal greco melanos (melanos) = nero e flogos (flogos) = fuoco che indica la proprietà del minerale di annerire se riscaldato.

POLIMORFISMO

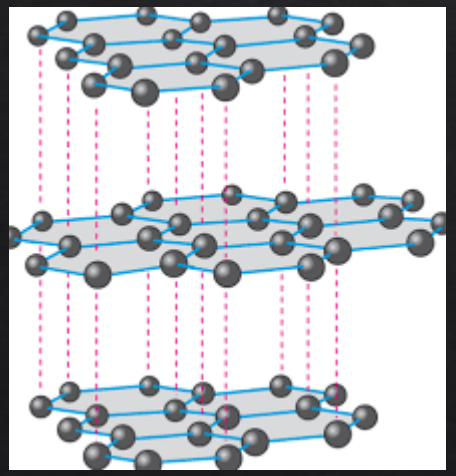
In cristallochimica, il **polimorfismo** è la capacità di una sostanza minerale di esistere in diverse forme cristalline, chiamate **polimorfi.** Una stessa sostanza può avere diverse strutture cristalline a seconda delle condizioni ambientali come temperatura e pressione.



Struttura del diamante - ogni atomo di carbonio è legato con legame covalente ad altri 4 atomi tra i primi vicini in una struttura altamente compatta e con legami distribuiti sull'intero reticolo che determina le grandi proprietà di durezza di questo materiale



Diamante, C, Gruppo Monometrico, Sistema Cubico, Classe Esacisottaedrica



reticolo di grafite. Gli atomi di carbonio sono organizzati in strutture planari sovrapposte in cui ogni atomo è legato con legame covalente ai primi 3 vicini formando una struttura a nido d'ape. Gli strati atomici sovrapposti sono uniti da legami deboli ed originano la facile sfaldabilità della grafite.



Grafite, C, Gruppo Dimetrico, Sistema Esagonale, Classe Trapezoedrica esagonale

Esempi di polimorfismo



Anatasio o ottaedrite: TiO_2
St Christophe-en-Oisans, Bourg d'Oisans, Isère, Rhône-Alpes, France - Topotype deposit Size :1.7 × 1.7 cm

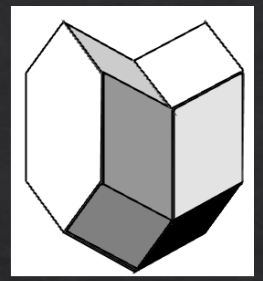


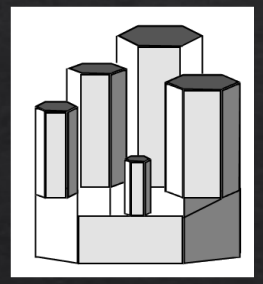
Brookite TiO_2 - Parrana foto e collezione Marco Bonifazi

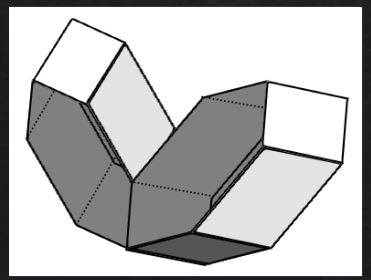


Rutilo TiO_2 - Novo Horizonte Bahia Northeast region Brazil

AGGREGATI CRISTALLINI







Durante la fase di formazione dei cristalli, essi hanno la tendenza ad unirsi formando gli **aggregati cristallini**, che nel caso che i cristalli siano dello stesso tipo di minerale, si dicono omogenei, in caso contrario eterogenei. Tra gli ***aggregati eterogenei*** ci sono anche le rocce, che sono irregolari, mentre un caso particolare di aggregato eterogeneo regolare è dato dallo zircone su xenotime, anche se ne esistono di più comuni (anidrite su quarzo, zolfo su pirite, gesso su pirite…).

Gli ***aggregati omogenei*** regolari possono essere di molti tipi: geminati, uniassici o paralleli.

Gli aggregati paralleli sono caratterizzati da cristalli paralleli e vengono detti **DRUSE** (diffuse sono le druse di quarzo, aragonite, calcite...). In questo caso i cristalli non hanno in comune nessun particolare elemento (faccia, spigolo.) come invece avviene nel caso degli aggregati uniassici.

Un esempio è dato dai cristalli di baritina che sono uniti da uno spigolo conferendo all'aggregato l'aspetto di *un libro aperto*.

Quando due o più cristalli si uniscono in modo da avere in comune due elementi, o in generale formando un aggregato di simmetria superiore ai cristalli presi singolarmente, si ha un geminato. Nel ***geminato a lancia di gesso***, due cristalli, uno simmetrico rispetto all'altro, sono uniti tramite una faccia, che diventa così il piano di geminato (piano di riflessione).

A seconda del numero di cristalli si parla di bigeminato e poligeminato.

Del primo gruppo fanno parte i *geminati di contatto* (come il geminato a ferro di lancia del gesso, i geminati a becco di stagno della cassiterite) e i *geminati di compenetrazione* (le croci di ferro della pirite e della staurolite, il geminato di Karlsbad dell'ortoclasio).

I poligeminati possono essere di vario tipo originando forme chiuse o aperte. La corona del rutilo è un esempio di forma chiusa in cui i vari cristalli geminano uno rispetto all'altro nello stesso modo e secondo le stesse facce. Il geminato a zigzag dell'aragonite invece è un caso di poligeminato aperto in cui l'aggregato può in teoria estendersi all'infinito senza che i nuovi cristalli siano limitati dagli altri già formati. Ci sono anche aggregati in cui si forma una simmetria apparente dovuta alla compenetrazione dei cristalli, come nel caso dell'aragonite nell'abito di prisma pseudoesagonale in cui l'apparente cristallo è in realtà costituito da tre cristalli "veri".

