

TRABAJO PRÁCTICO Nº 1: conceptos generales de mineral y cristal, mineralogía y cristalografía morfológica.

- Un mineral es un cuerpo sólido homogéneo, generalmente cristalino e inorgánico, de propiedades físicas y composición química definidas, formado por procesos naturales en la corteza de la tierra. (Mason *et al.*, 1968)
- Un mineral es un sólido normalmente cristalino formado por procesos geológicos. (Níkel, 1985)

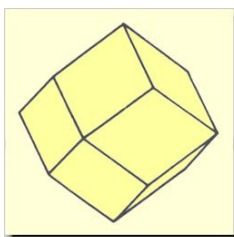
Subdivisiones

- Cristalografía morfológica
- Cristalografía estructural
- Cristaloquímica
- Física mineral
- Óptica mineral
- Mineralogía sistemática
- Mineralogía determinativa
- Paragénesis mineral
- Mineralogía industrial
- Gemología

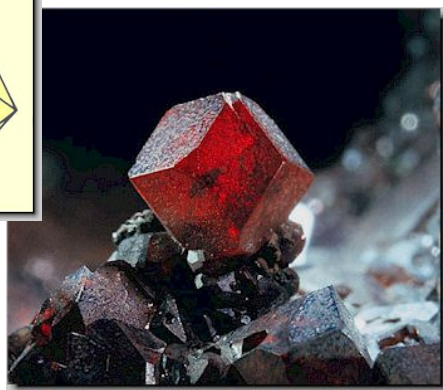
CRISTAL -del griego ζολλασυρκ(hielo)-

Cuerpo sólido, homogéneo y anisótropo, limitado por caras planas que determinan formas poliédricas. Caracterizado por un ordenamiento interno tridimensional periódico de sus átomos, iones y moléculas.

“...limitado por caras planas que determinan formas poliédricas...”

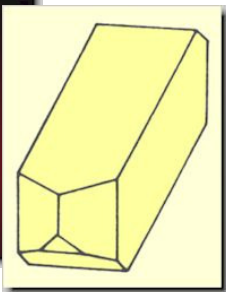
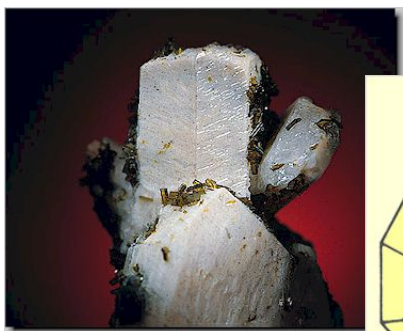


dodecaedro rómbico

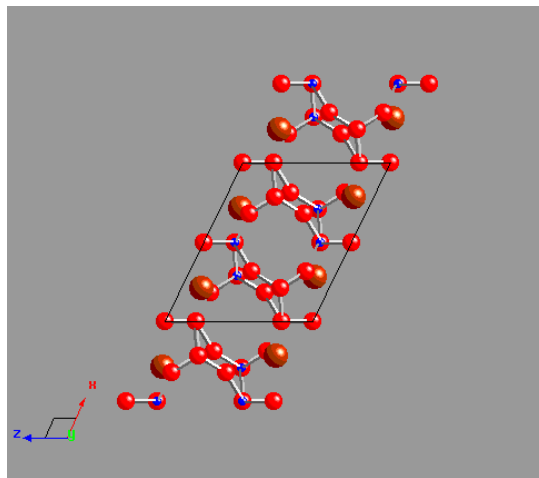


cuprita -Cu₂O, *Pn-3m*; Bisbee, Arizona, USA-

“...caracterizado por un ordenamiento interno tridimensional periódico de sus átomos, iones y moléculas...”

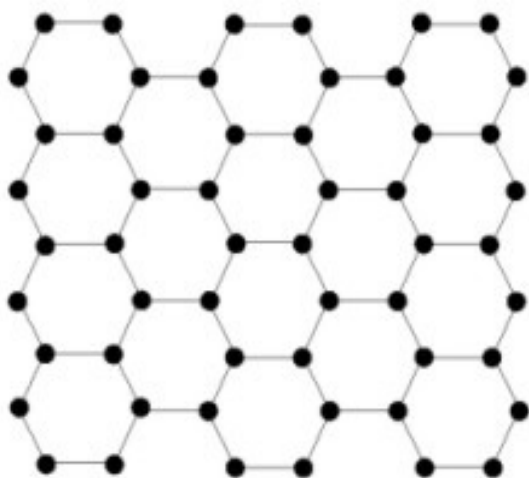


ortoclase - KAlSi_3O_8 , $C2/m$; Åsmund Berg, Hofvedt, Noruega

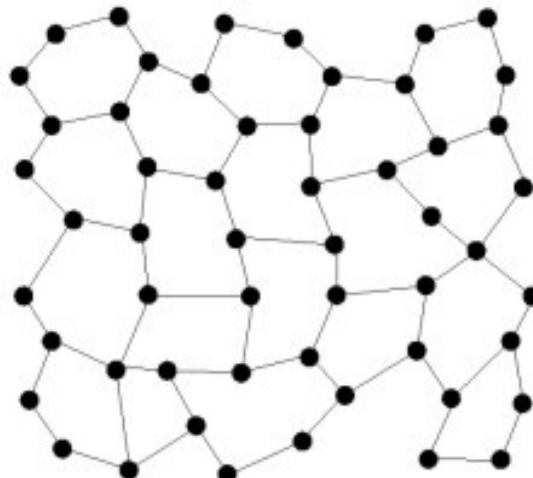


Grado de cristalinidad

La materia no es totalmente ordenada o desordenada (cristalina o no cristalina), existe una degradación continua del orden -grado de cristalinidad- en los materiales, que va desde los perfectamente ordenados (cristalinos) hasta los completamente desordenados (amorfos).



cristal



vidrio



Ejercicios 1: en el siguiente cuadro clasifique aquellas sustancias, que de acuerdo a la definición propuesta en este práctico, pueden ser llamadas mineral y cristal respectivamente.

Sustancia	Mineral	Cristal
hielo		
oro		
mercurio		
ópalo		
diamante		
cuarzo		
diamante sintético		
ámbar		

Ejercicios 2: indicar brevemente cuales son los campos de aplicación de cada una de las subdivisiones de la mineralogía.

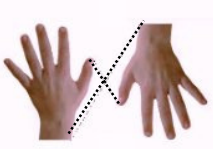
Subdivisiones	Aplicación
Cristalografía morfológica	
Cristaloquímica	
Óptica mineral	
Mineralogía determinativa	
Cristalografía estructural	
Física mineral	
Mineralogía sistemática	
Paragénesis mineral	
Mineralogía industrial	
Gemología	

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2: reconocimiento de elementos de simetría en cristales y aplicación de las reglas de simetría.

Objetivo: lograr el reconocimiento de elementos de geometría y simetría sobre figuras y aplicación de las reglas de simetría. Iniciar al alumno en la metodología propuesta para el estudio de la simetría cristalina sobre cristales.

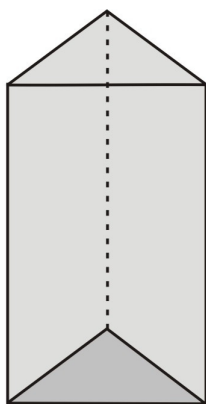
Conocimientos previos: para realizar este práctico el alumno debe conocer los conceptos de: elementos de geometría cristalina; regla de Euler-Descartes; elementos de simetría simples -eje, plano, centro-, reglas de simetría. Para el desarrollo del práctico, se utilizará la nomenclatura propuesta en el cuadro 1, en ella se adjunta, para cada elemento, una figura que describe el tipo de operación que se realiza en cada caso.

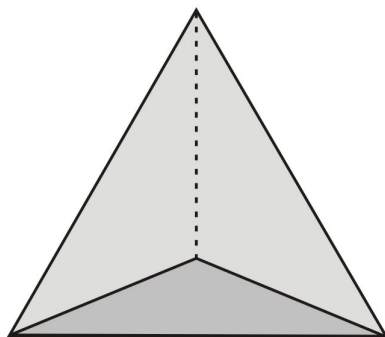
Cuadro 1. Nomenclatura de elementos de simetría simple

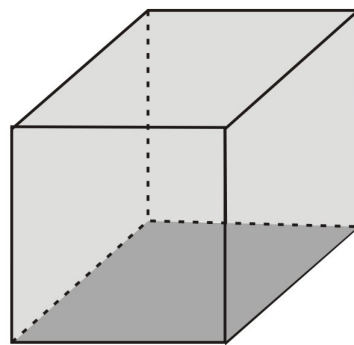
Eje de simetría	Plano de simetría	Centro de simetría
 Digira, ángulo de rotación = 180°  Trigira, ángulo de rotación = 120°  Tetragira, ángulo de rotación = 90°  Hexagira, ángulo de rotación = 60° 	m 	i 

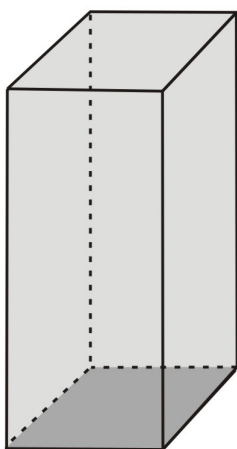
Ejercicios propuestos: a fines prácticos se debe considerar que los elementos de simetría tienen una jerarquía la cual debe ser respetada, se los puede mencionar en orden decreciente de importancia, primero giras, luego planos y finalmente centros; para el caso de las giras el orden de importancia decrece con el aumento del ángulo de rotación (hexahira, tetragira, trigira y digira).

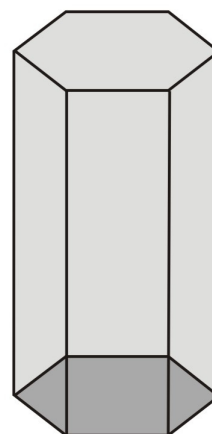
Ejercicio 1: sobre cada figura, reconocer elementos geométricos (caras, aristas y vértices) y aplicar la regla de Euler-Descartes.







