CENNI DI MINERALOGIA



La parte solida della Terra e dei corpi planetari di tipo terrestre accessibili all'uomo (meteoriti, rocce lunari) è formata da 88 elementi che si ritrovano in circa 2000 combinazioni omogenee (composti e soluzioni chimiche) e più raramente come elementi puri.

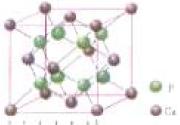
Cos'è un minerale?

E' una sostanza cristallina che esiste in natura con una composizione chimica definita e una struttura regolare. Quasi tutti i minerali si presentano allo stato solido e cristallino; in pratica gli atomi (o ioni) che ne costituiscono la struttura sono distribuiti nello spazio in modo ordinato e sistematico; talora l'ordinamento interno si manifesta anche all'esterno: abbiamo così minerali a forma di poliedri geometrici più o meno regolari che si dicono cristalli.

In una sostanza cristallina, gli atomi (mattoncini interni) seguono una disposizione geometrica ordinata e regolare sia a lungo che a corto raggio.

Cos'è una roccia?

I minerali si trovano di solito aggregati tra loro in corpi geologici, complessi e di notevoli dimensioni, che costituiscono le rocce.



Struttura della fluorite.

Rappresentiamo gli ioni come delle sferette con raggio variabile a seconda del numero atomico: gli ioni restano uniti grazie alla forza di attrazione che si sviluppa tra le cariche di segno contrario; ogni ione tende a circondarsi del maggior numero di ioni di segno opposto; la disposizione degli ioni dipende esclusivamente dal volume relativo di questi.

A seconda del tipo di disposizione che questi ioni assumono nello spazio, si riconoscono delle unità fondamentali o celle che si ripetono nel tempo.

Un cristallo è quindi formato da tante piccole celle elementari che si ripetono ordinatamente e regolarmente nello spazio.

Le distanze tra gli ioni o tra le celle sono di pochi Angstrom e sono state studiate tramite l'uso dei raggi X. $1 \text{ Angstrom} = 10^{-8} \text{ cm}$

Perché i raggi X?

Perché i raggi X dispongono di lunghezze d'onda con grandezza dello stesso ordine della cella elementare; quindi sono in grado di penetrare e attraversare un reticolo cristallino.

Simmetria dei cristalli:

L'ordinamento sistematico assunto dalla materia allo stato cristallino consente di individuare gli elementi di simmetria dei corpi da essa formati (assi, piani e centri di simmetria).

Sistemi e classi cristallografiche:

La reciproca associazione degli elementi di simmetria cristallina da origine alle 32 classi cristalline. Con la riunione delle varie classi, in gruppi distinti per assi di simmetria del medesimo ordine, si formano 7 sistemi cristallini, ciascuno dei quali può essere caratterizzato da un tipo particolare di costanti cristallografiche.

Il cristallo è formato da un insieme di facce, spigoli e vertici disposti secondo la simmetria caratteristica della sostanza componente.

Paramorfosi e pseudomorfosi

Tramite il processo della paramorfosi, accade a volte che, nel passare da una ad altra modificazione polimorfa, permanga la morfologia della prima, pur essendo variata la disposizione strutturale degli atomi.

QUARZO alfa con la forma del QUARZO beta che cristallizza sopra i 573°C, o con la forma della TRIDIMITE che cristallizza sopra gli 870°C.

Tramite il processo della pseudomorfosi il minerale è sostituito da un altro di diversa composizione chimica, di cui però mantiene la forma esterna.

LIMONITE -----→ PIRITE.

Proprietà fisiche dei minerali

Dipendono dalla sua composizione chimica e dalla sua struttura cristallina.

<u>PESO SPECIFICO</u>: indica, a parità di volume, quante volte il suo peso supera quello dell'acqua. La maggior parte dei minerali a peso specifico inferiore a 10, il max è 22,5 dell'osmio metallico.

<u>DUREZZA</u>: proprietà di opporsi a sollecitazioni meccaniche che tendono a scalfirli o a penetrarli. Scala di Mohs: 10 diamante, 9 corindone, 8 topazio, 7 quarzo, 6 ortoclasio, 5 apatite, 4 fluorite, 3 calcite, 2 gesso, 1 talco.