Possono essere “monominerali” o “omogenei” quando sono formati da granelli o cristalli di un solo minerale, e “poliminerali” o “eterogenei” se intervengono due o più specie. Il caso indicativo di aggregato eterogeneo è costituito dalla maggior parte delle rocce.

Molte volte, i cristalli che formano gli aggregati omogenei si dispongono in maniera arbitraria e, quindi, sono denominati aggregati “irregolari”, mentre in altre occasioni la disposizione segue un ordine e dà origine agli aggregati “regolari”.

Aggregati irregolari
In questo tipo di aggregati, i cristalli si raggruppano stretti tra loro, anche se in modo disordinato.
Possono essere definiti in diversi modi, a seconda delle forme che assumono.
Fra questi vi sono geodi (si formano all’interno di cavità) e druse (superfici convesse). La calcite e il quarzo solitamente cristallizzano così. Gli aggregati irregolari più semplici sono i granulari, poi ci sono le forme arrotondate e arborescenti: qui i piccoli cristalli prismatici si associano stretti tra loro, creando forme superficiali arrotondate. A volte, queste forme si allungano e danno origine a strutture più o meno sferiche, denominate aggregati stalattitici o stalagmitici. E’ anche possibile la formazione di altre forme più morbide, come esistono aggregati irregolari che acquisiscono le forme più curiose, che magari richiamano quelle esistenti nel mondo animale o vegetale.
Un esempio sono i cristalli che ricordano la corolla di una rosa e per tale ragione denominati “rose” o “rosette”.

AGGREGATI CRISTALLINI



Microfotografia di una sezione sottile di gabbro in luce a polarizzazione incrociata



Aggregati eterogenei regolari:
Epitassia di rutilo su ematite
Campione proveniente da
Novo Horizonte, Bahia, Brasile
Photo mindat.org

COME E DOVE INFORMARSI



European Journal of Mineralogy

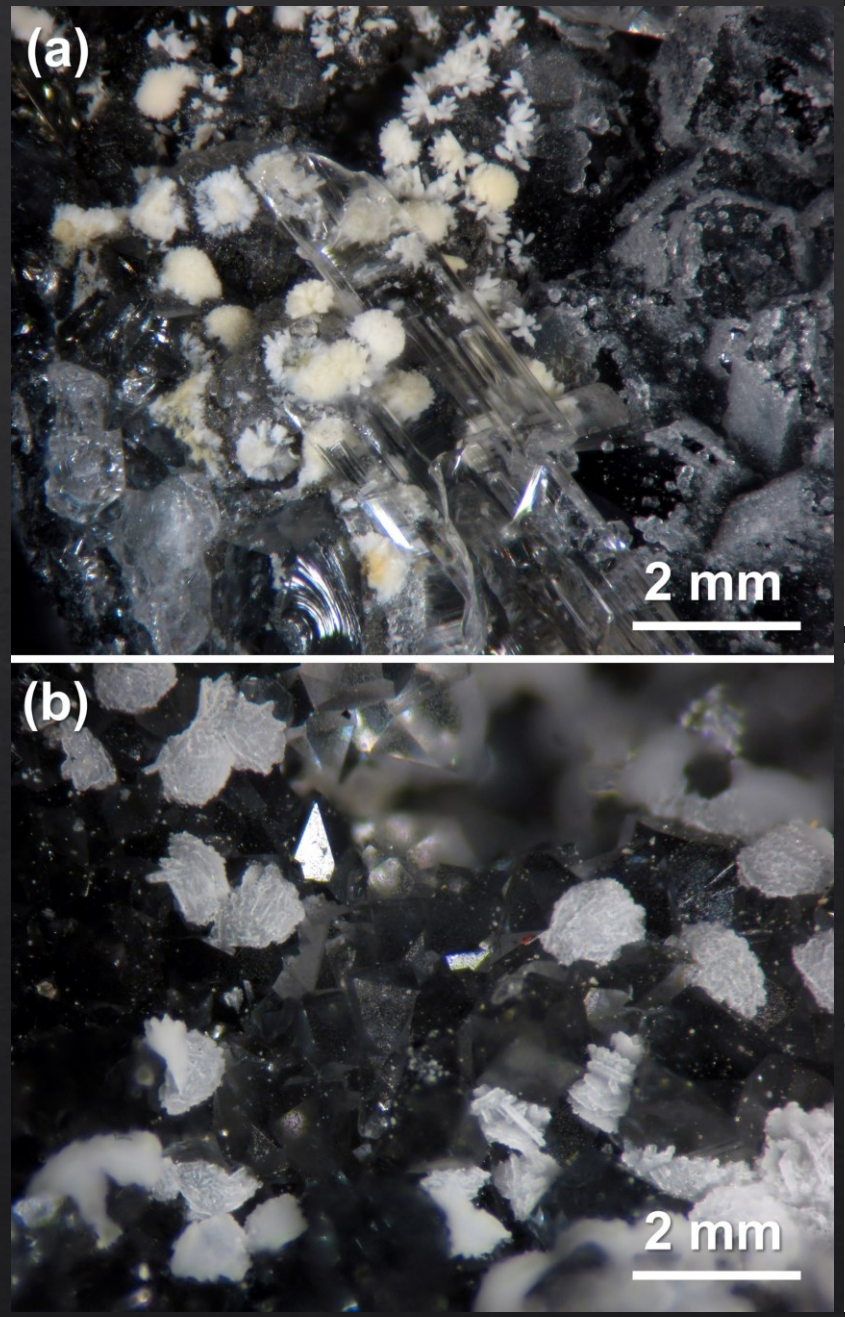
(ISSN 0935-1221, e-ISSN 1617-4011)

https://www.european-journal-of-mineralogy.net/

L'European Journal of Mineralogia (EJM) è stata fondata con l'obiettivo di raggiungere un vasto pubblico a livello internazionale e di promuovere una cooperazione più stretta tra i paesi europei nella pubblicazione di risultati scientifici. Le società fondatrici si sono poste il compito di pubblicare una rivista di altissimo livello, aperta a tutti gli scienziati che svolgono ricerche mineralogiche nel senso più ampio del termine, in tutto il mondo. Pertanto, i contributi saranno pubblicati principalmente in inglese.