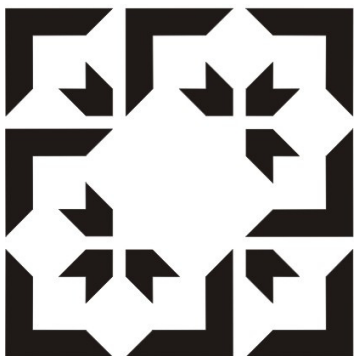


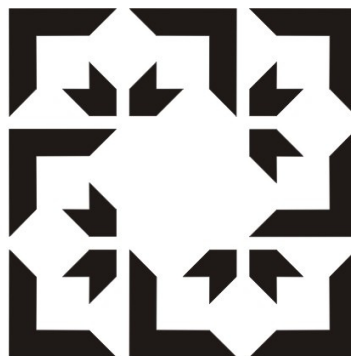


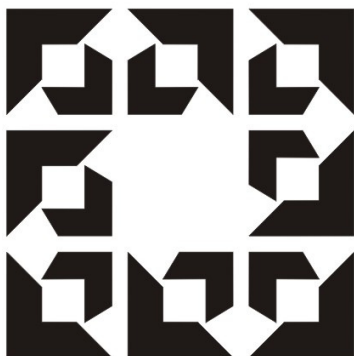
Ejercicio 2: sobre cada letra, el alumno deberá indicar, utilizando regla y colores, donde hay planos de simetría, ejes de simetría o centros de simetría. Se debe tener en cuenta que sobre cada figura puede existir más de un elemento de simetría o ninguno, sobre la línea debajo de cada figura debe colocar la combinación de elementos de simetría más correcta de acuerdo a las reglas de simetría estudiadas (ej. $1\sigma + 2m + i$).

A	B	C	D	E
_____	_____	_____	_____	_____
F	G	H	I	J
_____	_____	_____	_____	_____
K	L	M	N	O
_____	_____	_____	_____	_____
P	Q	R	S	T
_____	_____	_____	_____	_____
U	V	W	X	Y
_____	_____	_____	_____	_____

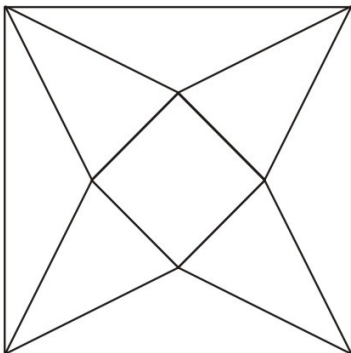
Ejercicio 3: localizar todos los elementos de simetría presentes, utilizando colores diferentes para cada uno y la nomenclatura correspondiente. Sobre la línea debajo de cada figura, escribir la combinación más correcta de acuerdo a las reglas de simetría (ej. $1 \bullet + 2m + i$).

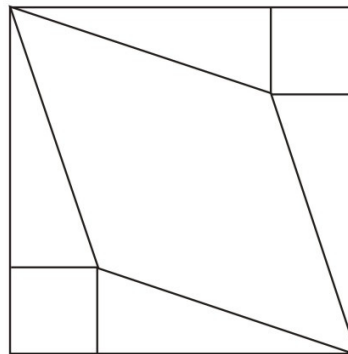












TRABAJO PRÁCTICO Nº 3: reconocimientos de elementos de simetría -cont.-, relaciones axiales. Sistemas y clases de simetría, notaciones.

Objetivo: reconocimientos de elementos de simetría en cristales, relaciones axiales. Sistemas y clases de simetría, notaciones.

Conocimientos previos: para realizar este práctico el alumno debe conocer los conceptos de: elementos de simetría de 1º especie y de 2º especie, equivalencias, reglas de simetría, definición de ejes cristalográficos, sistemas cristalinos, relaciones axiales en un cristal, 32 grupos puntuales y su correcta notación y simbología.

Ejercicio 1: teniendo en cuenta la característica de la cruz axial de cada sistema cristalino, expresar las relaciones axiales para los siguientes minerales.

Mineral	Sistema cristalino	Cruz axial		Relación axial
		Condición de los ejes	Condición de los ángulos	
Microclino				
Albita				
Cianita				
Oro				
Espodumeno				
Yeso				
Talco				
Muscovita				
Galena				
Topacio				
Pirita				
calcopirita				
Corindón				
Calcita				
Halita				
Cuarzo				
Berilo				
Diamante				
Fluorita				

Ejercicio 2: sobre un cristal se ha determinado que: $[a_1] = [a_2] = [a_3] = 8,01 \text{ \AA}$ y $[c] = 8,97 \text{ \AA}$ y que posee una trigira + i, indicar cual de las opciones es correcta, justificando su elección:

- ☐ el cristal es hexagonal.
- ☐ el cristal es trigonal y tiene una trigiroides de giro inversión.
- ☐ el cristal tiene además, un **m** perpendicular a la trigira.
- ☐ necesariamente el cristal tiene además tres digiras sobre el plano perpendicular a la trigira.
- ☐ el cristal es hexagonal y tiene una hexagiroides de giro inversión.
- ☐ ninguna de las anteriores opciones es correcta.

Ejercicio 3: indicar con una cruz cuál/es afirmaciones son correctas, realice una breve justificación a su elección:

- ☐ es posible la existencia de 5 digiras coplanares.
- ☐ es posible la existencia de 4 planos de simetría vinculados por una recta común.
- ☐ todos los cristales trigonales carecen de plano de simetría normal al eje $[c]$.
- ☐ es posible la coexistencia de 3 trigiras en un mismo cristal.
- ☐ a través de un centro de simetría un elemento geométrico se repite una vez más por inversión.
- ☐ centro de simetría equivale a un S_2 .
- ☐ si en un cristal rómbico el ángulo beta tiende a ser mayor que 90° éste pasa a ser monoclinico.
- ☐ si en un cristal cúbico el eje $[c]$ tiende a tomar diferente longitud el cristal tiende a ser rómbico.

Ejercicio 4: para cada una de las siguientes clases de simetría especifique su nombre o símbolo de H-M, según corresponda:

- a. _____ $\bar{4}$
- b. rómbica piramidal _____
- c. _____ $\bar{3} 2/m$
- d. $3 2$ _____
- e. dihexagonal piramidal _____
- f. ditetragonal bipiramidal _____
- g. $2 2 2$ _____
- h. _____ $2/m \bar{3} (\text{ó } m \bar{3})$
- i. $6 2 2$ _____
- j. m _____



Ejercicio 5: consignar los símbolos de H-M para las holodrías de cada uno de los sistemas cristalinos y para cada caso especificar la totalidad de sus elementos de simetría.

_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____
_____	,	_____	,	_____

Ejercicio 6: mencione cuantas son las clases de simetría que presentan centro de simetría, escriba el nombre de cada una y su notación (H-M).



TRABAJO PRÁCTICO Nº 4: asignación de cristales a sus correspondientes sistemas y clases de simetría.

Objetivo: utilizar los modelos cristalográficos de madera, asignándolos a un sistema cristalográfico y a una clase de simetría, mediante el uso de los elementos de simetría y las reglas de simetría.

Conocimientos previos: para realizar este práctico el alumno debe conocer los conceptos de: elementos de simetría de 1º especie y de 2º especie, equivalencias, reglas de simetría, definición de ejes cristalográficos, sistemas cristalinos, relaciones axiales en un cristal, 32 grupos puntuales y su correcta notación y simbología.

Ejercicio 1: de cada modelo cristalográfico asignado durante la clase, se deben determinar: los elementos geométricos y aplicar la regla de Euler-Descartes, los elementos de simetría, su sistema cristalográfico y finalmente la clase de simetría a la cual pertenece. Para tal fin se puede usar el siguiente cuadro como modelo.

Modelo Nº	Euler-Descartes	Sumatoria de elementos de simetría	Sistema	Clase de simetría
001	C= 6, A= 12, V= 8; C+V= A+2, 14= 14	3 ■+4 ▲+6 ●+9m+i	Cúbico	hexaquisoctaédrica

TRABAJO PRÁCTICO Nº 5: coeficientes de Weiss e índices de Miller. Formas cristalográficas.

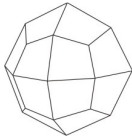
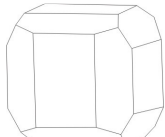
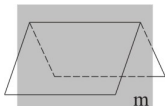
Objetivo: coeficientes de Weiss e índices de Miller. Formas cristalográficas. Asignación de cristales a sus correspondientes sistemas y clases de simetría. Coordenadas polares.

Conocimientos previos: para realizar este práctico el alumno debe conocer los conceptos de: elementos de de simetría de 1º especie y de 2º especie, reglas de simetría, definición de ejes cristalográficos, sistemas cristalinos, 32 grupos puntuales y su correcta notación y simbología. Notaciones cristalográficas. Formas cristalográficas. Concepto de coordenadas polares.

Ejercicio 1: pasar los siguientes coeficientes de Weiss a índices de Miller - Bravais, según corresponda.

Coeficiente de Weiss	Cálculo de recíprocos	Índice de Miller - Bravais
$(\infty, \infty, 1)$		
$(2, \infty, 1)$		
$(\infty, 3, 2)$		
$(4, 1, 3)$		
$(-2, 2, -3)$		
$(4, \infty, 2)$		
$(3, 2, 1)$		
$(\infty, \infty, -2)$		
$(1, \infty, -1, \infty)$		
$(1, -2, 1)$		
$(2, 1, 3)$		
$(5, \infty, 2)$		
$(2, 2, -1, 1)$		
$(2, \infty, 2)$		
$(3, 1, 2)$		

Ejercicio 2: identificar las formas presentes.

Modelo	Nombre de la/s forma/s	Forma abierta o cerrada	Sistema cristalino y grupo puntual
			
			
			
			
			
			
			



Ejercicio 3: en un cristal de topacio, $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$, se han identificado las siguientes formas: $\{hkl\}$, $\{hk0\}$, $\{100\}$ y $\{010\}$. Proyectar estereográficamente el cristal, teniendo en cuenta los siguientes valores angulares: $(100)^\wedge(hkl) = 54^\circ$, $(010)^\wedge(hkl) = 48^\circ$ y $(100)^\wedge(hk0) = 36^\circ$. Se pide consignar además:

- el nombre completo de las formas presentes,
- los valores angulares $(hk0)^\wedge(0\bar{1}0)$, $(hkl)^\wedge(\bar{h}\bar{k}l)$ y $(\bar{h}\bar{k}l)^\wedge(\bar{h}kl)$,
- la notación de todas las caras que estén en zona con el eje $[c]$,
- la notación de todas las caras que sean equivalentes con $(hk0)$.

Ejercicio 4: indicar el nombre completo de la forma a la que pertenece una cara cristalina de notación $(h0\bar{h}l)$ si el mineral es:

- una especie del grupo de las turmalinas _____,
- calcita _____,
- berilo _____,
- benitoíta _____,
- fluorapatita _____.



TRABAJO PRÁCTICO N° 6: reconocimiento de formas cristalográficas en modelos.

Objetivo: utilizar los modelos cristalográficos de madera para reconocer las formas cristalográficas y poder asignarles la notación correspondiente.

Conocimientos previos: ejes cristalográficos y sistemas cristalográficos. Holoedría y meroedría. Notación y simbología. Parámetros. Índices de Miller. Formas abiertas, cerradas, simples y combinadas. Zonas. Hábito cristalino.

Ejercicio 1: de cada modelo cristalográfico asignado durante la clase, se deben determinar las formas cristalográficas presentes y asignarles la notación correspondiente. Para tal fin se puede usar el siguiente cuadro como modelo.

