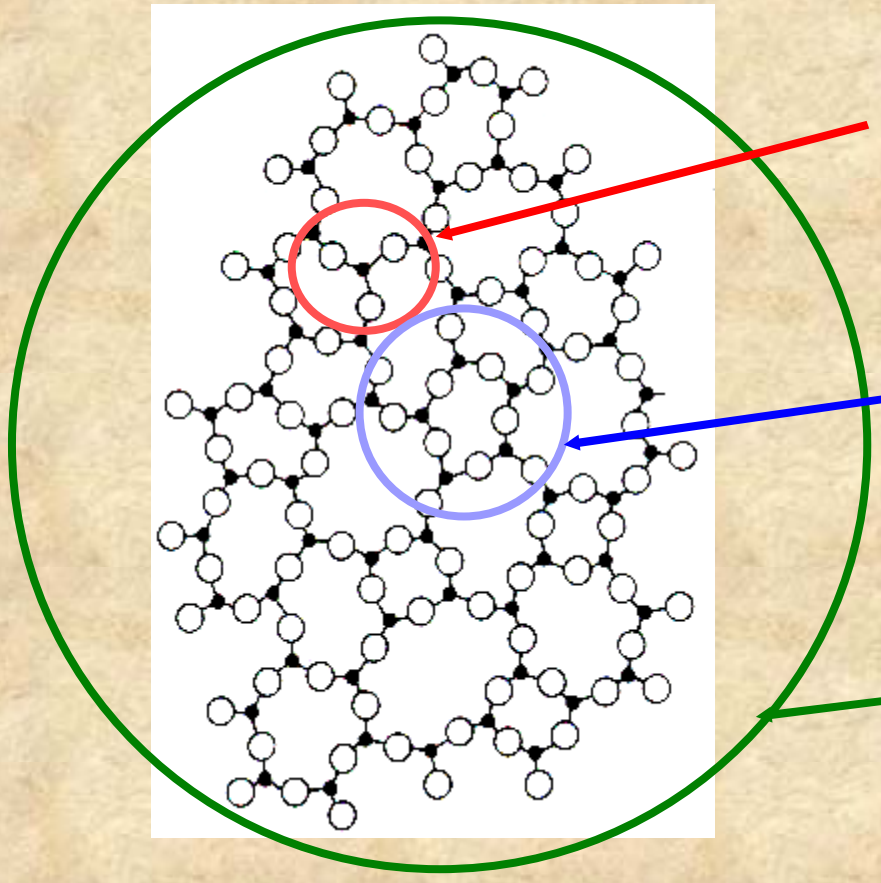
SOLIDOS

ESTRUCTURA CRISTALINA

Dr. Andres Ozols

2005

ALCANCE del ORDEN ATOMICO



Estructura de corto alcance

Estructura de alcance intermedio

Estructura de largo alcance

TIPOS de SOLIDOS (de acuerdo al orden atómico)

