

MINERALES,



compuestos, elementos, átomos e isótopos

Los minerales son los constituyentes de las rocas.

Los términos *mineral, compuesto, elemento, átomo e isótopo*, se refieren a diferentes niveles de organización de la materia.

El siguiente nivel de organización superior a mineral, desde el punto de vista de Ciencias de la Tierra (Geología), es el de ROCAS

Mineral

- ✓ Compuesto o elemento de ocurrencia natural
 - ✓ Inorgánico,
 - ✓ Sólido ,
 - ✓ Con una composición química específica,
 - ✓ Que posee una estructura interna ordenada de átomos
- ⇒ como consecuencia de esta estructura interna presenta una
- forma cristalina característica (sólido) y,
 - propiedades físicas características.

Ejemplos de qué es y qué no es mineral

Diamante vs. diamante sintético

Diamante vs. Carbón

Hielo vs. Agua

¿El petróleo es mineral?, ¿la resina es mineral?

Mineraloide.- Compuesto sólido natural sin composición química específica y sin estructura cristalina (amorfo).

Ejemplo: vidrio, resina, opalo

Polimorfo. Compuesto que bajo diferentes condiciones organiza su estructura cristalina de diferente manera.

Ejemplos

Calcita vs. Aragonita, diferentes minerales de misma composición: CaCO_3

Diamante vs. Grafito, diferentes minerales de misma composición: **C (Carbono)**

Pirita vs. Marcasita, diferentes minerales de misma composición: FeS_2

Cuarzo vs Cristobalita vs. Tridimita, diferentes minerales de misma composición: SiO_2

ÁTOMO

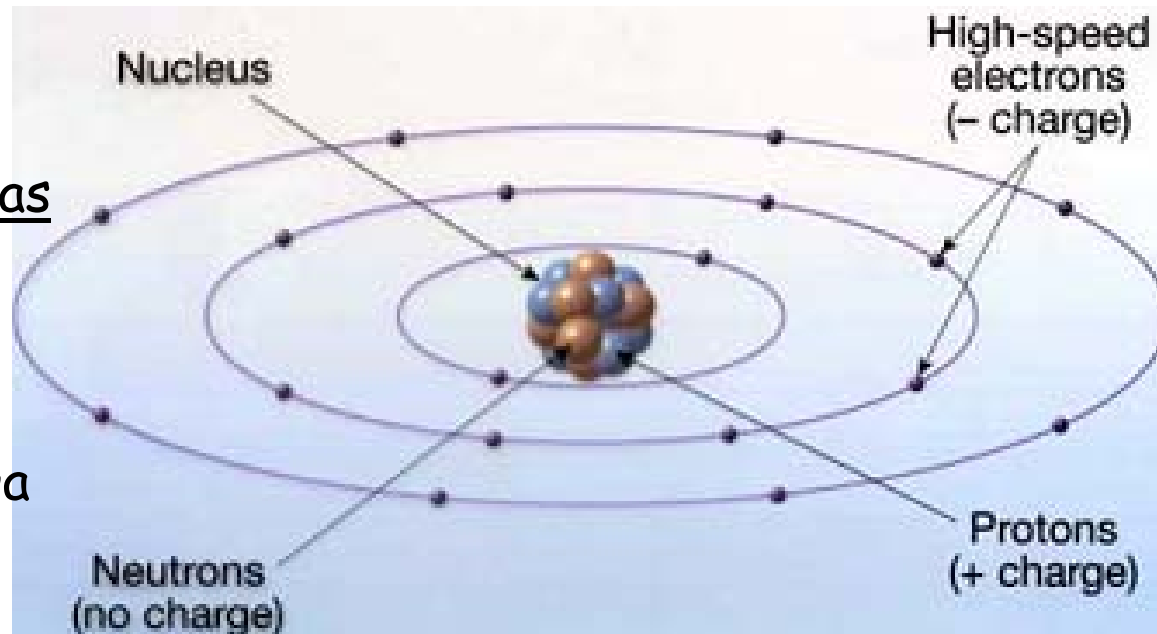
La más pequeña división de la materia que retiene las características químicas de un elemento.

Se representa como un sistema solar en miniatura con un núcleo de **protones** y **neutrones** y hasta 7 capas de electrones orbitando alrededor del núcleo

a) **Protones**.- partículas cargadas positivamente con masa de 1 AMU

b) **Neutrones**.- partículas eléctricamente neutras con masa de 1 AMU

c) **Electrones**.- partículas de tamaño infinitesimal con carga eléctrica negativa.

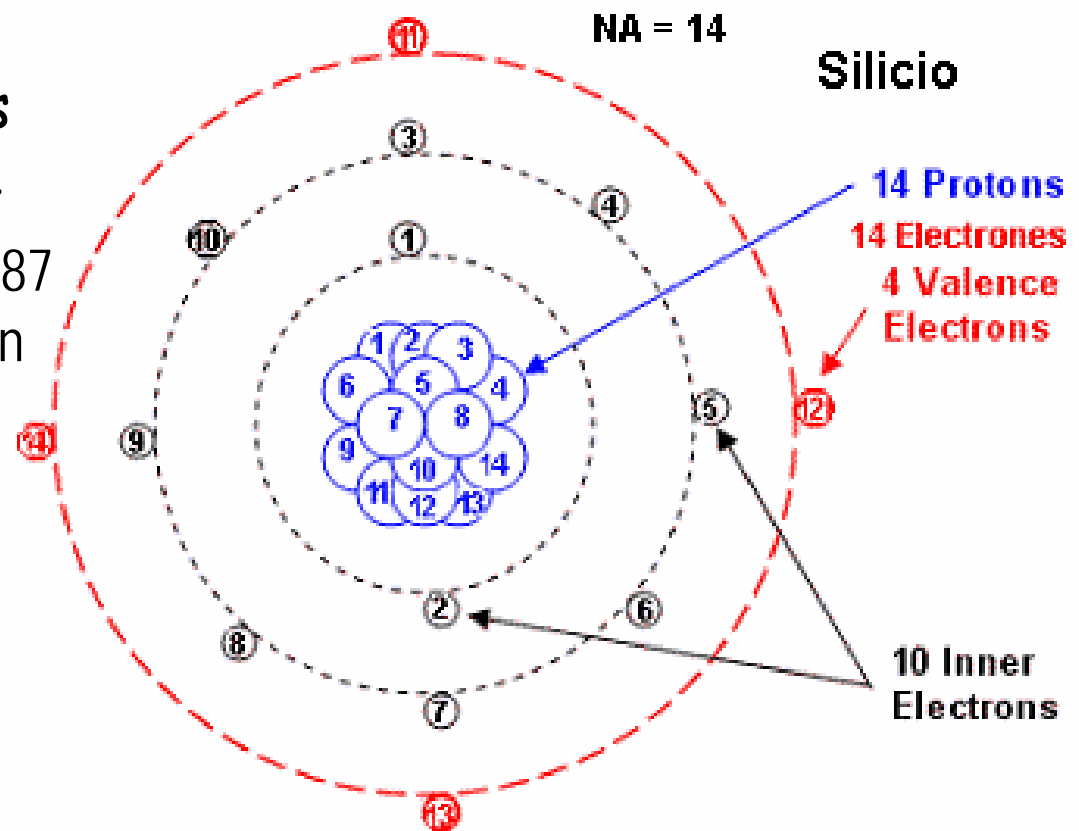


Número Atómico = Número de Protones (= # electrones)

Este número da la identidad de cada **ELEMENTO**

De No. Atómico 0 al 92 corresponden a elementos que ocurren naturalmente (el 61 es excepción; los 43, 85 y 87 son muy inestables, solo están en espectro estelar)

Del 92 en adelante **NO** ocurren naturalmente, cuando se logra producirlos, son inestables



Del 1 al 92 ocurren naturalmente con excepción del 61

43, 85 y 87 son muy inestables y solo están en espectro estelar

Del 92 en adelante no ocurren naturalmente y cuando se logra producirlos son muy inestables

Período	Grupo																18	
1	1																	2
1	1																	2
2	3	4											5	6	7	8	9	10
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	11	12											13	14	15	16	17	18
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112		114		116		118
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub		Uuq		Uuh		Uuo

Lantánidos	6	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		Cerio	Praseodimio	Neodimio	Promecio	Samario	Europio	Gadolinio	Terbio	Disproscio	Holmio	Erbio	Tulio	Iturbio	Lutecio
Actínidos	7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
		Torio	Protactinio	Uranio	Neptunio	Plutonio	Americio	Curcio	Berkelio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Lawrencio

Notas:

Metales

Metaloides

No metales

Gases nobles

(1) Base en peso atómico carbono de 12 () indica el más estable o el de isótopo más conocido.

