

MINERALOGIA SISTEMATICA

CLASSIFICAZIONE DEI MINERALI

Abbondanza e grande raggio ionico dell'O²⁻



l'arrangiamento geometrico degli ossigeni determina in grande misura la struttura della maggior parte dei minerali contenenti ossigeno.

Altri anioni comuni: S²⁻, Cl⁻, F⁻ dominano la struttura di solfuri e alogenuri.

I cationi si combinano con anioni formando **gruppi anionici** che a loro volta dominano la struttura di altri gruppi di minerali.

Classificazione chimica basata sui cationi ⇒ NO nessuna somiglianza (né chimica, né strutturale, né per l'estrazione) fra tutti i minerali contenenti ad es. Fe.



Classificazione cristallografica: basata sull'anione o gruppo anionico predominante



classificazione chimico-strutturale



ogni gruppo di minerali ha certe proprietà comuni.

Classificazione chimico-strutturale

La classificazione di Strunz.

- si basa principalmente sull'anione o gruppo anionico dominante
- secondariamente sulla struttura interna del minerale

Qualche dato in più su quelli maggiormente importanti:

1. Elem. nativi: metallici, semi-metallici e non-metallici
2. Solfuri: anione zolfo combinato con vari cationi (es. FeS_2).
3. Alogenuri: anioni F, Cl, I combinati con vari cationi (es. NaCl).
4. Ossidi: anione ossigeno combinato con vari cationi (es. MgO , Al_2O_3).
5. Carbonati: minerali con i gruppi anionici CO_3 (es. CaCO_3).
6. Solfati: minerali con gruppi SO_x (es. CaSO_4).
7. Fosfati: con gruppi PO_x , (es. LiFePO_4).
8. Silicati: gruppi anionici SiO_4 legati fra loro in vari modi e combinati con cationi. Gruppo molto ampio e articolato

Classe 1 - Elementi nativi

leghe, carburi, nitruri, fosfuri

Non sono molto diffusi in natura.

Con l'eccezione dei gas presenti nell'atmosfera, sono soltanto 20 gli elementi che si possono trovare in natura allo stato nativo.

Tenendo conto delle varie modificazioni polimorfe, di alcune leghe XXXXXXXXXX si arriva a circa 80 specie mineralogiche.

Possono essere
ulteriormente
suddivisi in tre
sottoclassi
principali:

- Elementi metallici
- Elementi semi-metallici
- Elementi non-metallici

«Metalli»: Generalità e proprietà

Il «**metallo**» è un materiale conduttore di calore e di elettricità, capace di riflettere la luce conferendole una particolare tonalità (*lucentezza metallica*), è opaco in luce trasmessa, può essere attaccato dagli acidi (con sviluppo di H), e dalle basi, spesso con buone caratteristiche di resistenza meccanica.

Sono elementi chimici (si tratta di una delle tre categorie in cui gli elementi chimici sono suddivisi, insieme ai semimetalli e ai non metalli) oppure leghe.

Ogni metallo ha una sua temperatura di fusione: più bassa è tale temperatura, più è facile l'estrazione del metallo dai minerali che lo contengono. In particolare i primi metalli lavorati (il rame e lo stagno) hanno una temperatura di fusione relativamente bassa, ottenibile con gli antichi forni di circa 10.000 anni fa (età del rame, epoca in cui, presumibilmente, iniziò la lavorazione del rame). Successivamente (età del bronzo) lega Cu-Sn **BRONZO** (età del bronzo).

Gli elementi nativi metallici sono quasi tutti nella zona di transizione centrale della tavola periodica; sono quasi tutti di peso atomico medio o medio-alto.

Semimetalli: Generalità e proprietà

I semimetalli sono quegli elementi chimici che presentano caratteristiche chimiche tipiche dei metalli o dei non metalli a seconda che si combinino con elementi a spiccato carattere rispettivamente non metallico oppure metallico; si tratta di una categoria non rigorosamente delimitata.

I semimetalli hanno pertanto carattere anfotero, nel senso che in alcuni casi si comportano da metalli e in altri casi si comportano da non metalli.

Nella tavola periodica i semimetalli si trovano a cavallo tra i metalli e i non-metalli lungo una linea immaginaria che unisce il boro con il polonio. A sinistra dei semimetalli ci sono i metalli mentre a destra ci sono i non-metalli.

I semimetalli sono (in ordine di numero atomico crescente): boro (B), silicio (Si), germanio (Ge), arsenico (As), antimonio (Sb), tellurio (Te) e polonio (Po).

I semimetalli (come per esempio il silicio e il germanio) se presentano impurezze di altri elementi a loro vicini, come posizione nella tavola periodica, sono eccellenti semiconduttori. Come tali vengono utilizzati nella fabbricazione di transistor e circuiti integrati.

SEMIMETALLI																							
1 H 1.008																	2 He 4.0026						
3 Li 6.941	4 Be 9.0122																	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305																	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.6	53 I 126.91	54 Xe 131.29						
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.905	58 Ce 140.12	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm 144.913	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.259	69 Tm 168.930	70 Yb 173.054	71 Lu 174.967							
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu 244.064	95 Am 243.061	96 Cm 247.070	97 Bk 247.070	98 Cf 251.08	99 Es 252.083	100 Fm 257.10	101 Md 258.10	102 Lr 260.10	103 [261]	104 [261]						

Non metalli: Generalità e proprietà

I non metalli sono quegli elementi chimici che sono cattivi conduttori di elettricità e di calore.