L'EJM pubblica articoli originali, articoli di rassegna e lettere che trattano le scienze mineralogiche in senso lato, principalmente mineralogia, petrologia, geochimica, cristallografia e giacimenti minerari, ma anche biomineralogia, mineralogia ambientale, applicata e tecnica. Tuttavia, saranno presi in considerazione anche lavori in qualsiasi campo correlato, incluso il patrimonio culturale.

Esempi di articoli pubblicati su EJM



Eur. J. Mineral., 36, 1011–1022, 2024
https://doi.org/10.5194/ejm-36-1011-2024
© Author(s) 2024. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.

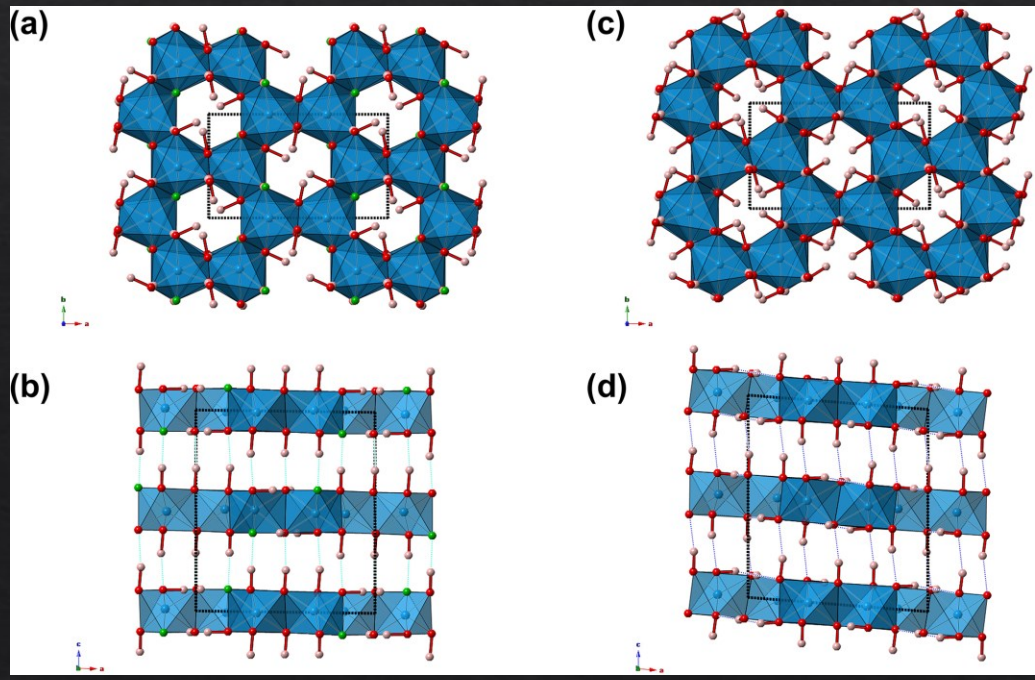
European Journal of Mineralogy
Open Access

Nannoniite, $Al_2(OH)_5F$, a new mineral from the Cetine di Cotorniano mine (Tuscany, Italy)

Cristian Biagioni[1,2], Enrico Mugnaioli[1,2], Sofia Lorenzon[1], Daniela Mauro[1,3], Silvia Musetti[1], Jiří Sejkora[4], Donato Belmonte[5], Nicola Demitri[6], and Zdeněk Dolníček[4]

[1]Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via Santa Maria 53, 56126 Pisa, Italy
[2]Centro per l'Integrazione della Strumentazione scientifica dell'Università di Pisa (CISUP), Università di Pisa, 56126 Pisa, Italy
[3]Museo di Storia Naturale, Università di Pisa, Via Roma 79, 56011 Calci, Italy
[4]Department of Mineralogy and Petrology, National Museum, Cirkusová 1740, 193 00 Prague 9, Czech Republic
[5]Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università degli Studi di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genoa, Italy
[6]Elettra Sincrotrone Trieste S.C.p.A., S.S. 14 km – 163.5 in Area Science Park, Basovizza, 34149 Trieste, Italy

Correspondence: Cristian Biagioni (cristian.biagioni@unipi.it)