Masa Atómica = Σ de Protones + Neutrones del núcleo.

Un mismo elemento puede tener diferente masa atómica, en virtud a que el número de neutrones puede variar. Cada una de estas variaciones es un **ISÓTOPO**

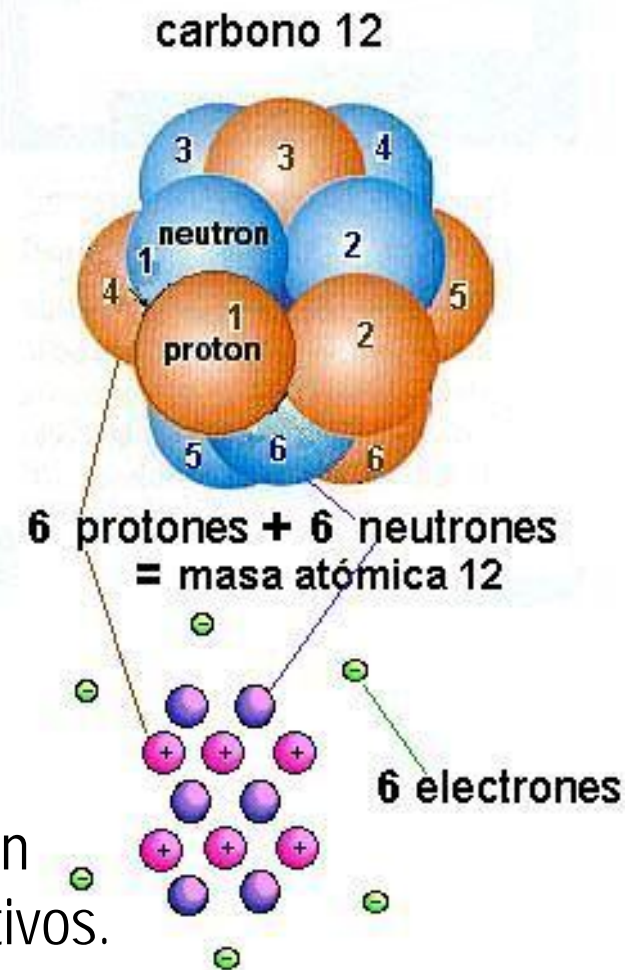
Ejemplo: la mayoría del H es de ma = 1 (1 protón); el deuterio es ma = 2 (1 protón, 1 neutrón) y el tritio es ma = 3 (1 protón, 2 neutrones)

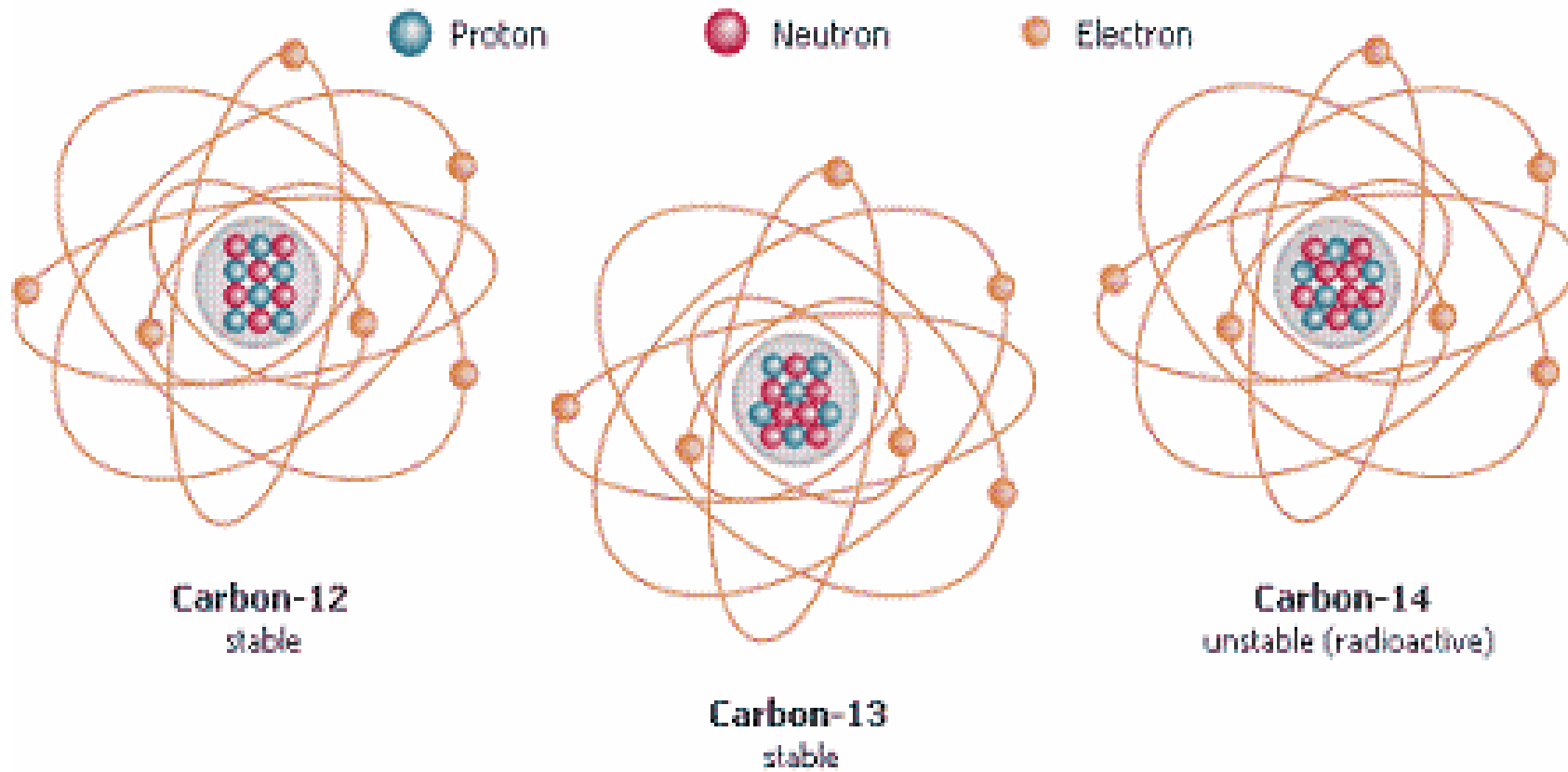
Entre más protones en el núcleo, hay más electrones y más capas orbitales.

En cada capa hay hasta un # determinado de electrones; en la última el máximo es 8 electrones

Elementos con 8 electrones en última capa son: gases inertes y son los más estables.

El resto de los elementos tiene < de 8 electrones en última capa, \Rightarrow por lo que son químicamente reactivos.





Compuestos

Los Átomos de los elementos reaccionan unos con otros y forman **compuestos**.

Con estas reacciones se llenan las últimas capas de los átomos, con lo cual quedan químicamente estables.

