



ROQUES I MINERALS

U3. MATERIALS DE LA LITOSFERA

CONTENTS

01

Què és un
mineral?

02

Cristal·lografia:
nocions
bàsiques

03

Cristal·loquímica
: nocions
bàsiques



CONTENTS

04

Propietats dels
minerals

05

Evolucions
mineralògiques

06

Estudi i
identificació dels
minerals

CONTENTS

07

Sistemàtica
dels minerals

08

Silicats més
abundants

09

De minerals a
roques

Què és un mineral?

Or

Què és un mineral?

1.1 Què és un



Un mineral és un sòlid homogeni, normalment inorgànic, que es presenta de manera natural i que té una estructura atòmica ordenada i una composició química definida o que varia dins de certs límits. Això li confereix una sèrie de propietats físiques i unes característiques determinades.

Actualment hi ha reconeguts uns tres mil minerals.

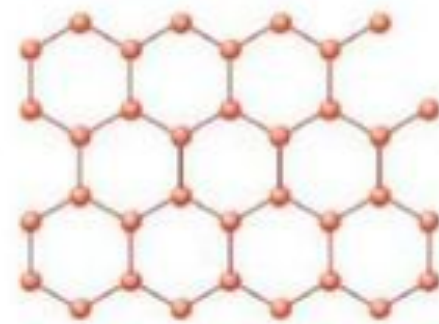
1.1 Què és un mineral?



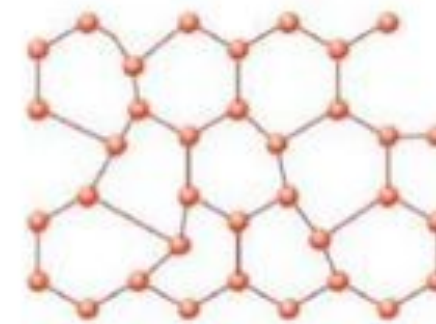
NO SON MINERALS:

- productes sintètics
- substàncies mineraloides
 - amorfes, sense estructura interna ordenada (òpal, calcedònia, petroli, metà)
 - compostos formats orgànicament (carbonat de calci conques mol·luscs o perles - aragonita) idèntics als minerals creats per processos inorgànics.

Materia cristalina y Materia amorfa



Materia cristalina



Materia amorfa



Fluorita



Ópalo

1.1 Què és un mineral?

Origen dels minerals

1

CRISTALITZACIÓ FLUIDS

- refredament de materials fesos d'origen magmàtic (olivines, piroxens, feldspats, etc.)
- evaporació a partir d'una dissolució aquosa (halita, guix)
- sublimació de vapors (sofre).

2

TRANSFORMACIONS SÒLIDS

- canvis en les condicions ambientals:
 - pressió (P)
 - temperatura (T)

Geodes

Són cavitats rocoses en certes roques volcàniques i sedimentàries en les quals han cristal·litzat minerals que han estat conduïts fins a ella dissolts en aigua subterrània



1.1.1 Agregats cristal·lins

Una drusa és una formació mineral en la qual els cristalls d'un o més tipus de minerals s'organitzen al voltant d'un nucli que sol ser un altre cristall.



1.1.1 Agregats cristal·lins

Una macla és una associació de diversos cristalls d'un mateix mineral que presenten relacions cristal·logràfiques entre ells.



1.2 Què és una roca?

ROCA

Associació d'un o més minerals (i materia no mineral) que conserven les seves propietats de manera individual.

Una roca es caracteriza per la presència de determinats minerals, en proporcions diferents segons el tipus de roca. Les roques poden estar formades per un sol mineral, com ara el guix o la calcària, o per diversos minerals, com el granit.



1.3 Importància dels minerals



O1

VALOR ECONÒMIC

- pedres precioses
- menes

O2

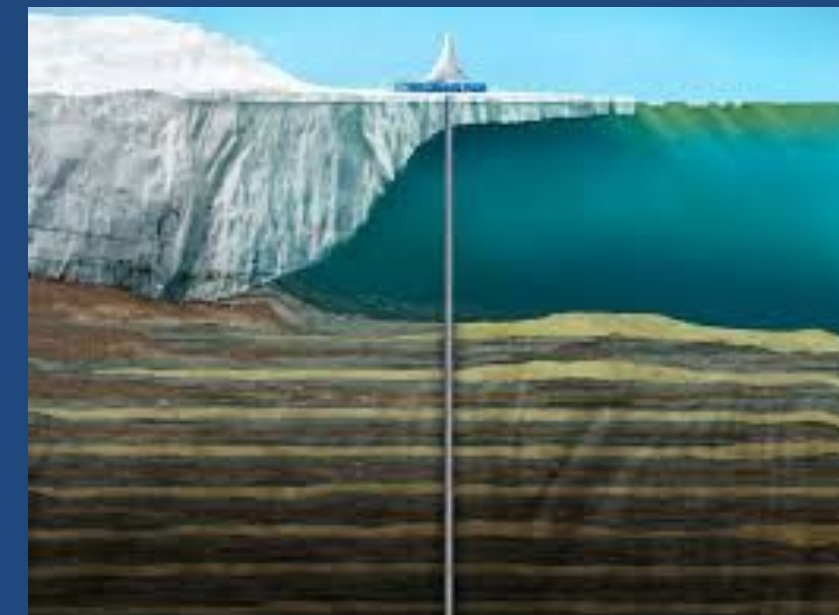
FORMACIÓ

- condicions formació minerals i roques

1.3.1 Importància dels

minerals FORMACIÓ

- estudi minerals originats zones profundes per deduir condicions fisicoquímiques de llocs inaccessibles
- estudi de minerals formats en condicions superficials per determinar condicions que hi havia a la superfície de la Terra en èpoques passades.
- deduir composició de l'aigua de mars antics a partir dels minerals que es van formar per l'evaporació
- deduir variacions paleoclimàtiques a partir de minerals formats per l'alteració de roques superficials.



O2

CRISTALOGRAFIA

CRISTALOGRAFIA

2. Nocions bàsiques de cristal·lografia



A diferència dels líquids i dels gasos, en la majoria dels **sòlids** les partícules elementals que els formen (àtoms, ions, grups iònics o molècules) tenen una **disposició interna ordenada** que caracteritza el **sòlid cristal·lí**. La forma externa ideal d'un sòlid cristal·lí és un cristall.

El cristall és un **sòlid geomètric regular**, limitat per superfícies planes (**cares**) que es tallen al llarg de línies rectes (**arestes**), les quals, al seu torn, **convergeixen** les unes amb les altres formant angles determinats.



2. Nocions bàsiques de cristal·lografia



Els cristalls desenvolupen la seva forma externa durant el procés de **cristal·lització**

- àtoms, els ions o les molècules es van integrant i van encaixant dins una carcassa tridimensional o edifici cristal·lí.

Un cop complerta la nucleació cristal·lina, i pressuposant que s'han assolit les condicions adequades de quimisme, pressió i temperatura, el grau de creixement del cristall dependrà, bàsicament, del temps i de l'espai disponibles per al seu desenvolupament.

- espai reduït = cantell s'ajustarà a la superfície irregular disponible → no s'observarà la seva veritable forma. ⇒ estructura interna s'ajustarà exactament a la disposició ordenada de les partícules dins l'edifici cristal·lí.

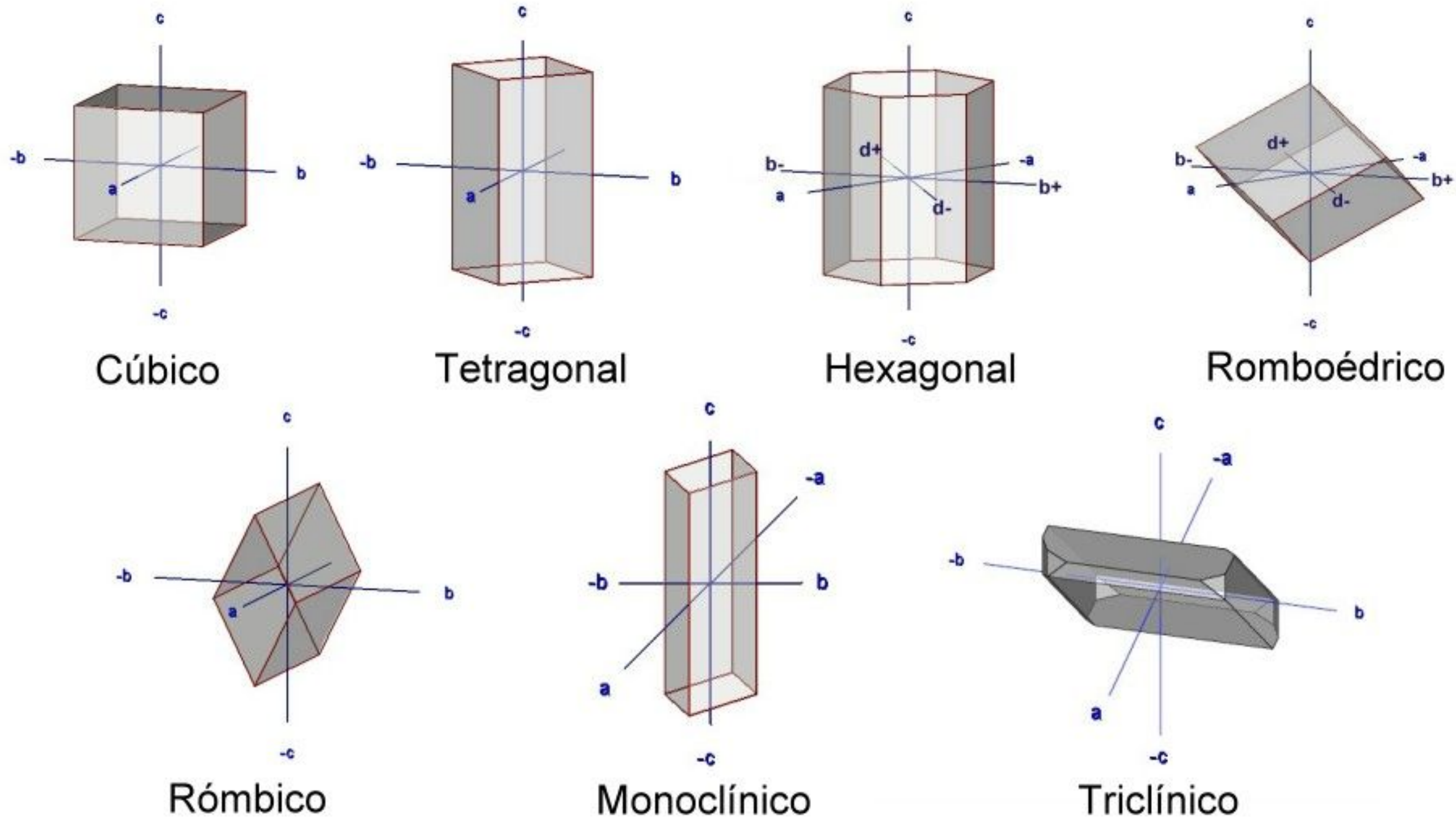


Aquesta disposició ordenada fa que hi hagi elements geomètrics de simetria, com ara eixos, plans i centres de simetria.

- els cristalls tenen eixos de simetria, línies imaginàries que travessen el cristall en una posició tal que, en girar el cristall al voltant de l'eix, es repeteix un mateix motiu un nombre determinat de vegades en cada rotació de 360° .
- ordre binari, ternari, quaternari i senari
- podem trobar-hi, sols o combinats, plans de reflexió i centres de simetria.
- regulen la disposició de les cares, les arestes i els vèrtexs, de manera que el seu estudi detallat ens permet determinar la simetria del cristall.



2.1 Elements de simetria



2.1 Elements de simetria



Per tant, els cristalls tenen dues propietats molt importants

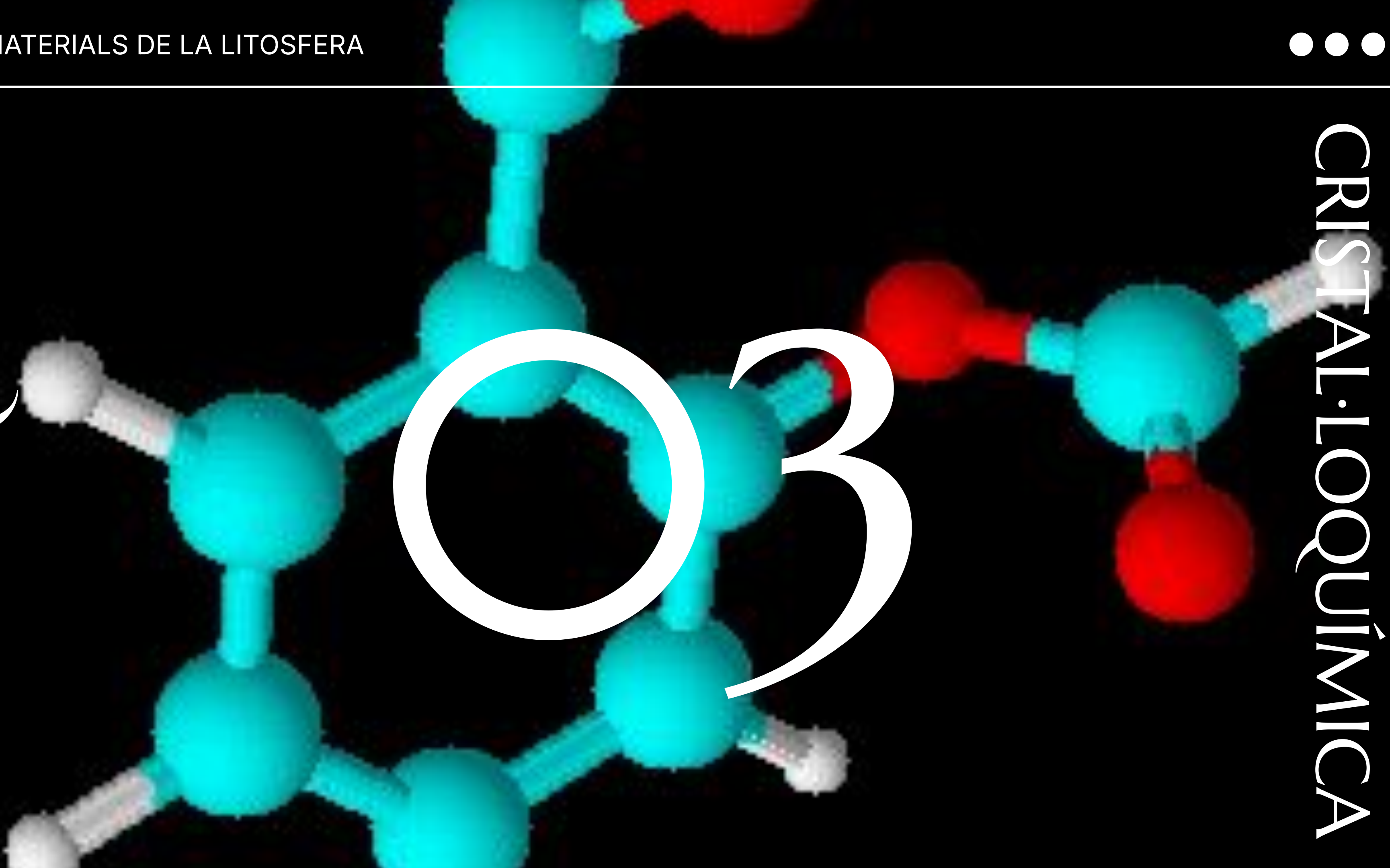
- per una banda, la simetria, és a dir, les direccions dels cristalls són equivalents entre elles
- l'anisotropia, segons la qual les propietats físiques dels cristalls depenen de la direcció en què són observades.