Modelo N°	Nombre de la/s forma/s	Notación	Forma abierta o cerrada	Sistema cristalino y grupo puntual
001	cubo	{100}	cerrada	Cúbico- hexaquisoctaédrica

TRABAJO PRÁCTICO Nº 7: proyecciones estereográficas, fundamentos.

Las proyecciones cristalinas consisten en una serie de métodos destinados a representar un cristal tridimensional en una superficie plana bidimensional. Existen diferentes metodologías aplicables a fines distintos y cada una de ellas se efectúa según reglas definidas. Dentro de las más representativas se reconocen las siguientes: esférica, gnomónica y estereográfica.

Proyección esférica

Se obtiene ubicando imaginariamente al cristal en el centro de una esfera, a partir de allí se trazan normales cada una de sus caras -que son radiales respecto a la esfera, fig. 1-, cada uno de los puntos de intersección de estas líneas y la superficie de la esfera se denomina polo.

El conjunto de todos los polos -cada uno de ellos representa una cara o plano- conforma la representación gráfica de la proyección esférica del cristal; cada uno de ellos puede quedar definido en el espacio por dos coordenadas polares, las cuales normalmente se denominan ϕ y ρ .

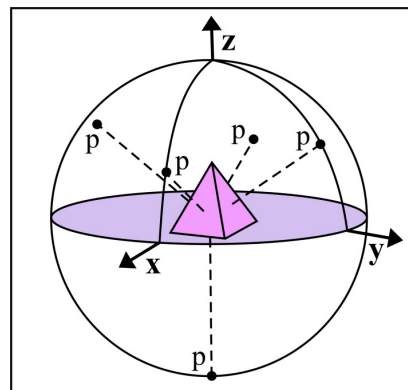


Figura 1

ϕ es el ángulo horizontal -fig. 2a-, y se mide sobre el plano ecuatorial; su valor es 0° en la emergencia del eje $+y$. A partir de allí toma valores positivos hasta $+180^\circ$ en sentido horario y negativos hasta -180° en sentido antihorario, ambas escalas convergen en $-y$.

ρ es el ángulo vertical -fig. 2b-, y se mide sobre los diferentes círculos meridianos de la esfera de proyección; su valor es 0° en los puntos $+z$ y $-z$, a partir de cualquiera de ellos toma valores crecientes hasta 90° en el círculo ecuatorial, son positivos todos los valores de ρ correspondientes al hemisferio superior y negativos los del hemisferio inferior.

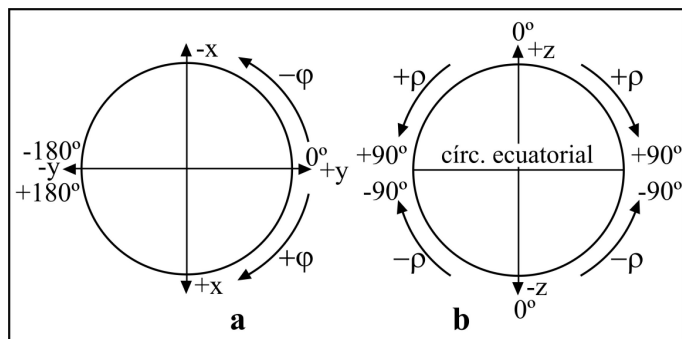


Figura 2

Proyección estereográfica

Constituye el sistema de proyección de cristales más utilizado. El plano de proyección lo constituye el círculo ecuatorial de la esfera, para lograr que todos los polos caigan dentro de éste área, se toman como puntos de vista a los puntos de emergencia del eje z ; específicamente $-z$ para todos los polos superiores y $+z$ para todos los inferiores.

Para lograr la representación de un polo en la superficie de proyección se opera de la siguiente manera -fig. 3-:

- Se traza una normal a la cara que se desea proyectar y se la continúa hasta que intersecte a la superficie de la esfera.
- Se une este punto de intersección -p, polo de proyección esférica- con el punto de emergencia -z si éste se sitúa en el hemisferio superior o con +z si se sitúa en el hemisferio inferior.
- El punto de corte **q**, resultante de la intersección del segmento trazado en el ítem anterior con el plano ecuatorial -que contiene a los ejes x e y- es el polo de la cara en un sistema de proyección estereográfica

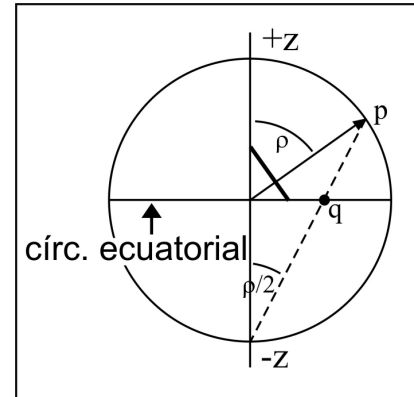


Figura 3

Como regla general para diferenciar a los polos del hemisferio superior de los del hemisferio inferior se marcan a los primeros con puntos y a los segundos con círculos.

Red de Wulff

En una proyección estereográfica, la medición y el trazado de los ángulos correspondientes a las coordenadas polares de caras cristalinas, y la posterior ubicación de sus respectivos polos, puede verse facilitada mediante el uso de una plantilla circular denominada Red de Wulff -fig. 4-. Sobre ella se pueden situar el conjunto de polos correspondientes a la proyección de un cristal y posteriormente leer correctamente los ángulos entre dos caras cualquiera.

Para ubicar el polo relacionado a una cara cuyos valores de coordenadas polares se conocen, se procede de la siguiente manera:

- Se señala con una marca sobre un papel transparente el valor de ϕ sobre el círculo máximo -ecuatorial-.
- Se gira el papel transparente hasta hacer coincidir la marca anterior con un círculo vertical -NS o EW-.
- Se marca el valor correspondiente a p teniendo en cuenta que el valor 0° coincide con el centro de la red, este punto es el polo de la cara cuyas coordenadas polares son ϕ y p .

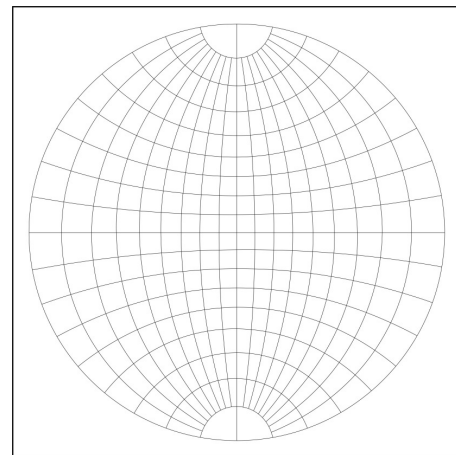


Figura 4

TRABAJO PRÁCTICO Nº 8 y 9: proyecciones cristalográficas de cristales simples (parte 1 y 2).

Objetivo: utilizar los modelos de cristales de madera para realizar proyecciones estereográficas de sus formas cristalinas.

Conocimientos previos: Proyecciones cristalinas. Proyección clinográfica, esférica y estereográfica. Plantillas estereográficas. Red de Wulff. Orientación de los cristales. El dominio fundamental y las siete formas derivadas. Procedimiento en la proyección de cristales.

PROYECCION DE CRISTALES -procedimiento práctico-

En el proceso de proyección de cristales -o modelos cristalográficos- a partir de la medida de sus ángulos interfaciales con goniómetro de contacto, resulta útil seguir la siguiente metodología:

1. Determinar todos sus elementos geométricos.
2. Determinar todos los elementos de simetría.
3. Reconocer la clase de simetría y el sistema cristalográfico en función de la simetría existente.
4. Orientar el cristal en la red de Wulff.
5. Efectuar la proyección de los elementos de simetría.
6. Determinar la cantidad de formas presentes
7. Delimitar sobre la red de Wulff los dominios correspondientes al sistema que pertenece el cristal, sobre la base lograda marcar los polos de las caras que caigan sobre el dominio fundamental teniendo en cuenta que:
 - a. Primero se deben marcar -si los hubiera-, en forma directa, los polos de las caras que no tienen grados de libertad sobre los vértices del triángulo esférico -polos 5, 6 y/o 7-.
 - b. Luego se marcan los polos con grados de libertad -si los hubiera- en función de las medidas de los ángulos interfaciales respecto a las caras proyectadas anteriormente.
8. Multiplicar los polos marcados en el punto anterior por medio de las operaciones vinculadas a los elementos de simetría presentes.
9. Señalar el nombre y notación de todas las formas presentes en el cristal. Debe controlarse que estén todas las señaladas en el punto 7, además debe revisarse que todas las caras del cristal hayan sido proyectadas.

En la siguiente página se plantea la resolución de un ejercicio siguiendo los pasos precedentes.

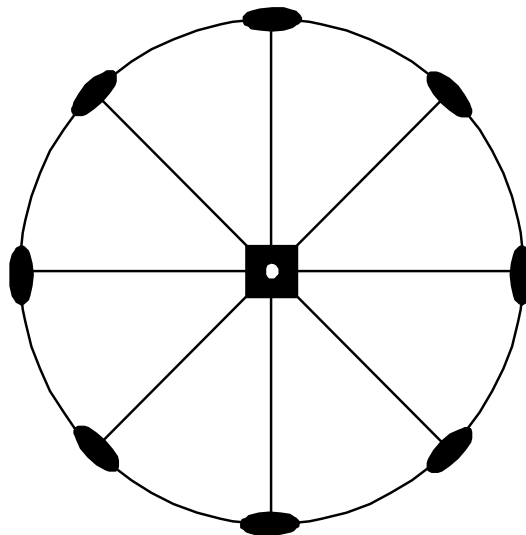


Ej. MODELO N° 66

$C = 12, A = 20, V = 10; C + V = A + 2, 22 = 22$

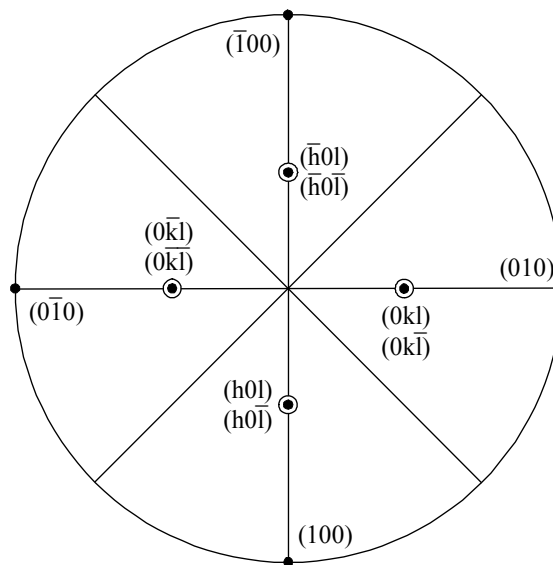
$$1 \mathbf{i} + 4 \mathbf{j} + 5m + i$$

Sistema TETRAGONAL
Clase DITETRAGONAL BIPIRAMIDAL
4/m 2/m 2/m ó 4/mmm -Ho-



$P_3 = \{h0l\}$ Bipirâmide tetragonal de 2º p.