En este proceso los átomos:

- a) **ganan** electrones: Aniones.- ion cargado **negativamente** (**# electrones** > **# proton**)
- b) **pierden** electrones: Cationes.- ion cargado **positivamente** (**# electrones** < **# protones**)

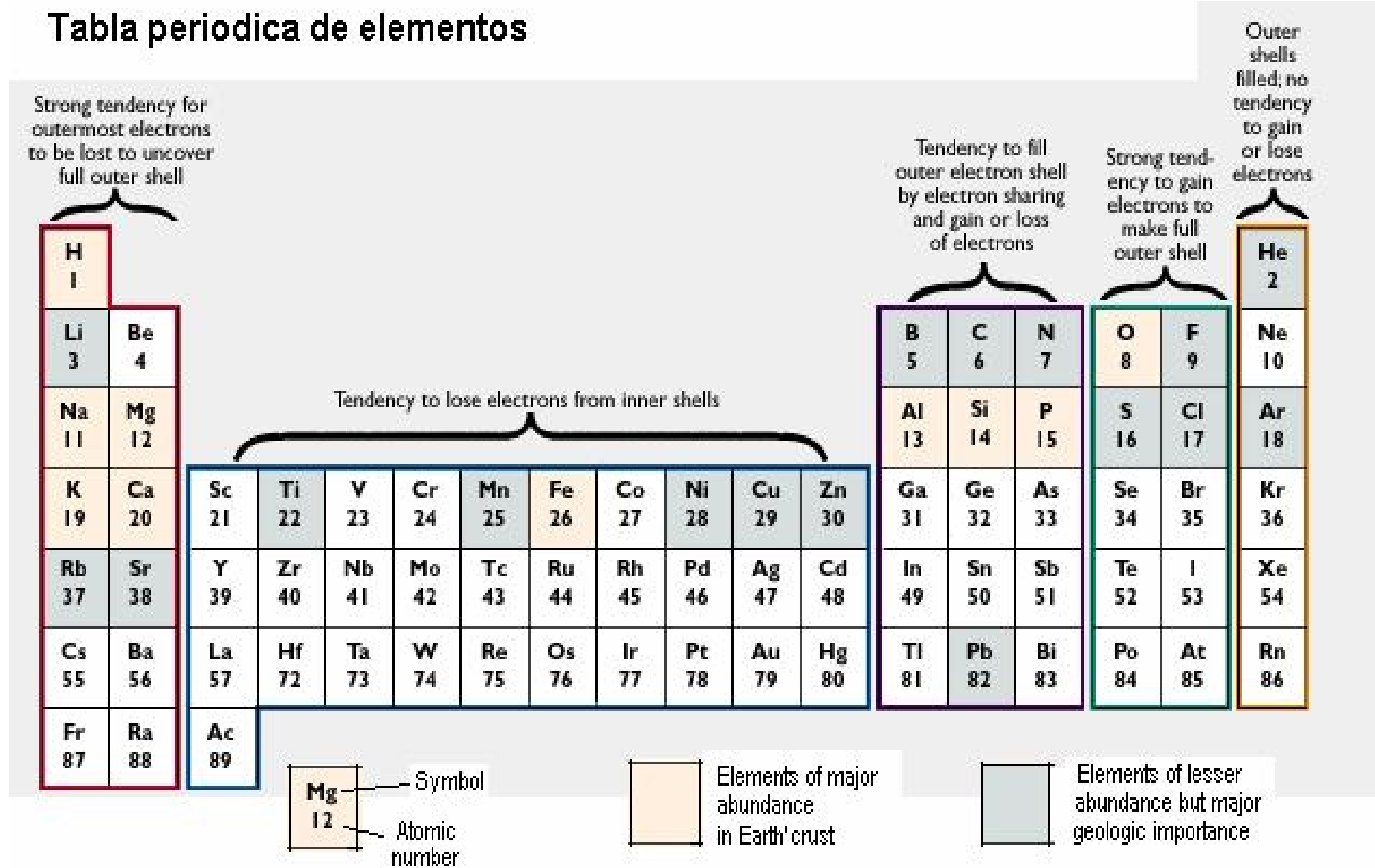
Átomos con 1,2 ó 3 electrones en última órbita \Rightarrow tienden a perderlos

Átomos con 4 ó más electrones en última órbita \Rightarrow tienden a ganarlos

Ejemplos: el Na con # atóm = 11 \Rightarrow con 11 electrones: 2, 8 y 1, es catión con Na^{1+}

El Cl con # atóm = 17 \Rightarrow con 17 electrones: 2, 8, 7, es anión con Cl^{1-}

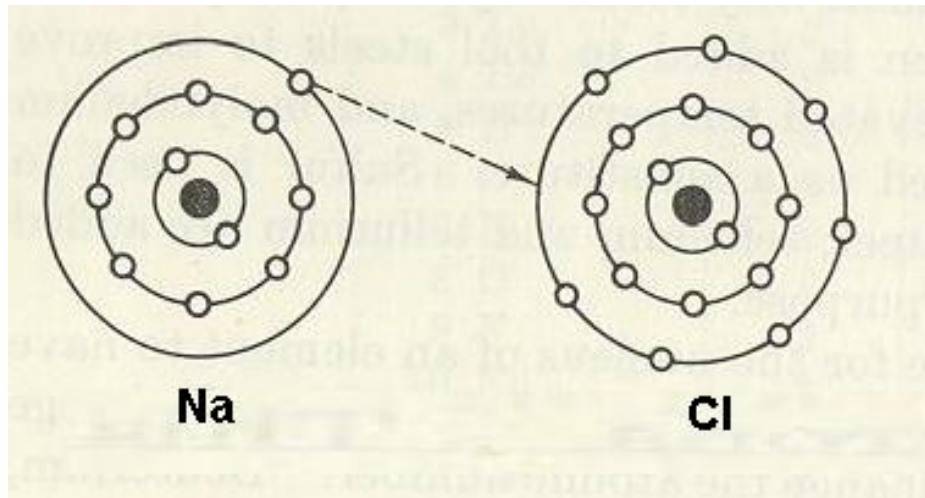
Tabla periodica de elementos



Tipo De Uniones Atómicas

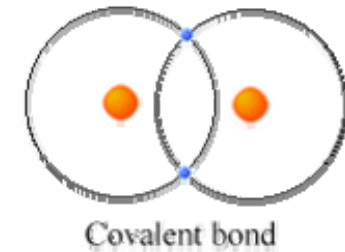
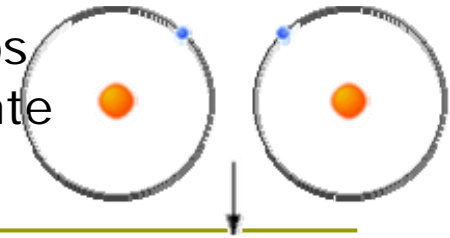
La forma como se unen los átomos de los compuestos, condiciona en gran medida el **arreglo interno ordenado de átomos** que ocurre en los minerales

Iónica. Electrón externo de un átomo se da a otro para completar sus 8 electrones de la última capa

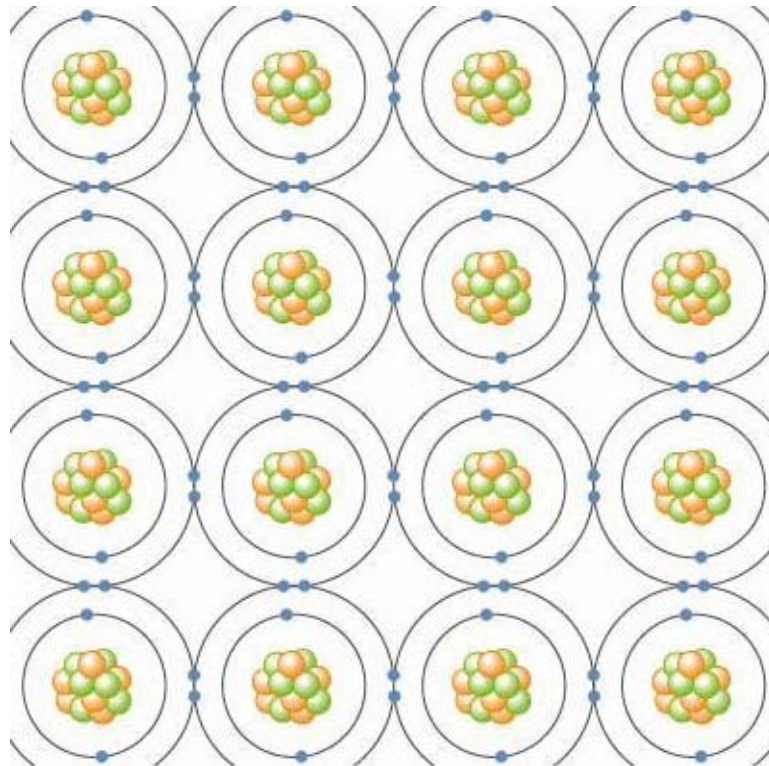


Ejemplo: el NaCl, LiF
Característica importante: solubles en agua

Covalente. Unión más fuerte: electrones de ambos átomos son compartidos. La verdadera unión covalente solo se da con átomos del mismo elemento