SFALDATURA: rottura secondo superfici piane e parallele

FRATTURAZIONE: rottura secondo superfici irregolari

<u>TENACITA</u>': proprietà che definisce il modo in cui un minerale si deforma quando è sottoposto a sollecitazioni meccaniche. Abbiamo così minerali fragili, duttili, malleabili,...

LUCENTEZZA: metallica, non metallica; vitrea, opaca.

Elementi nativi

Questa prima classe comprende gli elementi chimici che si trovano in natura allo stato nativo, rappresentati in prevalenza, da elementi metallici (*oro*, *rame*, *mercurio*), da elementi non metallici (carbonio, zolfo) e da pochi e rari elementi semimetallici (*arsenico*, *antimonio*, *tellurio*).

Metalli, in genere hanno un alto peso specifico, buoni conduttori elettrici e termici, lucentezza metallica e marcata malleabilità.

L'ORO si trova in prevalenza in due tipi principali di giacimenti: vene idrotermali (molto spesso entro rocce granitiche ed associato a quarzo e pirite) e in depositi alluvionali (formati per il lento accumulo di particelle aurifere trasportate dalle acque.

L'ARGENTO riflessi di colore bianco, in lamine molto fini che divengono azzurre per trasparenza. Presenta spesso alterazioni superficiali di ossido o di solfuro che gli conferiscono un colore grigionerastro.

Il RAME di colore rosso tipico si presenta sempre alterato con una patina verde o azzurra dovuta ai carbonati basici di rame (malachite e azzurrite).

Non metalli, i più sono polimorfi; in natura se ne trovano le modificazioni più stabili alle condizioni ambientali.

Lo ZOLFO in natura si trova solitamente nella forma alfa stabile sotto i 95°C. In taluni luoghi e possibile trovarlo anche nelle forme metastabile beta e gamma..

La sua struttura è formata da una cella elementare di 16 anelli ciascuno costituito da 8 atomi di zolfo.

La GRAFITE è costituita di carbonio puro, nella sua varietà polimorfa stabile alle condizioni ambientali. Gli atomi si dispongono in strati di esagoni in modo che ciascun carbonio di un piano è legato ad altri tre a 1,42 A. Gli strati però, distano tra loro 3,40 A e sono legati da deboli legami tipo Van der Waals; ciò spiega la facile sfaldatura.

Il DIAMANTE è formato di carbonio puro, inattacabile da acidi. Il legame si instaura fra atomi di carbonio distanti 1,54 A.

I diamanti sono presenti in giacimenti primari dell'Africa meridionale entro camini verticali di roccia basica ricca di olivina (Kimberlite).

1 carato = 0.2 grammi.

Corona inglese 106 carati,

il Fiorentino 139 carati,

Nell'Africa sono state estratte pietre di notevoli dimensioni come l'Excelsior 971 carati (194 gr) e il Cullinam 3024 carati (604 gr) successivamente frazionato.

Solfwri

Minerali formati dalla combinazione di metalli e/o semimetalli con zolfo. Sono caratterizzati da aspetto metallico, alto peso specifico e opacità; costituiscono la maggior parte dei minerali di importanza industriale.

BLENDA

CALCOPIRITE, struttura paragonabile a quella della blenda; l'unica diversità è che, nella Calcopirite gli atomi di zinco sono sostituti da atomi di ferro e rame.

GALENA, caratteristica è la sfaldatura perfetta secondo le facce di un cubo (*sistema cubico*). I giacimenti sono in genere di origine idrotermale sebbene ne esistano anche di origine metasomatica e sedimentaria. La produzione mondiale di piombo deriva essenzialmente da tre minerali: CERUSSITE PbCO₃, ANGLESITE PbSO₄ e soprattuto GALENA PbS.

CINABRO, HgS utilizzato prima come colorante successivamente utilizzato come materia prima per l'estrazione del mercurio.

PIRITE, FeS₂; il colore è giallo oro spesso le superfici assumono un colore marrone-giallognolo Per alterazione a limonite, luncentezza metallica.

Alogenuri

Sono minerali, in genere di composizione chimica semplice, incolori o debolmente colorati, piuttosto teneri e spesso solubili in acqua.

La struttura è retta da legami a carattere prevalentemente ionico.

La formazione è avvenuta per evaporazione di bracci marini o di laghi salati, come prodotti secondari di processi di alterazione, per sublimazione in ambiente vulcanico subaereo e come minerali idrotermali.