$P_5 = \{100\}$ Prisma tetragonal de 2º p.



5. Ejemplos minerales



TRABAJO PRÁCTICO Nº 1: reconocimiento de las propiedades físicas de los minerales.

Objetivo: Adquirir experiencia en Sistemática mineral y propiedades físicas de los minerales para lograr el reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales dadas.

Conocimientos previos: Tipos de enlaces: iónico, covalente, metálico y residuales; relación entre los enlaces y las propiedades de los minerales. Relación de radios iónicos, números y poliedros de coordinación. Componentes y fases. Isomorfismo e isoestructuralismo, sustituciones y soluciones sólidas. Pseudomorfismo y polimorfismo.

Propiedades físicas de los minerales. Peso específico y fusibilidad. Clivaje, partición y fractura. Tenacidad. Forma y hábito. Dureza y raya. Color, brillo, diafanidad. Luminiscencia. Propiedades radiactivas, eléctricas y magnéticas.

Sistemática mineral. Diferentes criterios de clasificación. Sistemática de Strunz. Características químicas y estructurales de las diferentes clases, divisiones y grupos minerales.

Ficha propuesta para la elaboración de cada práctico:

- a. Nombre:
- b. Composición química:
- c. Sistema de cristalización:
- d. Grupo puntual:
- e. Clasificación sistemática:
- f. Forma:
- g. Hábito:
- h. Dureza (H):
- i. Peso específico (G):
- j. Brillo:
- k. Color:
- l. Raya:
- m. Diafanidad:
- n. Clivaje:
- o. Partición:
- p. Fractura:
- q. Propiedades diagnósticas:
- r. Yacimientos -tipos de yacimientos y ejemplos argentinos y de San Luis-:
- s. Usos:
- t. Otros -cualquier otra característica que considere de interés, tales como etimología, especies con las cuales se puede confundir, reconocimiento químico, luminiscencia, propiedades radiactivas, eléctricas y magnéticas etc.-:

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2: reconocimiento de las propiedades físicas de los minerales (parte 1).

Objetivo: Adquirir experiencia en sistemática mineral y propiedades físicas de los minerales para lograr el reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales dadas.

Conocimientos previos: Tipos de enlaces: iónico, covalente, metálico y residuales; relación entre los enlaces y las propiedades de los minerales. Relación de radios iónicos, números y poliedros de coordinación. Componentes y fases. Isomorfismo e isoestructuralismo, sustituciones y soluciones sólidas. Pseudomorfismo y polimorfismo.

Propiedades físicas de los minerales. Peso específico y fusibilidad. Clivaje, partición y fractura. Tenacidad. Forma y hábito. Dureza y raya. Color, brillo, diafanidad. Luminiscencia. Propiedades radiactivas, eléctricas y magnéticas.

Sistemática mineral. Diferentes criterios de clasificación. Sistemática de Strunz. Características químicas y estructurales de las diferentes clases, divisiones y grupos minerales.

Ejercicio 1: ubicar a los siguientes minerales según su simetría: forsterita, almandino, circón, sillimanita, cianita, andalusita, topacio, estaurolita, titanita, dumortierita, epidoto, allanita, cordierita, schorl, berilo, enstatita, espodumeno, rubelita, esmeralda, tremolita, wollastonita, dravita, diopsido, glaucofano, riebeckita y rodonita:

triclínico	monoclínico	rómbico	tetragonal	trigonal	hexagonal	cúbico	amorfo

Ejercicio 2: indicar con una cruz cuál/les de las siguientes afirmaciones son íntegramente correctas.

- ___ cianita, topacio, estaurolita y epidoto son especies minerales idiocromáticas.
- ___ las especies minerales que pertenecen al grupo del granate, presentan clivaje MB o P en 4 direcciones.
- ___ los polimorfos de aluminio son: cianita, sillimanita y andalusita.
- ___ sillimanita y andalucita pertenecen al mismo grupo puntual y espacial.
- ___ los granates cálcicos pertenecen a la serie de la pirlaspita.
- ___ en la fórmula general de los minerales del grupo del granate, la posición B es ocupada por Al, Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{3+} , Si, Ti, V^{3+} y Zr.
- ___ uvarovita, se clasifica como granate crómico.
- ___ forsterita-fayalita, son especies minerales que pertenecen al grupo del olivino.
- ___ berilo, espodumeno y rodonita son especies minerales alocromáticas.
- ___ aguamarina, esmeralda y heliodoro son variedades de berilo.
- ___ espodumeno y berilo son especies minerales que se caracterizan por su clivaje perfecto.
- ___ los piroxenoides wollastonita y rodonita, son monoclinicos.
- ___ cordierita es un inosilicato de Mg y Al.

Ejercicio 3: para cada uno de los siguientes nesosilicatos, sorosilicatos, ciclosilicatos e inosilicatos, especifique su nombre y simetría:

$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$ _____, _____

CaTiSiO_5 _____, _____

$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+},\text{Al})\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ _____, _____

Mg_2SiO_4 _____, _____

ZrSiO_4 _____, _____

$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ _____, _____

$\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ _____, _____

$(\text{Mg},\text{Fe})\text{SiO}_3$ _____, _____

$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ _____, _____

CaSiO_3 _____, _____

$(\text{Mn},\text{Fe},\text{Mg},\text{Ca})\text{SiO}_3$ _____, _____



Ejercicio 4: indique cuál/es constituyen propiedades diagnósticas para el reconocimiento mesoscópico de los siguientes minerales:

sillimanita

estauroлита

circón

epidoto

topacio

allanita

berilo

schorl

espodumeno

cordierita

rodonita



TRABAJO PRÁCTICO Nº 3: reconocimiento de las propiedades físicas de los minerales (parte 2).

Objetivo: Adquirir experiencia en sistemática mineral y propiedades físicas de los minerales para lograr el reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales dadas.

Conocimientos previos: propiedades físicas de los minerales. Peso específico y fusibilidad. Clivaje, partición y fractura. Tenacidad. Forma y hábito. Dureza y raya. Color, brillo, diafanidad. Luminiscencia. Propiedades radiactivas, eléctricas y magnéticas.

Sistemática mineral. Diferentes criterios de clasificación. Sistemática de Strunz. Características químicas y estructurales de las diferentes clases, divisiones y grupos minerales.

Ejercicio 1: ubicar a los siguientes minerales según su simetría: forsterita, almandino, circón, sillimanita, cianita, andalusita, topacio, estaurolita, titanita, dumortierita, epidoto, allanita, cordierita, schorl, berilo, enstatita, espodumeno, rubelita, esmeralda, tremolita, wollastonita, dravita, diopsido, glaucofano, riebeckita, rodonita, muscovita, biotita, microclino, ortoclasa, leucita, sanidina, albita, nefelina, labradorita, caolinita y talco:

triclínico	monoclínico	rómbico	tetragonal	trigonal	hexagonal	cúbico	amorfo

Ejercicio 2: clasificación sistemática de Strunz, silicatos (completar).

	disposición de los tetraedros $[\text{SiO}_4]^{4-}$	unidad estructural	relación Si:O
NESOSILICATOS			
SOROSILICATOS			
CICLOSILICATOS			
INOSILICATOS			
FILOSILICATOS			
TECTOSILICATOS			

Ejercicio 3: indicar con una cruz cuál/les de las siguientes afirmaciones son íntegramente correctas.

- ☐ cianita, topacio, estaurolita y epidoto son especies minerales idiocromáticas.
- ☐ las especies minerales que pertenecen al grupo del granate, presentan clivaje MB o P en 4 direcciones.
- ☐ los polimorfos de aluminio son: cianita, sillimanita y andalusita.
- ☐ sillimanita y andalucita pertenecen al mismo grupo puntual y espacial.
- ☐ los granates cálcicos pertenecen a la serie de la pirlaspita.
- ☐ en la fórmula general de los minerales del grupo del granate, la posición B es ocupada por Al, Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{3+} , Si, Ti, V^{3+} y Zr.
- ☐ uvarovita, se clasifica como granate crómico.
- ☐ forsterita-fayalita, son especies minerales que pertenecen al grupo del olivino.
- ☐ berilo, espodumeno y rodonita son especies minerales alocromáticas.
- ☐ aguamarina, esmeralda y heliodoro son variedades de berilo.
- ☐ espodumeno y berilo son especies minerales que se caracterizan por su clivaje perfecto.
- ☐ los piroxenoides wollastonita y rodonita, son monoclinicos.
- ☐ cordierita es un inosilicato de Mg y Al.
- ☐ microclino y ortoclasa son especies minerales que cristalizan en el sistema monoclinico.
- ☐ muscovita, clorita, lepidolita y biotita forman parte del grupo de las micas.
- ☐ clevelandita es una especie de la serie de las plagioclasa.
- ☐ lepidolita es un filosilicato de Li.
- ☐ las plagioclasas se clasifican según el % mol de Ab.

Ejercicio 4: para cada uno de los siguientes nesosilicatos, sorosilicatos, ciclosilicatos, inosilicatos, filosilicatos y tectosilicatos, especifique su nombre y simetría:

$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$ _____, _____
 CaTiSiO_5 _____, _____
 $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+},\text{Al})\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ _____, _____
 Mg_2SiO_4 _____, _____
 ZrSiO_4 _____, _____
 $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ _____, _____
 $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ _____, _____
 $(\text{Mg},\text{Fe})\text{SiO}_3$ _____, _____
 $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ _____, _____
 CaSiO_3 _____, _____
 $(\text{Mn},\text{Fe},\text{Mg},\text{Ca})\text{SiO}_3$ _____, _____
 KAlSi_2O_6 _____, _____
 $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ _____, _____
 $(\text{K},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$ _____, _____
 $(\text{Na},\text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ _____, _____
 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ _____, _____

Ejercicio 5: indique cuales de los minerales del ejercicio anterior forma una serie, mencione la especie con la que forma serie y de su respectiva composición.