Sono situati a destra della tavola periodica (tranne l'idrogeno che è in alto a sinistra) e presentano caratteristiche fisiche opposte a quelle dei metalli. A temperatura e pressione ambiente esistono in tutti gli stati di aggregazione della materia: possono essere allo stato gassoso (come l'ossigeno e l'azoto), allo stato liquido (come il bromo) e allo stato solido (come il carbonio e lo zolfo).

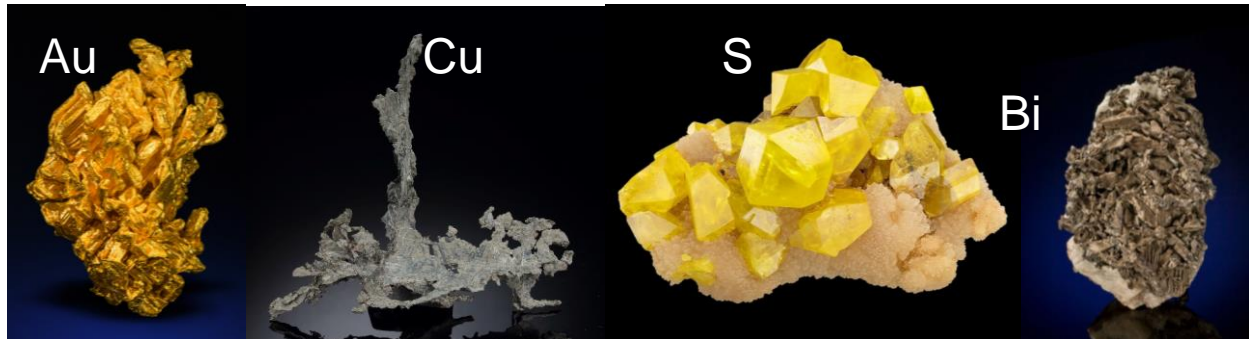
Sono non metalli i seguenti elementi (in ordine di numero atomico crescente): idrogeno (H), carbonio (C), azoto (N), ossigeno (O), fluoro (F), fosforo (P), zolfo (S), cloro (Cl), selenio (Se), bromo (Br), iodio (I), astato (At). Fanno parte dei non metalli anche i gas nobili.

NON METALLI

																		NON METALLI																											
																		5	6	7	8	9	10											18	19										
																		B	C	N	O	F	Ne											Ar	Kr										
																		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
																		Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
3	4																			5	6	7	8	9	10											18	19								
Li	Be																			B	C	N	O	F	Ne											Ar	Kr								
7	8																			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Li	Be																			Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
9	10																			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Li	Be																			Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
11	12																			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
Na	Mg																			Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36											86	87																
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											Rn	Fr																
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54											118	119																
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											286	287																
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86											118	119																
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											286	287																
87	88	89																			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71											
Fr	Ra	Ac																			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu											
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120											286	287																
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120												
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120											286	287																
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120												
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120											286	287																
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120												

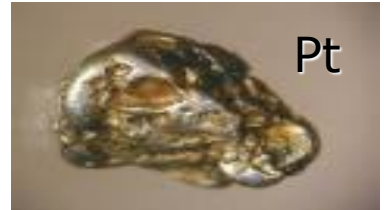
I principali elementi nativi

- **Metalli** – Oro, Argento, Rame, Platino, Palladio, Osmio, Iridio, Ferro, Fe-nickel, Stagno
- **Semi-metalli** – Arsenico, Bismuto, Antimonio
- **Non-metalli** – Zolfo, Fasi del C



Metalli nativi

- Legame metallico
- Strutture dense, cubici o esagonali
- Proprietà: teneri, malleabili, duttili, buoni conduttori di calore ed elettricità
- T_{fus} bassa per Au, Ag, Cu, Sn



NON METALLI

Zolfo

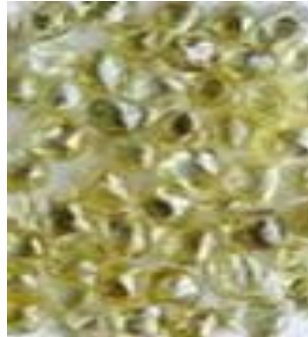


Anelli molecolari
 S_8 legati da deboli
forze di van der Waals

Diamante



Forti
legami
covalenti



Diamanti sintetici industriali

Grafite



Strati di anelli C_6 legati
da deboli forze di van
der Waals ; buona
conducibilità elettrica.