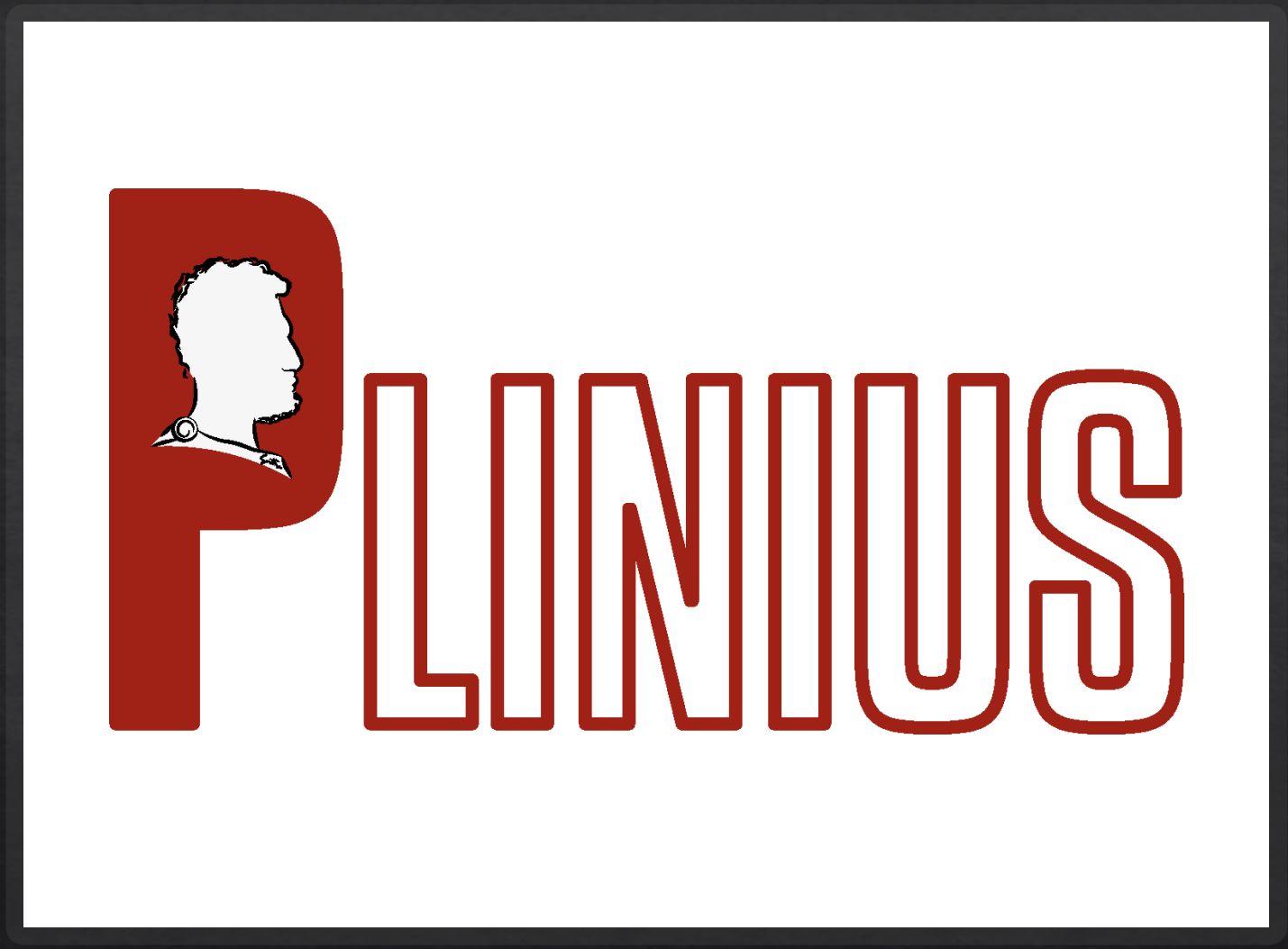
Plinius

(ISSN 1972-1366)

Plinius è il bollettino ufficiale della SIMP (Società Italiana di Mineralogia e Petrologia) e, fino al 2007, supplemento italiano all'European Journal of Mineralogy, stampato sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Ministero dei Beni Culturali.

Dal 2008 Plinius è una rivista digitale free-access.

I numeri arretrati, cartacei (fino al n. 31/2005) e su CD (dal n. 32/2006 al n. 41/2015), possono essere richiesti alla segreteria.