Ejercicio 6: indique cuál/es constituyen propiedades diagnósticas para el reconocimiento mesoscópico de las siguientes especies minerales:

sillimanita

estauroлита

circón

epidoto

topacio

allanita

berilo

schorl

espodumeno

cordierita

rodonita

clevelandita

muscovita

microclino

lepidolita



talco

labradorita

Ejercicio 7: indique el uso principal que presenta cada una de las especies minerales que se presenta en el siguiente listado:

- a. microclino _____
- b. almandino _____
- c. Gr. epidoto _____
- d. Gr. anfíboles _____
- e. muscovita _____
- f. sillimanita _____
- g. berilo _____
- h. cordierita _____
- i. Gr. de las turmalinas _____
- j. rodonita _____
- k. talco _____
- l. forsterita _____
- m. circón _____
- n. topacio _____
- o. espodumeno _____
- p. caolinita _____

Ejercicio 8: indique la fórmula general completa para los siguientes grupos minerales:

Gr. de los anfíboles _____

Gr. de los piroxenos _____

Gr. del epidoto _____

Gr. de los feldespatos _____

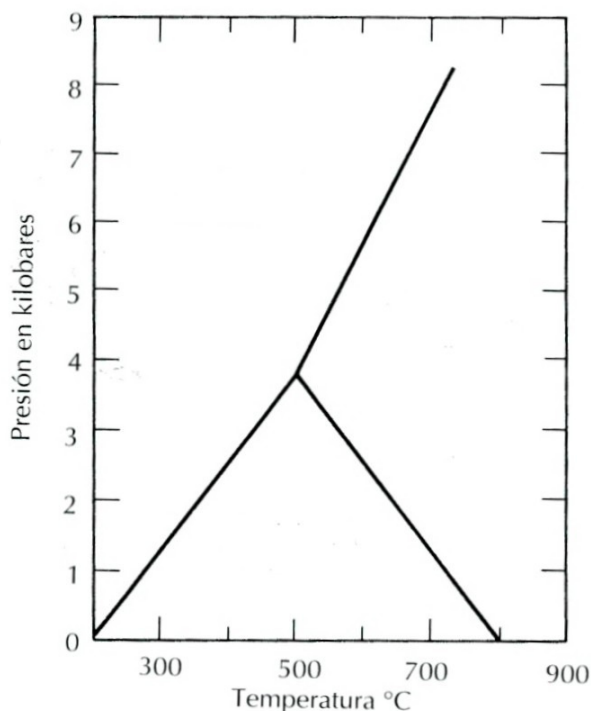
Gr. del granate _____

Gr. de las micas _____

Gr. del olivino _____

Gr. de las turmalinas _____

Ejercicio 9: ubique en el siguiente cuadro de presión y temperatura a los polimorfos de aluminio, para cada uno agregar composición y sistema de cristalización.



Ejercicio 10: para cada uno de los siguientes nesosilicatos, sorosilicatos, ciclosilicatos, inosilicatos, filosilicatos y tectosilicatos, especifique su yacencia, y de un ejemplo de depósitos en Argentina y San Luis (si tuviese ambos).

- almandino _____
- circón _____
- cianita _____
- epidoto _____
- berilo _____
- rubelita _____
- espodumeno _____
- horblenda _____
- talco _____
- wallastonita _____
- lepidolita _____
- microclino _____
- sanidina _____
- biotita _____

TRABAJO PRÁCTICO Nº 4: reconocimiento de las propiedades físicas de los minerales (parte 3).

Objetivo: Adquirir experiencia en sistemática mineral y propiedades físicas de los minerales para lograr el reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales dadas.

Conocimientos previos: propiedades físicas de los minerales. Peso específico y fusibilidad. Clivaje, partición y fractura. Tenacidad. Forma y hábito. Dureza y raya. Color, brillo, diafanidad. Luminiscencia. Propiedades radiactivas, eléctricas y magnéticas.

Sistemática mineral. Diferentes criterios de clasificación. Sistemática de Strunz. Características químicas y estructurales de las diferentes clases, divisiones y grupos minerales.

Ejercicio 1: ubicar a los siguientes minerales según su simetría: cobre, bismuto, covellita, pirrotita, pirita, antimonio, plata, pirargirita, bornita, rejalgar, azufre, bismutinita, arsenopirita, oro, diamante, marcasita, cuprita, magnetita, hematina, rutilo, goethita, anatasa, carnotita, columbita, casiterita, crisoberilo, tyuyamunita, cromita y brookita :

triclinico	monoclinico	rómbico	tetragonal	trigonal	hexagonal	cúbico	amorfo

Ejercicio 2: indicar con una cruz cuál/les de las siguientes afirmaciones son íntegramente correctas.

- ___ platino queda definido por su alto peso específico, su maleabilidad y su color acero.
- ___ azufre se reconoce por su clivaje perfecto y el hábito de sus cristales que lo diferencian del oropimente.
- ___ grafito presenta habito hojoso, tacto graso y puede ser realizado de manera artificial a partir de antracita.
- ___ diamante y grafito son especies minerales polimorfas de C.
- ___ galena muestra un clivaje perfecto {110} que le permite diferenciarse de la esfalerita.
- ___ los principales minerales que se generan por oxidación de la galena son cerusita y anglesita.
- ___ molibdenita es un sulfuro que se distingue de grafito por su clivaje perfecto {0001}. Ab.
- ___ pirita presenta clivaje P {100} cúbico.



___ rutilo, anatasa y brokita son especies minerales polimorfas de TiO_2 .
___ hematita se reconoce por su raya verde oscura característica.

Ejercicio 3: para cada uno de los siguientes elementos, sulfuros y óxidos, especifique su nombre y simetría:

Sb _____,
Pt _____,
S _____,
 Cu_5FeS_4 _____,
CuS _____,
ZnS _____,
 CuFeS_2 _____,
 $\text{Fe}_{10}\text{S}_{11}$ _____,
PbS _____,
HgS _____,
 MoS_2 _____,
FeAsS _____,
 $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ _____,
 Al_2O_3 _____,
 UO_2 _____,
 $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4) \cdot 5\text{-}8\text{H}_2\text{O}$ _____,

Ejercicio 4: indique cuál/es constituyen propiedades diagnósticas para el reconocimiento mesoscópico de las siguientes especies minerales:

oro

plata

grafito

azufre

diamante

bornita

esfalerita



galena

pirita

calcopirita

covellita

molibdenita

pirrotita

cinabrio

rejalgar

magnetita

corindón

hematita

cuarzo

rutilo

pirolusita

columbita



Ejercicio 5: indique que propiedades utiliza para distinguir entre las siguientes especies minerales, especificando de forma completa (ej: color amarillo para azufre y rojo para cinabrio).

Oro de pirita: _____
Galena de escalerita: _____
Platino de antimonio _____
Pirita de calcopirita _____
Bornita de covellita _____
Diamante de cuarzo _____
Hematita de limonita _____

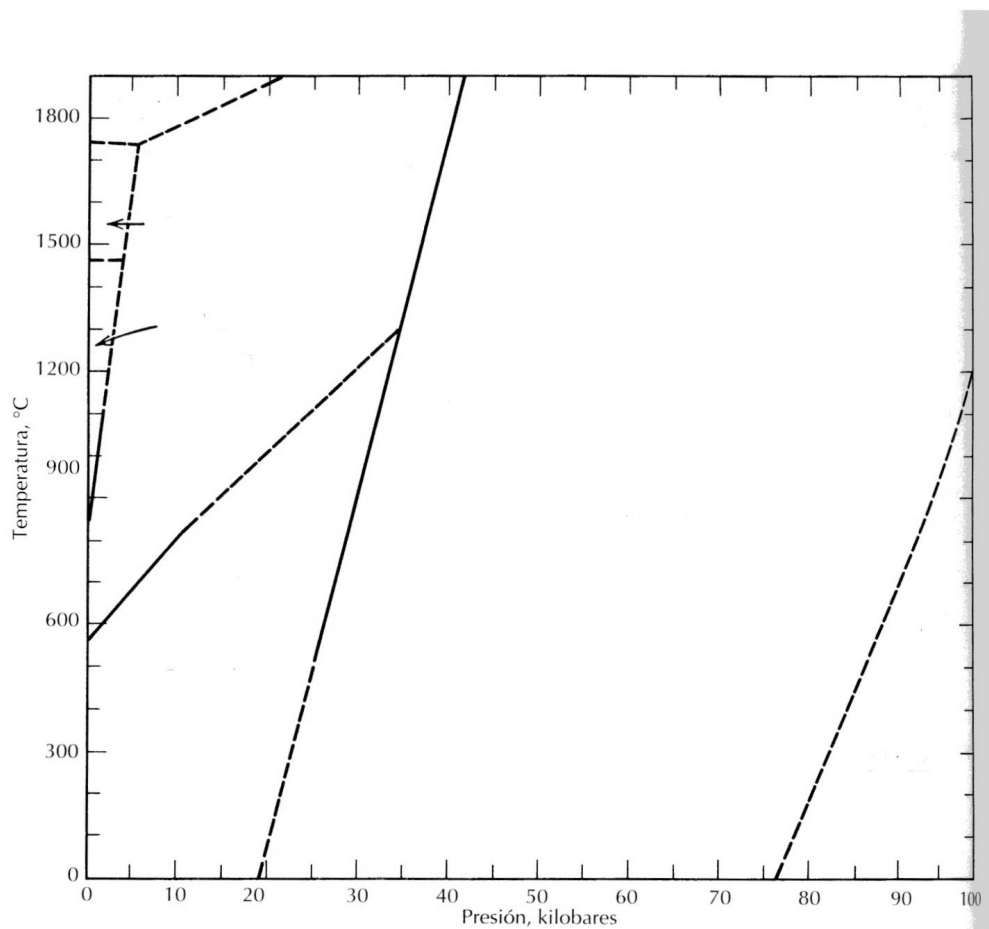
Ejercicio 6: indique el uso principal que presenta cada una de las especies minerales que se presenta en el siguiente listado:

q. oro _____
r. plata _____
s. diamante _____
t. grafito _____
u. azufre _____
v. covellita _____
w. galena _____
x. esfalerita _____
y. calaverita _____
z. magnetita _____
aa. corindón _____
bb. hematita _____
cc. cuarzo _____
dd. rutilo _____
ee. columbita _____
ff. uraninita _____

Ejercicio 7: indique la fórmula general completa para los siguientes grupos minerales:

Gr. de la calcopirita _____
Gr. de la esfalerita _____
Gr. de la espinela _____
Gr. de la hematita _____
Gr. de la pirita _____
Gr. del rutilo _____

Ejercicio 8: ubique en el siguiente cuadro de presión y temperatura a los polimorfos de SiO_2 , para cada uno agregar composición y sistema de cristalización.



Ejercicio 9: para cada uno de los siguientes elementos, sulfuros y óxidos, especifique su yacencia, y de un ejemplo de depósitos en Argentina y San Luis (si tuviese ambos).

- o. oro _____
- p. cobre _____
- q. plata _____
- r. esfalerita _____
- s. galena _____
- t. bornita _____
- u. cinabrio _____
- v. rejalgar _____
- w. oropimente _____
- x. magnetita _____
- y. cuarzo _____
- z. rutilo _____
- aa. columbita _____
- bb. uraninita _____

TRABAJO PRÁCTICO N° 1: Reconocimiento, descripción y uso del microscopio petro-calcográfico. Determinación del índice de refracción en líquidos. Relieve.

Objetivo: Adquirir experiencia en óptica mineral, reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales bajo microscopio petrográfico.

Conocimientos previos: Naturaleza de la luz (Luz natural y luz polarizada). Isotropía y anisotropía (carácter y signo óptico). Óptica de los medios isótropos: reflexión y refracción. Índice de refracción. Óptica de los medios anisótropos: birrefringencia, planos de vibración. Obtención de luz polarizada. El microscopio petrográfico: elementos constitutivos y sus funciones.