CRISTAL·LOQUÍMICA

CRISTAL·LOQUÍMICA

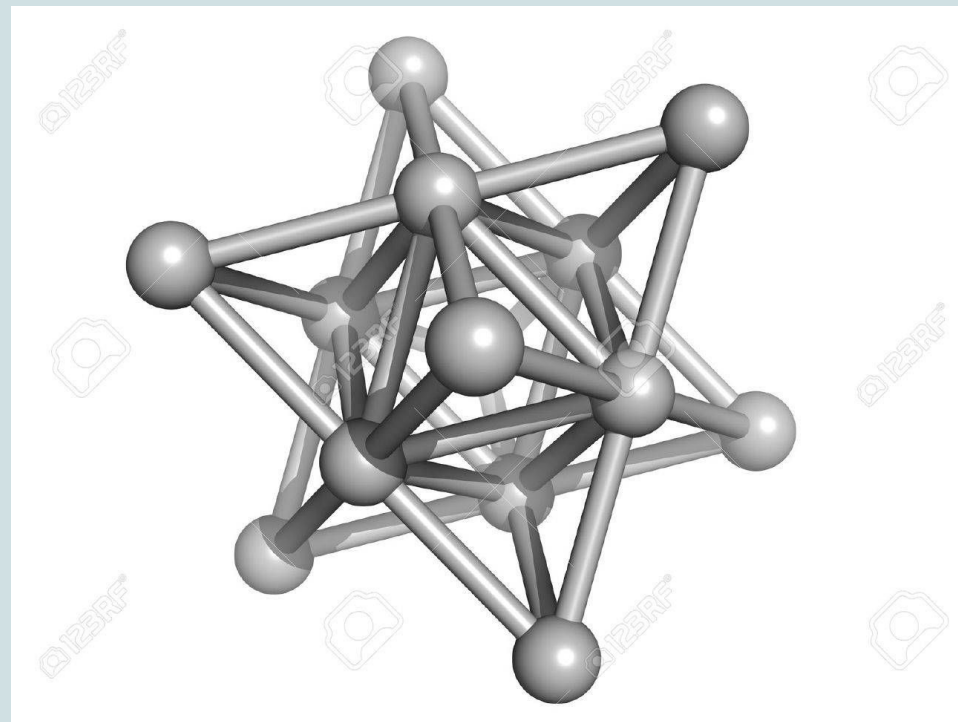
03



3.1.1 Edificis cristal·lins metàl·lics

Els nusos de la xarxa cristal·lina estan ocupats per **nuclis atòmics envoltats d'un núvol d'electrons** que tenen una **gran mobilitat** i que no pertanyen a cap àtom en concret, però que els **són comuns a tots**. Són propis d'**elements poc electronegatius**, que alliberen amb facilitat els electrons dels orbitals més externs.

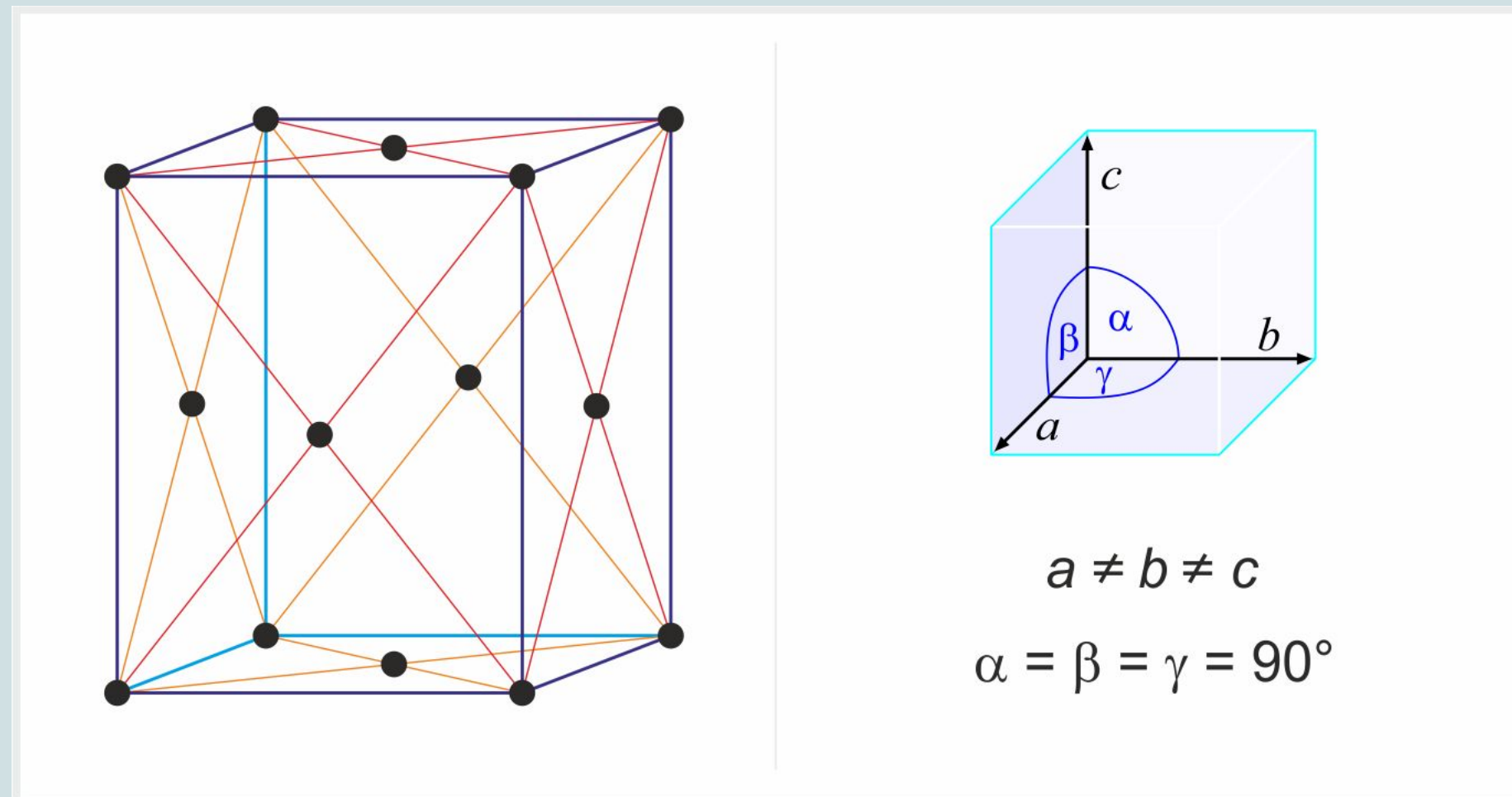
Se solen produir en **metalls, aliatges** naturals i alguns **sulfurs i arsenurs**. L'extraordinària mobilitat dels electrons els confereix una gran conductivitat elèctrica i tèrmica.



3.1.2 Edificis mol·leculars

Són característics de les **substàncies orgàniques**, tot i que també es poden trobar en **algunes substàncies inorgàniques**, com ara en el **sofre**.

Els nusos de la xarxa cristal·lina estan ocupats per **molècules elèctricament neutres**, que es mantenen unides per càrregues elèctriques residuals molt dèbils anomenades **forces de Van der Waals**.

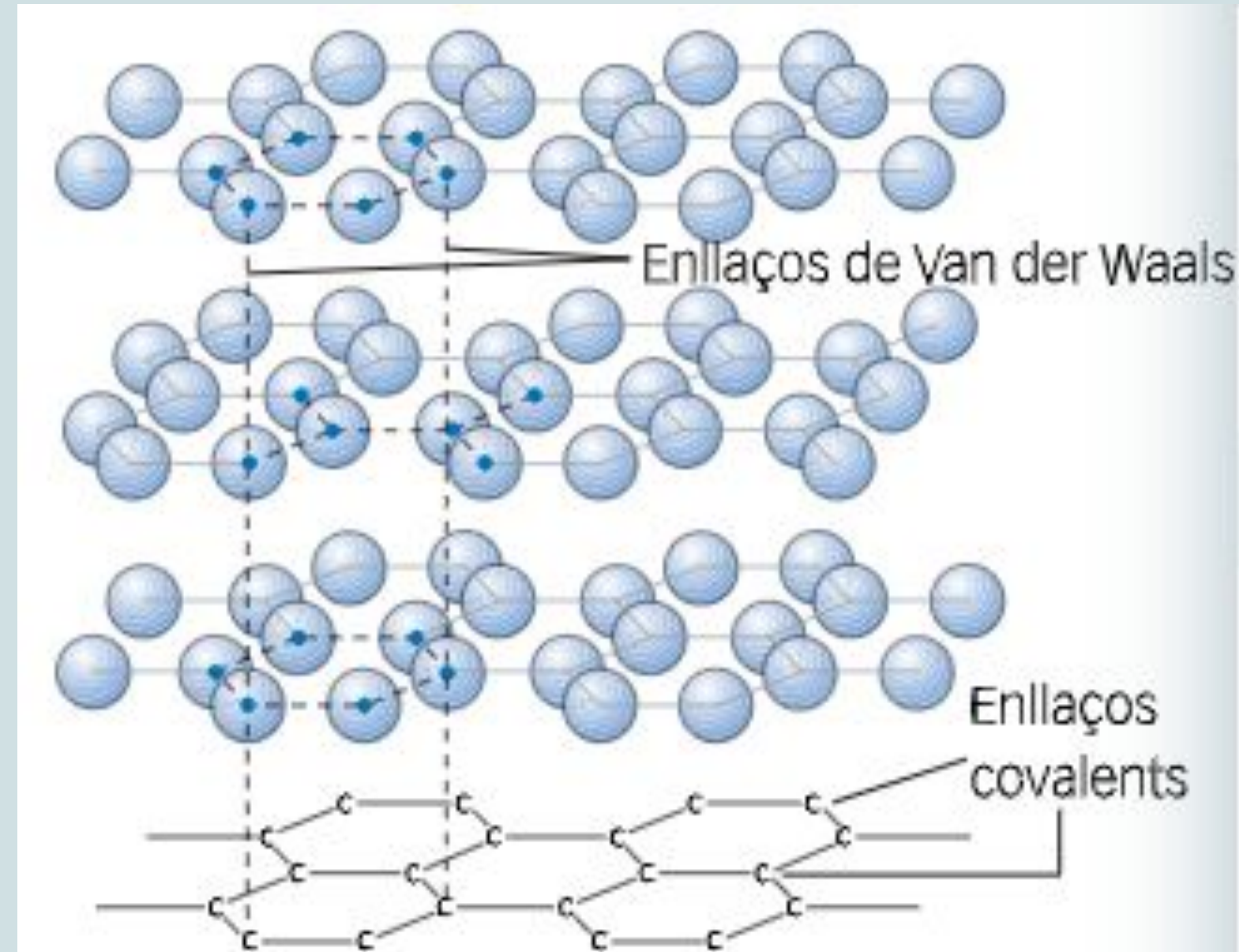


El tipus d'enllaç que preval en un edifici cristal·lí determina, en bona mesura, algunes propietats dels minerals: la duresa, la conductivitat elèctrica, el punt de fusió, la solubilitat i altres.

És molt freqüent que en un mateix edifici cristal·lí els àtoms, els ions o les molècules estiguin units mitjançant diferents tipus d'enllaços, com és el cas, per exemple, del **grafit**.

- conté únicament àtoms de carboni (C) disposats en una estructura laminar.
- a cada làmina, els àtoms de carboni s'uneixen mitjançant un enllaç covalent → làmines són molt fortes i flexibles
- enllaç entre les làmines és molt dèbil: forces de Van der Waals → faciliten l'exfoliació perfecta o la descamació.

3.1.3 Disposició atòmica i molecular



Disposició dels àtoms de carboni (C) en el grafit. A les làmines, els àtoms de C s'uneixen mitjançant enllaços covalents, mentre que les làmines s'uneixen entre elles mitjançant enllaços moleculars.

3.2 Tipus d'enllaços moleculars



Tipus d'enllaç i propietats dels minerals						
Edifici i força d'enllaç	Naturalesa	Duresa	Propietats elèctriques i solubilitat (en aigua i àcids dèbils)	Propietats estructurals	Propietats tèrmiques	Mineral (exemple)
Iònic - Fort	Atracció electrostàtica entre ions de càrregues oposades	De moderada a alta	Aïllants mitjans - Alta	Enllaç no dirigit, coordinació elevada entre els ions, estructura densa	Temperatura de fusió força alta. En estat fos: ions	Calcita (CaCO_3) Halita (NaCl)
Covalent - Molt fort	Es comparteixen parells d'electrons	Alta	Aïllants - Molt baixa	Enllaç dirigit, coordinació dèbil, estructura poc densa	Temperatura de fusió elevada. En estat fos: molècules	Diamant (C) Esfalerita (ZnS)
Mixt, iònic i covalent - Molt fort		De moderada a alta	Aïllants - Baixa		Temperatura de fusió elevada	Olivina (Mg_2SiO_4) Moscovita ($\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)
Metàl·lic - Variable	Es comparteixen electrons lliures	Baixa	Conductors - Molt baixa	Enllaç no dirigit, coordinació molt elevada, estructura molt densa	Temperatura de fusió variable	Or (Au) Coure (Cu)
Molecular - Molt dèbil	Forces electrostàtiques als dipols	Molt baixa	Aïllants - Baixa	Semblants a les de l'enllaç metàl·lic	Temperatura de fusió baixa	Sofre (S)

PROPIETATS DELS MINERALS

O4

PROPIETATS DELS MINERALS

4. Propietats dels minerals



1. Escalar → Invariable (no depenen de l'estructura interna del mineral)
2. Vectorial → Variables

Propiedades de los minerales	Escalares → isotropía : sistema <i>cúbico</i> y <i>mineraloides</i>	Punto de fusión Calor específico Peso específico o densidad
	Vectoriales → anisotropía	Mecánicas Ópticas Eléctricas Magnéticas
	Hábito	



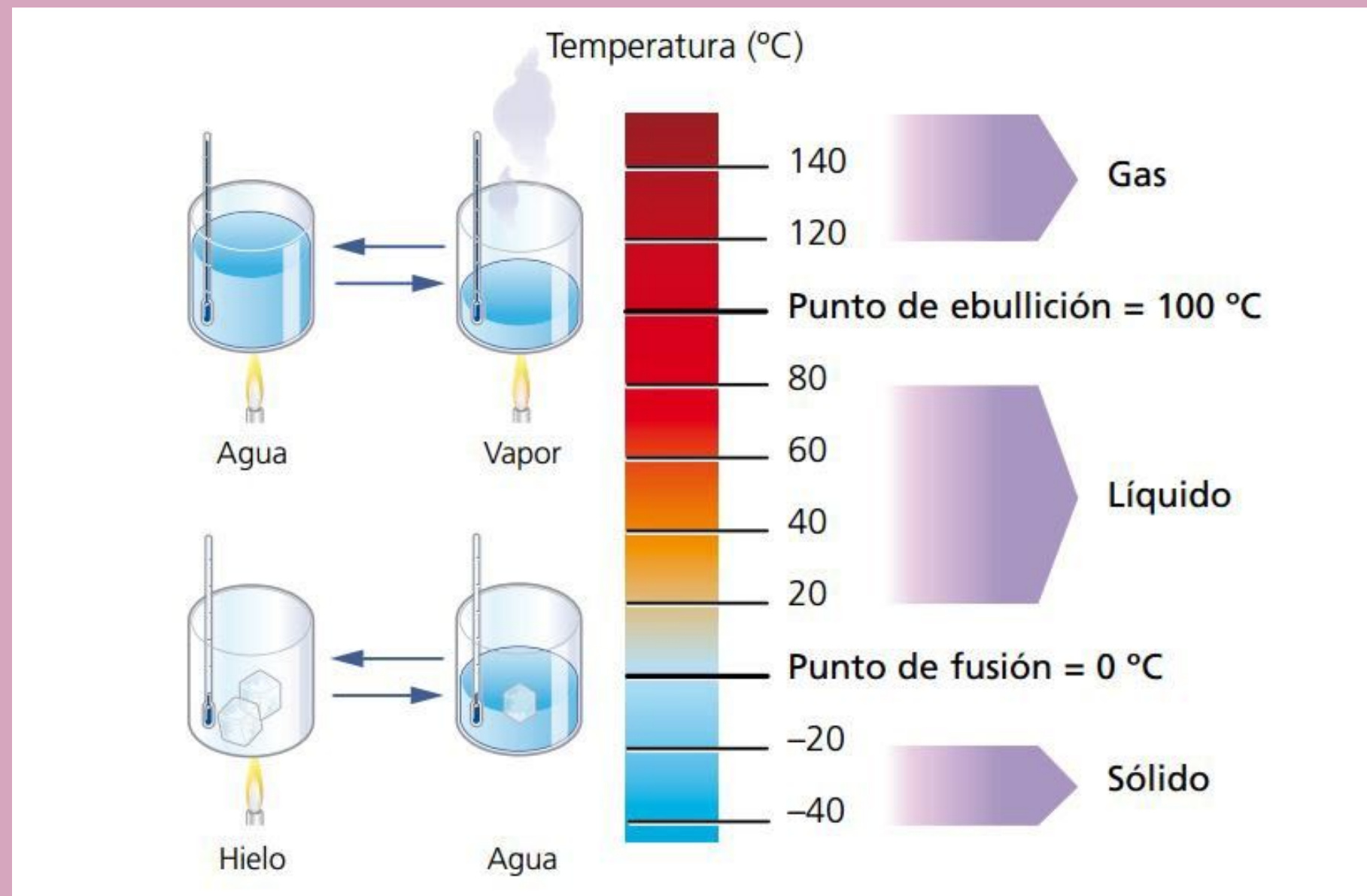
PROPIETATS

ESCALARS

4.1 Propietats escalars dels minerals

Punt de fusió

Les impureses en un mineral determinen la disminució del seu punt de fusió → *descens crioscòpic*.