Solfuri

Proprietà

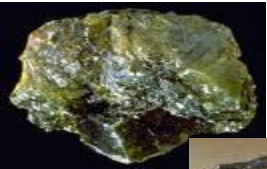
- Formati da metalli e semi-metalli combinati con lo zolfo ma senza ossigeno
- Legame covalente/semimetallico
- Opachi, con lucentezza metallica, alto peso specifico
- Sono spesso semiconduttori
- Usati per l'estrazione di metalli come Cu, Zn, Pb, Ag, Hg, As, Sb. Spesso in associazione con i metalli nativi
- Ambiente genetico riducente, povero in ossigeno

Esempi

- Pirite (FeS_2), calcopirite (CuFeS_2), sfalerite (ZnS), galena (PbS), bornite (Cu_5FeS_4), pentlandite ($(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$)



Altri solfuri comuni



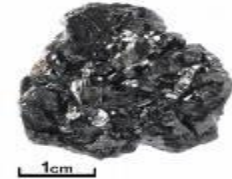
Zn



Galena



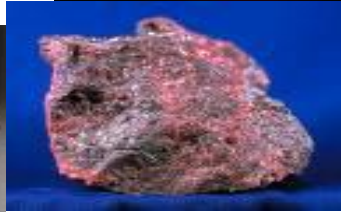
Zn >> Fe



Zn > Fe



Pt



- **Galena** PbS - denso, sfaldatura cubica
- **Sfalerite** $(Zn,Fe)S$ - forte componente covalente del legame: trasparente da incolore a gialla a nera, lustro bruno
- **Pentlandite** $(Fe,Ni)_9S_8$ - giallo-bronzo; in giacimenti magmatici
- **Cinabro** HgS - rosso vermiglio, alto PS, riflesso vitreo o pulverulento
- **Molibdenite** MoS_2 - lamelle color argento, riflesso metallico

Cinnabar HgS



Occurrence: Low temperature hydrothermal.

Uses: Principal ore of Hg



- **carattere nettamente covalente del legame, aspetto non metallico**
- **colore rosso vermiglio – rosso cupo**
- **per l'estrazione del mercurio**
- **Monte Amiata**
- **usato come pigmento (Pompei)**

Alogenuri

Proprietà

- Formati da metalli, soprattutto alcalini, legati ai grossi anioni degli alogenuri (Cl^- , F^- , Br^- , I^-)
- Legame prevalentemente ionico
- Poco colorati e teneri, sono spesso solubili in acqua
- La genesi più comune è quella EVAPORITICA, insieme a carbonati, solfati e/o borati.
- Altre genesi possibili: fumarolica, alterazione di giacimenti metalliferi

Esempi

- Halite (= salgemma, ovvero il “sale da cucina”), silvite, fluorite



SEQUENZA DI CRISTALLIZZAZIONE EVAPORITICA

1) carbonati [CaCO_3]

2) Solfati [$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$]

3) cloruri [NaCl]

Prodotto di solubilità cresce

Prodotto di solubilità: alcune sostanze (sali, idrossidi, ecc.) sono poco solubili e pertanto raggiungono quasi subito la saturazione della soluzione in cui sono disciolte. Una soluzione è detta satura quando è in presenza del corpo di fondo ovvero si è sciolta la massima quantità di soluto ad una determinata temperatura. Le sostanze poco solubili sono caratterizzate dal loro prodotto di solubilità K_{ps} definito come il prodotto dei loro ioni in soluzione satura; si tratta di una costante termodinamica, tabellata a 25°C , da cui si può ricavare la solubilità di una sostanza:



Carbonati

Proprietà

- Sono composti da metalli legati al gruppo anionico $(\text{CO}_3)^{2-}$
- Sono teneri (durezza minore di 5)
- Spesso solubili in acqua o acido con effervescenza
- Genesi: sedimentaria, magmatico-idrotermale, metamorfica (marmi)

Esempi

- Calcite, aragonite, dolomite



Solfati

Proprietà

- Sono composti da metalli legati allo ione solfato (SO_4)²⁻
- Possono contenere ossidrili (OH), oppure molecole H_2O
- Presentano ottima sfaldatura, sono teneri, hanno bassa densità e sono solubili in acqua

Esempi

- gesso, anidrite, barite,



GESO



Grotta dei Cristalli di Gesso Giganti nella miniera Naica-Peñoles, Messico

DISIDRATAZIONE DEL GESSO $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



GESO DA PRESA
(si reidrata facilmente)

ANIDRITE
(non si reidrata)



Gesso microcristallino: **ALABASTRO GESSOSO**

Gesso impuro per inclusioni di sabbia:

ROSE DEL DESERTO

Malachite $Cu_2CO_3(OH)_2$

Sistema monoclinico, rari i cristalli aciculari o fibroso-raggiati, spesso in patine o masse botroidali e reniformi.

Colore verde, semiopaca o traslucida con lucentezza da vitrea a sericea.

Estrazione di Cu, pietra decorativa, colorante naturale.



Azzurrite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

Sistema monoclinico, rari cristalli prismatici allungati o tabulari, spesso in patine e masse reniformi o terrose.

Colore azzurro o blu intenso.

Trasparente o traslucida, lucentezza vitrea tendente ad adamantina.

Estrazione di Cu, colorante naturale.



Malachite e azzurrite si possono formare anche come patine su Cu metallico e su bronzi.