Ejemplo: Diamante Característica: casi NO son solubles en agua

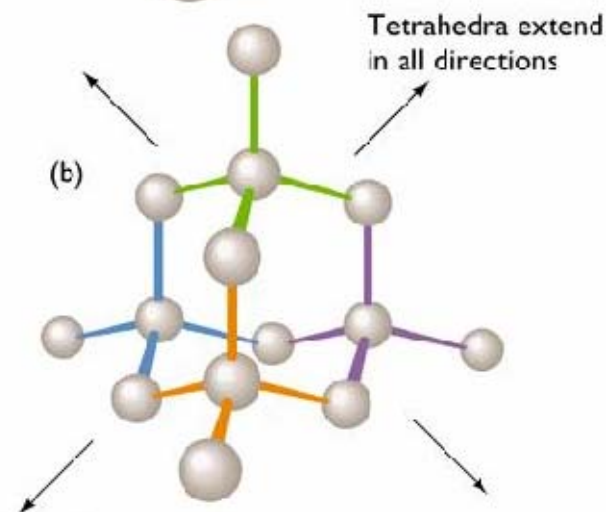
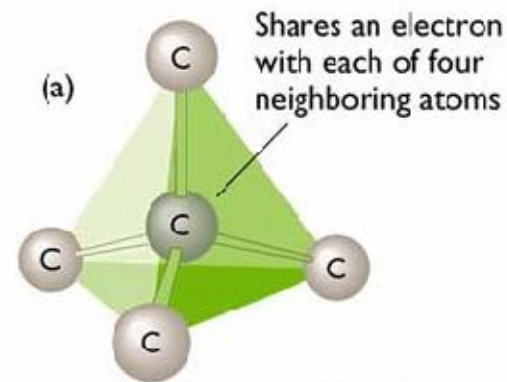


Unión atómica del diamante.

El diamante está compuesto por un solo elemento: carbono. Cada átomo de carbono tiene 4 electrones en su última capa y adquiere 4 más al compartir electrones con 4 átomos de carbono vecinos

(a) **Tetraedro de carbono** del diamante, formado por 1 átomo de carbono unido a otros 4

(b) **Red de tetraedros de carbono**



Otros tipos de uniones atómicas

Metálica. Similares a uniones covalentes “apretadas”, porque la unión ocurre en capas más internas de energía y los electrones externos van de un lado a otro con facilidad

Presentan **propiedades** como conductividad eléctrica, térmica

Van der Waals. Atracción electrostática débil entre subunidades que tienen una cierta unión iónica o covalente

Ejemplo: grafito, talco

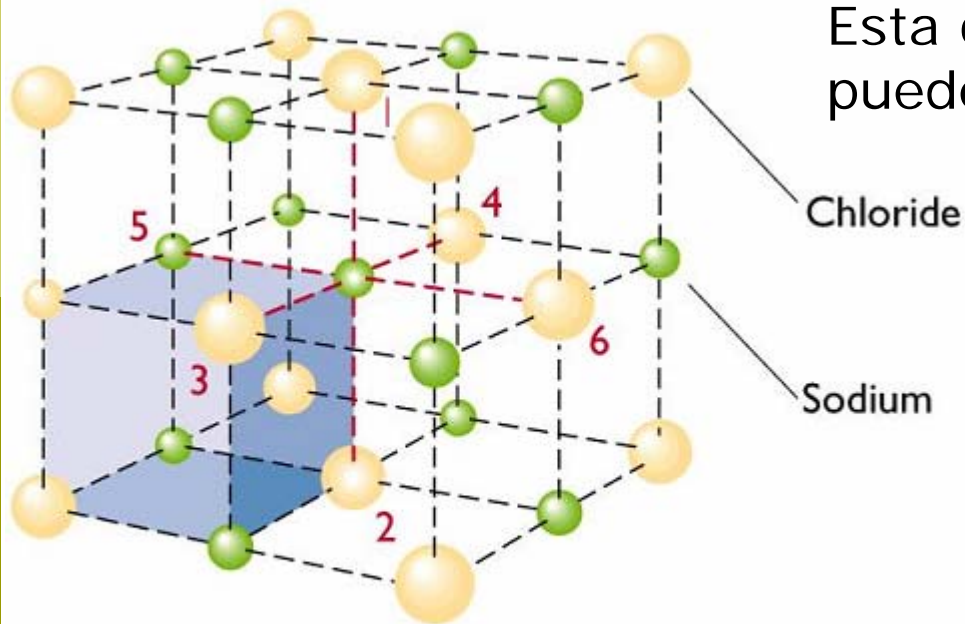
Iones Complejos. Iones combinados que actúan como si fueran un solo ion, formando pares fuertemente unidos.

Ejemplo: CO_3^{2-} SO_4^{2-} NO_3^{1-} SiO_4^{4-}

Estructura cristalina de los minerales

Los Átomos individuales ordenados de los minerales se encuentran juntos en una red: **Látice Cristalino**. En esta red cada átomo o ión, se localiza en el mismo lugar específico

Si ocupan lugares **al azar** → estructura **amorfa**



Esta organización interna solo puede darse en un **Sólido**

Estados de la Materia.

Sólido, (baja °T ó alta °T y baja P)

Líquido y Gaseoso (alta °T ó baja °T y alta P)

Red de átomos de Cl y Na formando la estructura de la Halita (cloruro de sodio). Las líneas punteadas no son uniones entre átomos, sino que resaltan la estructura cúbica de los cristales de este mineral

en la Mineralogía,
Lic. Biología
NAM

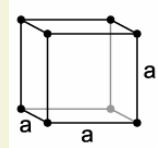
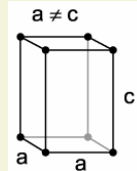
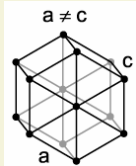
Sistemas Cristalinos

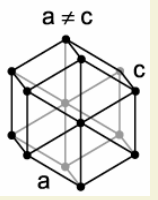
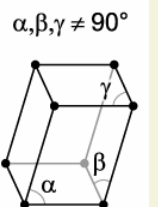
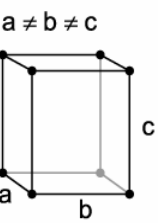
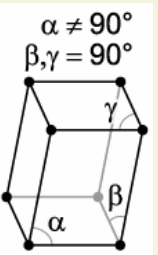
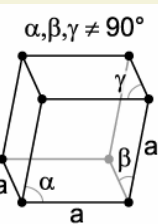
Existen **6 (7) Sistemas Cristalinos**: Isométrico, tetragonal, hexagonal, trigonal, ortorrómbico, monoclinico, triclinico.

Los cuáles se subdividen en **32 clases** en total.

Están caracterizados por su forma exterior (ángulos entre caras) pero principalmente por: sus **elementos de simetría**:

Eje de simetría: su longitud relativa y ángulos entre estos ejes;
Planos de simetría y Centro de simetría.

Sistema Cristalino	Ejes	Ángulos entre ejes	
Isométrico (Cúbico ó Regular)	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$;	
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$	

Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$	
Trigonal (o Romboédrico)	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	
Ortorrómico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Monoclínico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \gamma = 90^\circ; \beta \neq 90^\circ$	
Triclínico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma$ (Todos distintos de 90°)	

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MINERALES

Color.- Propiedad más conspicua pero menos confiable. Depende del grado de absorción de la luz. Las pequeñas impurezas pueden cambiar el color.