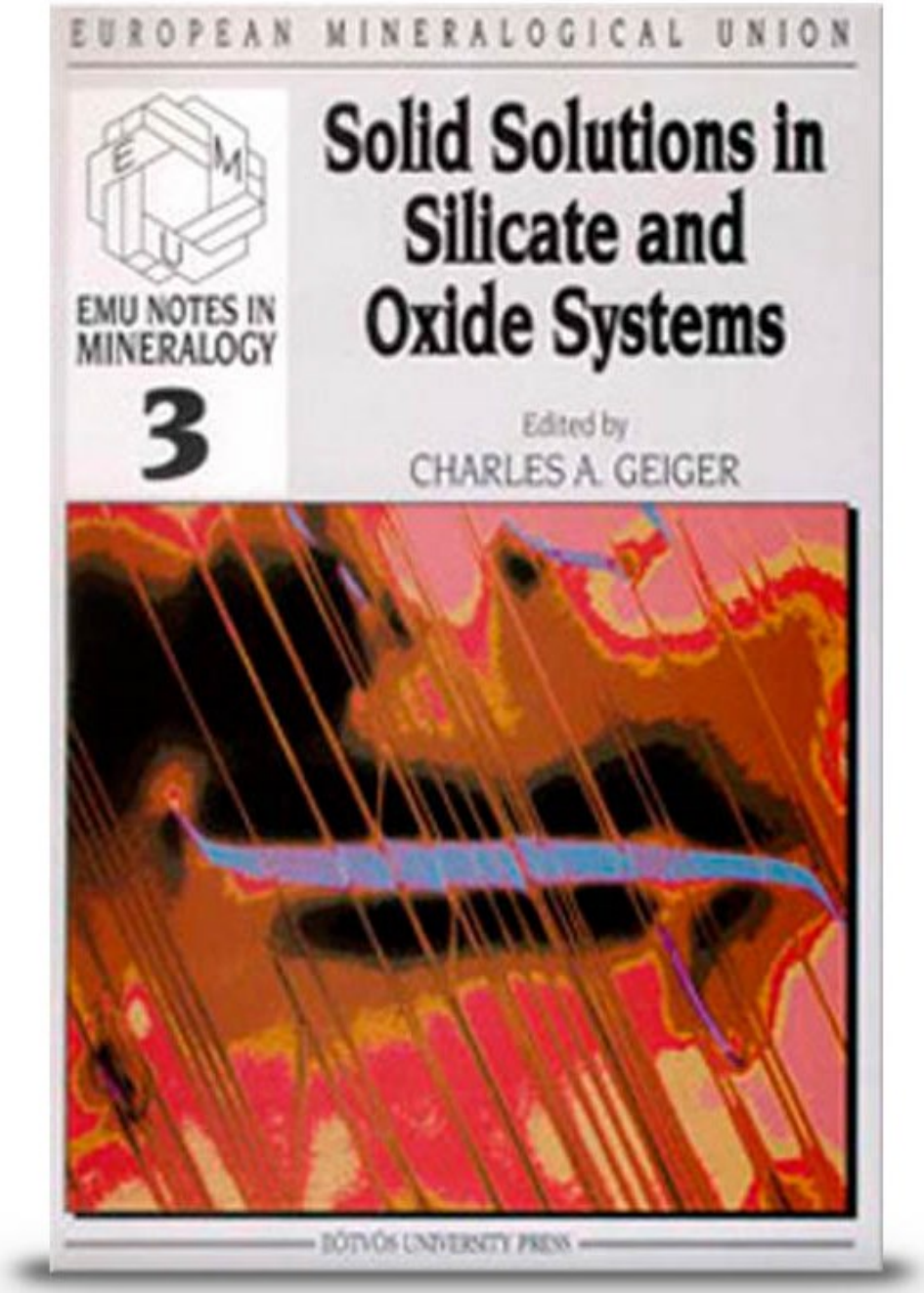




Elements

(ISSN 1811-5209 Elements - Print)
(ISSN 1811-5217 Elements - online)

Elements è una rivista internazionale di mineralogia, petrologia e geochimica. Pubblicata ogni due mesi, ogni edizione esplora un tema di ampio e attuale interesse. Elements pubblica articoli invitati e sottoposti a peer review per ciascuna raccolta tematica di lavori. Gli argomenti di interesse possono essere proposti agli editori che valuteranno ogni proposta inviata. Elements presenta inoltre rubriche regolari che includono: editoriali, calendario eventi, annunci di corsi brevi, premi, resoconti di conferenze, notizie politiche, così come novità provenienti dalle 17 società partecipanti.



EMU Notes (Appunti EMU)

Gli EMU Notes in Mineralogy presentano in forma sintetica un'eccellente panoramica aggiornata su un singolo argomento di interesse per la più ampia comunità delle geoscienze.

I volumi possono essere accompagnati da una scuola estiva.

Gli Appunti di Mineralogia sono pubblicati congiuntamente dall'Unione Mineralogica Europea e dalla Società Mineralogica di Gran Bretagna e Irlanda.



Rendiconti della Società Mineralogica Italiana

La collana dei Rendiconti nasce nel 1941 come bollettino ufficiale della Società costituita nello stesso anno ed ha lo scopo di pubblicare le note e comunicazioni scientifiche presentate e discusse nei convegni della Società stessa.

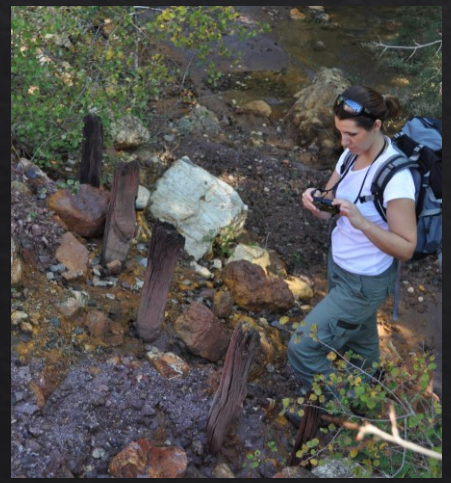
Nel 1968, seguendo il cambio di denominazione e statuto della Società, la rivista assume il nome di "Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia" che manterrà fino al 1988, anno di pubblicazione dell'ultimo numero *(dal 1989 la rivista ufficiale diventa l'European Journal of Mineralogy, insieme con il supplemento italiano Plinius)*.

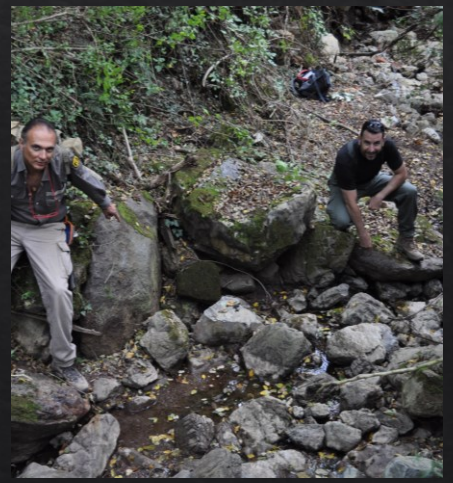
Anche se molte biblioteche italiane dispongono della rivista cartacea, solo da pochissimo tempo i Rendiconti sono a disposizione per la consultazione in rete. Questo notevole passo avanti per la fruizione di articoli ancora oggi interessanti è stato possibile solo grazie all'interessamento ed al lavoro di Renato Pagano *(importante collezionista nell'ambito mineralogico e socio SIMP)* e di Robert T. Downs *(Department of Geosciences, University of Arizona, USA, ideatore e responsabile del progetto RRUFF)* che si sono adoperati per la digitalizzazione dell'intera serie, ora disponibile sul sito del **RRUFF™ Project**.