Lo ione Cu^{2+} reagisce con ioni in soluzione CO_3^{2-} oppure HCO_3^- con formazione di carbonati idrati (malachite, azzurrite)



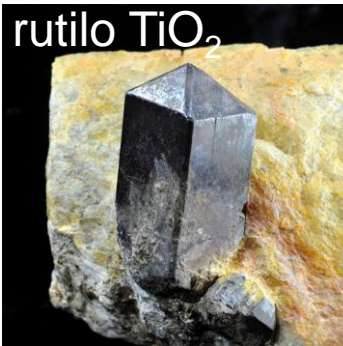
Ossidi

Proprietà

- Sono composti da ossigeno e metalli
- Legame prevalentemente ionico
- Possono formarsi per diretta solidificazione di magmi o per alterazione di minerali metalliferi
- Materie prime per estrazione dei metalli (Fe, Al, Ti, Mn, Cu, Sn...)

Esempi

- Rutilo e anatasio, pirolusite, rubino, zaffiro, ematite, magnetite



zaffiro Al_2O_3



rubino Al_2O_3

Ossidi di Fe-Ti



Rutile, anatase,
and brookite



FeTiO_3
Ilmenite



Fe_2TiO_4
Ulvöspinel
inverso



Fe_2TiO_5
Pseudobrookite

Fe^{+2}



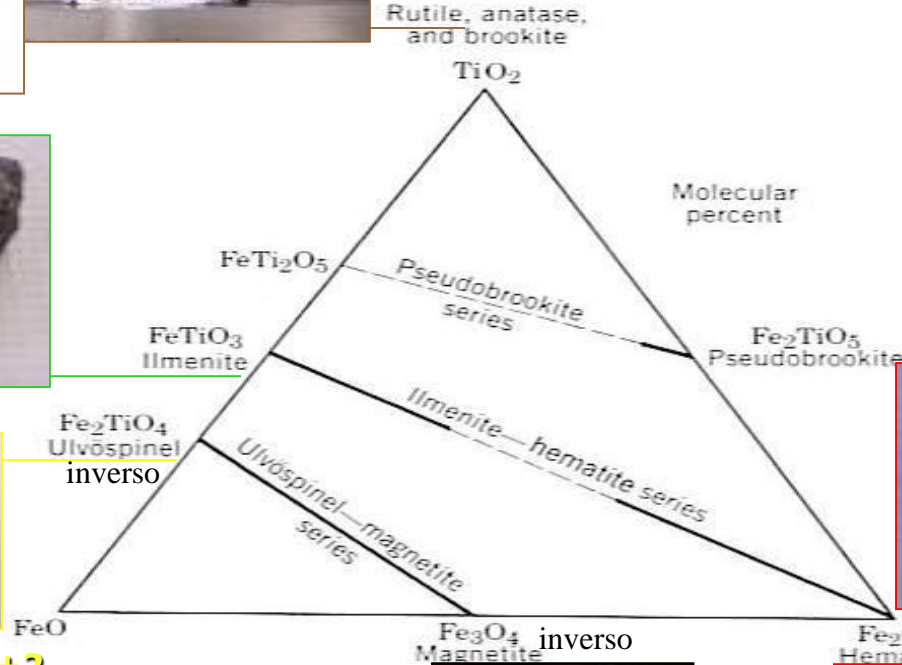
Fe_3O_4
Magnetite
inverso



Fe^{+3}



Fe_2O_3
Hematite



Fosfati

Proprietà

- Gruppo di minerali che contiene il gruppo anionico $(\text{PO}_4)^{3-}$ legato a diversi metalli
- L'apatite, fosfato di calcio $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl}/\text{F}/\text{OH})$ è il costituente minerale principale delle ossa dei vertebrati.
- I fosfati hanno diverse applicazioni industriali, ad esempio nei fertilizzanti

Esempi

- Apatite



Silicati

Proprietà

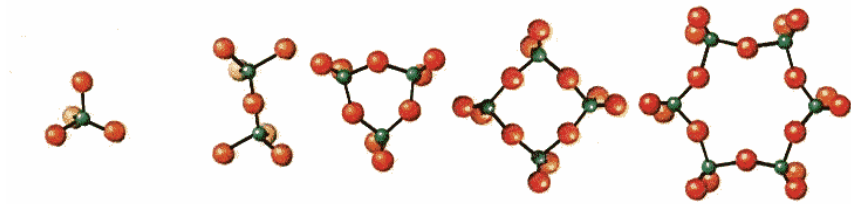
- La loro struttura è caratterizzata dalla presenza di tetraedri SiO_4 che si legano in vario modo tra loro ed a metalli, formando strutture compatte oppure aperte
- Sono i costituenti principali delle rocce silicatiche della crosta e del mantello