Ejercicio 1: coloque sobre la figura los nombres correspondientes a las distintas partes del microscopio, y en una hoja anexa explique brevemente sus usos.



Ejercicio 2: indicar con una cruz, cuáles de las siguientes especies minerales se estudian por transparencia:

pirita	calcita	wollastonita	oligoclasa
calcopirita	fluorita	ilmenita	apatita
cuarzo	óxidos de Mn en general	galena	olivino
calcedonia	azufre	esfalerita	biotita
ópalo	kernita	tridimita	muscovita

Ejercicio 3: especifique el carácter óptico (CO) -isótropo, anisótropo (Ux o Bx)- de cada uno de los siguientes minerales:

Mineral	CO	Mineral	CO	Mineral	CO	Mineral	CO
cuarzo		hornblenda		halita		muscovita	
ópalo		sillimanita		oligoclasa		espodumeno	
berilo		turmalina		calcita		granate	
microclino		plagioclasa		cianita		apatita	

Ejercicio 4: se han determinado los índices de refracción para diez cristales, indique para cada una de ellos su carácter (CO) y signo óptico (SO):

n	CO-SO	n	CO-SO
1,629-1,633-1,638		1,654-1,658-1,662	
1,932-1,968		1,544-1,553	
1,48		1,712-1,721-1,727	
1,514-1,518-1,521		1,435	
1,805-1,838-1,847		1,887	

Ejercicio 5: en el examen óptico de un mineral se ha determinado que sus índices de refracción tienen los siguientes valores: 1,5698-1,5754 y 1,6136; se pide:

- Indicar su carácter óptico.
- Indicar su signo óptico.
- Indicar que símbolo le corresponde a cada índice.
- Indicar si con los datos obtenidos puede determinar su sistema de cristalización.

Ejercicio 6: calcular cuál es la velocidad de propagación de la luz en cada una de las siguientes especies:

- Halita.
- Fluorita.
- Analcima.

Ejercicio 7: calcular Mediante la aplicación de la Ley de Snell a la mineralogía óptica es posible derivar que:

- El ángulo de incidencia es igual al de refracción.
- Los ángulos de incidencia, reflexión y refracción yacen sobre un mismo plano.
- Los rayos de incidencia, de reflexión y de refracción yacen sobre el mismo plano.
- El índice de refracción del sólido sera: $n = \frac{\sin r}{\sin i}$.

Ejercicio 8: explique cuál es el factor que determina el relieve de un cristal.

Ejercicio 9: indicar en qué casos el relieve de cada especie mineral es (-):

- Halita.
- Cuarzo.
- Berilo.
- Circón.
- Fluorita.

Ejercicio 10: indicar el tipo de relieve en cada uno de los siguientes casos:

- Un cristal trigonal con $\epsilon = 1,780$ y $\omega = 1,781$.
- Un cristal dimétrico (-) elongado según [c], con índices 1,431 y 1,699; sobre una sección basal.
- El mismo cristal anterior pero en una sección (100) dispuesta en posición E-W sobre la platina.
- Un cristal rómbico con $X = [a]$, $Y = [b]$, $Z = [c]$, con $\alpha = 1,497$, $\beta = 1,672$, $\gamma = 1,675$ sobre (001).
- Piropo.
- Un cristal hexagonal con $\epsilon = 1,530$ y $\omega = 1,532$.
- Un cristal dimétrico (-) elongado según [c], con índices 1,531 y 1,699; sobre una sección basal.
- El mismo cristal del caso anterior pero en una sección (100) dispuesta en posición E-W sobre la platina.
- Un cristal triclínico con $\alpha = 1,497$, $\beta = 1,537$ y $\gamma = 1,675$, cortado normal a un eje óptico.



Ejercicio 11: indique hacia adonde se desplaza la línea de Becke al aumentar la distancia de trabajo si :

- n es mucho mayor que el del bálamo.
- $n = 1,567$.
- $n = 1,534$.
- $n = 1,432$.

Ejercicio 12: explique por qué si se realizan granos sueltos de minerales pertenecientes al grupo de las micas es casi imposible observar su clivaje.

Ejercicio 13: indique sobre qué secciones es posible determinar el clivaje en biotita.



TRABAJO PRÁCTICO Nº 2: determinación óptica de minerales (parte 1).

Objetivo: Adquirir experiencia en óptica mineral, reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales bajo microscopio petrográfico.

Conocimientos previos: cristales uniaxiales. Propiedades entre polaroides cruzados y con luz polarizada convergente. Determinación del signo óptico. Signo de alargamiento. Absorción y dicroísmo. Cristales biaxiales. Propiedades entre polaroides cruzados y con luz polarizada convergente. Determinación del signo óptico. Orientación óptica. Dispersión. Absorción y pleocroísmo. Marcha sistemática de observaciones microscópicas. Sin analizador: Forma, hábito, clivaje, color, absorción y pleocroísmo. Relieve. Determinación del índice de refracción en sólidos. Con analizador. Colores de interferencia, retardo y diferencia de paso, tabla de Michel-Lévy. Determinación de las direcciones relativas de vibración. Elongación. Extinción y ángulo de extinción.

Ejercicio 1: en un cristal prismático subhedral elongado según [a], del grupo puntual m, y con $\beta = 107^\circ$, se han obtenido los siguientes parámetros ópticos: $\alpha = 1,540$; $\beta = 1,671$; $\gamma = 1,675$; $Y = [b]$; $Z[c] = 32^\circ$, se pide:

- indicar carácter y signo óptico,
- el valor de la birrefringencia,
- indicar el tipo de extinción y la sección sobre la que se debe determinar correctamente,
- calcular el valor angular $X^\circ[a]$,
- determinar el tipo -signo- de la elongación,
- el tipo de relieve sobre una sección (100),
- el tipo de relieve cuando una sección prismática está orientada según el polarizador.

Ejercicio 2: exprese la ecuación de retardo para:

Un mineral biáxico positivo _____

Un mineral uniáxico negativo _____

Ejercicio 3: indique la relación entre ejes cristalográficos y ejes de la indicatriz para un cristal si pertenece al sistema:

Trigonal _____

Rómbico _____

Monoclínico _____

Triclínico _____

Ejercicio 4: indique el retardo que produce cada una de las láminas compensadoras.

Yeso _____

Mica _____

Cuarzo _____

Ejercicio 5: indique qué tipo de extinción se puede determinar en cada uno de los siguientes casos:

- Pertenece al sistema triclinico y se mide sobre una sección (hk0).
- Berilo sobre una sección prismática.
- Hornblenda sobre (010).
- Hornblenda sobre (100).
- En un cristal idiomorfo hexagonal sobre una sección piramidal.
- Sobre hipersteno en la cara (010).
- Pertenece al sistema monoclinico y el corte es perpendicular al plano que contiene a los ejes [c] y [a].
- Un cristal monoclinico cortado sobre una sección (010), si $Z^{\wedge}[c] = 23^{\circ}$.
- Pertenece al sistema triclinico y se mide sobre una sección (0k0).
- Pertenece al grupo de las micas y se mide paralela al clivaje.
- Pertenece al grupo de las micas y se mide normal al clivaje.
- Berilo sobre {0001}.
- Berilo sobre una sección prismática.
- Elbaíta sobre una sección prismática.
- Elbaíta sobre una sección basal.
- Hipersteno sobre (010).
- Augita cortada normalmente a uno de sus ejes ópticos.
- En un cristal idiomorfo del grupo puntual 4/mmm, y sobre una cara perteneciente a la forma {301}.
- Sobre augita en una cara en zona con [b].



TRABAJO PRÁCTICO Nº 3: determinación óptica de minerales (parte 2).

Objetivo: Adquirir experiencia en óptica mineral, reconocimiento de los distintos grupos o especies minerales bajo microscopio petrográfico.

Conocimientos previos: reconocimiento óptico de los principales minerales formadores de rocas. Grupo del olivino: composición, clasificación y nomenclatura. Propiedades y paragénesis. Grupo de los piroxenos: composición, clasificación y nomenclatura. Propiedades y paragénesis. Grupo de los anfíboles: composición, clasificación y nomenclatura. Propiedades y paragénesis. Grupo de las micas: estructura y composición, clasificación y nomenclatura. Propiedades y paragénesis. Grupo de los feldespatos: composición, clasificación, propiedades y paragénesis. Métodos determinativos de las plagioclasas.

Ejercicio 1: en un cristal isótropo se han determinado las siguientes características: celeste, pero muy levemente coloreado, $n = 1,501$, granos equidimensionales euhedrales dodecaédricos, contiene numerosas inclusiones fluidas y fractura concoidal. Indique de qué especie o especies puede tratarse.

Ejercicio 2: realizar una tabla comparativa con las principales similitudes y diferencias entre los minerales del grupo de los anfíboles y piroxenos.

Ejercicio 3: indique cuál/es propiedades ópticas son diagnósticas para diferenciar:

Cuarzo de berilo _____
Berilo de apatita _____
Cuarzo de calcedonia _____
Granate de apatita _____

Ejercicio 4: para los minerales del grupo de las micas, indicar:

- Principales especies que integran el grupo.
- La clasificación sistemática para el grupo.
- Características químicas genéricas y distintivas.
- Características ópticas generales y distintivas.

Ejercicio 5: grupo de los feldespatos: señalar cuál/es de las siguientes afirmaciones son correctas:

- Los feldespatos calcosódicos tienen maclado polisintético y el plano de macla es {100}.
- La sanidina es característica de asociaciones volcánicas.
- Andesita pertenece a la serie de las plagioclasas.
- Una plagioclasa de composición An_{78} es bytownita.

- La clevelandita es una variedad de color de albita.
- El aumento en mol de An hace que α , β , y γ aumenten y la birrefringencia baje.
- El microclino tiene maclado en enrejado.
- Mediante la medida precisa de α , β , y γ es posible determinar la composición de una plagioclasa.
- Es posible encontrar un feldespato de composición $Or_{50}-Ab_{10}-An_{40}$.
- En el caso anterior podría tratarse de una sanidina.
- Es posible encontrar un feldespato de composición $Or_{03}-Ab_{96}-An_{01}$.
- En el caso anterior podría tratarse de una clevelandita.
- El microclino tiene relieve muy bajo (-).
- Las plagioclases cálcicas se caolinizan más fácilmente que las sódicas.
- En todos los casos las maclas de las plagioclases extinguen en forma recta.

Ejercicio 6: sabiendo que apatita es $Ux(-)$, indique el signo de su elongación _____.