La deposizione di sali per effetto "evaporazione" procede in relazione alla solubilità:

- il primo a depositarsi è il carbonato di calcio CaCO₃,
- il secondo a depositarsi è il solfato in forma di gesso CaSO₄ * 2H₂O e di anidride CaSO₄,
- il terzo è il cloruro di sodio NaCl,
- infine Sali potassici e magnesiaci mescolati ad una quantità minima di salgemma residuo.

Tra gli alogenuri il più comune è il SALGEMMA NaCl, cristallizza nel sistema cubico, classe esacisottaedrica. I cristalli sono incolori e trasparenti; se vi è la presenza di ossidi di ferro possono assumere una colorazione rossa o gialla.

Altri alogenuri:

- SILVINA KCl,
- FLUORITE CaF₂

La fluorite si presenta in perfetti cristalli del sistema cubico. E' un minerale con struttura semplice; gli ioni calcio si distribuiscono secondo un reticolo cubico a facce centrate, mentre gli ioni-fluoro si collocano al centro degli otto cubetti in cui si può suddividere la cella elementare.

Ogni fluoro è circondato da quattro ioni-calcio in disposizione tetraedrica; ogni calcio da otto ioni-fluoro secondo la coordinazione 4:8.

La fluorite può assumere diverse colorazioni, la più comune è quella violetta. E' un minerale trasparente o traslucido con lucentezza vitrea.

Ossidi e Idrossidi

Sono compresi in questa classe gli ossidi veri e propri formatesi per la combinazione dell'ossigeno con cationi metallici; gli idrossidi in cui compaiono ioni ossidrilici; gli ossidi idrati, caratterizzati dalla presenza di molecole di acqua all'interno del reticolo.

Gruppo degli spinelli $X^{2+}O * Y_2^{3+}O_3 X = Ni, Zn, Mg, Fe^{2+}$ $Y = Al, Cr, Fe^{3+}$

SPINELLO MgO * Al₂O₃ MAGNETITE FeO * Fe₂O₃

Gruppo del corindone X₂O₃

CORINDONE Al₂O₃ 9 nella scala di Mohs, fonde a 2050°C.

Le varietà perfettamente trasparenti e con colorazione di grande purezza, denominate corindone nobile costituiscono pietre preziose; ricordiamo lo zaffiro (azzurro), e il rubino orientale (rosso sangue).

EMATITE Fe₂O₃ cristalli con abbondanza di forme e di abiti, forse associabili alla T di formazione. E' un minerale di fondamentale importanza per l'estrazione del ferro. Isola d'Elba. Forma bellissime composizioni chiamate rose di ferro; cristalli lamellari che si accrescono l'uno sull'altro. In passato usata per scalfire, scrivere (matite).

Gruppo del rutilo XO₂

RUTILO TiO₂

Gruppo dell'uranite

Idrossidi e idrati; i miscugli di idrossidi e di ossidi idrati di alluminio prendono il nome di BAUXITE, quelli di ferro invece LIMONITE.

GOETHITE FeO(OH) LEPIDOCROCITE è il suo polimorfo.

Borati

Minerali dalla struttura caratterizzata da gruppi triangolari BO₃ e da gruppi tetraedrici BO₄, variamente collegati fra loro.

I giacimenti del minerale (come tutti i giacimenti di Sali solubili) si producono in condizioni climatiche particolari (zone desertiche e molto aride).

La Toscana è interessata da emanazioni vulcaniche di acido borico, borati di calcio e magnesio, che vanno a depositarsi intorno alle fumarole e alle terme minerali.

I principali minerali del boro sono:

- BORACE $Na_2[B_4O_5(OH)_4]+8H_2O$,

- BORACITE $Mg_6B_{14}O_{26}Cl_2$,

- COLEMANITE $Ca[B_3O_4(OH)_3]*H_2O$.

Mitrati

Contengono nella loro struttura il gruppo NO₃; sono Sali dell'acido nitrico.

Sono minerali assai simili ai carbonati ma con una stabilità minore dovuta all'aumento della polarità degli atomi di ossigeno che circondano l'azoto pentavalente.