Esempi

- Quarzo, pirosseno, anfibolo, olivina, mica, minerali argillosi

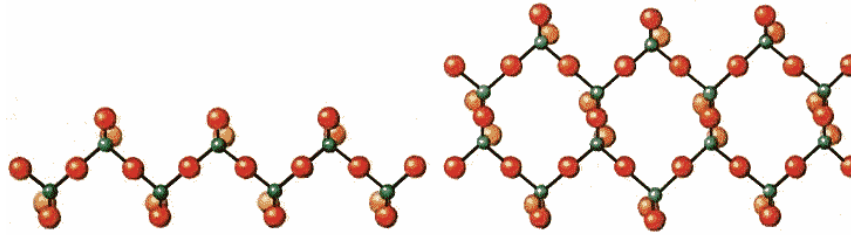


Strutture dei Silicati

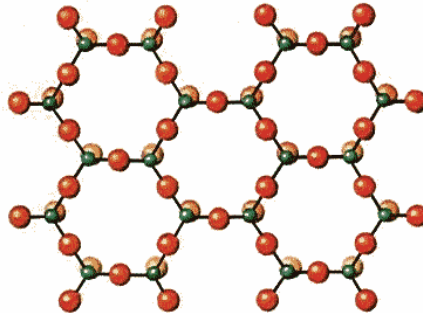


Nesosilicati

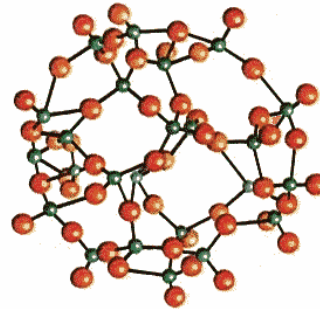
Sorosilicati



Inosilicati



Fillosilicati

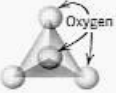

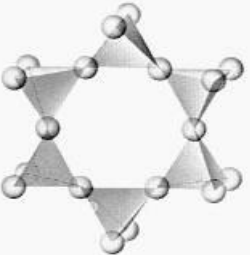
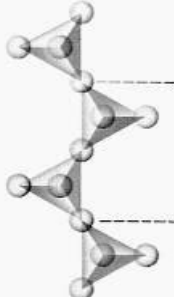


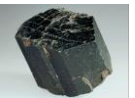
Tettosilicati

Il modo in cui si legano i tetraedri SiO₄ tra loro determina la loro struttura cristallina, la loro classificazione e le loro proprietà



Per un
ripasso:
<https://www.youtube.com/watch?v=fh-c2X7UeoU>

Class	Arrangement of SiO ₄ tetrahedra (central Si ⁴⁺ not shown)	Unit composition	Mineral example
Nesosilicates		(SiO ₄) ⁴⁻	Olivine, (Mg, Fe) ₂ SiO ₄ Granati
Sorosilicates		(Si ₂ O ₇) ⁶⁻	Hemimorphite, Zn ₄ Si ₂ O ₇ ·(OH)·H ₂ O Tormalina Elbaite
Cyclosilicates		(Si ₆ O ₁₈) ¹²⁻	Beryl, Be ₃ Al ₂ Si ₆ O ₁₈ Acquamarina Smeraldo
Inosilicates (single chain)		(Si ₂ O ₆) ⁴⁻	Pyroxene e.g. Enstatite, MgSiO ₃



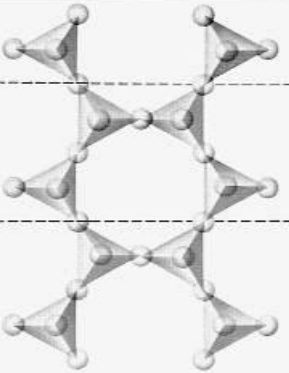

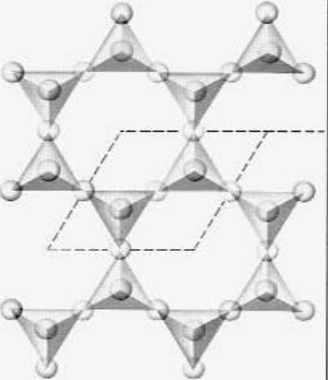

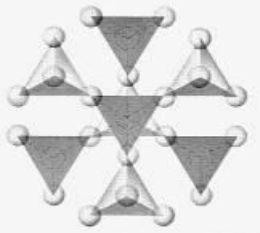
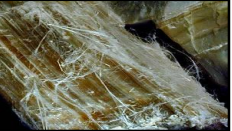



Inosilicates (double chain)		(Si ₄ O ₁₁) ⁶⁻	Amphibole e.g. Anthophyllite, Mg ₇ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	
Phyllosilicates		(Si ₂ O ₅) ²⁻	Mica e.g. Phlogopite, KMg ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	
Tectosilicates		(SiO ₂) ⁰	Serpentino (crisotilo, amianto)	
			Caolinite	
			Quarzo	
			Feldspato	

Figura 2.18. Minerali del gruppo dei silicati (in senso orario dall'alto a sinistra): feldspato, mica, pirosseno, quarzo e olivina. *Chip Clark.*

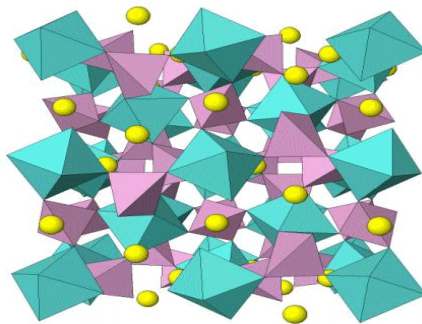


NESOSILICATI

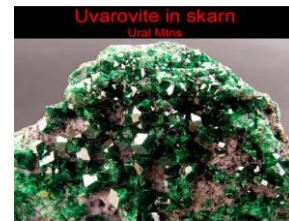
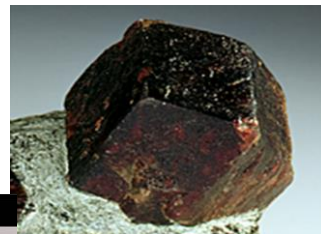