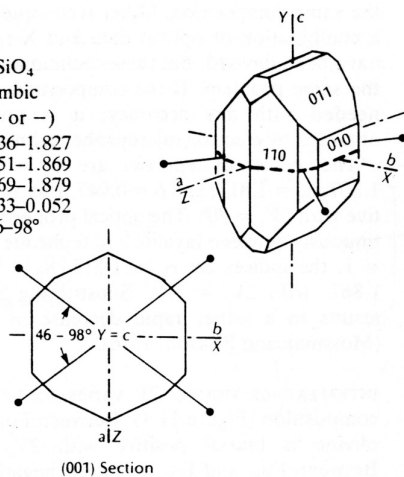
Ejercicio 7: indique sobre qué sección es posible advertir el maclado polisintético en plagioclases _____ y cuáles son los planos de composición de las maclas según Leyes de Albita y de Periclino presentes en microclino _____.

Ejercicio 8: especifique en qué sección los minerales de las micas exhiben extinción recta _____.

TRABAJO PRÁCTICO Nº 4: Reconocimiento óptico de cristales (parte 3).

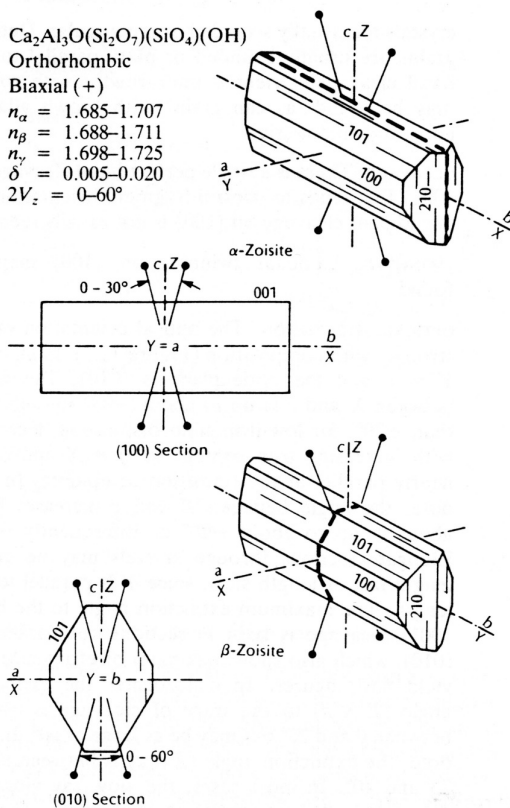
Olivine

$(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$
Orthorhombic
Biaxial (+ or -)
 $n_\alpha = 1.636-1.827$
 $n_\beta = 1.651-1.869$
 $n_\gamma = 1.669-1.879$
 $\delta = 0.033-0.052$
 $2V_x = 46-98^\circ$



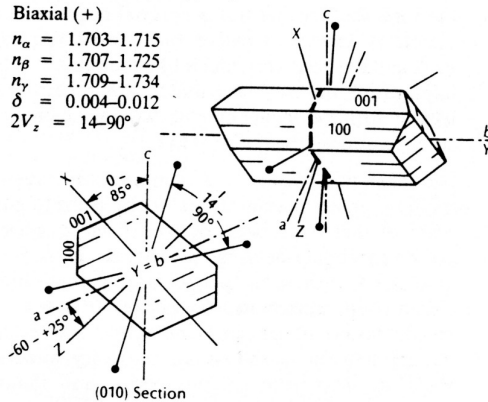
Zoisite

$\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$
Orthorhombic
Biaxial (+)
 $n_\alpha = 1.685-1.707$
 $n_\beta = 1.688-1.711$
 $n_\gamma = 1.698-1.725$
 $\delta = 0.005-0.020$
 $2V_z = 0-60^\circ$



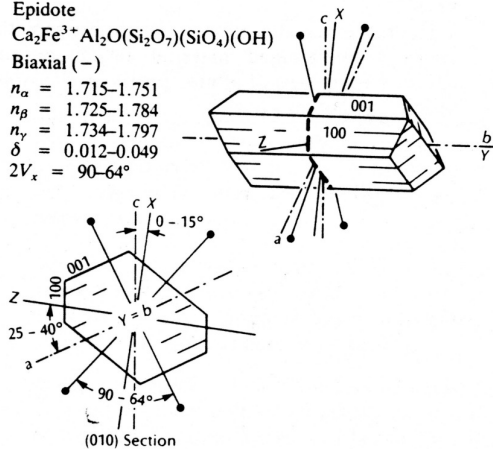
Clinozoisite-Epidote

Monoclinic
 $\angle \beta = 115.4^\circ$
Clinozoisite
 $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$
Biaxial (+)
 $n_\alpha = 1.703-1.715$
 $n_\beta = 1.707-1.725$
 $n_\gamma = 1.709-1.734$
 $\delta = 0.004-0.012$
 $2V_z = 14-90^\circ$

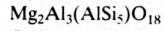


Epidote

$\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$
Biaxial (-)
 $n_\alpha = 1.715-1.751$
 $n_\beta = 1.725-1.784$
 $n_\gamma = 1.734-1.797$
 $\delta = 0.012-0.049$
 $2V_x = 90-64^\circ$



Cordierite



Orthorhombic (pseudo-hexagonal)

Biaxial (-) or (+)

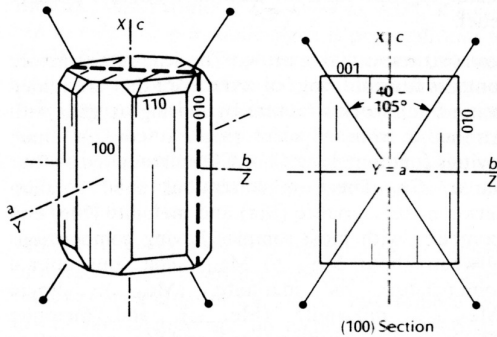
$$n_\alpha = 1.521-1.561$$

$$n_\beta = 1.524-1.574$$

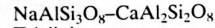
$$n_\gamma = 1.527-1.578$$

$$\delta = 0.005-0.016$$

$$2V_x = 40-90^\circ, \text{ less commonly positive } 2V_z = 90-75^\circ$$



Plagioclase



Triclinic

$$\angle \alpha = 94.3 - 93.1$$

$$\angle \beta = 116.6 - 116.0$$

$$\angle \gamma = 87.7 - 91.1$$

Biaxial (+) or (-)

$$n_\alpha = 1.527-1.577$$

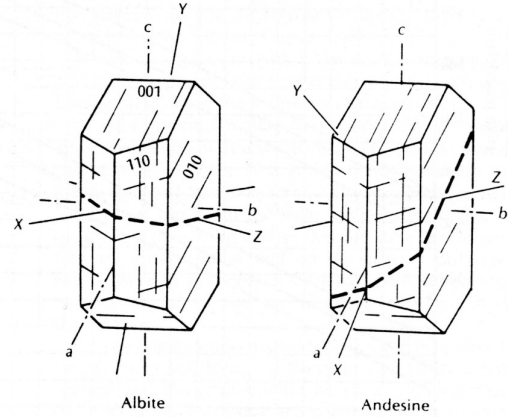
$$n_\beta = 1.531-1.585$$

$$n_\gamma = 1.534-1.590$$

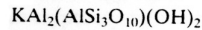
$$\delta = 0.007-0.013$$

$$2V_x = 45-102^\circ \text{ (high plagioclase)}$$

$$2V_x = 75-102^\circ \text{ (low plagioclase)}$$



Muscovite



Monoclinic

$$\angle \beta = 95.5^\circ$$

Biaxial (-)

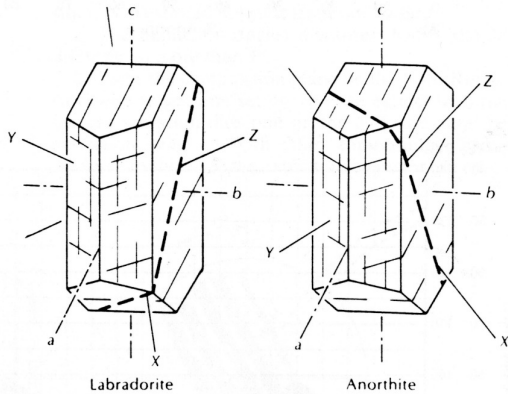
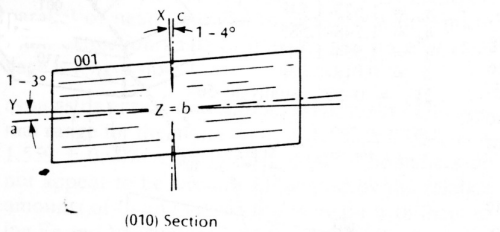
$$n_\alpha = 1.552-1.580$$

$$n_\beta = 1.582-1.620$$

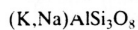
$$n_\gamma = 1.587-1.623$$

$$\delta = 0.036-0.049$$

$$2V_x = 30-47^\circ$$



Alkali Feldspars



Microcline

Triclinic

$\angle \alpha = 90.6^\circ$

$\angle \beta = 115.9^\circ$

$\angle \gamma = 87.7^\circ$

Biaxial (-)

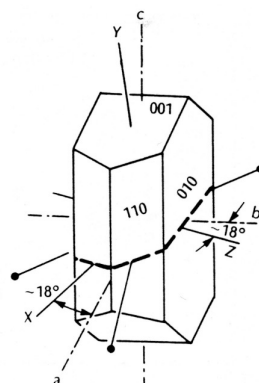
$n_{\alpha} = 1.514-1.526$

$n_{\beta} = 1.518-1.530$

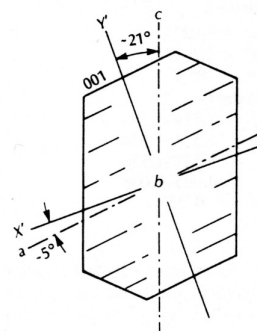
$n_{\gamma} = 1.521-1.533$

$\delta = 0.005-0.008$

$2V_{\alpha} = \sim 65-88^\circ$



Microcline



(010) Section

Orthoclase

Monoclinic

$\angle \beta = 116^\circ$

Biaxial (-)

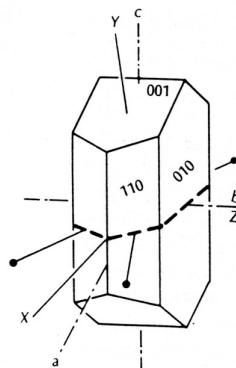
$n_{\alpha} = 1.514-1.526$

$n_{\beta} = 1.518-1.530$

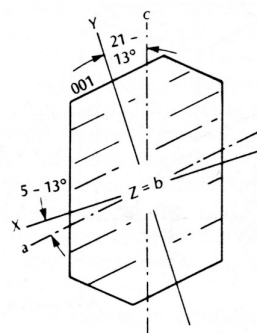
$n_{\gamma} = 1.521-1.533$

$\delta = 0.005-0.008$

$2V_{\alpha} = 40-70^\circ$



Orthoclase



(010) Section

Sanidine

Monoclinic

$\angle \beta = 116^\circ$

Biaxial (-)