NITRATINA NaNO

Cristallizza nella classe ditrigonale scalenoedrica ed è una struttura analoga a quella della calcite. E' incolore o solo leggermente colorata in alcuni casi; lucentezza vitrea. Solubile in acqua.

Carbonati

Minerali molto diffusi privi in genere di colorazione propria, si presentano bianchi, incolori o leggermente colorati a meno che non contengano cobalto, ferro o rame. Si riconoscono facilmente perché vengono sciolti da acido cloridrico e rilasciano anidride carbonica.

Gruppo calcite – aragonite.

CALCITE, ARAGONITE CaCO₃

Polimorfismo

Questo fenomeno si ha quando due o più minerali che presentano la stessa composizione chimica hanno una diversa struttura cristallina, una diversa "forma".

Questo perché nel passare allo stato cristallino un elemento o un composto chimico organizza i suoi atomi o ioni in una struttura che è funzione sia delle caratteristiche degli atomi ma anche delle condizioni al contorno (del sistema): Temperatura e Pressione.

DOLOMITE CaMg(CO₃)₂

SIDERITE FeCO₃
CALCITE CaCO₃

La calcite cristallizza nel sistema trigonale (stabile a pressioni più basse), l'aragonite cristallizza nel sistema rombico.

Calcite limpida e trasparente nella varietà chiamata spato d'Islanda.

Minerali trasparenti

Se un raggio di luce attraversa un cristallo di salgemma, l'effetto è lo stesso che si osserva quando il raggio attraversa una massa d'acqua: se arriva perpendicolarmente alla superficie, il raggio non subisce deviazioni; se invece è inclinato esso devia secondo l'indice di rifrazione. Il fenomeno è detto rifrazione semplice e il salgemma viene detto otticamente isotropo.

Nei minerali appartenenti agli altri sistemi, il raggio che attraversa il cristallo si suddivide in due rami. Il fenomeno prende il nome di doppia rifrazione, i minerali interessati sono detti otticamente anisotropi e vengono detti birifrangenti. I due raggio così generati si comportano in modo diverso; uno segue le leggi dell'ottica (raggio ordinario), l'altro devia secondo leggi proprie (raggio straordinario).

Gruppo dei carbonati basici

AZZURRITE Cu₃(CO₃)₂(OH)₂ Si presenta con cristalli azzurri ricchi di faccette ad abito Prismatico appartenente al sistema monoclino.

Si trasforma in malachite per addizione di una molecola d'acqua e perdita di una molecola di anidride carbonica, anche se è un minerale più raro della malachite stessa. Nel Medioevo era utilizzato in pittura come pigmento.

Essenzialmente si nota nella formula un atomo di rame in meno nella malachite.

MALACHITE Cu₂CO₃(OH)₂ Appartiene al sistema monoclino ma è in genere mal cristallizzata. Colore verde.

Solfati, Cromati, Molibdati e Wolframati

Sono minerali di aspetto non metallico con bassa densità e birifrangenza; poco duri specialmente quelli contenenti ossidrili o acqua.

Il gruppo anionico è formato da un tetraedro di ossigeno con un atomo di S, Cr, Mo, W nell'interno.

Solfati anidri:

ANIDRIDE CaSO₄
BARITINA BaSO₄
CELESTINA SrSO₄
ANGLESITE PbSO₄

Solfati idrati:

GESSO CaSO₄*2H₂O EPSOMITE MgSO₄*7H₂O

Cromati:

CROCOITE PbCrO₄

Molibdati e wolframati:

WOLFRAMITE (Fe, Mn)WO₄ SCHEELITE CaWO₄

Fosfati, arsenicati e vanadati

In questa classe sono compresi numerosi minerali con analogie cristallochimiche che determinano il formarsi di numerose serie isomorfe. Strutturalmente si caratterizzano per la presenza di gruppi tetraedrici PO₄, AsO₄, VO₄.

APATITE $Ca_5(PO_4)_3(OH, F, Cl)$

PIROMORFITE Pb₅(PO₄)₃Cl

TURCHESE $CuAl_6(OH)_8(PO_4)_4*4H_2O$

Sillicatti

Minerali formati essenzialmente da gruppi tetraedrici SiO₄ uniti tra loro direttamente o per mezzo di cationi.

