



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

“CRISTALOGRAFÍA”

PARTE 3

MATERIALES

Prof. Titular: Dra. Ing. María J. Santillán

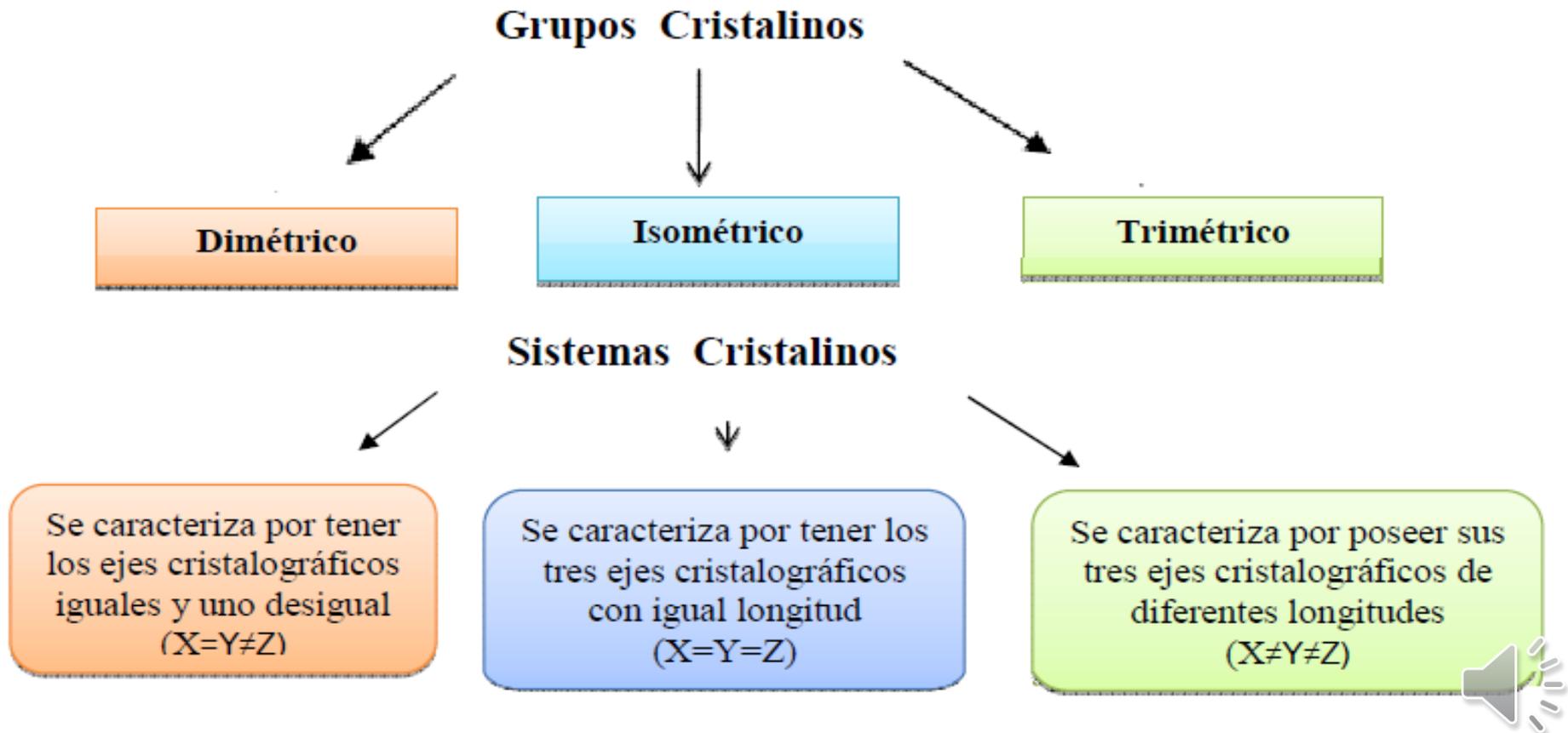
Prof. Adjunto: Dr. Ing. Claudio Careglio



GRUPOS Y SISTEMAS CRISTALINOS

Se posicionan las formas cristalinas según los ejes cristalográficos

Cada *Sistema Cristalino* tiene sus ejes cristalográficos y se toman paralelos a las aristas de las caras cristalinas principales se caracterizan según la relación axial en grupo.