$n_{\alpha} = 1.514-1.526$

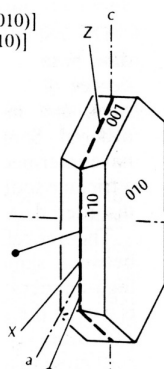
$n_{\beta} = 1.518-1.530$

$n_{\gamma} = 1.521-1.533$

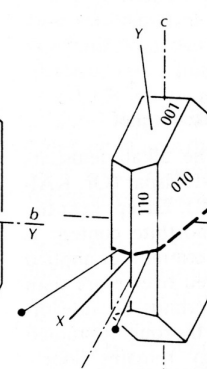
$\delta = 0.005-0.008$

$2V_{\alpha} = 0-40^\circ [OP \perp (010)]$

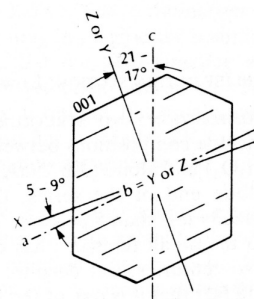
$0-47^\circ [OP \parallel (010)]$



High sanidine



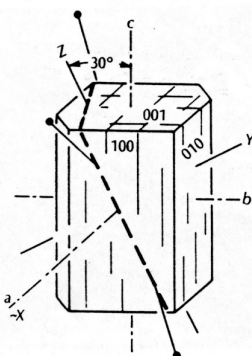
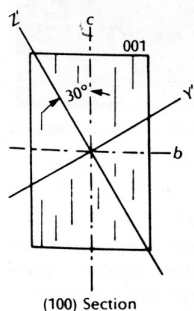
Low sanidine



(010) Section

Kyanite

Al_2SiO_5
Triclinic
 $\angle \alpha = 90^\circ 05'$
 $\angle \beta = 101^\circ 02'$
 $\angle \gamma = 105^\circ 44'$

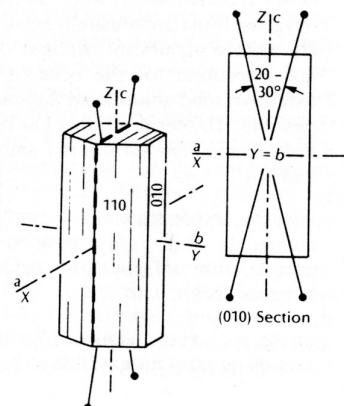


Biaxial (-)

$n_\alpha = 1.710-1.718$
 $n_\beta = 1.719-1.725$
 $n_\gamma = 1.724-1.734$
 $\delta = 0.012-0.016$
 $2V_x = 78-84^\circ$

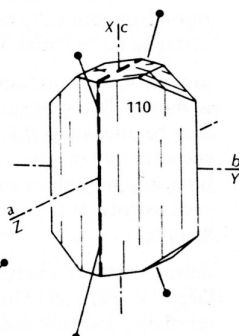
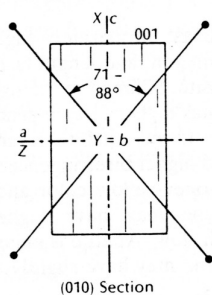
Sillimanite

Al_2SiO_5
Orthorhombic
Biaxial (+)
 $n_\alpha = 1.653-1.661$
 $n_\beta = 1.657-1.662$
 $n_\gamma = 1.672-1.683$
 $\delta = 0.018-0.022$
 $2V_z = 20-30^\circ$



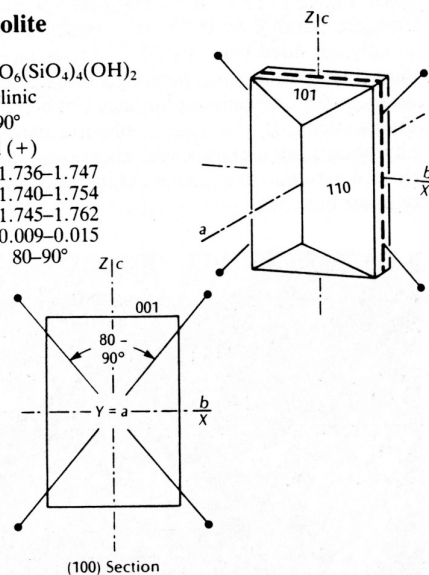
Andalusite

Al_2SiO_5
Orthorhombic
Biaxial (-)
 $n_\alpha = 1.629-1.640$
 $n_\beta = 1.633-1.644$
 $n_\gamma = 1.638-1.650$
 $\delta = 0.009-0.013$
 $2V_x = 71-88^\circ$



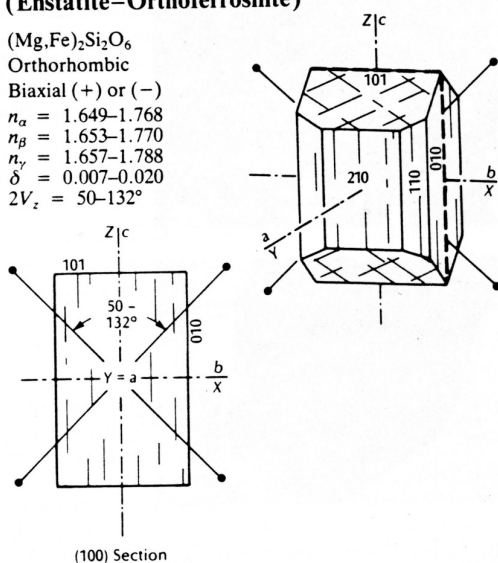
Staurolite

$\text{Fe}_2\text{Al}_9\text{O}_6(\text{SiO}_4)_4(\text{OH})_2$
Monoclinic
 $\angle \beta \cong 90^\circ$
Biaxial (+)
 $n_\alpha = 1.736-1.747$
 $n_\beta = 1.740-1.754$
 $n_\gamma = 1.745-1.762$
 $\delta = 0.009-0.015$
 $2V_z = 80-90^\circ$



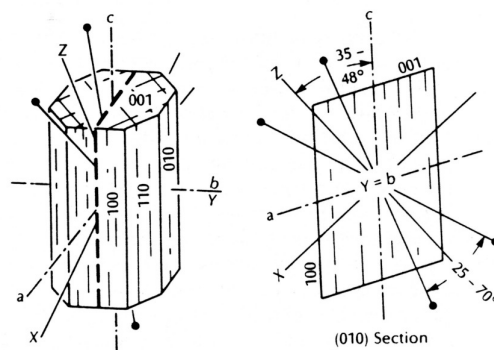
Orthopyroxene (Enstatite–Orthoferrosilite)

$(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$
Orthorhombic
Biaxial (+) or (–)
 $n_\alpha = 1.649\text{--}1.768$
 $n_\beta = 1.653\text{--}1.770$
 $n_\gamma = 1.657\text{--}1.788$
 $\delta = 0.007\text{--}0.020$
 $2V_z = 50\text{--}132^\circ$



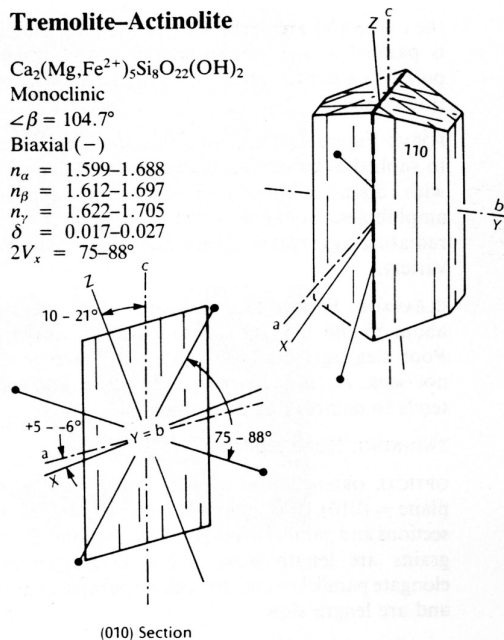
Calcic Clinopyroxene (Augite)

Monoclinic
 $\angle\beta \approx 105^\circ$
Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$
Hedenbergite $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$
Augite $(\text{Ca,Mg,Fe,Al})_2(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$
Biaxial (+)
 $n_\alpha = 1.664\text{--}1.745$
 $n_\beta = 1.672\text{--}1.753$
 $n_\gamma = 1.694\text{--}1.771$
 $\delta = 0.018\text{--}0.034$
 $2V_z = 25\text{--}70^\circ$



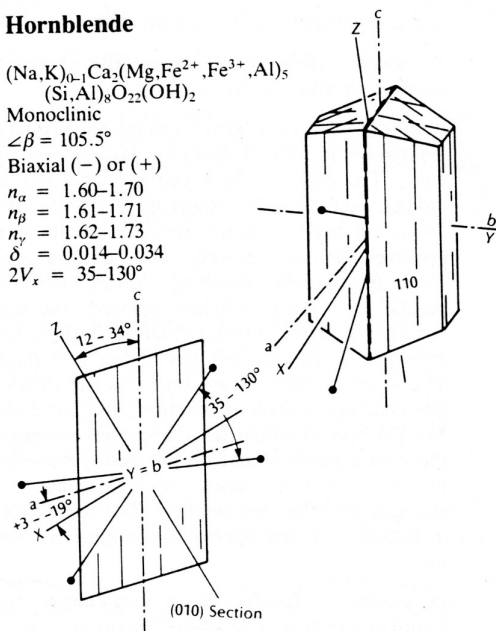
Tremolite–Actinolite

$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Monoclinic
 $\angle\beta = 104.7^\circ$
Biaxial (–)
 $n_\alpha = 1.599\text{--}1.688$
 $n_\beta = 1.612\text{--}1.697$
 $n_\gamma = 1.622\text{--}1.705$
 $\delta = 0.017\text{--}0.027$
 $2V_x = 75\text{--}88^\circ$



Hornblende

$(\text{Na,K})_{0-1}\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+},\text{Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Monoclinic
 $\angle\beta = 105.5^\circ$
Biaxial (–) or (+)
 $n_\alpha = 1.60\text{--}1.70$
 $n_\beta = 1.61\text{--}1.71$
 $n_\gamma = 1.62\text{--}1.73$
 $\delta = 0.014\text{--}0.034$
 $2V_x = 35\text{--}130^\circ$



Ejercicio propuesto: sobre cada uno de los cristales, considerados como secciones delgadas -de 30 μ - determinar cuando el cristal lo permita:

- a. carácter.
- b. signo óptico.
- c. valor de δ y sección cristalográfica en donde sea posible determinarla.
- d. signo de la elongación y notación de la zona sobre la cual pueda determinarse.
- e. valor de E^o -.
- f. sección cristalográfica del PAO.
- g. relación entre la simetría óptica y cristalográfica en cada uno de los cristales.
- h. Ejercitarse con las secciones de los cristales que presenten notación.