Raya.- Color del polvo al rayarse. En algunos casos es diagnóstico como la hematita

Lustre.- Apariencia de la superficie bajo luz reflejada: Metálico, No Metálico (perlado, sedoso, vítreo, terroso, adamantino)

Dureza.- Resistencia a ser rayado. Se usa escala de Mohs del 1 al 10; 1 = yeso (el más suave), 10 = diamante (el más duro)

Clivaje.- Muy diagnóstica. Tendencia a romperse a lo largo de ciertos planos (débiles)

Fractura.- En minerales sin clivaje. Planos en los que se rompe cuando se golpean (ej. concoidal)

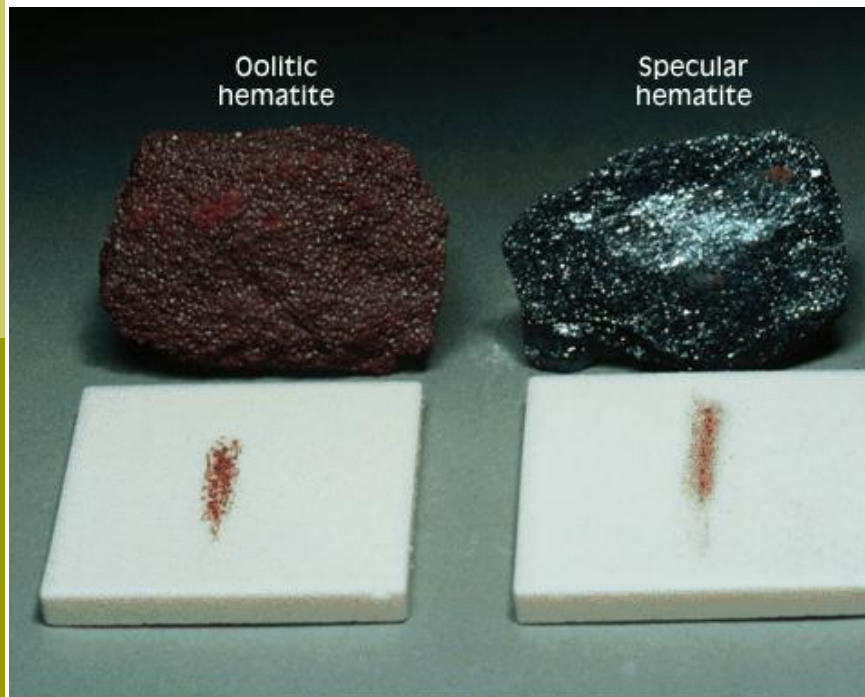
Peso Específico.- masa del sólido ó mineral / masa de agua de igual volumen que el sólido o mineral. Aumenta con el incremento del número atómico. (la mayoría está entre 2.5 y 3)

Reacción al ácido.- "burbujeo" al HCl Ej.: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_2 + 2\text{Cl}_2$

Forma.- ángulos entre caras, reflejo de estructura cristalina.

Sabor.- Con precaución, útil para halita (NaCl), y silvita (KCl)

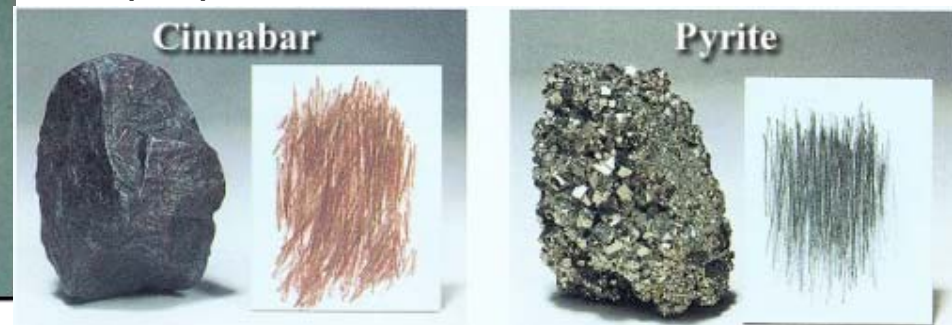
Color.- Propiedad conspicua pero poco indicativa. Ve los diferentes colores que puede tener el Cuarzo debido a sus impurezas



Raya

Aunque el color de un mineral varía, la raya usualmente varía menos

Raya.- Aunque el color de un mineral varía, el color de la raya es una propiedad más característica

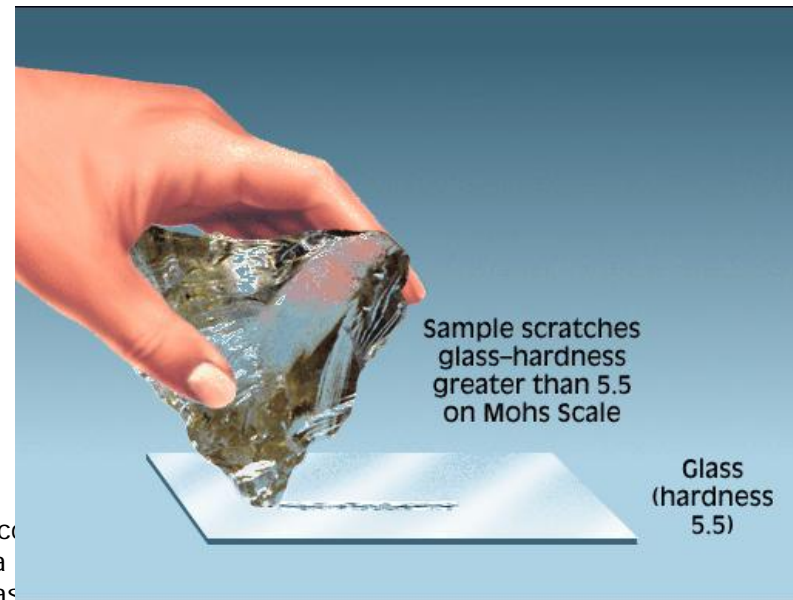
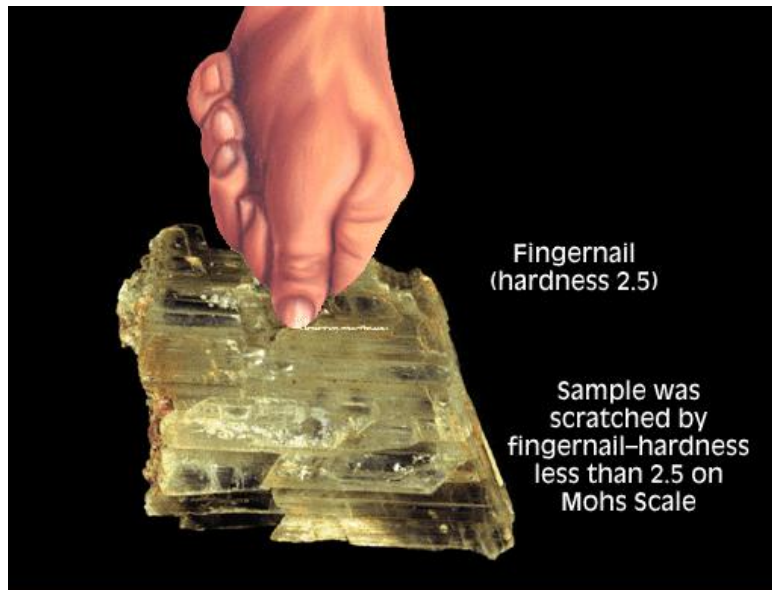


Tierra. Lic.Biología
;-UNAM

Dureza

Mohs Scale of Hardness

Mineral	Scale Number	Common Objects
Talc	1	
Gypsum	2	
Calcite	3	Fingernail Copper Penny
Fluorite	4	
Apatite	5	Steel Nail Glass Plate
Orthoclase	6	
Quartz	7	
Topaz	8	Streak Plate
Corundum	9	
Diamond	10	