AMORFOS

orden atómico o molecular de corto alcance

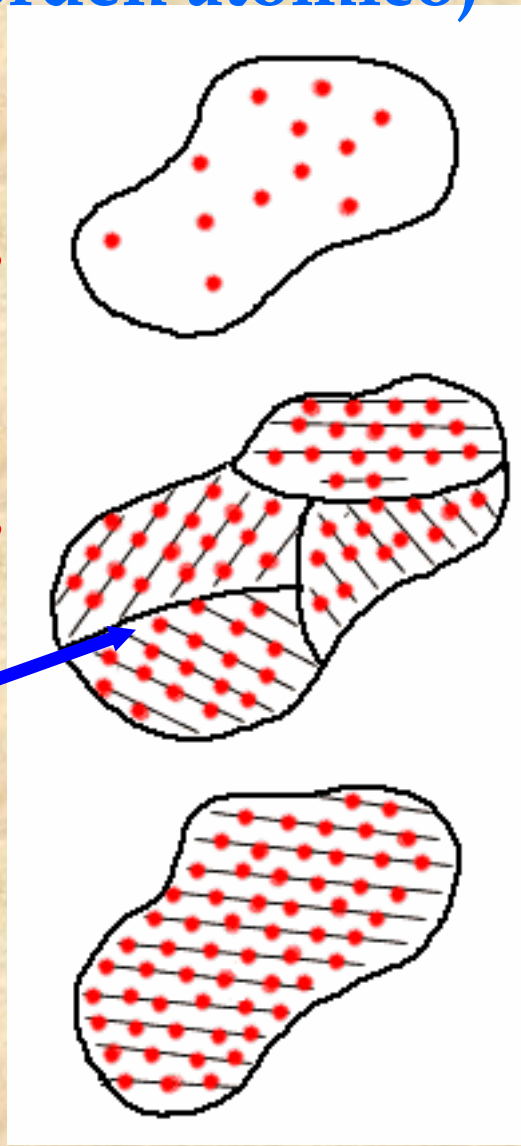
POLICRISTALINOS

orden atómico o molecular de largo alcance

forman granos o cristales separados por bordes

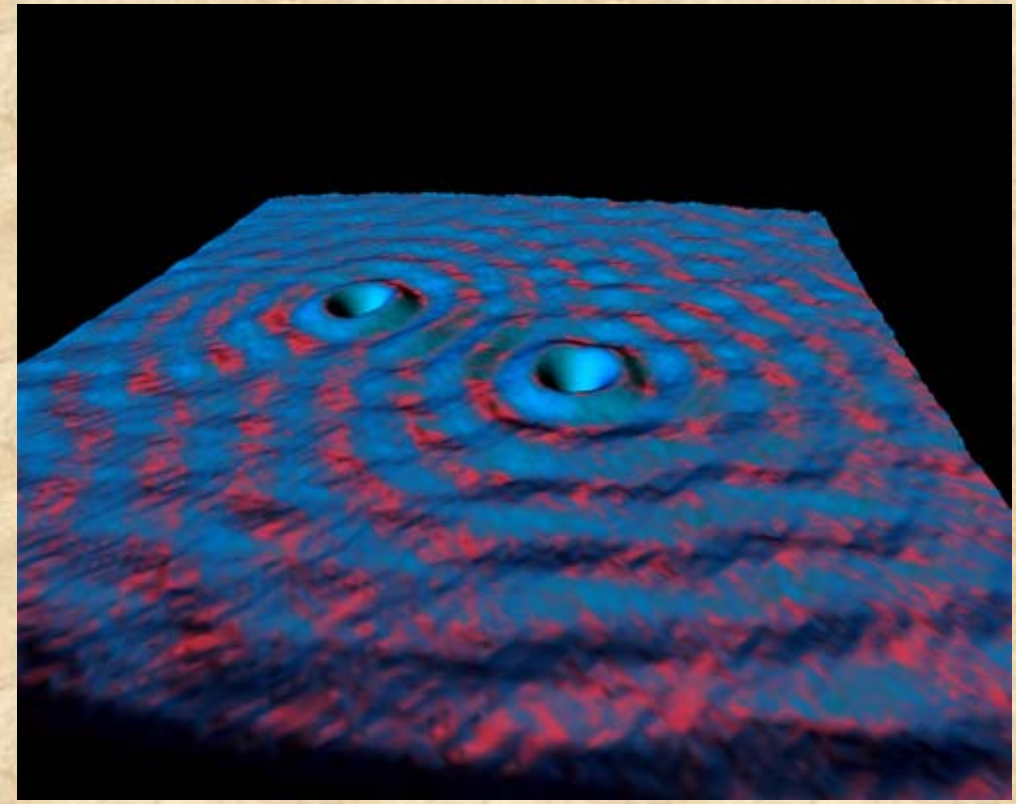
MONOCRISTALINOS

orden atómico o molecular alto en todo el cristal