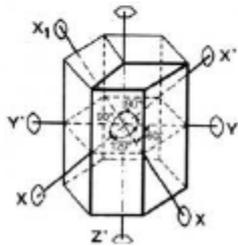


Dimétrico

Sistema Hexagonal

Consta de cuatro ejes cristalográficos, de los cuales tres son horizontales e iguales entre sí.

El cuarto eje (z)-vertical- es mayor a los anteriores ($X=Y=X' \neq z$). Relación axial $a = b = c \neq z$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, $\delta = 120^\circ$

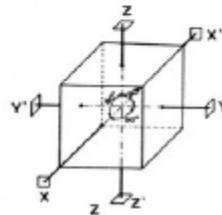


Isométrico

Sistema Cubico

Los tres ejes cristalográficos tienen la misma longitud ($x=y=z$).

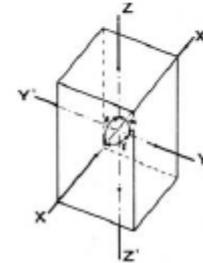
Se cortan perpendiculares entre sí, es decir que los ángulos Relación axial $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



Trimétrico

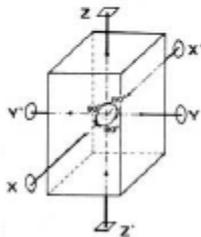
Sistema Triclinico

Los tres ejes cristalográficos presentan distinta longitud ($X \neq Y \neq Z$) y no se cortan en ángulos rectos. Relación axial $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$



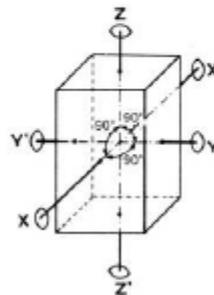
Sistema Tetragonal

En este sistema los dos ejes horizontales son iguales y el tercero -vertical- es mayor a los anteriormente nombrados ($x=y \neq z$). Relación axial $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



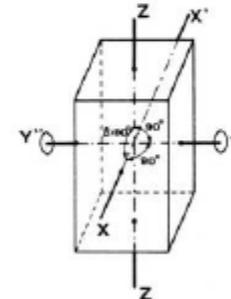
Sistema Ortrorrómbico

Los tres ejes cristalográficos presentan distintas longitudes ($X \neq Y \neq Z$) Relación axial $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



Sistema monoclinico

Los Tres ejes cristalográficos presentan distinta longitud ($X \neq Y \neq Z$). Relación axial $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma > 90^\circ$



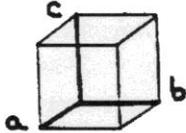
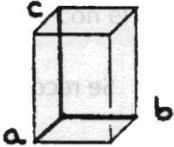
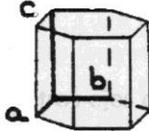
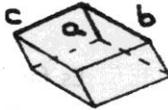
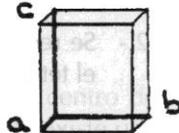
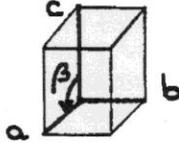
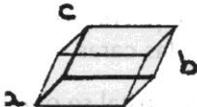
GRUPOS PUNTUALES

La combinación de los elementos de simetría puntual dan origen a **32 grupos puntuales** o clases de simetría.

Combinación de elementos de simetría que se interceptan en un punto, que permanece fijo durante la ejecución de las operaciones de simetría.

| Sistema Cristalino | Sin centro de inversión | Con centro de inversión |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Triclínico 2 | 1 | $\bar{1}$ |
| Monoclínico 3 | $2, \bar{2} (= m)$ | $2/m$ |
| Ortorrómbico 3 | $222, 2mm$ | $2/m 2/m 2/m$ |
| Tetragonal 7 | $4, \bar{4}, 422, 4mm, \bar{4}2m$ | $4/m, 4/m 2/m 2/m$ |
| Trigonal- romboédrico 5 | $3, 32, 3m$ | $\bar{3}, \bar{3} 2/m$ |
| Hexagonal 7 | $6, \bar{6}, 622, 6mm, \bar{6}2m$ | $6/m, 6/m 2/m 2/m$ |
| Cubico (5) | $23, 432, \bar{4}3m$ | $2/m \bar{3}, 4/m \bar{3} 2/m$ |