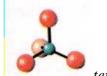
La maggior parte dei silicati sono costituenti delle rocce magmatiche, formatesi a temperature e pressioni elevate. Alcuni chiari esempi di silicati di natura magmatico sono:

- quarzo,
- feldspati,
- miche.

Un'altra serie di silicati ha origine nelle rocce metamorfiche; alcuni si presentano con ossidrili come i serpentini, il talco, etc...

Nell'ambiente sedimentario invece si formano raramente i silicati; fra i più importati citiamo il quarzo e alcune specie di minerali argillosi.

Un silicato può essere rappresentato in cristallochimica come uno scheletro di tetraedri SiO₄, che si può presentare ripieno di cationi in un caso, di cationi e molecole di acqua in un altro.

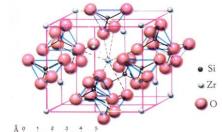


tetraedro SiO4

Il legame Si—O è di natura quasi totalmente covalente; gli ossigeni sono disposti nelle direzioni delle valenze del silicio; cioè nei vertici di un tetraedro avente 2,6 Å di spigolo.

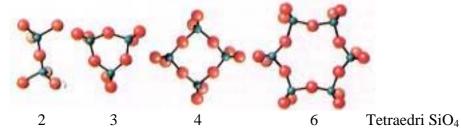
I tetraedri si uniscono fra loro per i vertici, come avviene per la polimerizzazione, dando luogo ai vari tipi strutturali dei silicati:

NESOSILICATI; i tetraedri sono isolati e uniti fra loro tramite dei cationi addizionali. ZIRCONE.

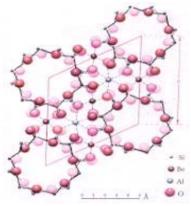


struttura dello ZIRCONE Zr(SiO₄)

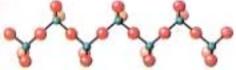
SOROSILICATI: Si uniscono due, tre, quattro o sei tetraedri per i vertici. Nel caso siano 3, 4 o 6 tetraedri, si uniscono formando anelli chiusi.



BERILLO Al₂B₃Si₆O₁₈

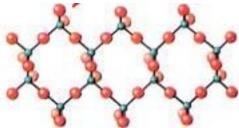


INOSILICATI: i tetraedri si uniscono dando luogo a catene semplici o doppie.



Catena semplice.....PIROSSENI $XYSi_2O_6$ X = Ca, Mn, Na, K Y = Mg, Fe, Al

DIOPSIDE..... contiene calcio e magnesio AUGITE...... contiene ferro e alluminio



Catena doppia.....ANFIBOLI

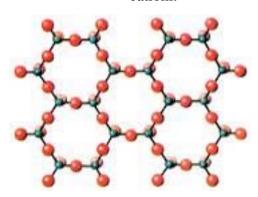
 $X_2Y_2(OH,F)_2[(Si,Al)_4 O_{11}]_2$

X = Ca, Na, K

Y = Mg, Fe, Al, Mn

ORNEBLENDA

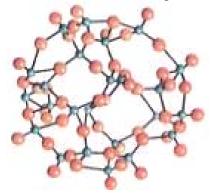
FILLOSILICATI: unendo tre vertici di ogni tetraedro con i vertici del vicino tetraedro si ottiene un fillosilicato. Si formano degli strati (piani) che sono uniti fra loro per mezzo di cationi.



ogni tetraedro ha 3 atomi di ossigeno legati ad atomi di silicio; il quarto atomo di ossigeno appartenente a ciascun tetraedro si lega ad altri cationi (legame più debole).

GRUPPO DELLE MICHE:

MUSCOVITE KAl₂(OH)₂AlSi₃O₁₀ BIOTITE K(Mg,Fe)₃(OH)₂AlSi₃O₁₀ TECTOSILICATI: i tetraedri si uniscono tra loro formando un reticolo tridimensionale; tutti e 4 gli Ossigeni sono legati ad un atomo di silicio.



QUARZO: SiO₄

Cristallizza nella classe trigonale trapezoedrica. Stabile fino alla temperatura di 573°C. Le forme polimorfe più diffuse sono:

- il quarzo,
- la tridimite,
- la cristobalite.

Il quarzo non presenta piani di sfaldatura ma una frattura concoide. La durezza è 7. Otticamente uniassico positivo con birifrangenza debole.

Altri tectosilicati: $OPALE SiO_2 + nH_2O$