4.1 Propietats escalars dels minerals



**Calor
específica**

Quantitat de calor que s'ha de suministrar per pujar 1°C la T de 1 g de mineral.

CALOR ESPECÍFICO

$$c_e = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$

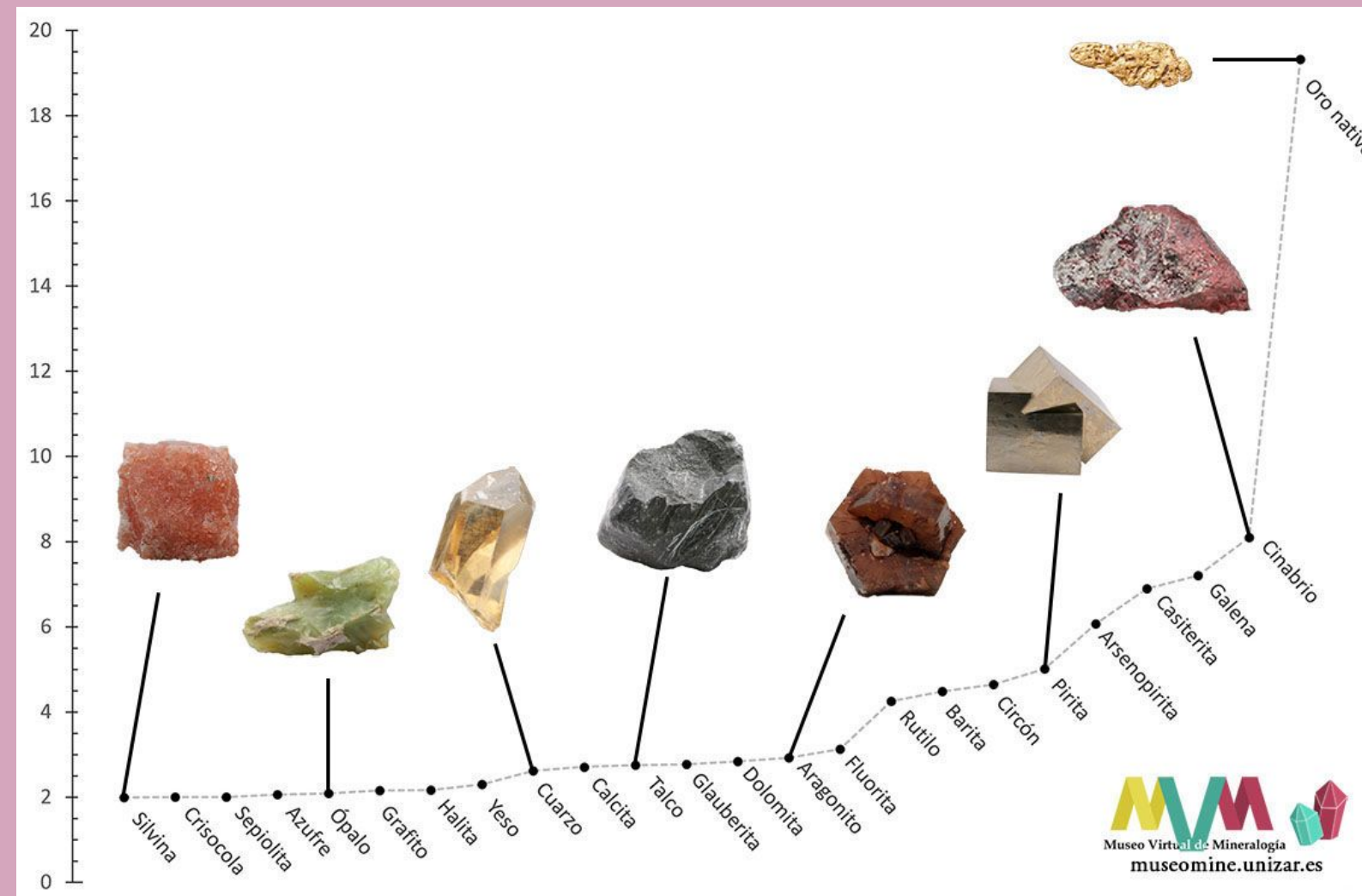
BY: CÉSAR PÉREZ

4.1 Propietats escalars dels minerals

**Pes
específic o
densitat
relativa**

Relació entre el pes del mineral i el pes del mateix V d'aigua a 4 °C. Per conveni, Pe de l'aigua = 1.

$$Pe = P_{\text{aire}} / (P_{\text{aire}} - P_{\text{sumergido}})$$
 [ja que $(P_{\text{aire}} - P_{\text{sumergido}}) =$ Empenta, es el pes de un V igual d'aigua]





PROPIETATS VECTORIALS

4.2 Propietats vectorials

TENACITAT

Resistència de las partícules del mineral a separar-se (a ser trencat o exfoliat, molt o doblegat).



Maleables

s'estiren en làmines per percussió (Au)

Dúctils

s'estiren en fils (Cu).



Elàstic

és doblegat i després torna a la posició original (mica)



Flexible

es doblega fàcilment, pero no torna a l'estat original (guix i talc)

4.2 Propietats vectorials

U3. MATERIALS DE LA LITOSFERA ● ● ●

mecàniques TENACITAT



Plàstics

es dobleguen
fàcilment (Al)



Sèctils

poden tallar-se
en encenalls
prims amb una
navalla (Ag)



Fràgil

es trenca o
redueix a pols
fàcilment (halita
- sal)

4.2 Propietats vectorials mecàniques

EXFOLIACIÓ

Facilitat d'un mineral de trencar-se en fragments segons superfícies planes ben definides → **plans d'exfoliació** (que coincideixen amb les cares reals o possibles de la seva forma cristallina).

- Si els plans d'exfoliació son paral·lels → exfoliació **en làmines** (*miques*).
- Si es tallen en las tres direccions de l'espai, se separen en formes polièdriques → **sòlids d'exfoliació**. Ej.: exfoliación cúbica (galena), octaédrica, romboédrica (calcita),...
Pot ser *perfecta, regular o dolenta*.

4.2 Propietats vectorials mecàniques

L'exfoliació és la **tendència d'un mineral a trencar-se per plans paral·lels**, a causa de l'existència de plans amb enllaços febles. En l'estructura cristal·lina dels minerals alguns enllaços són més febles que uns altres.

Aquesta directament relacionada amb l'estructura interna de cada mineral i és constant per a cada espècie. Aquests plans d'exfoliació venen marcats per les zones on les unions són més febles, poden ser degudes a l'existència d'enllaços febles, a un major espaiat entre els plans o a una combinació d'aquests dos factors.

Quan tenim mostres de minerals en les quals no s'aprecien cristalls però sí exfoliació, pot ser un **mètode d'identificació molt útil**. La forma més senzilla d'observar l'exfoliació és colpejant el mineral i observant la superfície de fractura. L'exfoliació s'observa en forma línies que corresponen a aquests plans de discontinuïtat paral·lels i que poden estar orientats en una o diverses direccions.

4.2 Propietats vectorials

mecàniques EXFOLIACIÓ

BASAL  <i>biotita</i> 1 direcció de exfoliació <i>biotita, moscovita, grafito, yeso</i>	PRISMÀTICA  <i>ortosa</i> 2 direccions de exfoliació (a 90°) <i>feldespats, augita</i>	NO PRISMÀTICA  <i>hornblenda</i> 2 direccions de exfoliació ($\neq 90^\circ$) <i>hornblenda</i>
CÚBICA  <i>halita</i> 3 direccions de exfoliació (a 90°) <i>halita, galena</i>	ROMBOÉDRICA  <i>calcita</i> 3 direccions de exfoliació ($\neq 90^\circ$) <i>calcita, dolomita</i>	OCTAÉDRICA  <i>fluorita</i> 4 direccions de exfoliació (8 caras) <i>fluorita</i>  Museo Vitoriano de Mineralogía muscomine.unizar.es

4.2 Propietats vectorials

mecàniques **FRACTURA**

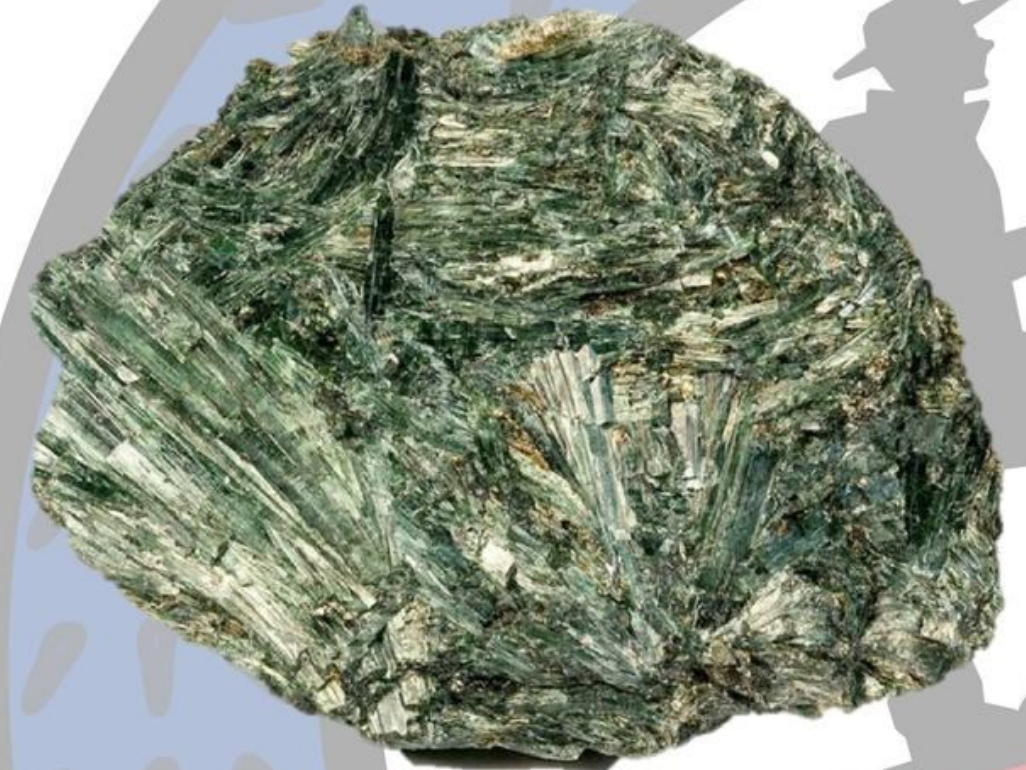
Manera de trencar-se un mineral en cares irregulars, sense direcció de trencament privilegiada, quan no s'exfolia.



Concoidea: las superficies se curvan y toman una forma de concha.



Lisa: la superficie de fractura son lisas o casi lisas, es decir, que son aproximadamente planas.



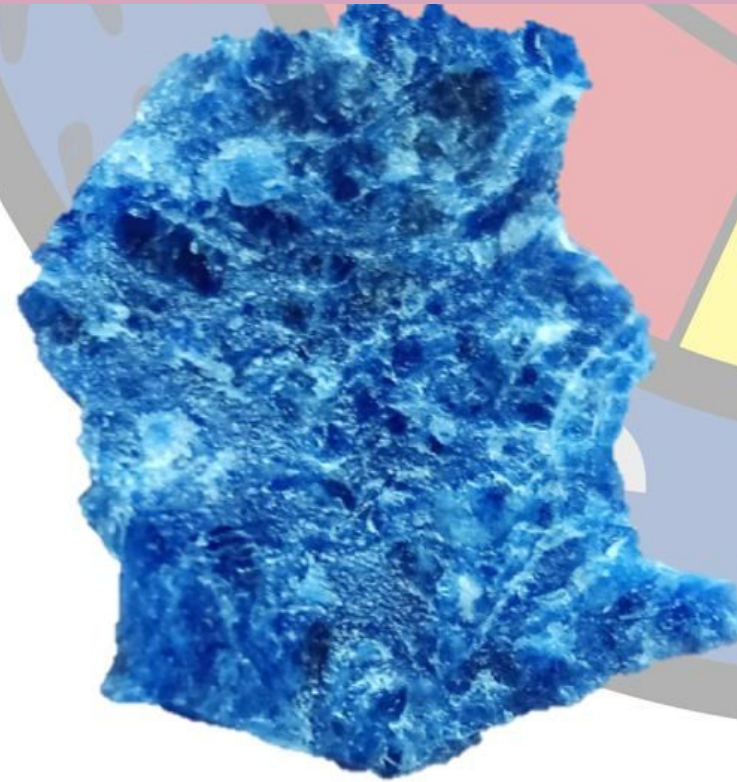
Astillosa o fibrosa: el mineral se rompe en astillas y/o fibras.

4.2 Propietats vectorials

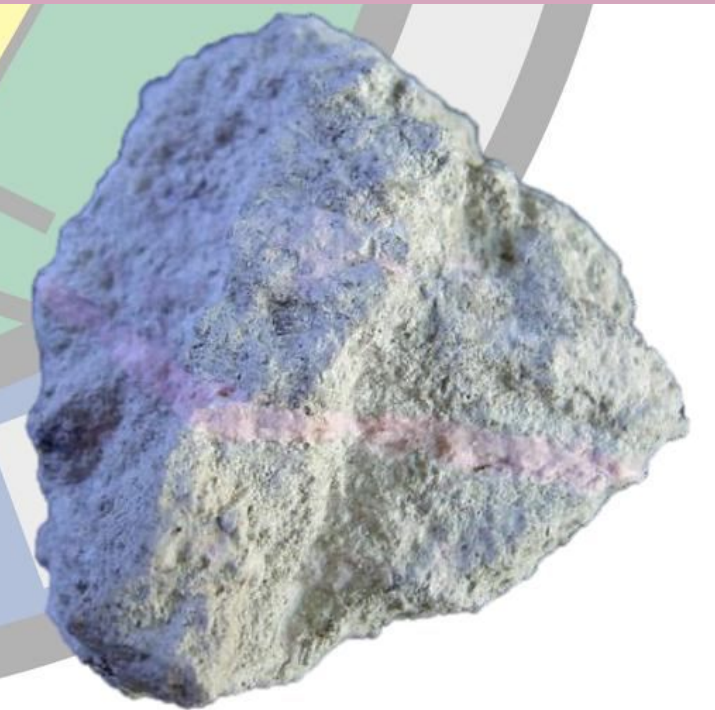
mecàniques FRACTURA



Ganchuda (dentada): es aquella cuya superficie que muestra bordes agudos y dentados.



Desigual o irregular: El mineral se rompe según superficies bastas e irregulares sin aspecto concreto.



Terrosa: fractura irregular característica de las sustancias terrosas, como tiza, caolín y Jarosita.

4.2 Propietats vectorials



mecàniques **DURESA**

Resistencia de la superfície llisa d'un mineral a ser ratllat → escala de Mohs (ver abajo).

Un mateix cristall pot presentar diferents graus de duresa segons la direcció en la que es forma la ratlla (ex: duresa de la calcita = 3, pero en una direcció en te 2).

Tous → duresa < 3

Duresa intermitja → $3 \leq \text{duresa} < 7$

Durs → $= 7$

4.2 Propietats vectorials

mecàniques DURESA

Muy blandos	Blandos	Duros	Muy duros
			
Si se raya con la uña, su dureza es 1 ó 2.	Si no se raya con la uña pero sí lo hace con un vidrio, su dureza está entre 2,5 y 5,5.	Si no se raya con el vidrio pero sí lo hace con papel de lija, su dureza es 6 ó 7.	Si no se raya con ninguno de los elementos anteriores, su dureza está entre 8 y 10.