Lustre

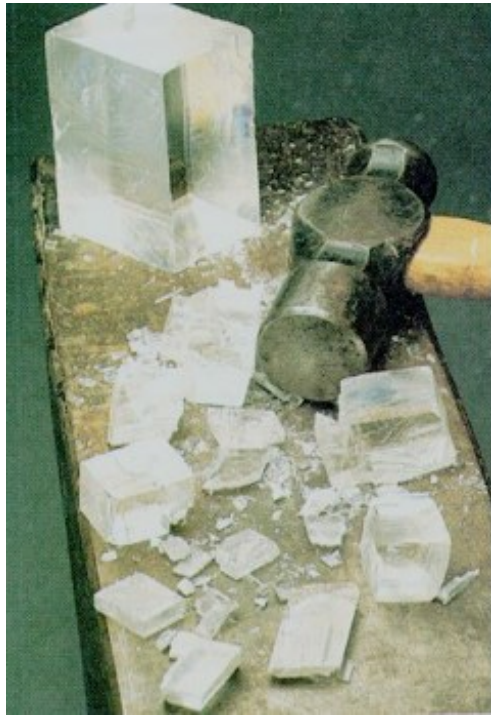


Lustre

- Metálico
- Submetálico
- No metálico vítreo
- No metálico resinoso
- No metálico terroso
- No metálico perlado



Clivaje y Fractura



Clivaje: Tendencia a romperse a lo largo de ciertos planos (débiles)

Prof. Cecilia I. Caballero M



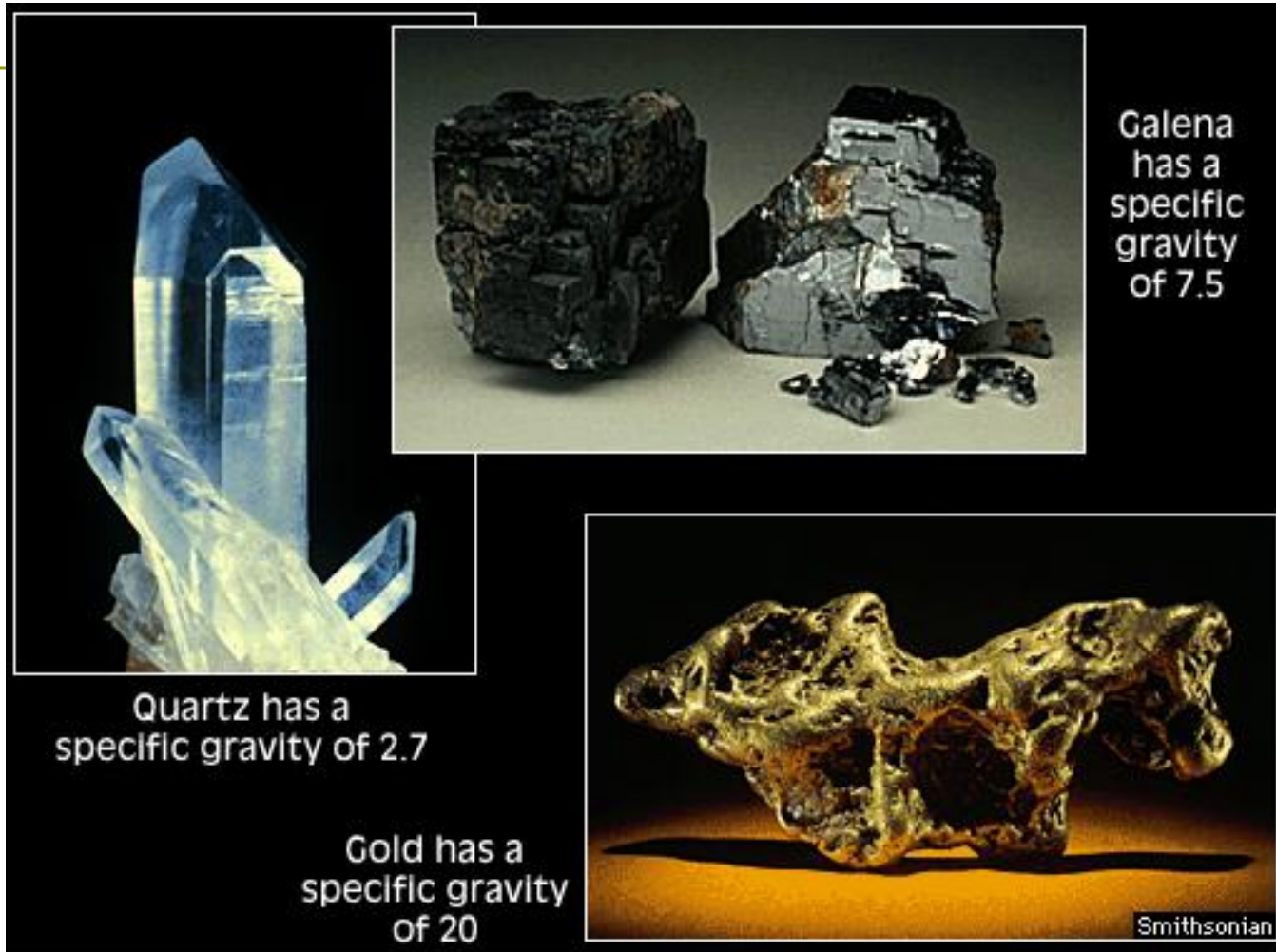
El cuarzo, que tiene uniones silicio-oxigeno igualmente fuertes en todas direcciones (estructura de red tridimensional), no tiene clivaje sino fractura concoidal



Fractura fibrosa

Peso específico

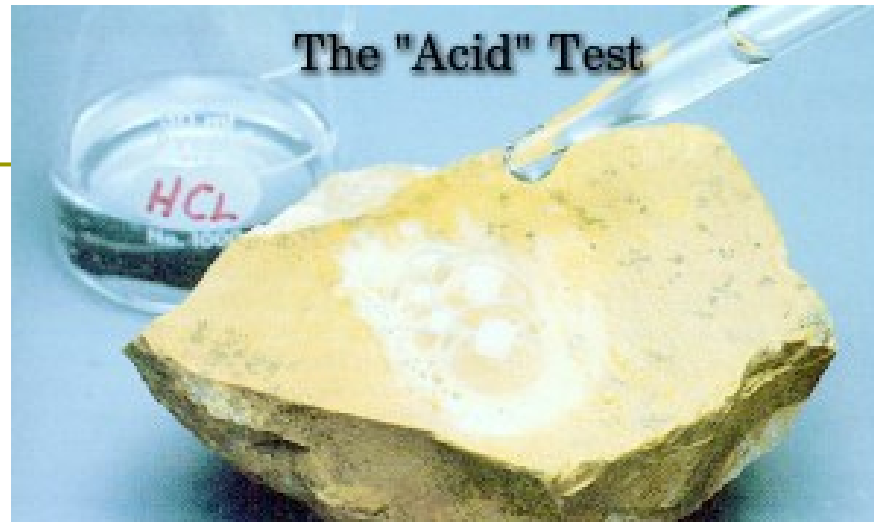
la mayoría de los minerales está entre 2.5 y 3



Peso específico

Relación entre el peso del mineral y el peso de un volumen igual de agua

Reacción al ácido



Sabor



CLASIFICACION DE MINERALES.

Abundancia relativa de los elementos más comunes en la corteza terrestre	
Elemento	Porcentaje Aproximado por Peso
Oxigeno (O)	46.6
Silicio (Si)	27.7
Aluminio (Al)	8.1
Hierro (Fe)	5.0
Calcio (Ca)	3.6
Sodio (Na)	2.8
Potasio (K)	2.6
Magnesio (Mg)	2.1
Otros	1.7
Total	100

Dada la composición de los elementos de la corteza terrestre, los minerales pueden clasificarse de forma muy general en dos:

- 1. Silicatos.**
- 2. No Silicatos.**

Los primeros (constituidos por el anión SiO_2) están subdivididos con base en el contenido de su principal catión: Fe y los segundos de acuerdo con sus aniones constitutivos.