| Sistema | Característica Simétrica | Cruz axial | Poliedro fundamental |
|------------------------|---|---|---|
| Cúbico regular | Cuatro ejes ternarios | $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ |  |
| Tetragonal | Un eje cuaternario | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ |  |
| Hexagonal | Un eje senario | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$ |  |
| Romboédrica o Trigonal | Un eje ternario | $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$ |  |
| Rómbico u Ortorrómbico | Un eje de simetría binaria (m o 2) | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ |  |
| Monoclínico | Un elemento de simetría binaria (m o 2) | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$ |  |
| Triclínico | Sin simetría (eje 1 o $\bar{1}$) | $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ |  |



En resumen...

| Tipo de Simetría | Sistema Cristalino |
|-------------------------|--|
| BAJA | Triclínico Monoclínico Ortorrómbico |
| MEDIANA | Tetragonal Trigonal Hexagonal |
| ALTA | Cúbico |



Grupos Espaciales (G)

Describen la simetría de los cristales.

Combinación de los elementos de simetría de los grupos puntuales y las traslaciones reticulares (Redes de Bravais y elementos de microsimetría: planos de deslizamiento).

SIMBOLOGIA

(1) (2)

$$G = T \otimes K$$

↑
Grupos
traslacionales

↑
Grupos
puntuales

- (1) Tipo de red de Bravais (P, A, B, C, F, I ó R)
- (2) Elementos de simetría paralelos y/o \perp a las tres direcciones cristalográficas.



Notación de Hermann-Mauguin

Es una notación de elementos de simetría → sólo se usan aquellos imprescindibles.

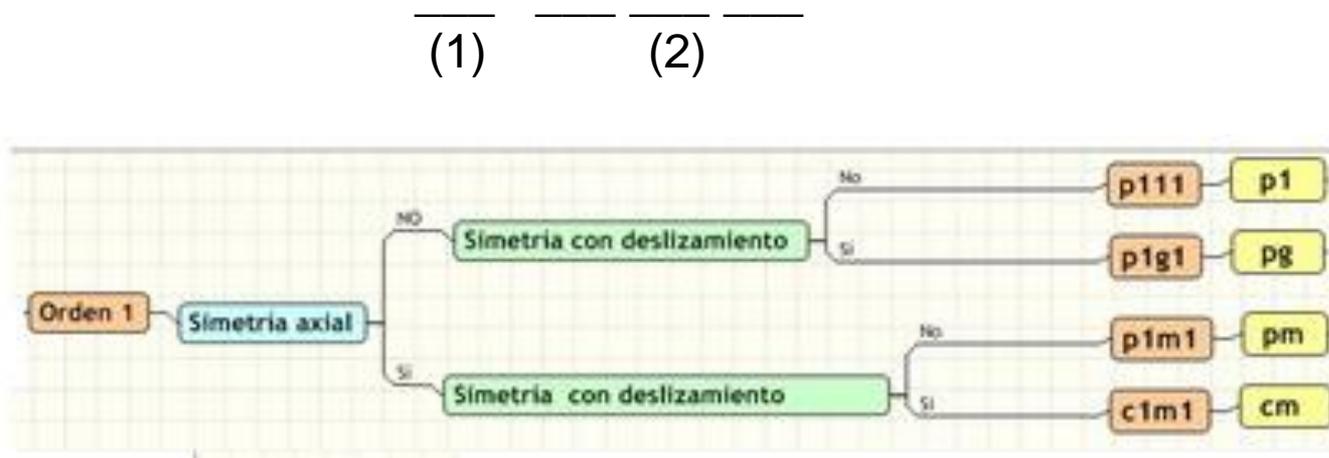
Establecida por la Unión Internacional de Cristalografía

- Símbolo 1. Es c (“centrado”) cuando el paralelogramo primitivo es un rombo que se puede enmarcar centrándolo en un rectángulo y p (“primitivo”) en cualquier otro caso. Se puede aclarar otra red de Bravais.

- Símbolo 2. El mayor orden de rotación que podamos encontrar.

- m → simetría especular
g → simetría con deslizamiento.

Si es perpendicular al eje se coloca una barra inclinada



Bibliografía

- Donald Sands. “Introducción a la cristalografía”