4.2 Propietats vectorials mecàniques

Dureza Aproximada

 **Uña = 2.5**

 **Moneda de Cobre = 3.5**

 **Vidrio = 6**

 **Navaja = 4.5**

Escala de Mohs

Escala de Dureza	
1	Talco
2	Yeso
3	Calcita
4	Fluorita
5	Apatito
6	Ortoclasa
7	Cuarzo
8	Topacio
9	Corindon
10	Diamante



1 2 3 4 5



6 7 8 9 10

4.2 Propietats vectorials mecàniques



4.2 Propietats vectorials mecàniques

ESCALA DE MOHS

Dureza	Mineral	Comparación
1	Talco	La uña lo raya con facilidad
2	Yeso	La uña lo raya
3	Calcita	La punta de un cuchillo lo raya con facilidad
4	Fluorita	La punta de un cuchillo lo raya
5	Apatito	La punta de un cuchillo lo raya con dificultad
6	Ortosa	Un trozo de vidrio lo raya con dificultad
7	Cuarzo	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
8	Topacio	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
9	Corindón	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
10	Diamante	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas

COLOR

És el resultat de les longituds d'ona de la llum reflectida, absorbida o refractada.

Casos extrems:

- Tota la llum es reflexa → cos blanc
- Tota la llum s'absorbeix → cos negre
- Tota la llum passa o e refracta → cos incolor

4.3 Propietats vectorials òptiques

COLOR

Idiocromàtic → propi del mineral (S, cinabri, azurita, malaquita,...)



4.3 Propietats vectorials òptiques

COLOR

Alocromàtic → minerals incolors en estat pur i que adquireixen coloració quan en la seva xarxa cristal·lina s'introdueixen uns certs elements aliens a la seva fórmula.



(amatista, òpal, topazi, esmeralda...)

4.3 Propietats vectorials òptiques

COLOR

Pleocroisme → El pleocroisme és la facultat que presenten alguns minerals d'absorbir les radiacions de llum de diferent manera en funció de la direcció de vibració. Per aquesta propietat, un mateix cristall pot aparèixer amb coloracions diferents segons l'orientació en la qual hagi caigut en la preparació microscòpica.



4.3 Propietats vectorials òptiques

COLOR

Dicroisme → canvi de color segons la direcció en la qual es talli el mineral (turmalina,...).



4.3 Propietats vectorials òptiques

RATLLA O EMPREMTA

El color de la pols quan es ratlla una placa de porcellana (duresa 7)



4.3 Propietats vectorials òptiques

DIAFANITAT

depèn de la longitud d'ona que absorbeix, són transparents / translúcids o opacs (no és gaire útil!) - Alterat per impureses/imperfecions.



OPACO
(ej.: dolomita)



TRANSLÚCIDO
(ej.: yeso)



TRANSPARENTE
(ej.: halita)

LLUÏSSOR / BRILLANTOR

Reflexió de la llum.

Poden ser: metàl·lics o no metàl·lics. Si no ho fan són mat.

- *Metàlico*: si recuerda el brillo de los metales.
- *Vítreo*: si es parecido al del vidrio.
- *Nacarado*: si se asemeja al de las perlas.
- *Graso*: como el de una superficie engrasada.
- *Mate*: si su aspecto es apagado y sin brillo.



Metàlico



Vítreo



Nacarado



Graso



Mate

4.3 Propietats vectorials òptiques

LLUÏSSOR / BRILLANTOR

Hematita (con brillo metálico)



Calcopirita (con brillo metálico)



Yeso (Selenita) (con brillo sedoso)



Cuarzo (con brillo vítreo)



Limonita (sin brillo específico)



4.3 Propietats vectorials òptiques

Lluïssor no metàl·lica

Adamantina (gran poder de reflexió)



Lluïssor no metàl·lica

Víttria (minerals transparents)

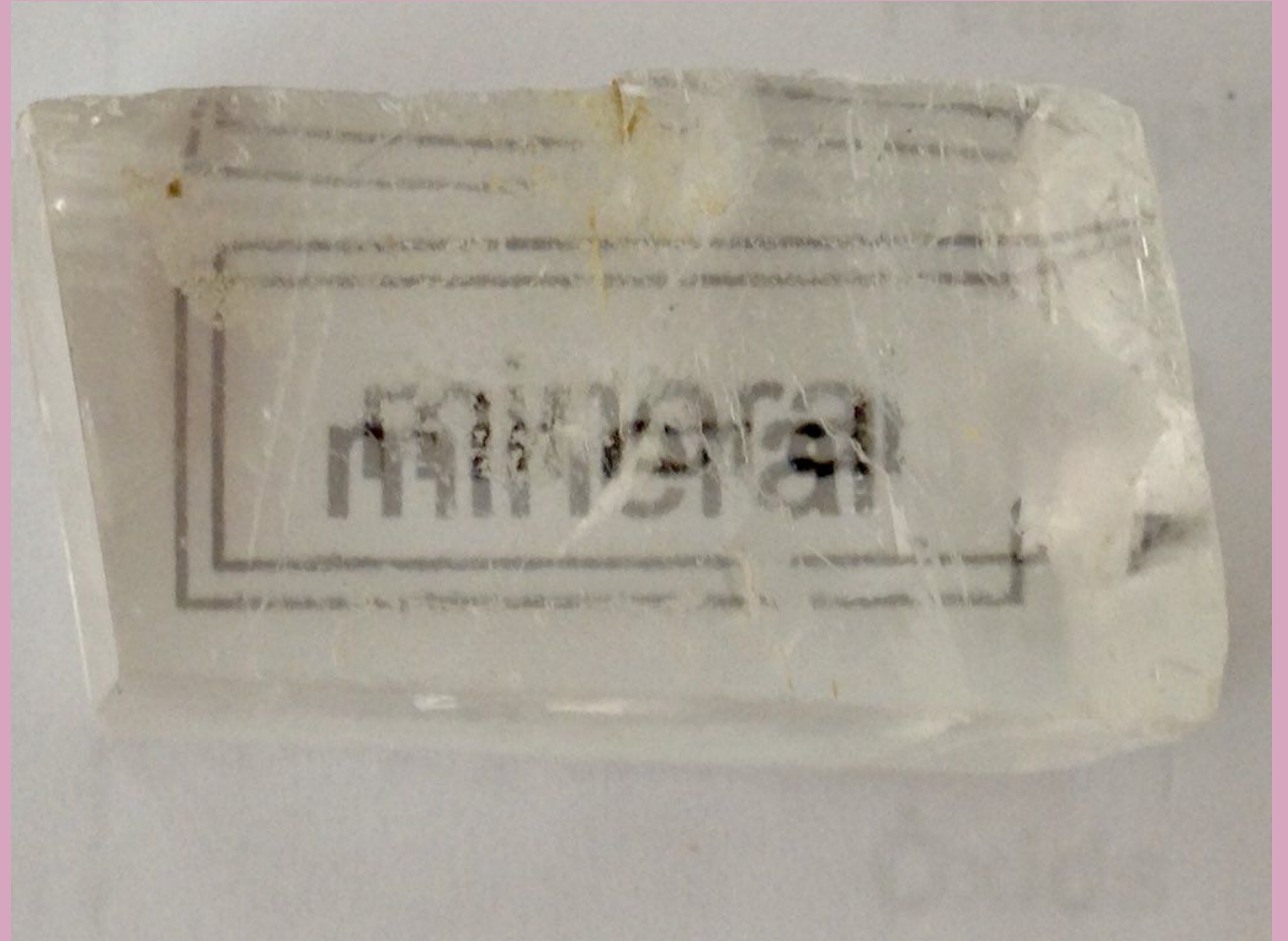


4.3 Propietats vectorials òptiques

REFRACCIÓ

Refringència: raig de llum ordinari al travessar el mineral

Birefringència: La llum es desdobla en 2 rajos al travessar el mineral (línies imatge dobles)



LUMINISCÈNCIA

Emissió de llum que no és resultat d'una incandescència; s'observa en minerals que contenen ions aliens → activadors.



LUMINISCÈNCIA

Fluorescència → luminiscència sota raigs UVA, X,... (fluorita)



LUMINISCÈNCIA

Fosforescència → si la luminiscència continua després de tallar l'excitació



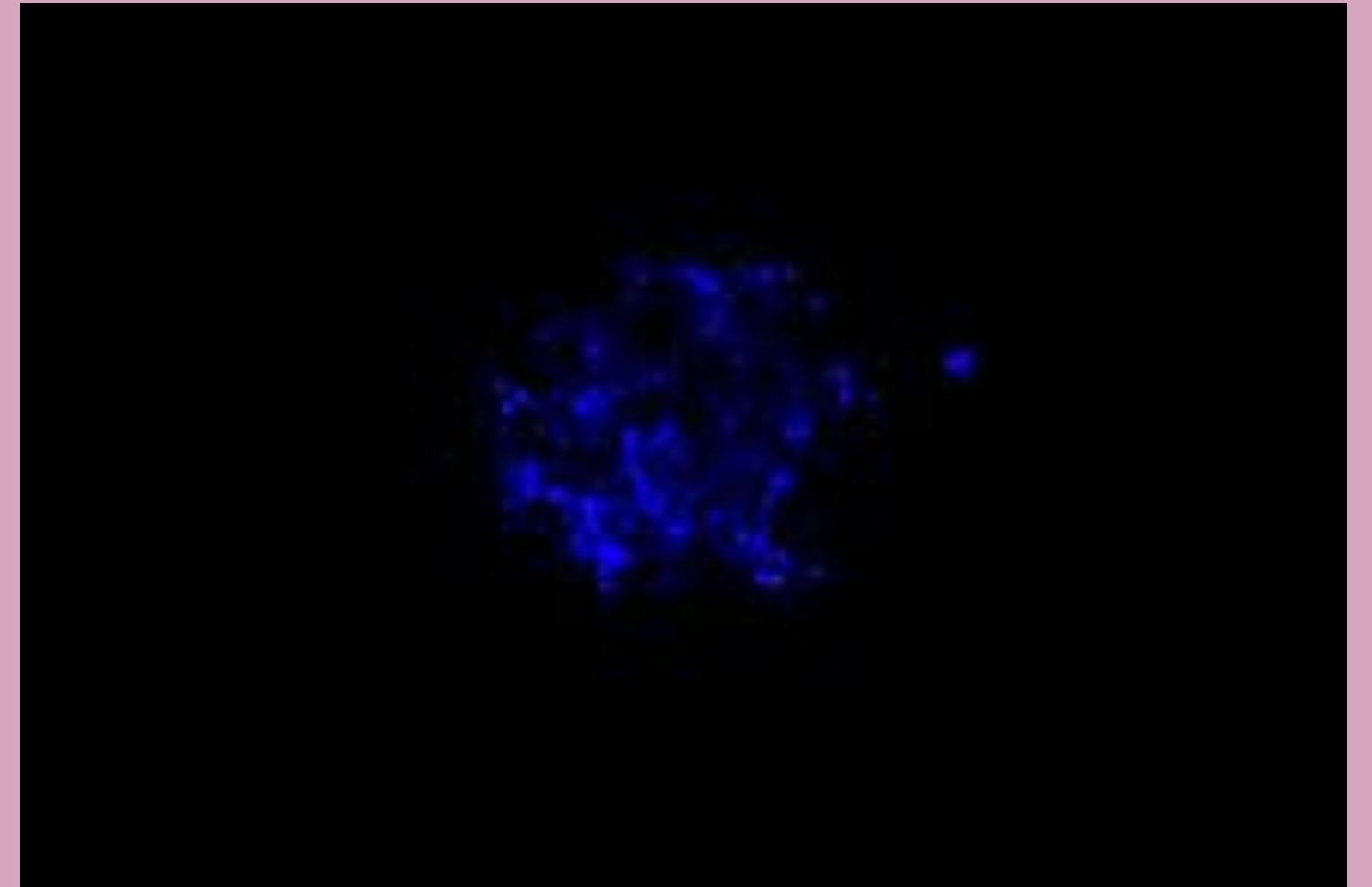
LUMINISCÈNCIA

Termoluminiscència → minerals no metàl·lics que donen llum al escalfar-se a una $T < (50-100\text{ }^{\circ}\text{C})$; la llum para si $T > 475^{\circ}\text{C}$. Contenen ions aliens como activadors. Ej.: fluorita, calcita, apatita, feldespat.



LUMINISCÈNCIA

Triboluminiscència → minerals no metàl·lics, anhidres, amb bona exfoliació, que donen llum al ésser molts, ratllats o fregats. Ex.: fluorita, esfalerita, feldespato, calcita.



4.3 Propietats vectorials òptiques

JOCS DE COLORS

Opalescència: llum dispersa nacarada / lletosa de l'òpal.



Irisació → canvi de color al variar l'angle d'incidència de la llum

Tornasolat → banda de llum (guix ull de gat, Q ull de tigre).



Asterimo → triple tornasolat → estrella de 6 punts.

4.4 Propietats vectorials

magnètiques

Ferromagnètics: atrets per imant
(magnetita, pirrotina)



Paramagnètics: magnetisme
dèbil (mena de ferro)



Diamagnètics: no atrets per
imant (silici)



4.5 Propietats vectorials elèctriques

CONDUCTIVITAT

Conductors

→ minerals metàl·lics (**or**, ferro)



Aïllants

→ minerals amb enllaços iònics / covalents (**miques**)



Semiconductores

→ sulfurs, **silicis**



PIROELECTRICITAT

Adquireixen potencial en els seus extrems al variar la T. La polarització és el resultat de la deformació al cristall, produïda per expansió tèrmica desigual.

Només en cristalls amb eixos polars (→ sense centre de simetria)

EX: colemanita



PIEZOELECTRICITAT

Adquireixen potencial al variar la pressió atmosfèrica.

EX: quarz, turmalina

La P exercida en els extrems d'un eix polar indueix un flux de e^- cap a un extrem $\rightarrow$ aparició de càrregues oposades en els extrems de l'eix polar.

QUARZ



QUARZ



4.6 Altres propietats

1. **Sensació de tenir gust** (minerals solubles en aigua - amb enllaços iònics, com els clorurs, els sulfats i els carbonats)

2. **Sensació de picor al tast o d'aspror**

→ detecció: tocant amb la punta de la llengua la superfície del mineral i mantenint-la-hi durant dos segons.

Exemples:

- halita amb gust salat
- silvita amb gust salat amarg i astringent
- carnal·lita de gust salat i amarg, astringent i acre.

HALITA



SILVITA



CARNAL·LITA



4.6 Altres propietats

3. **Radioactivitat:** emissió espontània en certs minerals de partícules alfa, beta i radiació gamma procedents d'isòtops naturals inestables. → per buscar minerals d'urani, tori i certs minerals del grup de les terres rares

Mètode:

- exposar una pel·lícula fotogràfica a l'acció del mineral dins una cambra fosca.
- utilitzar el comptador Geiger (mesura la intensitat de la radiació i el tipus d'isòtop)

URANINITA



TORBERNITA



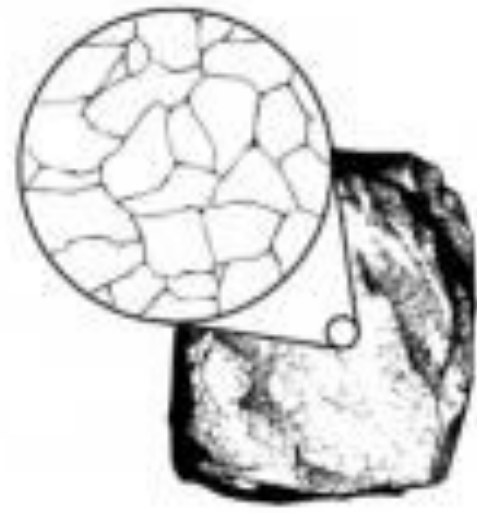


HÀBITS DELS MINERAL

Hàbit mineral: descriu l'aspecte macroscòpic que presenten els minerals.

- condicionat per factors externs al mineral (condicions ambientals i estructurals durant formació)
- estructura cristal·lina influeix sobre l'hàbit, encara que moltes vegades l'aspecte d'un mineral pot despistar sobre la seva estructura cristal·lina.
- minerals amb la mateixa estructura cristal·lina no tenen per què presentar el mateix hàbit, i fins i tot un mateix mineral pot aparèixer sota diverses formes diferents
- alguns hàbits d'un mineral són específics d'una localitat.