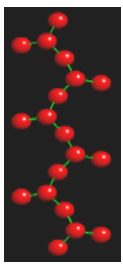
- Mg_2SiO_4 Forsterite (Fo)
- Fe_2SiO_4 Fayalite (Fa)

In basalti e peridotiti, anche del mantello



Si trovano principalmente nelle rocce metamorfiche
Hanno durezza elevata, pietre semi-preziose

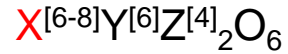
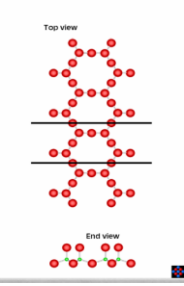




PIROSSENI

INOSILICATI

ANFIBOLI



X (o M2) = Mg, Fe²⁺, Ca, Na, Li, Mn

Y (o M1) = Mg, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn, Al, Cr³⁺, Zn, Sc, Ti⁴⁺, Ti³⁺, V³⁺, Zr

Z (o T) = Si, (Al, Fe³⁺, Ti⁴⁺)

Esempi: enstatite, ferrosilite.



W = ioni grandi come Na e K o vuoto

X = Na, Ca (coord. 8), Fe⁺², Mg (coord. 6)

Y = Mg, Fe⁺², Fe⁺³, Al, Ti⁺⁴

Esempi: tremolite, actinolite, orneblenda

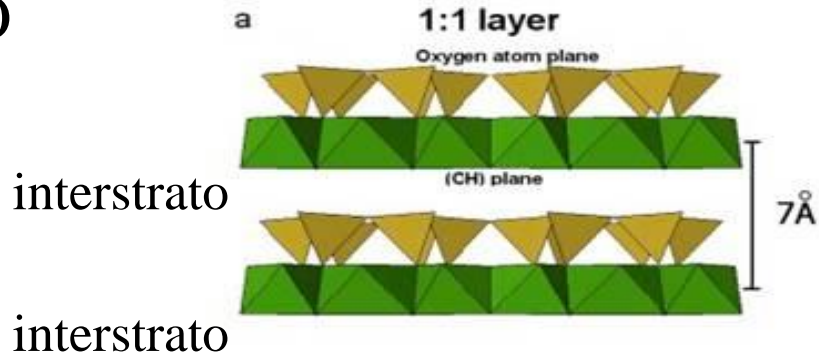


I pirosseni sono tipici di rocce ignee basiche, ultrabasiche, intermedie e metamorfiche.
Ampie soluzioni solide in entrambe le famiglie (Fe,Mg si; Ca, no).

Gli anfiboli si trovano in rocce magmatiche plutoniche e rocce metamorfiche (anfibiliti), di acidità intermedia. NO in rocce vulcaniche perché la P(H₂O) è troppo bassa.

FILLOSILICATI

TO



Fogli infiniti di tetraedri (Si_2O_5) (T)

Fogli infiniti di ottaedri (O)

tipo brucite $\text{Mg}(\text{OH})_2$

tipo gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$

Interstrato

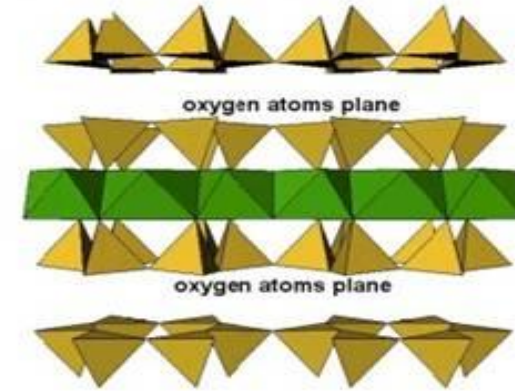
•L'asse perpendicolare ai fogli e' assunto come asse c.

•Possibile politipia.

•Tutti i fillosilicati hanno perfetta sfaldatura parallela al piano (001).

b

2:1 layer



TOT

interstrato

10Å

interstrato

Esempi di fillosilicati TO:

Serpentino $Mg_3(OH)_4Si_2O_5$, caolinite $Al_2(OH)_4Si_2O_5$



Crisotilo/asbesto



Genesi della caolinite:

- Sedimentaria: coprecipitazione di idrossidi di Si e Al
- Idrotermale

Genesi del serpentino:

- Debole metamorfismo di olivine

Esempi di fillosilicati TOT:

Talco $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$, Miche



Muscovite



Biotite

Genesi del talco:

basso metamorfismo delle olivine.

La biotite è un tipico costituente di molte **rocce magmatiche "acide"** come graniti e granodioriti.

Le biotiti sono miscele isomorfe di biotite di Fe e biotite di Mg.