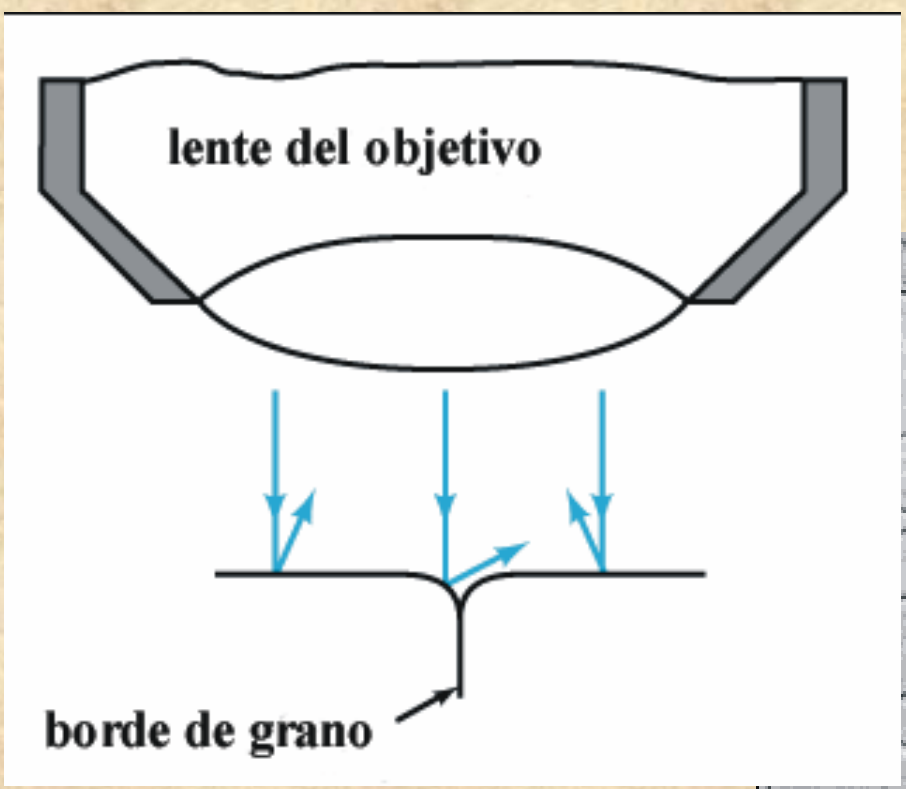


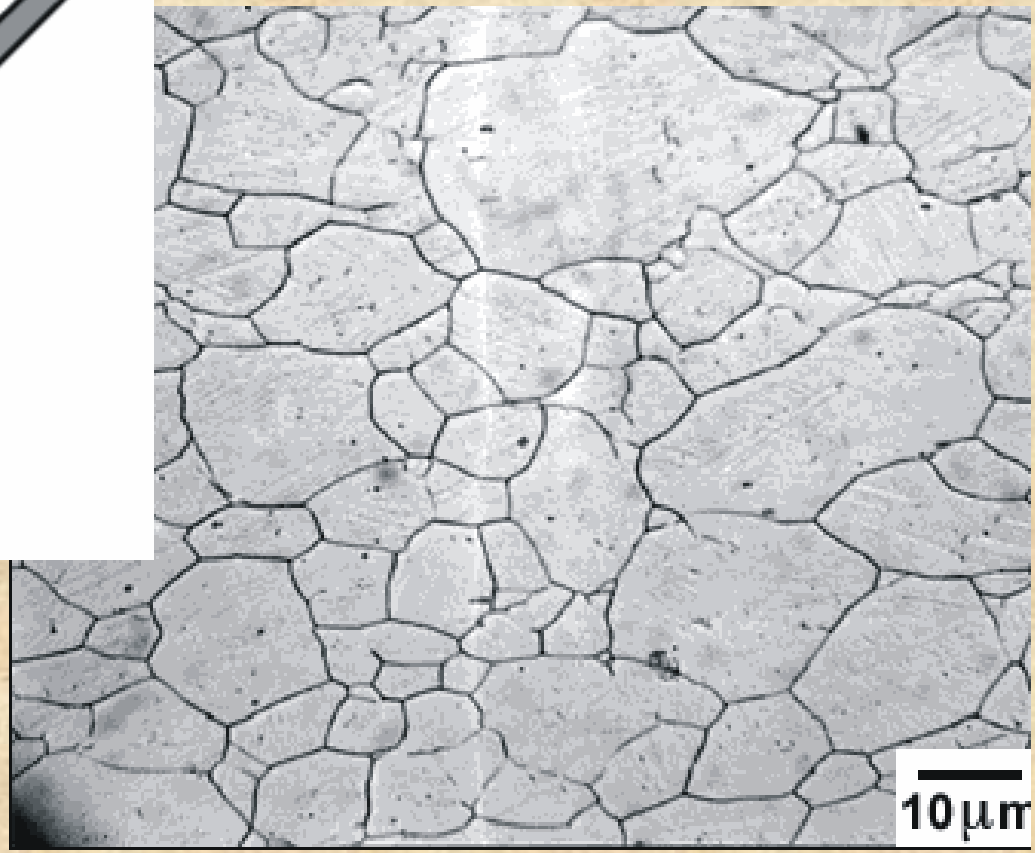
AMORFOS

orden atómico o molecular de corto alcance

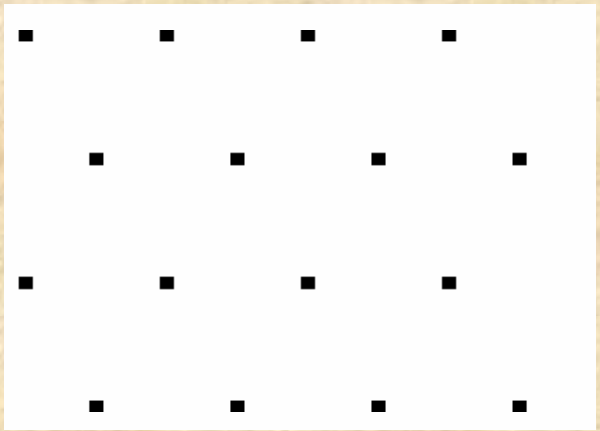


ESTRUCTURA POLICRISTALINA

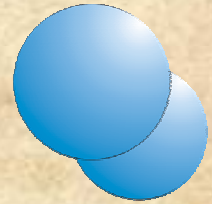




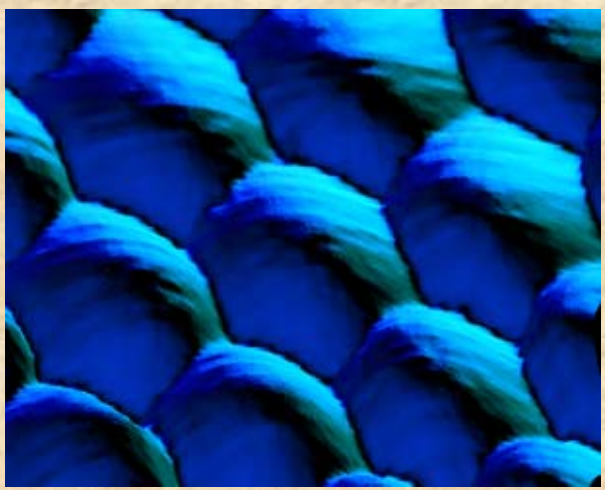