4.7 Hàbits dels minerals



granular



lamelar
micáceo



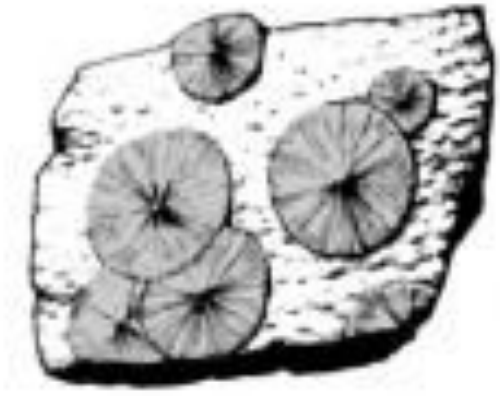
columnar,
blades



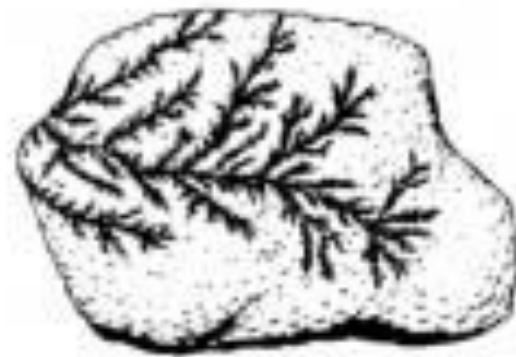
fibroso



acicular,
radial



globular,
radial



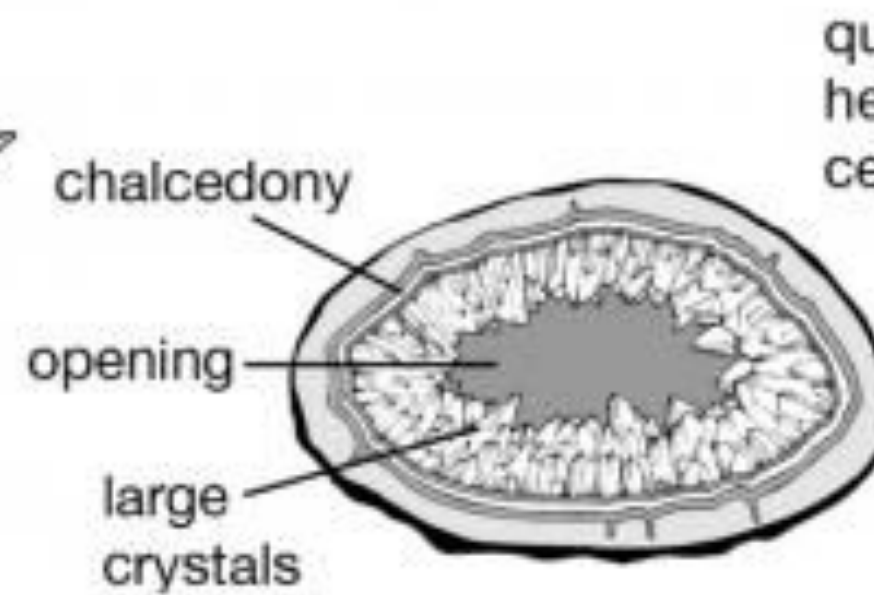
dendrítico



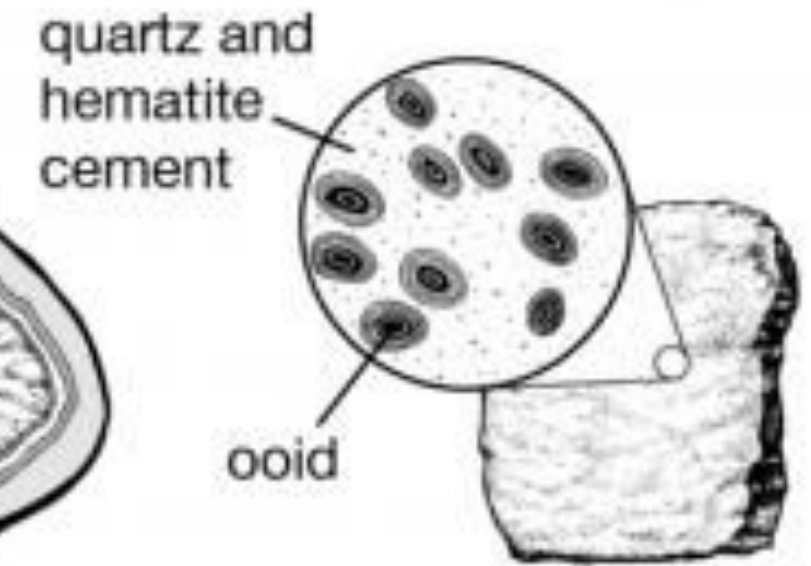
mamelonar,
botrioidal



coloforme,
estalactític



geoda



oolítico

4.7 Hàbits dels minerals



Podeu consultar més exemples aquí:

<https://blocs.xtec.cat/bibliobiogeofxv/files/2018/04/H%C3%A0bits-minerals.pdf>

Forma y hábito de los minerales

Cuarzo masivo



Cristales tabulares de baritina



Agregado botroidal de goethita

Agregado laminar de moscovita



Cristal equidimensional de pirita

Yeso fibroso.



Agregado granular de olivino



Agregado radial de prehnita

*los minerales no están a la misma escala

EVOLUCIONS

MINERALÒGÍQUES

05



L'estabilitat d'un mineral depèn dels factors fisicoquímics als quals està sotmès. Ultrapassats certs límits, el mineral perd l'estabilitat que tenia i la matèria que el constituïa adquireix una altra ordenació i una composició diferent, fet que origina un mineral nou.

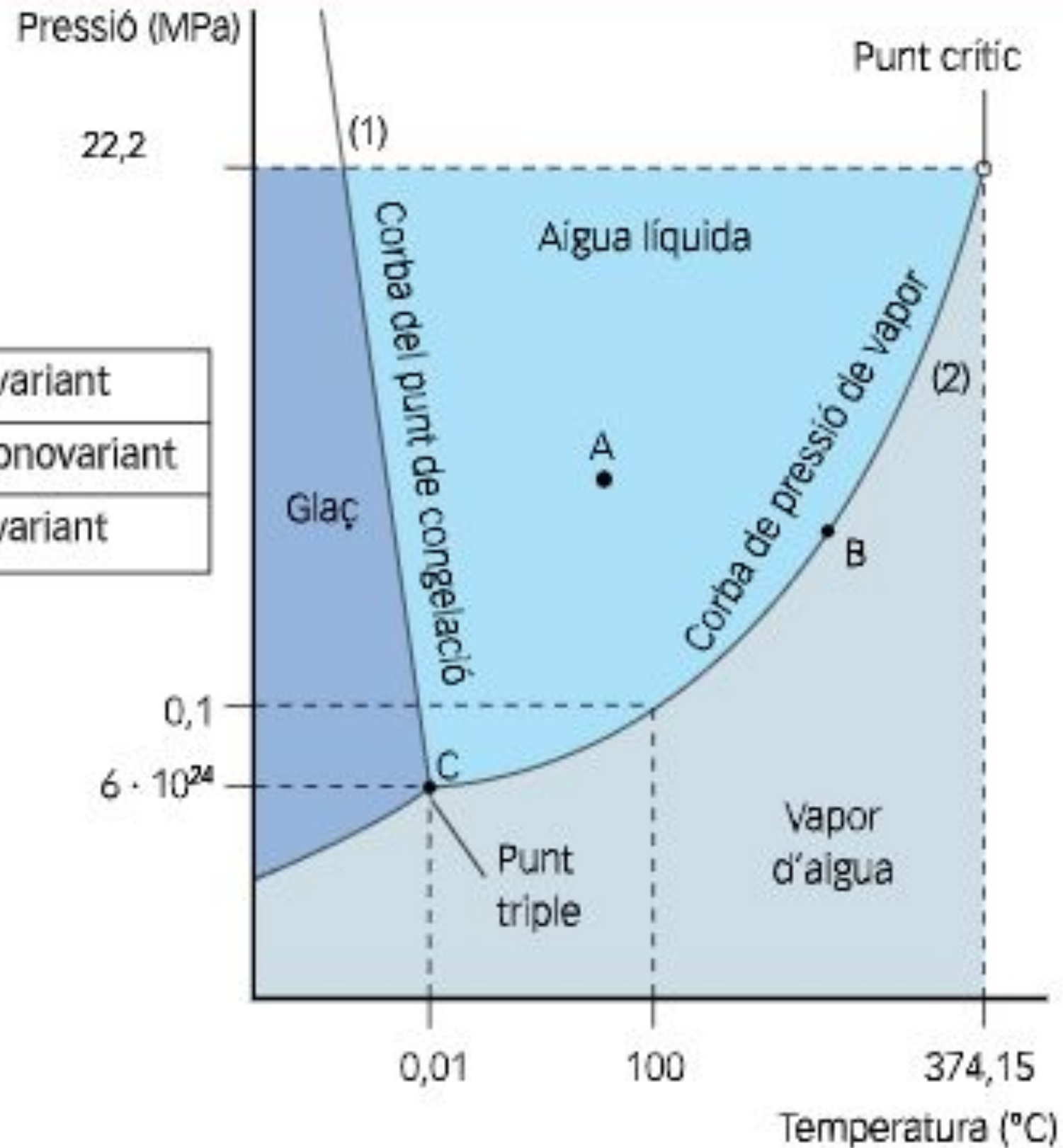
Un diagrama de fase és la representació gràfica del comportament dels diferents estats de la matèria (sòlids, líquids i gasos), en funció d'algunes variables (pressió, temperatura).

Un diagrama de fases indica quin mineral és estable en unes determinades condicions de pressió i temperatura.

5. Evolucions minerals

Diagrama de fases de l'aigua (H₂O)

A	$1 + F = 1 + 2$	$F = 2$	Bivariant
B	$2 + F = 1 + 2$	$F = 1$	Monovariant
C	$3 + F = 1 + 2$	$F = 0$	Invariant



***Components:** Cada un dels elements o compostos químics que formen el sistema.

***Fase:** Part homogènia del sistema amb una sèrie de propietats fisicoquímiques ben definides. Una fase pot ser sòlida, líquida o gasosa.

***Sistema:** Fracció aïllada de l'Univers en la qual es poden analitzar les modificacions que es produeixen quan varien les condicions del medi exterior.

***Variables:** Determinen les condicions d'estabilitat de cada fase. Exemple de variables són les condicions de pressió (P) i temperatura (T).

5.1 Polimorfisme

El **polimorfisme** es produeix en les **substàncies que tenen la mateixa composició química i que poden cristal·litzar en xarxes diferents i en cristalls diferents**. Aquest fenomen, que només ocorre en alguns minerals, és molt important per a la Geologia, ja que permet deduir les condicions de P i T que hi havia en el temps en què es van formar els minerals i, en definitiva, les roques que els contenen.



5.1 Polimorfisme

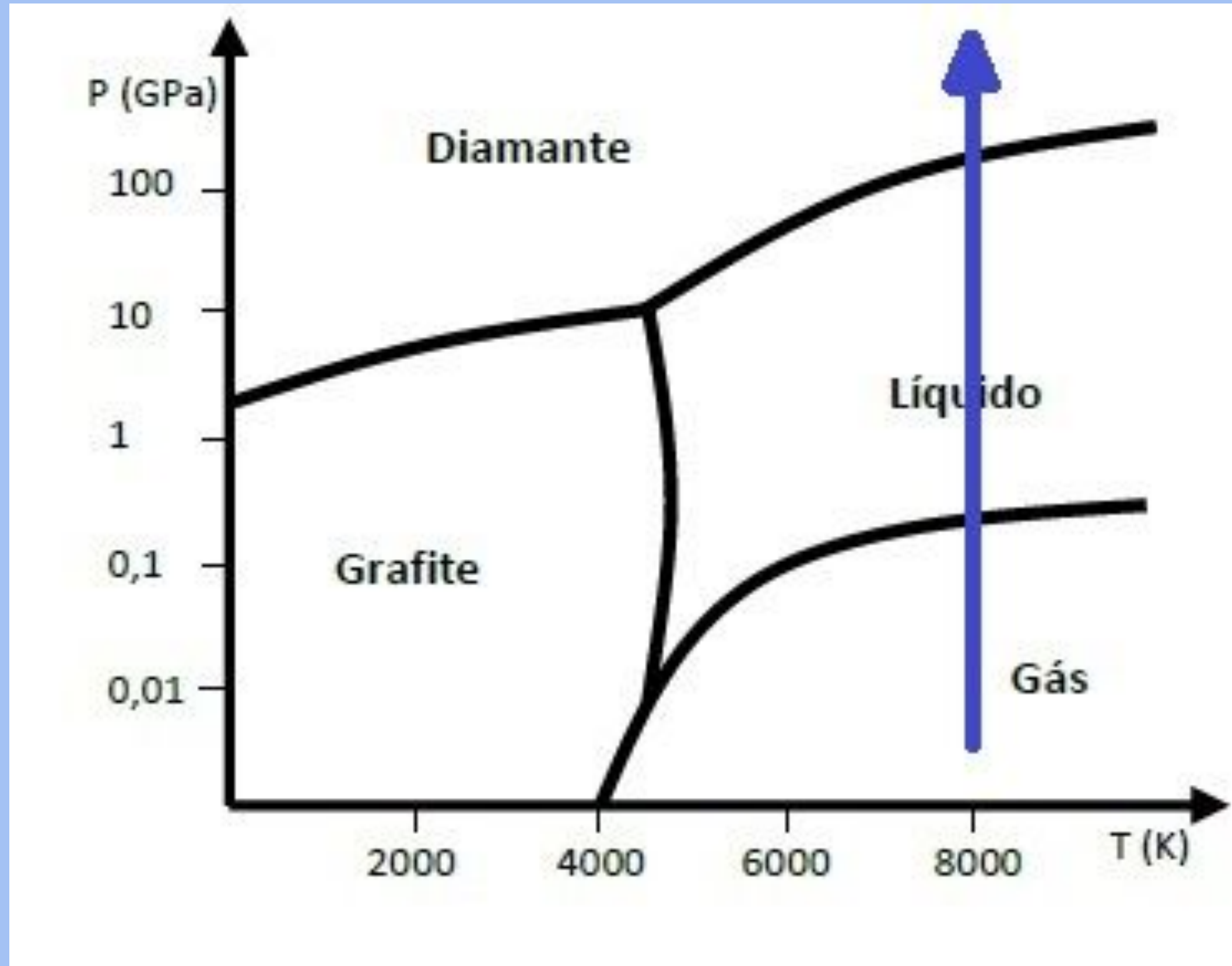
- El **grafit** és la forma estable del carboni a pressions baixes, mentre que a pressions altes la forma estable d'aquest element químic és el **diamant**.



→ en augmentar la pressió, reordenació de l'edifici cristal·lí en un empaquetament més dens que correspon al diamant. ⇒ en determinades condicions de pressió i temperatura tots dos minerals poden coexistir en equilibri.