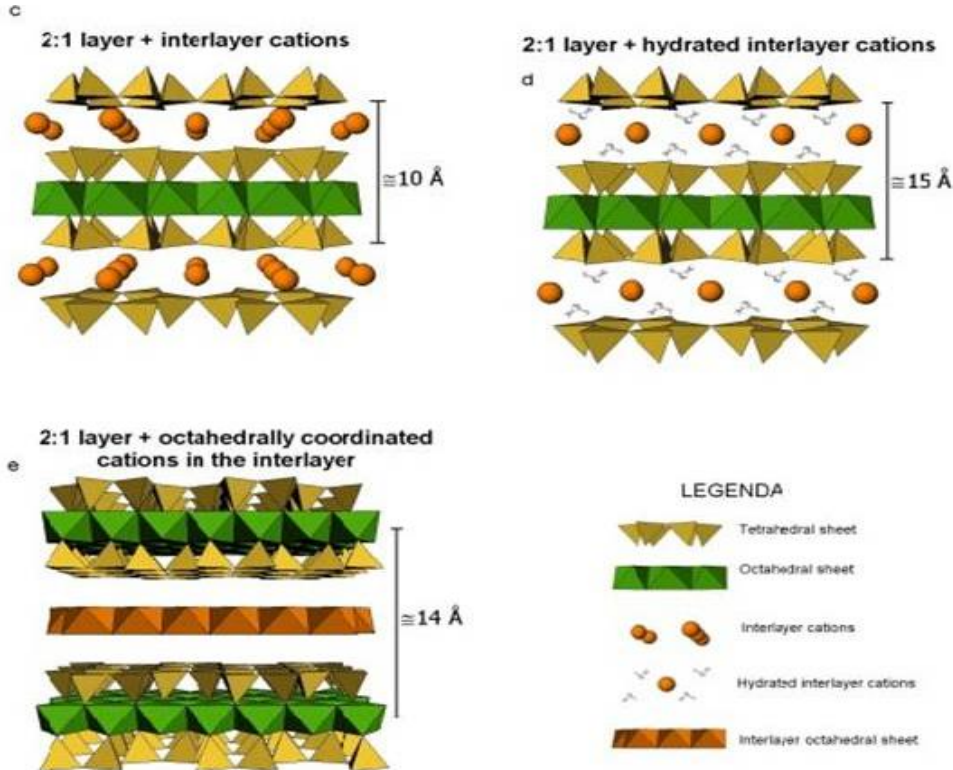
T-O-T con cationi interstrato:

Miche $c = 10\text{\AA}$

T-O-T con cationi e molecole d'acqua nell'interstrato: Fillosilicati $c > 10\text{\AA}$

Sovrapposizione di strati diversi:

Minerali a strati misti



Composizione mineralogica dell'argilla

Fra le rocce sedimentarie è la più diffusa sulla crosta terrestre.

Deriva prevalentemente dall'alterazione chimico-fisica dei feldspati (per fenomeni atmosferici o idrotermali), che perdono Na, K, Ca, Mg con conseguente arricchimento in Al e Si.

Minerali prevalenti: Fillosilicati del tipo "minerali argillosi" con cristalli di dimensioni $< 2\mu$ (es: caolinite, illite, clorite, montmorillonite, smectiti)

Minerali secondari:

- altri fillosilicati (muscovite, biotite, talco)
- quarzo
- feldspati
- carbonati
- ossidi e idrossidi di Fe e Al
- solfati (gesso)
- solfuri (pirite)
- sostanze organiche, ecc

Feldspati



T = Si, Al

A = K, Na, Ca, Ba

$KAlSi_3O_8$ ortoclasio/sanidino/microclino

$NaAlSi_3O_8$ albite

$CaAl_2Si_2O_8$ anortite



Cristallochimica complessa:

-soluzioni solide (Plagioclas) e feldspati alcalini

-polimorfismo ordine-disordine e distorsivo.

Sono i minerali più abbondanti sulla crosta terrestre in rocce ignee intrusive ed effusive e metamorfiche.

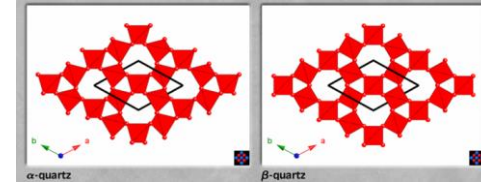
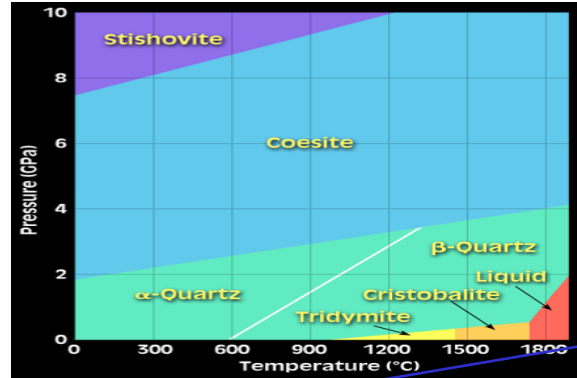
Tettosilicati

Fasi della SiO_2

Caratterizzate da diffuse relazioni di:

Polimorfismo Distorsivo

Polimorfismo Ricostruttivo



Il quarzo α è la forma stabile sulla crosta terrestre. All'aumentare della T si trasforma nella fase β , che a sua volta si trasforma in tridimite e poi in cristobalite.

All'aumentare della P, il quarzo α si trasforma in coesite e poi stishovite. Nella stishovite il Si non è più coordinato 4, ma 6.

Zeoliti

Vedi Arletti

Il quarzo è comune e abbondante in varie rocce (è assente solo nelle rocce ultrafemiche ed è raro nelle rocce femiche).