(a) Silicatos. Constituidos por tetraedros de sílice (SiO_2), estructura básica, dispuestos en diversos "arreglos"

i) Ferromagnesianos

arreglos de tetraedros aislados (grupo del olivino),
arreglos de cadenas sencillas (grupo de piroxenos),
cadenas dobles (grupo de anfíboles),
arreglos en capas (micas oscuras: biotita)

ii) No Ferromagnesianos

en capas (micas claras: muscovita)
en redes tridimensionales (grupo de los feldespatos y el cuarzo)

(b) No Silicatos Constituidos por varios grupos de acuerdo con sus aniones

Elementos nativos (Au, Ag, Cu)

Óxidos (O^{2-}) e **Hidróxidos** (OH^-) ej. hematita (Fe_2O_3) y brucita ($\text{Mg}[\text{OH}]_2$)

Haluros cloruros (Cl^-), fluoruros (F^-), bromuros (Br^-), yoduros (I^-),
ej. halita (NaCl)

Carbonatos (CO_3^{2-}) ej calcita CaCO_3

Sulfatos (SO_4^{2-}) ej. yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),

Sulfuros y sulfosales (S) ej pirita (FeS_2),

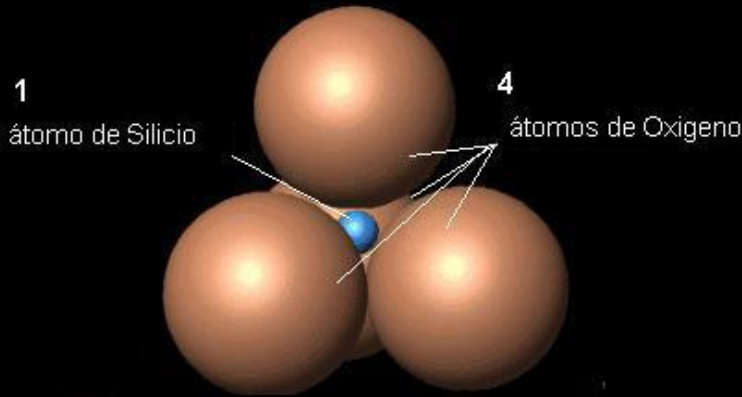
Fosfatos (PO_4), Arsenatos, Vanadatos y Boratos ej apatito ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$),

Orgánicos (no son verdaderos minerales) ej. ámbar

Estructura básica de los silicatos: **tetraedro de silicio-oxígeno**

Funciona como un **ion**: SiO_4 con carga de 4-

Y forma compuestos químicos neutros con la adición de iones cargados positivamente: **cationes**

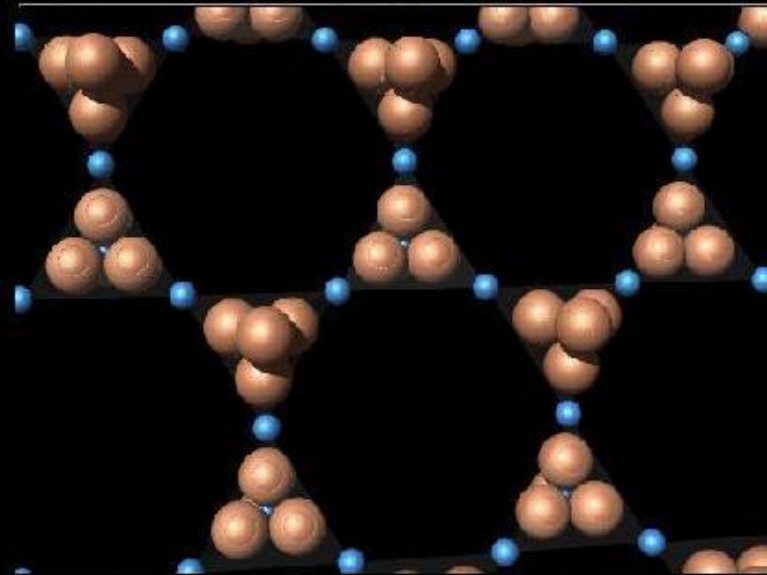


Tetraedro de Silicio - oxígeno

El tetraedro de silicio-oxígeno no es un compuesto, sino un ion $(\text{SiO}_4)^{4-}$ con una carga de -4
En la naturaleza los tetraedros forman compuestos químicos neutros con la adición de iones cargados positivamente: cationes

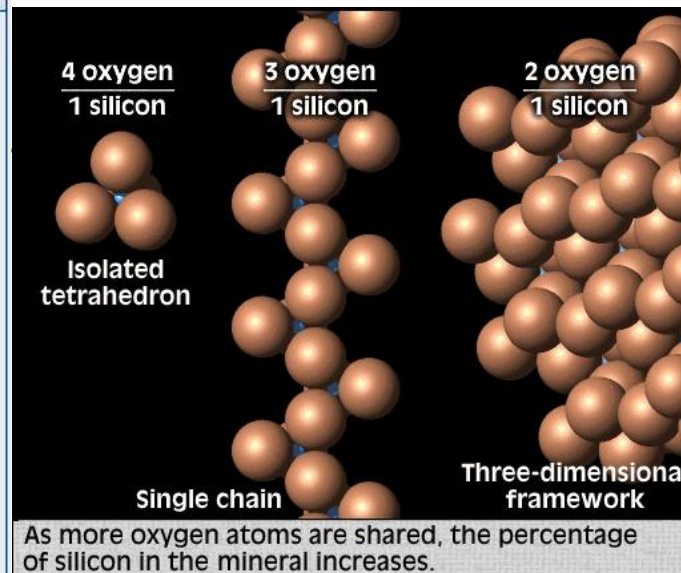
Iones negativos	Cationes positivos		
	Si^{4+} 0.39	Al^{3+} 0.51	
	Fe^{3+} 0.64	Mg^{2+} 0.66	Fe^{2+} 0.74
O^{2-} 1.40	Na^{1+} 0.97	Ca^{2+} 0.99	K^{1+} 1.33

De esta forma se producen estructuras estables químicamente, consistentes de tetraedros unidos por cationes



Así los tetraedros forman estructuras variadas en las que se comparten los átomos de Oxígeno de los tetraedros vecinos

Mineral	Idealized Formula	Cleavage	Silicate Structure	Contenido de		
				Fe	Si	
Olivine	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	None	Single tetrahedron	Silicatos Ferromagnesianos (oscuros)	- Si	
Pyroxene group (Augite)	$(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$	Two planes at right angles	Single chains			
Amphibole group (Hornblende)	$\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_5\text{Si}_8\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Two planes at 60° and 120°	Double chains			
Micas	Biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	One plane	Sheets			
	Muscovite $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$					
Feldspars	Orthoclase KAlSi_3O_8	Two planes at 90°	Three-dimensional networks (expanded view)		Silicatos No ferromagnesianos (claros)	
	Plagioclase $(\text{Ca,Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$					
Quartz	SiO_2	None	Three-dimensional networks (expanded view)			++ Si