→ **alotropia**: un sol element que pot cristalitzar de diverses formes

5.1 Polimorfismo



5.1 Polimorfisme

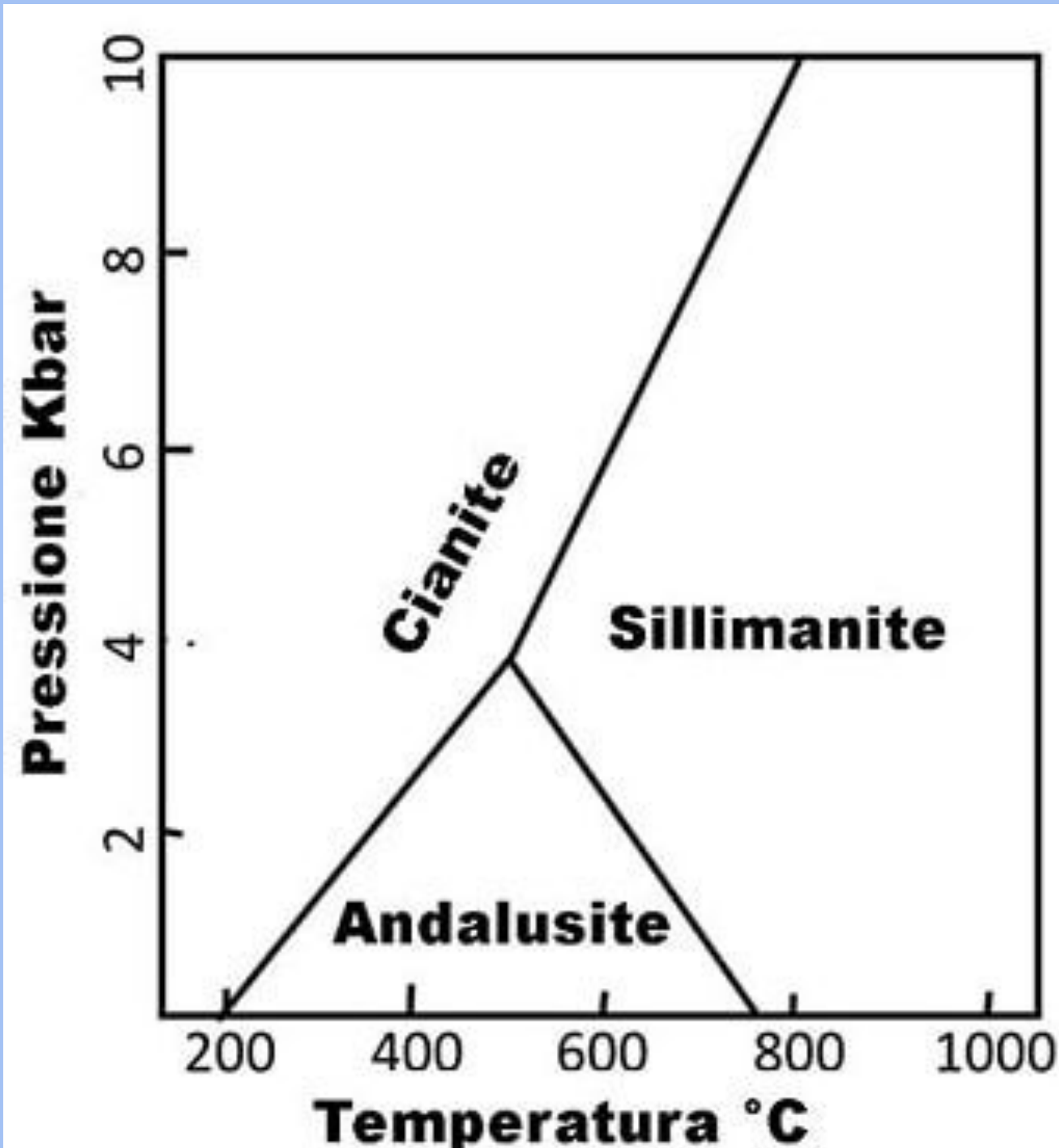
- Sistemes diamant-grafit i **andalusita-distena-sil·limanita** es poden observar que per a una mateixa composició química obtenim minerals diferents segons quines siguin les condicions de pressió i temperatura.



- En cada ambient, el cristall s'organitza en una estructura determinada que és estable en aquestes condicions. Per tant, si les variacions de pressió i temperatura ultrapassen aquests límits, el cristall perd l'estabilitat, i els àtoms, els ions o les molècules es reorganitzen en nous edificis cristal·lins estables en les noves condicions.

⇒ Quan passa això, significa que hi ha hagut un canvi **polimòrfic**.

5.1 Polimorfisme



Exemple típic del "polimorfisme". Tres minerals diferents, **silicats d'alumini (Al_2SiO_5)**, andalusita, sil·limanita i cianita, amb diferent estructura cristal·lina però amb idèntica composició química.

La gràfica mostra els camps amb les condicions P/T en els quals cristal·litza cadascun dels tres polimorfs.

5.2 Isomorfisme

L'estudi dels diagrames de fase ha permès, també, estudiar una altra característica molt important dels minerals: **l'isomorfisme**.

Moltes **substàncies són miscibles a alta temperatura i tenen una única fase estable**, amb una estructura cristal·lina idèntica, ja que la mida dels àtoms és molt semblant i les càrregues iòniques són idèntiques. Per tant, el cristall està format per dos o més components en proporcions variables, constituint el que s'anomena **solució sòlida**. Quan es tracta de **metalls** es parla d'**aliatge**.

Aquesta fase a temperatures més baixes i per a una composició determinada pot desestabilitzar-se per donar lloc a la separació de dues fases immiscibles.

Un exemple d'**isomorfisme** total són les plagiòclasis.



ESTUDI I

IDENTIFICACIÓ DELS

MINERALS



MINERALS

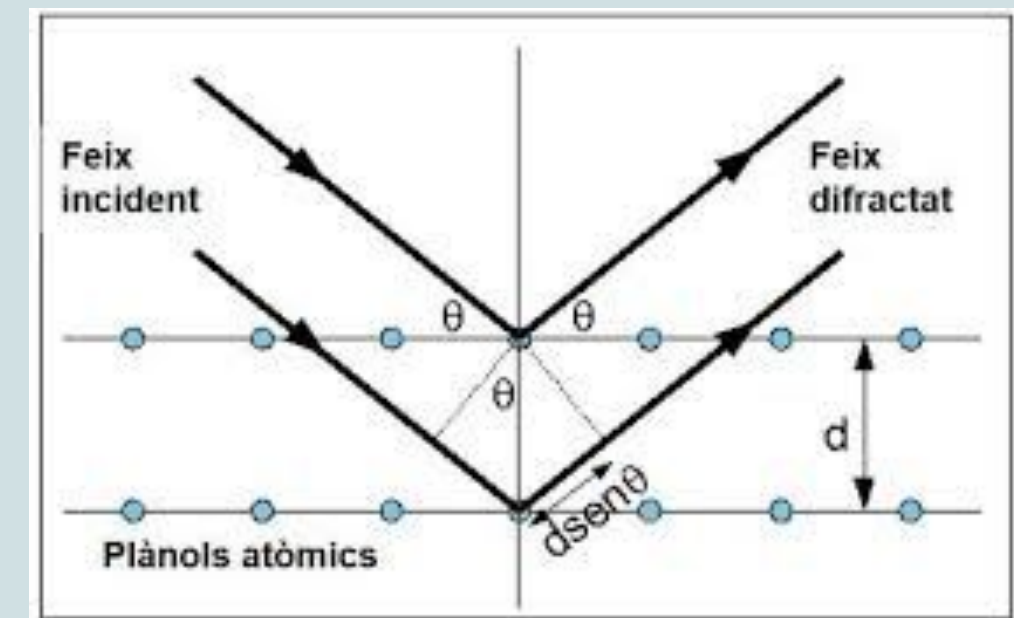
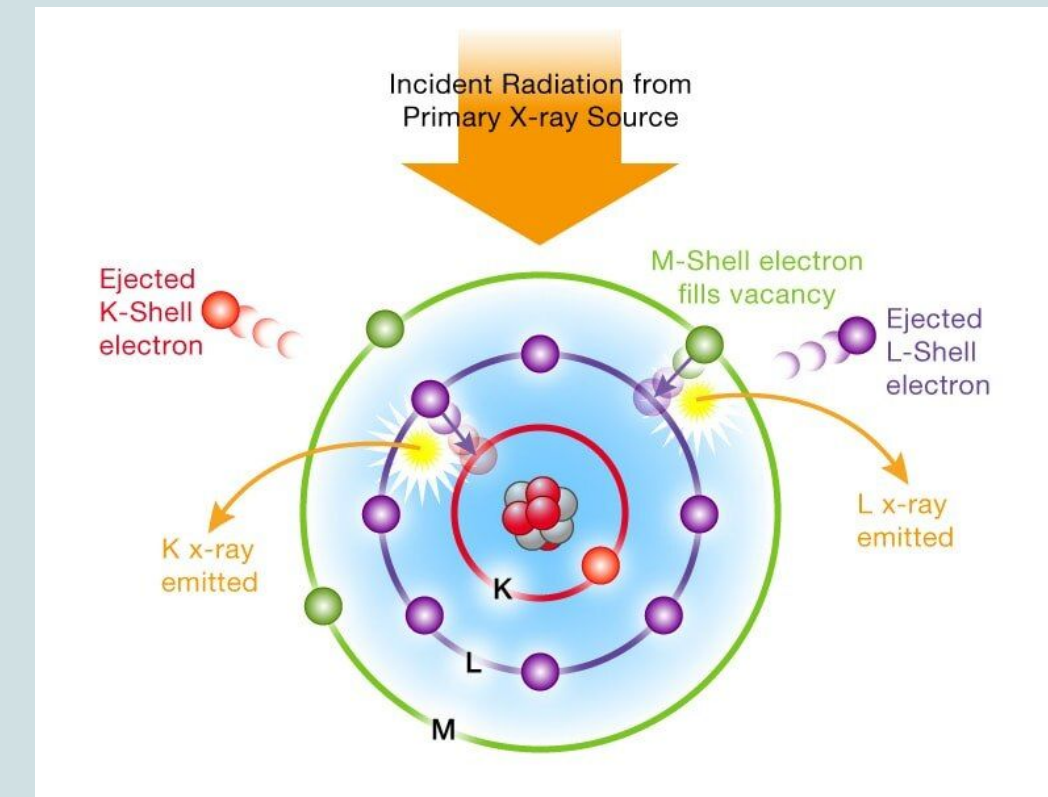
IDENTIFICACIÓ DELS

ESTUDI I

1. **Identificació a ull nu:** observació a primera vista de les propietats físiques dels minerals, amb l'ajut d'instrumental senzill, com imants, estris per ratllar, lupa, etc. És el mètode més senzill, ràpid, no destructiu i sovint és definitiu.
 - Inconvenients
 - experiència per reconèixer els minerals
 - semblança molts minerals
 - impossibilitat de determinar sèries isomòrfiques com les plagiòclasis.
2. **Microscòpia òptica:** determinar les propietats òptiques, detectar la manca d'homogeneïtat i fins i tot estudiar els processos que han format els minerals.
 - microscòpia de llum transmesa: minerals transparents, o translúcids
 - microscòpia de llum reflectida: minerals semiopacs i opacs

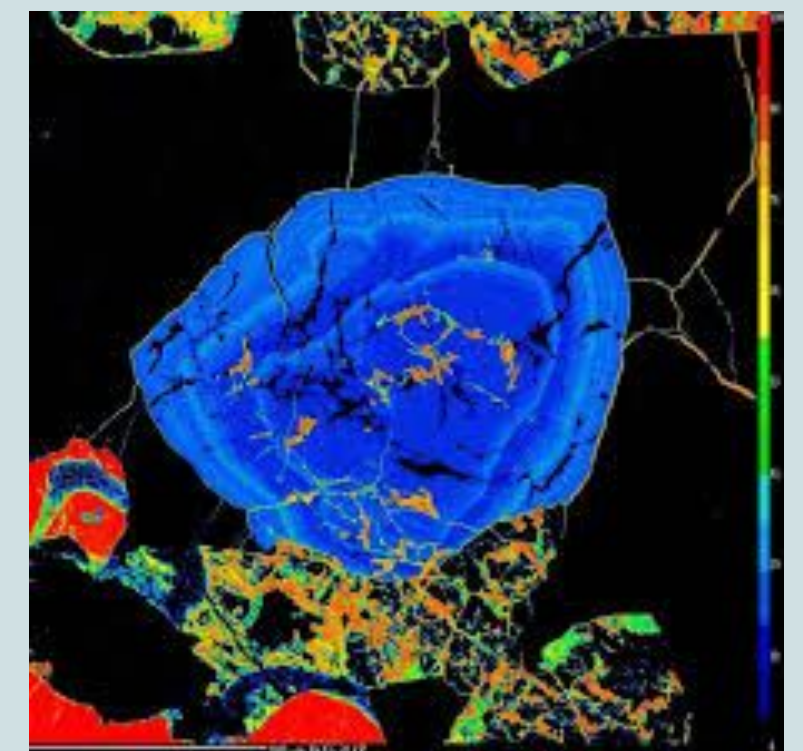
NOVES TECNOLOGIES

3. **Espectrometria de fluorescència de raigs X:** fluorescència de raigs X a unes longituds d'ona característiques que emeten els elements quan són excitats per un feix primari de raigs X.
 - s'obtenen les diferents longituds d'ona característiques dels elements de la mostra
4. **Difracció de raigs X:** radiació incideix sobre una estructura cristal·lina i es produeix la difracció del feix si compleix la llei de Bragg*, de manera que en fer girar la mostra i el detector, s'obté un diagrama característic per cada mineral que hi és present.
 - es pot fer de pols o en agregats minerals, molt adequada per a la identificació d'argiles.



6. Estudi dels minerals

5. **Microscòpia electrònica:** feix d'electrons incideix sobre una mostra, alguns dels electrons són reflectits des de la mostra. La intensitat dels electrons reflectits depèn del nombre atòmic dels elements que constitueixen la mostra i de l'angle d'inclinació de la superfície de la mostra amb el feix incident.
- és possible obtenir una imatge molt ampliada dels objectes.
 - permet obtenir una imatge en relleu i estudiar morfologies d'agregats.
 - dues categories: els microscopis de transmissió i els de rastreig.
6. **Microsonda electrònica:** electrons emesos enfocats sobre un punt extremadament petit de la superfície polida de la mostra, que produeix l'emissió de raigs X. Intensitat es mesura mitjançant un comptador, com també la longitud d'ona segons la llei de Bragg. Aparell d'anàlisi química d'elements en superfícies molt petites.



1. Quina diferència hi ha entre mineral i mineraloide?
2. Quins són els dos processos de formació de minerals?
3. Quina informació pot aportar un mineral sobre la formació d'una roca?
4. Quina és la forma externa ideal d'un sòlid cristal·lí?
5. Quines són les dues propietats més importants dels cristalls? Per què?
6. Què és una xarxa espacial cristal·lina?
7. Els minerals són estables quan es troben en determinades condicions; ultrapassats certs límits, perden estabilitat. Com es representa això?
8. Què és el punt triple?
9. Expliqueu la regla de les fases de Gibbs.
10. Quines dues propietats dels minerals ens han permès estudiar els diagrames de fase?
11. Com defineixen solució sòlida? I aliatge?

12. Com faries la identificació d'un mineral incògnit?
13. Quin és el color real d'un mineral?
14. Citeu alguns exemples de minerals amb exfoliació perfecta i altres amb fractura.
15. Quins minerals tenen gust?
16. Quins són els criteris de classificació dels minerals?
17. Quines són les principals classes de minerals?
18. Com es reconeixen fàcilment els carbonats?
19. Quina és la classe de mineral més abundant?
20. Cita alguns exemples de silicats.
21. Quin tipus de roques hi ha?

SISTEMÀTICA DELS MINERALS

O7

SISTEMÀTICA DELS MINERALS

La composició química és, des del segle XIX , el criteri de classificació més utilitzat. Segons aquest esquema, els minerals es classifiquen en classes en funció de l'anió o el grup aniònic dominant. Aquest criteri es justifica perquè els minerals que comparteixen el grup aniònic tenen unes característiques comunes molt marcades, a més de trobar-se normalment en el mateix jaciment.

Ara bé, tal com ja hem vist, els minerals tenen una estructura atòmica ordenada.

Amb el desenvolupament de les tècniques de raigs X, els principis cristal·loquímics es van sumar a les classificacions purament químiques per tal de determinar perfectament les propietats físiques dels minerals. Atès això, avui dia **la classificació es basa conjuntament en la composició química i l'estructura interna dels minerals.**

Els **elements natus** són tots aquells que **es troben a la natura sense combinar químicament amb altres**.

- molt escassos (una vintena), en alguns llocs en concentracions importants.
- Subdivisions:
 - metalls
 - semimetalls
 - no-metalls

Metà·lics: estan formats per àtoms units mitjançant enllaços metà·lics i empaquetament compacte.

- Tenen elevada conductivitat elèctrica i tèrmica
- Tenen plasticitat, ductilitat i lluentor metà·lica.
- Cristal·litzen en el sistema hexagonal i cúbic.
- Són escassos, encara que ocasionalment es concentren donant lloc a jaciments explotables.

GRUP METÀL·LICS I

- Grup de l'or, que inclou també la plata, el coure i el plom.



GRUP METÀL·LICS II

- Grup del platí, que inclou al paladi.



GRUP METÀL·LICS III

- Grup del ferro, que apareix tant en minerals terrestres com en meteorits.