RED + **BASE** = **CRISTAL**



+



=



Arreglo periódico de puntos + *Átomos o molécula* = ***Sólido con un arreglo periódico de átomos o moléculas***

REDES de BRAVAIS (red matemática)

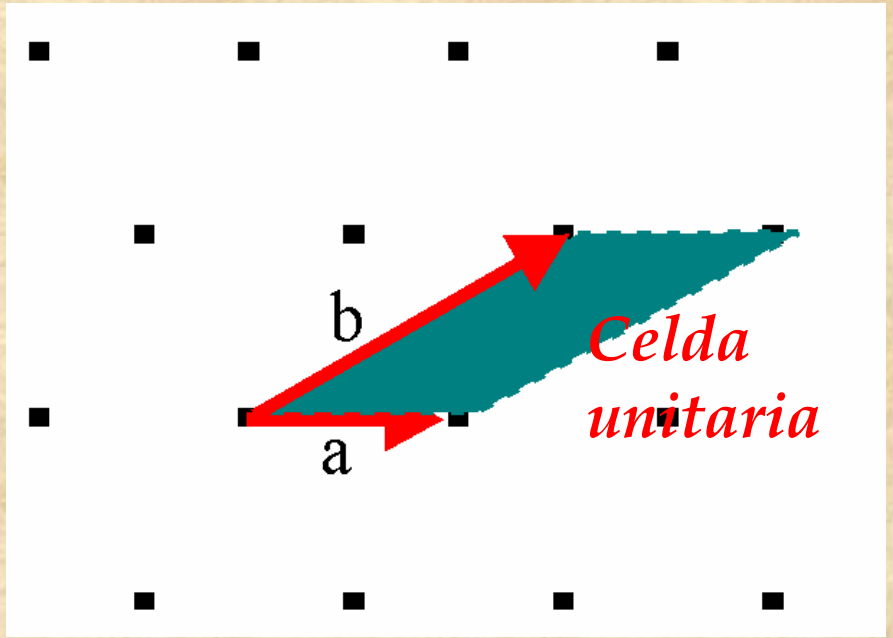
- *Conjunto de todos los puntos con posiciones definidas por*