FORMACIÓN DE MINERALES

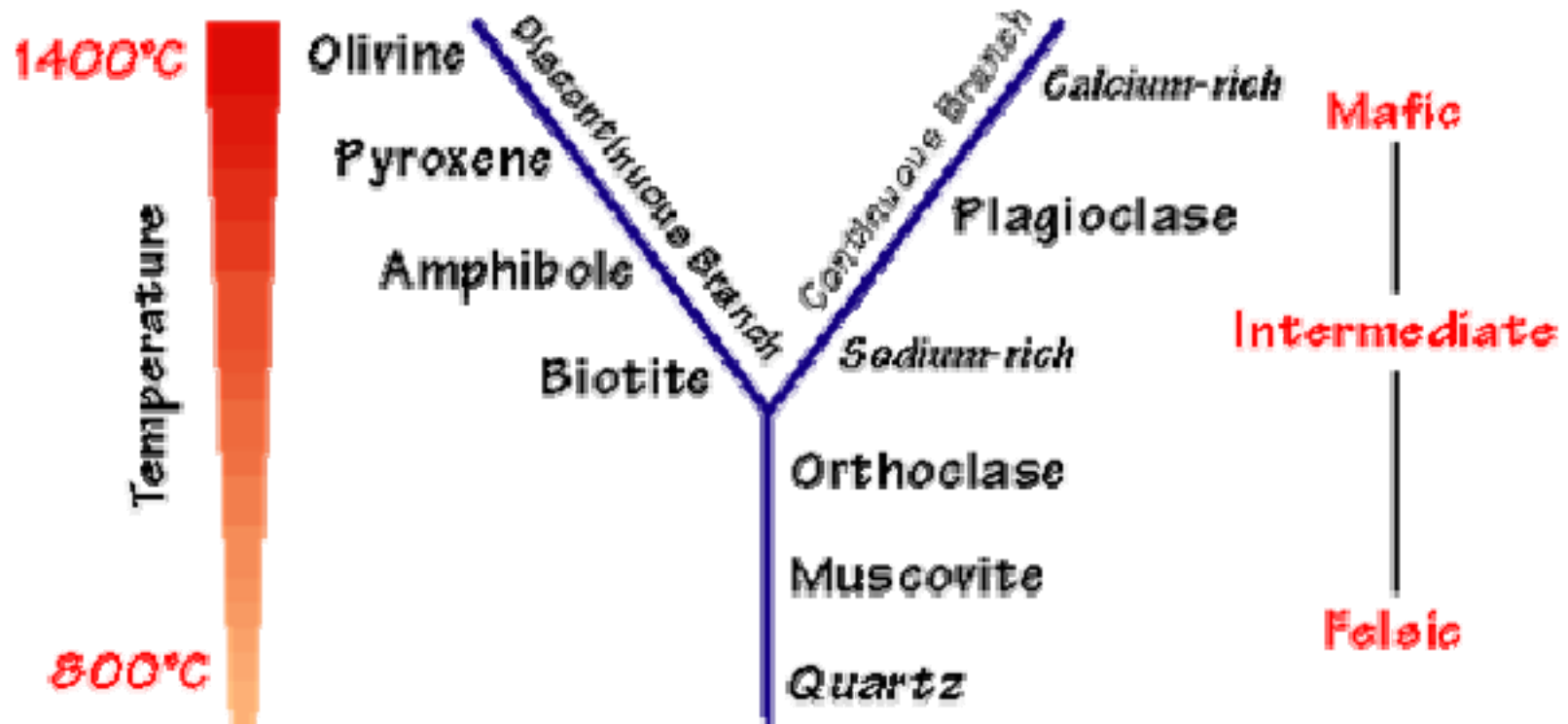
Todos los minerales que observamos en las rocas tienen determinada **temperatura de formación** (la transición de fase líquida a sólida), que va desde la temperatura ambiente (como los minerales formados en las rocas sedimentarias) hasta altas temperaturas (como las de una lava o magma al enfriarse).

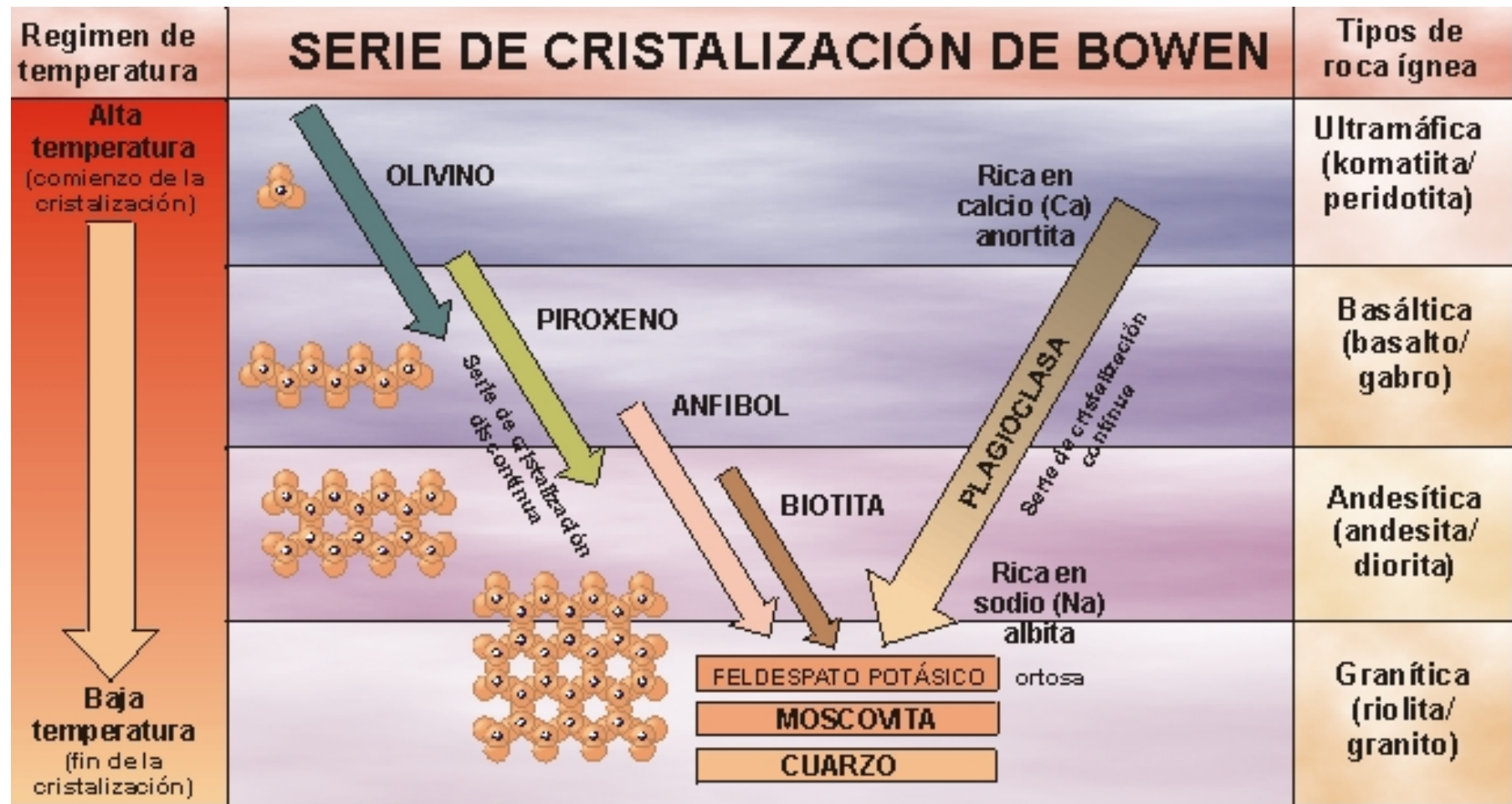
De tal manera que la presencia de **cada mineral es indicativo de las condiciones de formación de la roca.**

En las rocas ígneas este orden de formación de minerales de acuerdo a su temperatura se conoce como **Serie de Bowen.**

En las rocas metamórficas los **minerales se usan como índice para conocer la temperatura y presión** a la que se formaron tales rocas

Bowen's Reaction Series





IDENTIFICACION DE MINERALES

- + Observación de **propiedades físicas** en muestras de mano.
- + **Microscopio Petrográfico**.- Láminas delgadas vistas con luz transmitida y reflejada, se observan propiedades ópticas de los minerales características para su identificación (estas propiedades son consecuencia de su estructura interna):

Reflexión y refracción, Dispersión, Birrefringencia,
Isotropía y Anisotropía, Pleocroismo

- + Mediante la **difracción de Rayos X**
- + **Microscopio electrónico y de barrido**.- Se observa la forma y estructura de los minerales.

Identificación de Elementos:

- + Espectrómetros, + Fluorescencia de rayos X