7.2 Sulfurs i sulfosals

Els sulfurs són econòmicament molt importants, ja que entre aquests minerals hi ha les menes metàl·liques més útils:

- galena (PbS , mena de Pb)
- esfalerita (ZnS , mena de Zn)
- pirita (FeS_2 , mena de Fe)



7.2 Sulfurs i sulfosals

En aquest grup també es classifiquen

- seleni
- tel·luris
- arsènics (niquelina - NiAs , mena de Ni).



7.2 Sulfurs i sulfosals

La majoria són **opacs**, amb colors molt característics, tot i que n'hi ha que **no són opacs**, com el **cinabri** (SHg), el **realgar** (SAs) i l'**orpiment** (S_3As_2).



La fórmula general dels sulfurs s'expressa com M_xZ_y , on **M** representa l'element metàl·lic i **Z** el no metàl·lic. La majoria té **coordinació tetraèdrica o octaèdrica** al voltant del sofre i els enllaços són típicament iònics, covalents o metàl·lics.

Les **sulfosals** constitueixen un grup molt divers i relativament gran de minerals, malgrat que són poc conegudes. En aquest cas, **l'arsènic i l'antimoni ocupen el lloc del metall**

- Composició general ABZ :
 - A és Cu, Ag, Pb i Sn
 - B és As, Sb i Sn
 - Z és S

Alguns **exemples** són:

pirargirita (Ag_3SbS_3)

tetraedrita ($Cu_{12}Sb_4S_{13}$)

tennantita ($Cu_{12}As_4S_{13}$)



7.3 Òxids i hidròxids

Aquesta classe agrupa un gran nombre de minerals amb poques característiques comunes. Juntament amb els sulfurs, inclouen les menes metàl·liques més importants.

En els **òxids**, l'oxigen es combina amb un o més metalls per formar compostos dels tipus M_xO_y , on M representa el metall.

Exemples:

- hematites (Fe_2O_3)
- magnetita (Fe_3O_4)
- la pirolusita (MnO_2)
- cassiterita (SnO_2)
- corindó (Al_2O_3).



A causa del caràcter iònic dels seus enllaços, presenten **gran duresa**, **punts de fusió elevats**, **gran estabilitat química** i **baixa solubilitat**.

Els **hidròxids** són la classe de minerals constituïda per **combinacions de metalls i de semimetalls amb el grup hidroxil (OH)⁻** que substitueix totalment o parcialment els oxígens dels òxids. La presència del grup hidroxil (OH)⁻ provoca un debilitament dels enllaços de les estructures en comparació amb els òxids. Una gran part d'aquests compostos cristal·litza segons xarxes estratificades amb els hidroxils (OH)⁻ en un empaquetament hexagonal. Això els proporciona una **bona exfoliació basal**.

Exemples:

- goethita (FeO(OH))
- brucita Mg(OH)₂



La majoria són de **composició química senzilla, incolors** o tenyits casualment, d'**aspecte no metàl·lic**, de **poca duresa** i gairebé sempre són **solubles en aigua**.

Comprenen combinacions no oxigenades de fluor, clor, brom o iode (Z) amb metalls (M), del tipus MZ o bé MZ_2 . Els compostos tenen unes estructures cristal·lines amb la major simetria possible.

Exemples:

- halita (NaCl)
- la silvita (KCl)
- fluorita (CaF_2)

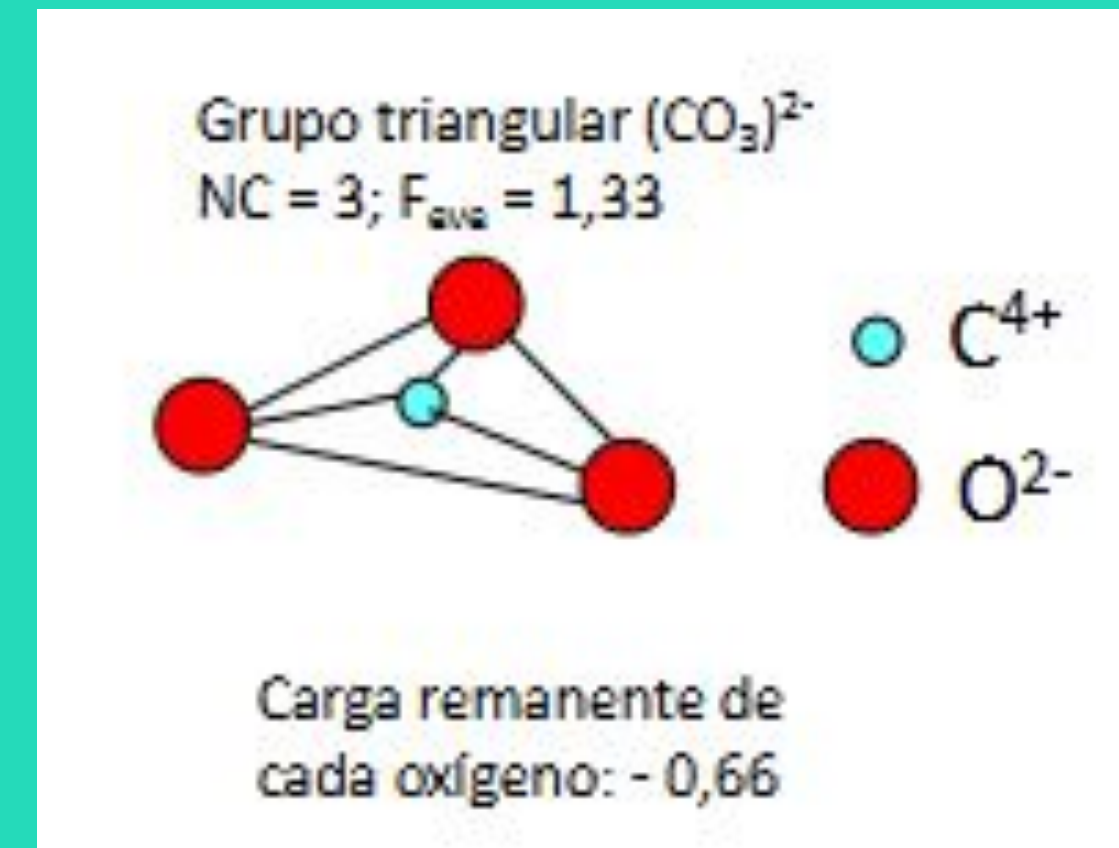


7.5 Carbonats, nitrats i borats

En general, els **carbonats** són molt abundants a la natura. Són incolors o bé es presenten amb una coloració blava o rosa si tenen coure o cobalt, respectivament; les altres coloracions vénen donades per les impureses.

Es reconeixen fàcilment perquè, en tractar-los amb un àcid fort, desprenen CO_2 amb efervescència. El **complex aniònic $(\text{CO}_3)^{2-}$** dels carbonats és una unitat **fortament enllaçada**.

Entre els complexos aniònics no comparteixen oxigen i formen combinació amb un metall. L'**oxigen té coordinació ternària planar a causa del petit radi iònic del carboni**. Aquesta configuració confereix a aquest grup de minerals la majoria de les seves propietats característiques.



7.5 Carbonats, nitrats i borats

Més abundants

- calcita (CaCO_3), roques calcàries
- aragonita (CaCO_3), mineral polimorf de la calcita
- dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), reacciona menys amb l'àcid clorhídric i també és un mineral que forma roques



Menys abundants - menes de Cu (valor ornamental)

- malaquita ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$)
- atzurita ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$)



7.5 Carbonats, nitrats i borats

Els **nitrats** són estructuralment semblants als carbonats amb **grups plans, triangulars (NO_3)⁻**. L'enllaç del nitrogen amb els tres oxígens és molt més fort que en el cas dels carbonats i, per tant, els nitrats no es descomponen fàcilment pels àcids.

7 nitrats coneguts a la natura:

Abundants

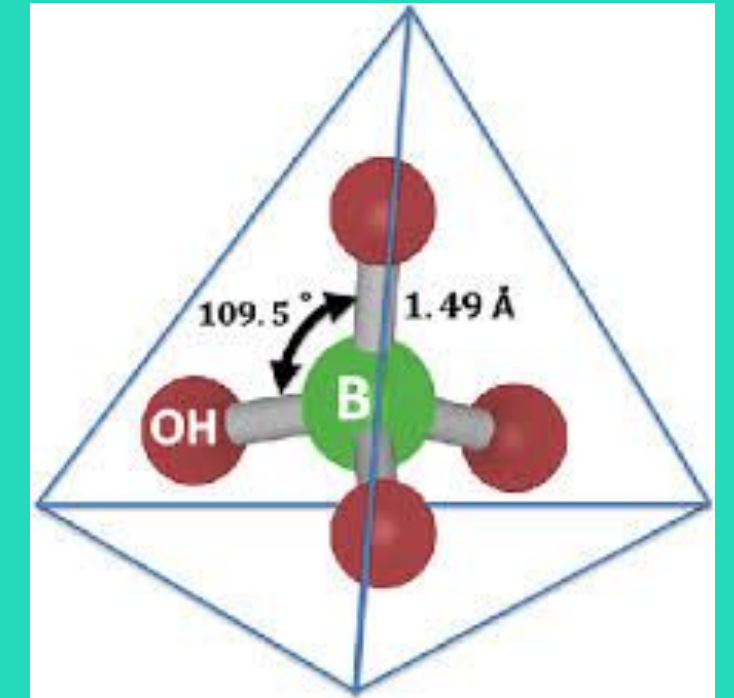
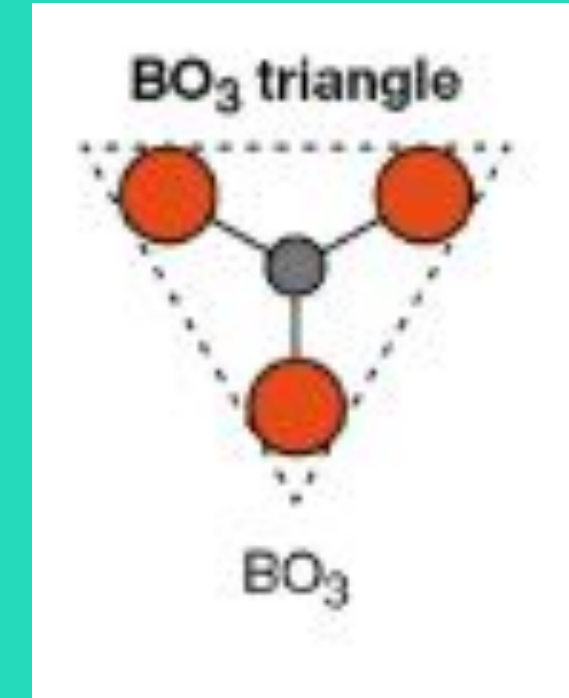
- nitratina (NaNO_3)
- nitre (KNO_3)



En general, **no tenen aspecte metàl·lic, són tous i blancs, i són típics dels dipòsits salins a les regions càlides.**

7.5 Carbonats, nitrats i borats

Els **borats** tenen el bor en coordinació amb tres oxígens o OH⁻ i formen **triangles planars** (BO₃) com els carbonats i nitrats o en coordinació amb quatre O i OH per formar **tetràedres** (BO₄) i (B(O,OH)₄).



Les dues unitats es poden acoblar en una mateixa estructura → poden construir els mateixos tipus d'edificis que els silicats.

Es coneixen 100, només 4 abundants:

- kernita ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
- bòrax ($\text{NaB}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)
- ulexita ($\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- colemanita ($\text{CaBO}_4(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)



7.6 Sulfats, cromats, wolframats i molibdat

Sulfats: constituïts per combinacions oxigenades del sofre amb metalls o no-metalls. Unitat estructural fonamental: tetràedre $(\text{SO}_4)^{2-}$, combinada amb cations grans i mitjans i un fort enllaç covalent entre el sofre i l'oxigen. Estabilitat i solubilitat depèn de la valència i la mida dels cations divalents de gran radi iònic; els divalents, més petits, s'envolten de molècules d'aigua i formen els sulfats hidratats, solubles i de poca duresa.

Els més abundants:

- baritina (BaSO_4)
- celestina (SrSO_4)
- anhidrita (CaSO_4)
- guix ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).



7.6 Sulfats, cromats, wolframats i molibdats

Cromats: complex tetraèdric aniònic $(\text{CrO}_4)^{2-}$ semblant al dels sulfats. Són rars i poc freqüents. Exemple: crocoita (PbCrO_4).



Wolframats: $(\text{WO}_4)^{2-}$: oxígens formen grup més compacte de forma quadrada. Formen combinacions de l'anió amb metalls com Ca, Pb, Mn i Fe; poques vegades es combinen amb Cu o Al. El més freqüent és la **wolframita** $((\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4)$.



Molibdats $(\text{MoO}_4)^{2-}$: oxígens formen grup més compacte de forma quadrada. A la natura només n'hi ha combinat amb Ca, Cu, Fe, Pb i U. El més comú és la **wulfenita** $(\text{Pb}(\text{MoO}_4))$.



7.7 Fosfats, arseniats i vanadats



Fosfats: fòsfor amb valència 5 forma un grup iònic tetraèdric amb l'oxigen $(\text{PO}_4)^{3-}$.

- **apatita** $(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl}))$ el més important i abundant. La forma criptocristal·lina constitueix la roca fosforita, de gran interès econòmic.



7.7 Fosfats, arseniats i vanadats

Arseniats: arsènic forma grups similars $(\text{AsO}_4)^{3-}$ amb la mateixa configuració d'oxigen i els mateixos enllaços.

Vanadats: vanadi forma unitats similars $(\text{VO}_4)^{3-}$

- El fòsfor, l'arsènic i el vanadi es poden substituir mútuament com a ió central del grup tetraèdric i, per tant, poden formar sèries isomorfes.
- Nombrosos minerals de constitució química anàloga i formes cristal·lines semblants, poc abundants.

Exemples destacats:

- sèrie isomorfa de la **piromorfita** $(\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl})$, la **mimetita** $(\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl})$ i la **vanadinita** $(\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl})$.



7.8 Silicats



El 95% del volum de la litosfera terrestre està compost per **silicats**.

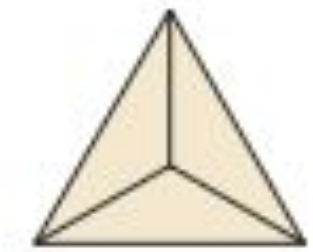
Característiques:

- contenen **silici** i **oxigen** i altres elements.
- abundància: dels vuit elements químics que formen el 98 % de l'escorça continental, respecte al pes, l'oxigen i el silici són els més abundants.
- silici i oxigen units entre ells formant un tetràedre $(\text{SiO}_4)^{4-}$ amb el silici al centre i els oxígens als quatre vèrtexs.
 - unitat bàsica es pot unir per enllaç iònic amb diferents cations o per enllaç covalent amb altres tetràedres, i originar diferents tipus de silicats.
- llúïssor no metàl·lica, ratlla blanca i duresa elevada.

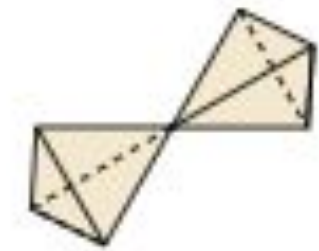
7.8 Silicats

Sis subclasses basades en la seva estructura:

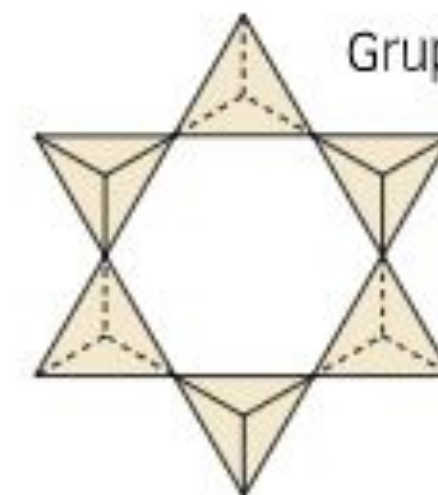
- **Neosilicats:** grups tetraèdrics SiO_4 independents lligats únicament pels cations.
- **Sorosilicats:** parelles aïllades de tetràedres de $(\text{SiO})^{4-}$ unides mitjançant un oxigen comú i fórmula general (Si_2O_7) .
- **Ciclosilicats:** estructura formada per anells plans de tres, quatre o sis tetràedres de $(\text{SiO}_4)^{4-}$ de manera que cadascun comparteix dos oxígens amb els dos tetràedres veïns i fórmula general: $(\text{Si}_3\text{O}_9)^{6-}$, $(\text{Si}_4\text{O}_{12})^{8-}$, $(\text{Si}_6\text{O}_{18})^{12-}$, respectivament.