E' abbondante nelle rocce acide (cioè ricche in Si) vulcaniche e plutoniche, nelle metamorfiche metapeliti e quarziti.

Nelle rocce sedimentarie è presente nelle sabbie, nelle selci, nelle argille.

Spesso contiene inclusioni fluide.

Esiste in varietà di livello gemmologico.

E' piezoelettrico ed è quindi usato come oscillatore per controllare le radiofrequenze (orologi).

Si sfrutta nell'industria del vetro e per materiali da costruzione.

SILICE IDRATA, AMORFA, MICROCRISTALLINA

Come abbiamo visto finora, i minerali sono quasi tutti cristallini; tra i pochi che non lo sono, alcuni sono vetri (es. ossidiane?? Roccia??), altri sono gel. Tra questi ultimi, abbastanza frequente in natura è il gel di silice, cioè una sostanza sostanzialmente amorfa di composizione $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

La fase mineralogica corrispondente è l'OPALE, che contiene una quantità di acqua variabile dal 3 al 10%, e ha una durezza Mohs circa 6, cioè poco inferiore a quella del quarzo (7).

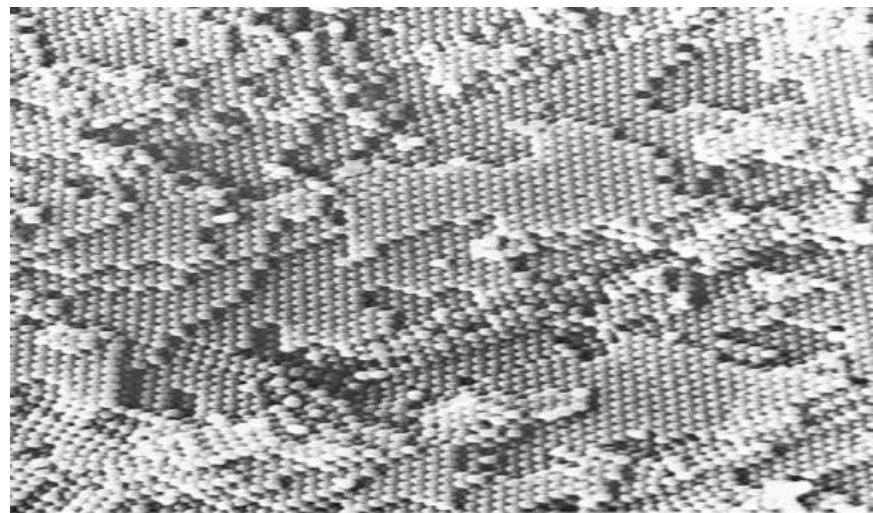


Immagine al TEM

Opale (quasi del tutto non cristallino): $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Opale amorfo; può contenere fino a 10% H_2O .

E' costituito da una distribuzione compatta di sfere di silice ($\sim 3000\text{\AA}$).

L'opale si forma nelle hot springs. Molti organismi sono in grado di produrre opale bio-mineralizzato per le loro conchiglie e gusci (es. diatomee)

La fase ultima della trasformazione dell'opale in tempi geologici è una massa microcristallina di quarzo, cioè un CALCEDONIO.

Il termine calcedonio viene usato genericamente per indicare masse microcristalline di quarzo, ma viene usato soprattutto per le masse non zonate.

Se il colore è rosso si usa il termine **CORNIOLA**.

Le masse zonate che in sezione presentano una struttura a bande sono dette **AGATE**, oppure **ONICI**, se la differenza di colore tra le bande è molto marcata

AGATA

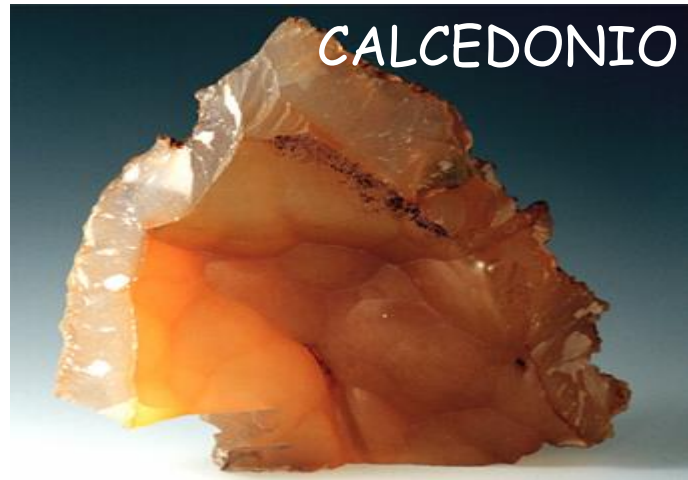




OPALE



AGATA



CALCEDONIO

In passato la selce ha segnato momenti importanti nella storia dell'uomo. Nell'eta' della pietra era il materiale piu' ricercato per realizzare punte di freccia, raschiatoi ed altri oggetti. La sua varieta' scura, la selce piromaca, e' comunemente nota come "pietra focaia". Per moltissimo tempo e' stata utilizzata come accendino per la facilita', se percossa, di produrre scintille.



SELCE

Genesi sedimentaria di origine biogenica costituita prevalentemente da silice amorfa. Frattura concoide come l'ossidiana.