L'elenco delle annate dei Rendiconti è consultabile alla pagina: http://rruff.info/rdsmi/index.html dove, per ogni volume, è riportato l'indice degli articoli, tutti disponibili in formato pdf.

All'indirizzo http://rruff.info/rruff_1.0/reference_search.php è invece possibile effettuare la ricerca degli articoli (per minerale, autore, titolo, ecc.) in tutte le riviste disponibili nell'intero database.












2014/06/10


2014/06/10


2014/06


2014/06/10



GLI INCONFONDIBILI





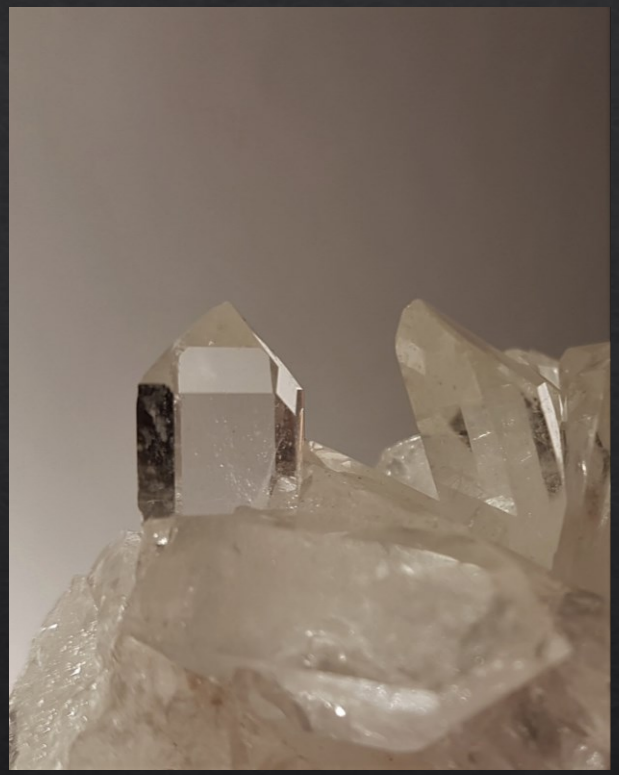
Pirite, FeS_2, Rosales Perù
coll. e foto A. Lenzi



Pirite, FeS_2, Niccioleta (GR)
coll. e foto A. Lenzi







Quarzo, SiO_2, Adamantina Minas gerais Brasile, coll. e foto A. Lenzi

Quarzo, SiO_2, Huanzala Perù, coll. e foto A. Lenzi





Apofillite - $KCa_4Si_8O_{20}(F,OH)\cdot 8H_2O$
(foto A. Lenzi), Coll. A. e P.L. Lenzi

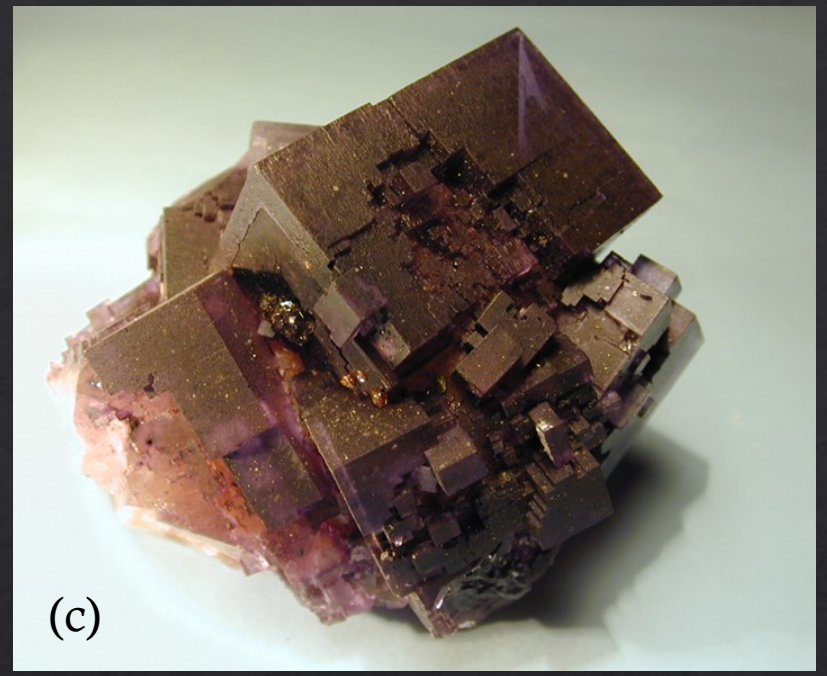




Amazzonite - $KAlSi_3O_8$
(foto A. Lenzi), Coll. A. e P.L. Lenzi









Fluorite CaF_2 (a) Spagna, (b) illinois USA, (c) Illinois USA, (d) Campiano Grosseto



Galena, dolomite, Calcopirite, PbS, $CaMg(CO_3)_2$, $CuFeS_2$, Westfork mine, Viburnum Missouri, coll. e foto A. Lenzi



Galena PbS
Huanzala Perù
coll. e foto A. Lenzi



Barite, $BaSO_4$ – Brosso (TO)



Azzurrite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ su Fluorite CaF_2, Marocco



Calcite $CaCO_3$ – Sardegna



Calcite $CaCO_3$ – Roselle (GR)



Calcite $CaCO_3$ – San Leone Cagliari Sardegna



Calcite $CaCO_3$ – Tennessee USA



Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Buriano (gesso dei tubi)



Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Nicioleta (GR)



Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ - Polonia



Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – rosa del deserto
Tunisia



Acquamarina $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ - Pakistan



Malachite botriodale $Cu_2(CO_3)(OH)_2$
Congo



Atacamite $Cu_2Cl(OH)_3$ – Atacama Cile



Rodocrosite $MnCO_3$
Uchucchacua mine perù



Rodocrosite $MnCO_3$
Huanzala mine perù



Wavellite - $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$
Arkansas



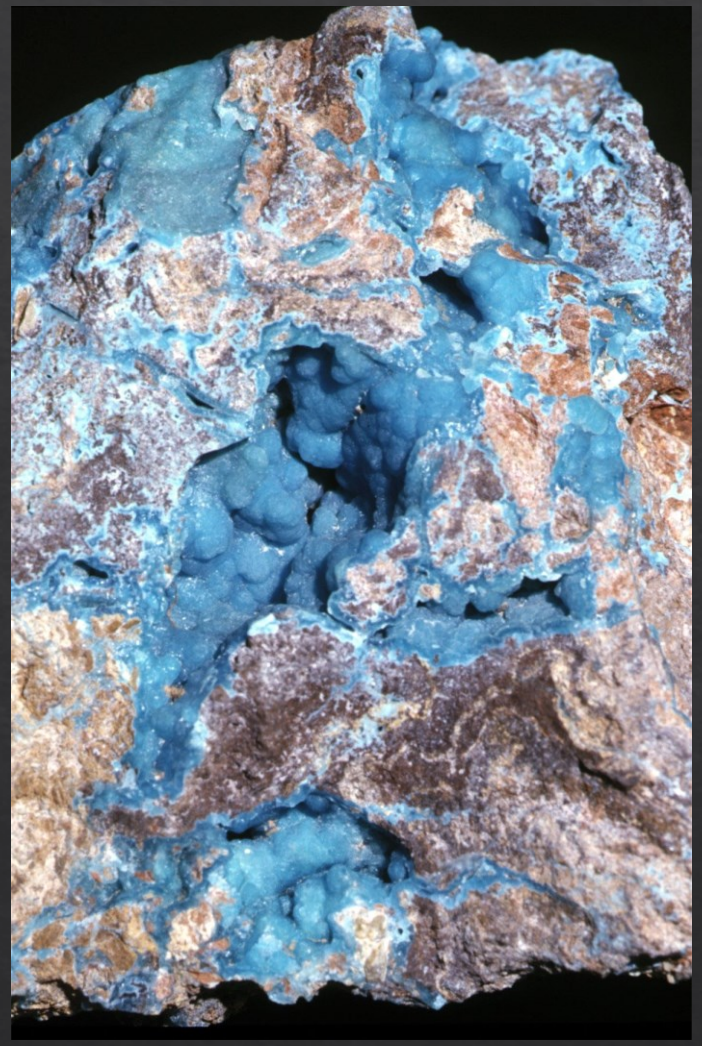
Stilbite
$Na_3Ca_3[Al_8Si_{28}O_{72}] \cdot n(H_2O)$ (n=28-32)
Poona India





Arsenopirite FeAsS - Perù

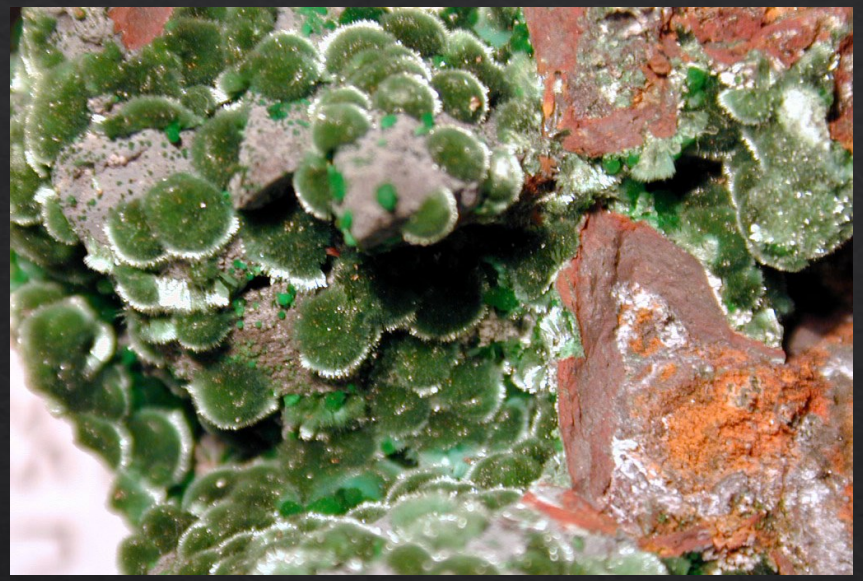
QUELLI CHE RICHIEDONO ESPERIENZA



Emimorfite – $Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot (H_2O)$
Sardegna



Smithsonite (calamina) - $ZnCO_3$
Sardegna



Brochantite, $Cu_4(SO_4)(OH)_6$, Laurion - Grecia coll. e foto A. Lenzi L=7 cm, H=4 cm, P=4 cm



Vesuvianite - $Ca_{10}Mg_2Al_4(SiO_4)_5(Si_2O_7)_2(OH)_4$ Piemonte



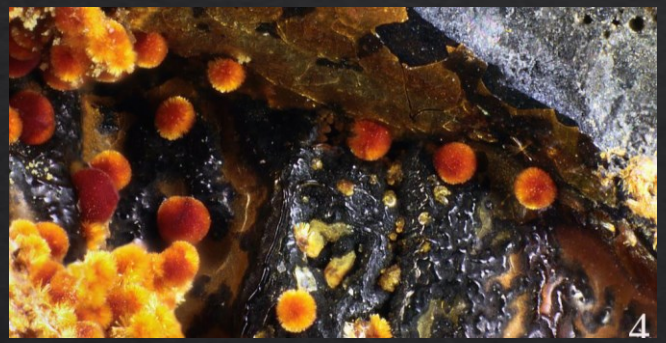
Metastibnite Sb_2S_3 - Amiata



Anglesite $PbSO_4$ in scoria di fusione - Val Canina (Sassetta)



Diaboleite, campo 3,6mm, M. d. Fucinaia, (foto Chinellato). Coll. Bonotti F.