Tetràedres aïllats
(neosilicats)



Tetràedres dobles
(sorosilicats)

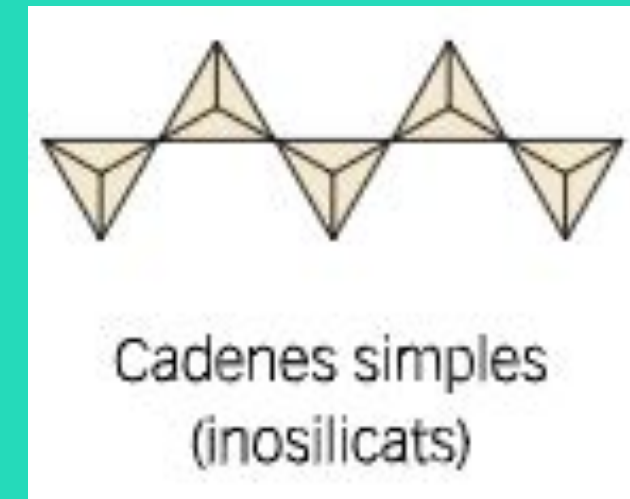


Grups de 3, 4 o 6 tetràedres
formant anells
(ciclosilicats)



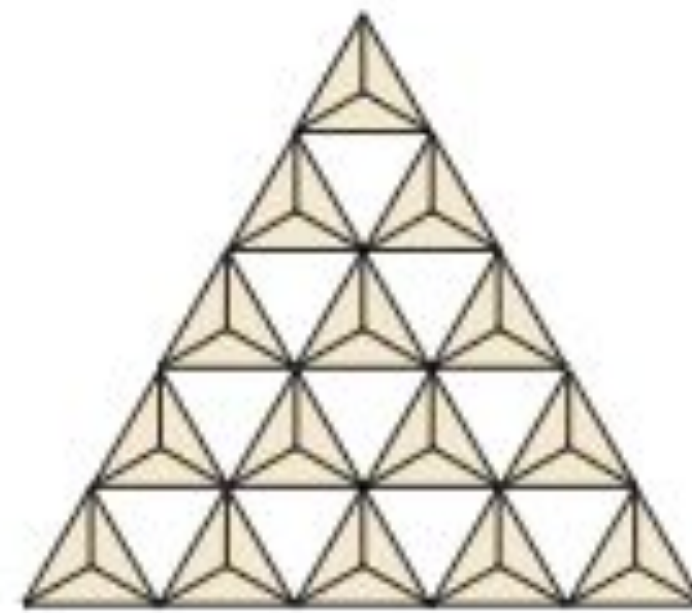
7.8 Silicats

- **Inosilcats:** tetràedres units per formar cadenes.
 - cadenes simples → dos oxígens de cada tetràedre compartits amb els adjacents i els altres dos queden cadascun amb una càrrega ($n(\text{Si}_2\text{O}_6)^{4-}$).
 - cadenes dobles → dues cadenes senzilles lligades paral·lelament ($n(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$).
- **Fil·losilcats:** formats per capes bidimensionals indefinides de tetràedres de $(\text{SiO}_4)^{4-}$, cadascun d'ells comparteix tres vèrtexs amb els tetràedres veïns i forma un xarxa plana generalment hexagonal i de fórmula general $n(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{4-}$.



7.8 Silicats

- **Tectosilicats:** es formen quan els quatre oxígens d'un tetràedre SiO_4 són compartits per tetràedres veïns i s'obté una xarxa tridimensional.



Tetràedres
units en xarxes
tridimensionals
(tectosilicats)

SILICATS MÉS
ABUNDANTS

08

SILICATS MÉS
ABUNDANTS



8.1 Olivina

- Fórmula $(\text{Mg, Fe})_2(\text{SiO}_4)$ → indica una solució sòlida amb una gamma completa de variació en la proporció entre ferro i magnesi.
- Conjunt de minerals que formen el grup olivines, constituïts per **nesosilicats** de colors verd oliva, verd grisenc o bru.
- Mineral **ferromagnèsic** que es forma a temperatures altes, i és el principal constituent de les **roques de l'escorça oceànica i del mantell superior**.
- Abundant a la illa de Lanzarote.
- *En metal·lúrgia, s'utilitza com a condicionador d'escòries, refractari i sorra de fosa. Com a fertilitzant, ja que aporta magnesi i ferro com a nutrients al sòl.*



8.2 Piroxens

- **Inosilcats** de cadena **simple**, format per diversos minerals que són **silicats de calci, magnesi, ferro i alumini**.
- El més comú l'**augita**.
- Colors foscos, de vegades verdosos o groguencs, s'han format a altes temperatures.
- Molt abundants en **roques de l'escorça oceànica i del mantell superior**, si bé també es poden trobar en **roques de l'escorça continental**.



8.2 Piroxens

- **Usos:**

- treballs lleugers de restauració de maó i pedra
- restauració de carrosseries d'automòbils
- restauració de fusta amb l'eliminació de pintures lleugeres, vernissos, contaminants com a brutícia, sutge i greixum.



8.3 Amfibols



- Inosilcats de cadena doble
- Comprèn minerals de **calci, magnesi, ferro i alumini**
- Més característic: **hornblenda**
- Hàbit acicular dels cristalls causat per les cadenes paral·leles al tercer eix cristal·logràfic amb exfoliacions característiques.
- La fórmula dels amfibols inclou l'ió hidroxil (OH)
- Es formen a temperatures més baixes que els piroxens, i són **molt abundants en certes roques metamòrfiques**, encara que també poden estar **associats a roques ígnies de tipus granític**.



8.3 Amfibols



- Usos:



- rajoles de granit



- plaques de cocció



- balast de ferrocarril

8.4 Miques i argil·les



- **Miques:** fil·losilcats més comuns a les roques ígnies i metamòrfiques que a les sedimentàries
 - Mica blanca o **moscovita** (silicat aluminopotàssic)
 - Mica negra o **biotita** (silicat ferromagnèsic)
→ exfoliació laminar marcada.



8.4 Miques i argil·les



- **Usos miques**

- moscovita

- portes de forns i estufes, com a aïllant tèrmic incombustible
 - additiu en l'elaboració de paper, en forma de pols de mica juntament amb oli
 - impressió de teixits, com a lubricant
 - absorbent de la nitroglicerina

- biotita

- anàlisi de l'edat de les roques (datació potassi-argó o argó-argó)
 - aïllant tèrmic molt resistent
 - pintura o revestiments → efecte lluentor, creant capa que ajuda a altres elements (l'aigua o altres líquids) a quedar adherits a la superfície

8.4 Miques i argil·les

- **Argiles:** fil·losilcats amb un paper destacat en la química dels sòls.
 - **Il·lites:** les més abundants, provenen de l'alteració de les miques i dels feldspats en condicions alcalines. De color blanc amb diverses tonalitats pàl·lides i exfoliació perfecta.
 - **Caolinites:** són de color blanc, de vegades vermelloses, brunes o blavoses, i no presenten substitució isomorfa.
 - **Esmectites:** «argiles expansibles» (en contacte amb l'aigua, aquesta se situa en l'espaiat interlaminar i les expandeix fins a un màxim de 20 Å.) → **montmorillonita**
 - **Vermiculites:** propietat d'encorbar-se en forma de cuc de terra per l'acció de l'escalfor i es fan servir com a aïllants tèrmics i acústics. També presenten substitucions isomòrfiques.



8.4 Miques i argil·les



- **Usos argiles**

- **Il·lites**

- preparació de mescles per a ceràmiques tradicionals, producció de rajoles de gres porcellànic blanc



- **Caolinites**

- aplicacions industrials → fabricació de ceràmica, vidre, cautxú, pintures, paper, refractaris, pesticides
 - indústria alimentària → additiu
 - medicina → tractament problemes gastrointestinals
 - agricultura → abonament i additiu en fitosanitaris insecticida i pesticida.
 - cosmètica → màscares purificadores exfoliants i netejadores



8.4 Miques i argil·les



- Esmectites:

- Ciència del sòl: fertilitat, retenció i alliberament nutrients (potassi i calci), estabilitat del sòl, retenció d'aigua i erosió.
- Aplicacions industrials: fluids de perforació en l'exploració de petroli i gas, catalitzadors en reaccions químiques, absorbents en el tractament i remediació de deixalles, espessidors i agents de suspensió en pintures, cosmètics i altres
- Geologia: en roques sedimentàries → indicadors d'ambients passats i condicions de dipòsit, datació esdeveniments geològics i reconstrucció paleoambients.
- Ciències ambientals: adsorció i eliminació de metalls pesants, contaminants orgànics i altres contaminants del sòl i l'aigua → remediació ambiental i tractament de deixalles.
- Agricultura: suplementos alimentaris per a animals per a millorar la digestió i la salut, i per a reduir el risc de malalties i infeccions.

8.4 Miques i argil·les



- Vermiculites

- substrat en cultius hidropònics
- àrid per a elaborar formigons de baixa densitat
- aïllant tèrmic i acústic
- element filtrant en extintors
- protecció de materials o equipaments fràgils
- augmentar la viscositat d'olis lubricants
- absorbent d'humitat i altres contaminacions líquides
- excipient en productes diversos, incloent-hi medicaments.
- incubació ous de tortuga terrestre i uns certs tipus de fongs superiors.



8.5 Feldspats



- **Tectosilicats alumínics**, poden contenir
 - potassi (**ortosa**, KAlSi_3O_8) → alcalins
 - sodi (**albita**, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) → alcalins / plagiòclasis
 - calci (**anortita**, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6$) → plagiòclasis



- Minerals **més abundants de l'escorça** (50 %), i es troben, generalment, en roques ígnies i metamòrfiques.

8.5 Feldspats



EL FELDESPATO EN TU VIDA

Los feldespatos son una familia de minerales que comprende un grupo de aluminosilicatos (minerales que conforman el 60% de la corteza terrestre) relacionados entre sí, con distintas proporciones de potasio, sodio y calcio.

LAS CIFRAS



En Galicia se produce más del **10%** del feldespato de España.



En España se producen al año unas **800.000 toneladas** de este recurso minero.

VIDRIO



El 55% del feldespato producido en el mundo va dirigido a la industria del vidrio: en recipientes, piezas ornamentales, automóviles, etc.

AGRICULTURA



El feldespato se usa en recubrimientos de semillas y en la fabricación de fertilizantes.



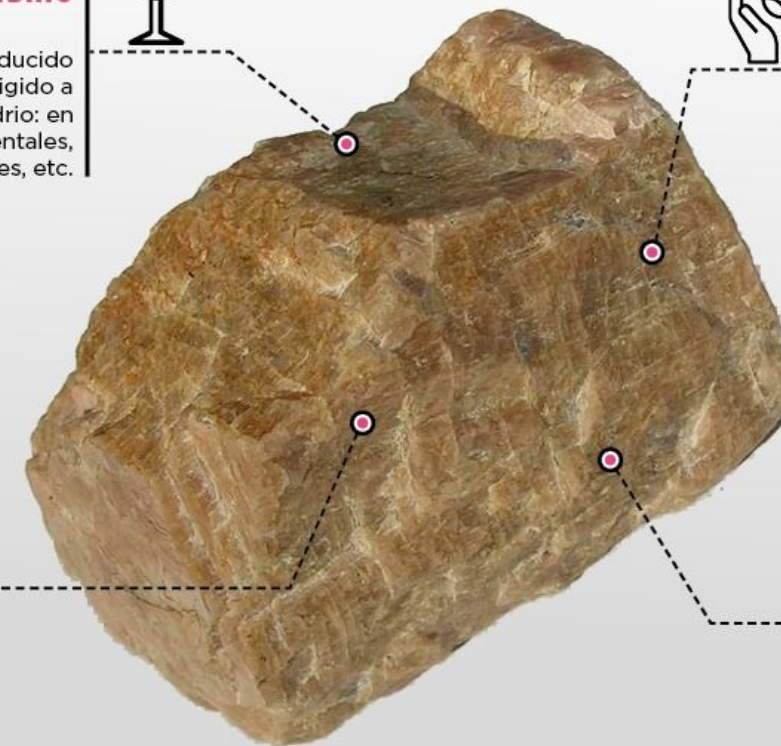
CERÁMICA

Se utiliza para la fabricación de esmaltes cerámicos, para loza de mesa y en gres porcelánico.



OTRAS INDUSTRIAS

Utilizado para abrasivos, pinturas resistentes a ácidos o fabricación de electrodos.



Minería Sostenible
de Galicia

8.6 Quars



- Fórmula: SiO_2
- Un dels minerals que es troba més **habitualment en els tres grans tipus de roques**
 - especialment abundant en roques de tipus granític.
- Diverses varietats, es **diferencien** per l'estructura cristal·lina o particularitats morfològiques (impureses → coloracions diverses)



8.6 Quars



- Usos

- fabricació de vidres, ceràmiques, refractaris, pigments, adsorbents, filtrants, descolorants, sorres d'emmotllament, materials de construcció, fabricació dels panells fotovoltaics



DE MINERALS A
ROQUES



DE MINERALS A
ROQUES

La majoria de les vegades els minerals es presenten agrupats o continguts en una matriu o ciment natural formant roques.

→ **ROQUES**: agregats o associacions naturals de minerals formades per un mateix procés. Això vol dir que cada roca es defineix per la presència de determinats minerals (minerals essencials), en proporcions diferents en cada tipus de roca.

- formada per un sol mineral: guix o calcària
- format per diversos minerals: granit o basalt
 - Si falta algun dels minerals essencials ⇒ un altre tipus de roca o varietat de la mateixa roca.
 - minerals essencials del granit: quars, feldspat potàssic, plagiòclasi i mica negra o biotita.
 - L'absència d'algun d'aquests minerals implica que la roca no es pugui considerar un granit.

9. De minerals a roques



Minerals, anomenats accessoris, que no modifiquen la naturalesa de la roca, i poden ser-hi o no ser-hi sense que per això se l'hagi de considerar com un altre tipus de roca. Minerals accessoris a les roques ígnies són, per exemple, l'apatita, el zircó, l'esfèn o el granat. Els minerals opacs també són minerals accessoris presents a les roques ígnies.

A la litosfera terrestre, s'hi poden distingir tres grans tipus de roques, classificades segons les condicions fisicoquímiques que predominen durant la seva formació:

Roques ígnies o magmàtiques

. Es formen a temperatures entre moderades i altes, sotmeses a un ampli ventall de pressions; impliquen fusió; són el resultat de la solidificació, en capes profundes o a la superfície, de materials fosos

del mantell i de l'escorça terrestre.

Roques metamòrfiques

. Es formen en un ampli ventall de pressions i tempe-

10. Pedres precioses

Les pedres precioses

Les pedres precioses, o gemmes, són minerals que a causa de les seves propietats de bellesa, raresa, duresa i durabilitat, són molt valorades per les persones i, per tant, tenen un gran valor comercial en joieria. Hi ha alguns minerals que només tenen una o dues de les propietats de les pedres precioses, i tot i així s'utilitzen en joieria i bijuteria. Constitueixen el grup de les pedres semiprecioses. L'aiguamarina o la turmalina en són dos exemples. Sovint s'inclou en el concepte de gemma alguns materials naturals orgànics, com ara la perla, l'ambre o el corall, degudament tallats i polits.



10. Pedres precioses

Les gemmes es coneixen des de fa set mil anys. Algunes de les que primer es van trobar foren l'ametista, el granat, el lapislàtzuli, la maragda i la turquesa. S'utilitzaven com a símbol d'estatus social o bé com a amulets i talismans.

El nom de la gemma sovint no coincideix amb el nom del mineral que la forma. Per exemple, el corindó té dues varietats molt conegudes, que s'utilitzen com a gemmes: el safir, varietat cristal·lina de color blau pàl·lid, i el robí, varietat cristal·lina de color vermell intens.

L'aiguamarina és la varietat del beril de color blau verdós. El color del safir és degut al seu contingut en ferro i una petita quantitat de titani, mentre que el color vermell intens del robí es deu a la presència de petites quantitats de crom. En el cas de l'aiguamarina, el color li proporciona el ferro divalent en els canals estructurals del beril.