Feroxyhyite, campo 1,4mm, Val Canina, (foto Chinellato). Coll. F. Bonotti



Paratacamite, dim. 0,66 mm, M. d. Fucinaia, (foto Chinellato). Coll. F. Bonotti



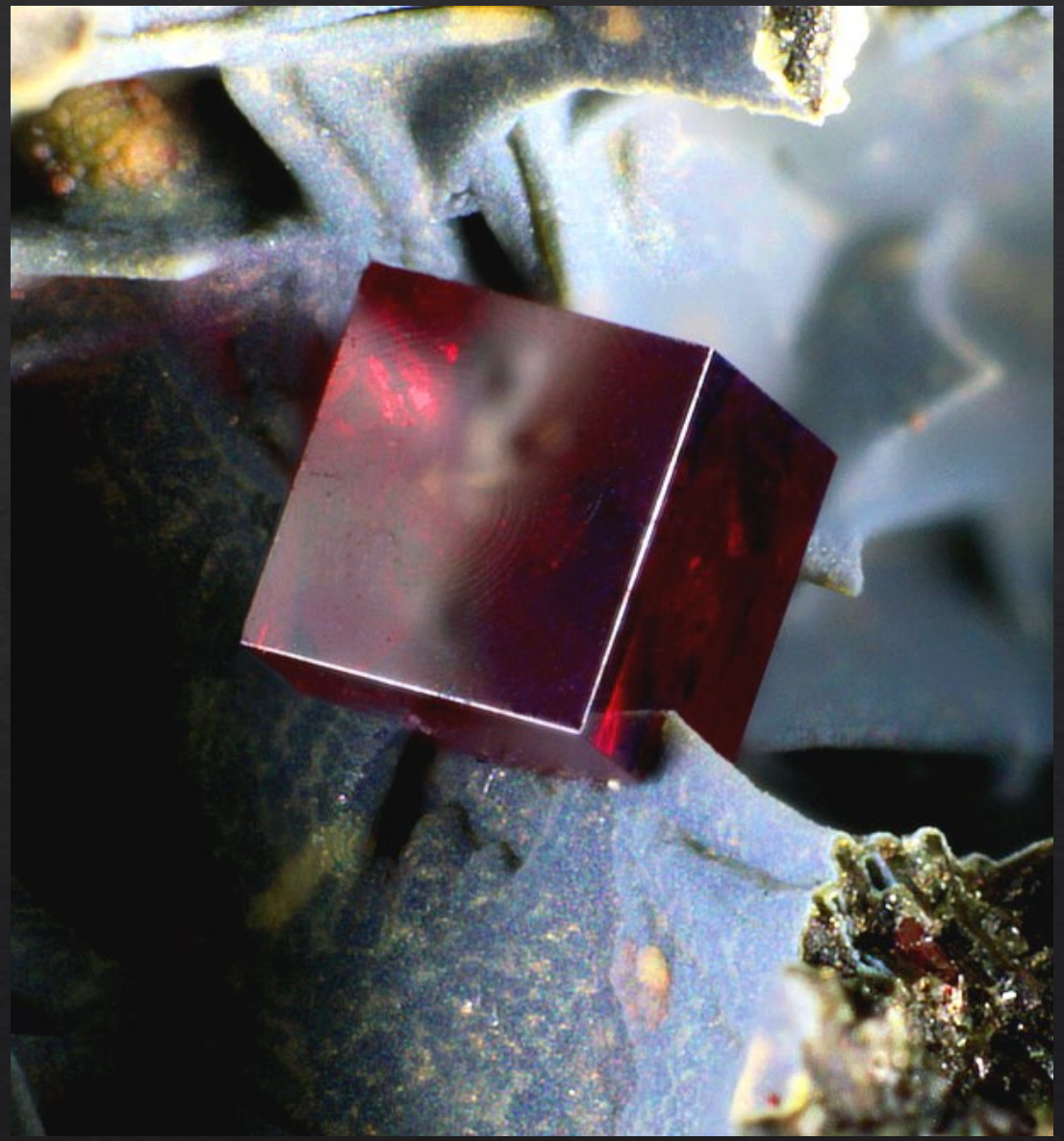
Delafossite e Cianotrichite, campo 2,47mm, M. d. Fucinaia, (foto Chinellato). Coll. F. Bonotti



Linarite $PbCu(SO_4)(OH)_2$, dim. 1,89mm, Val Canina, (foto Chinellato), coll. F. Bonotti



Brochantite $Cu_4(SO_4)(OH)_6$, dim. gruppo 1,9mm, M. d. Fucinaia, (foto Chinellato), coll. F. Bonotti



Cuprite cubica Cu_2O, dim. 0,59mm, M. d. Fucinaia, (foto Chinellato), Coll. F. Bonotti



N°	Minerale	Varietà	Come si presenta
13	Wollastonite		xx raggiati

Formula chimica
$CaSiO_3$

Località di provenienza	Tipo di reperimento
Cava Maffei - Campiglia M.ma - (LI)	Ritr. pers

data	Costo (€)	Note sul campione
1993		



N°	Minerale	Varietà	Come si presenta
66	Ortoclasio + Egirina		

Formula chimica
$KAlSi_3O_8 – NaFe^{III}Si_2O_6$

Località di provenienza	Tipo di reperimento
Mount malosa Zomba Malawi	E

data	Costo (€)	Note sul campione