$$R = n_1 a + n_2 b + n_3 c$$

a, b y c vectores primitivos

n_1, n_2 *y* n_3

números enteros



- *Conjunto infinito de puntos con un arreglo y orientación que parece la misma, desde cualquier punto de observación*

- *Existen 14 redes de Bravais en 3-D*

SIMETRIA en CRISTALES

Está dada por el arreglo ordenado y periódico de átomos o grupos de átomos en varias direcciones espaciales.

Un objecto es simétrico $\Leftrightarrow$ invariante por una transformación.

OPERACIONES de SIMETRIA

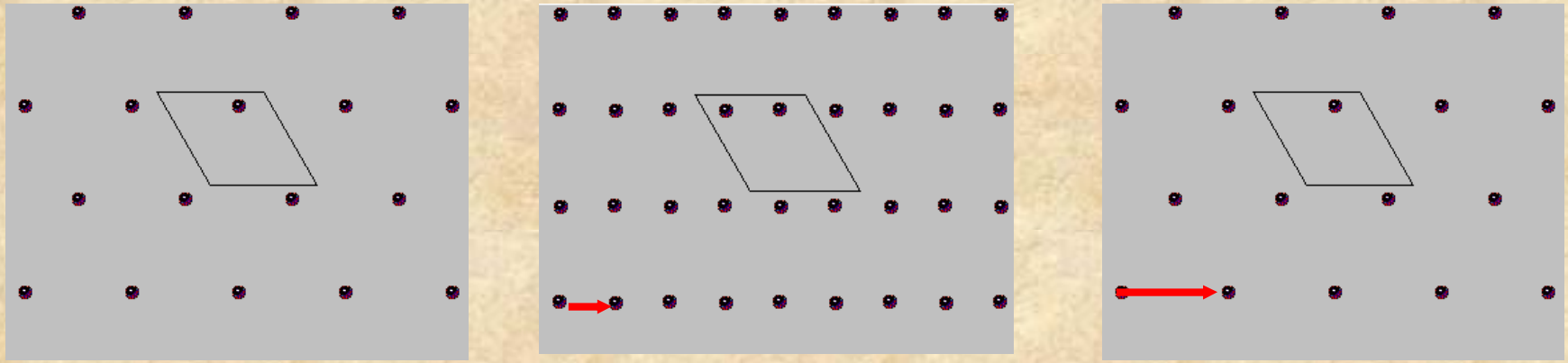
Operación matemática que lleva un átomo a otro lugar del espacio donde existe otro igual.

1. **Traslación**
2. **Reflección (simetria de espejo)**
3. **Rotación**

- *Las transformaciones que dejan sin cambiar todas las distancias distancias.*

- *No se puede distinguir un objeto antes y despues de la transformación.*

TRASLACION *(OPERACIONES de SIMETRIA)*

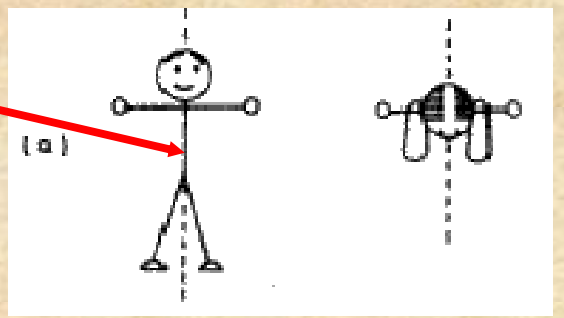


$$R' = R + a$$

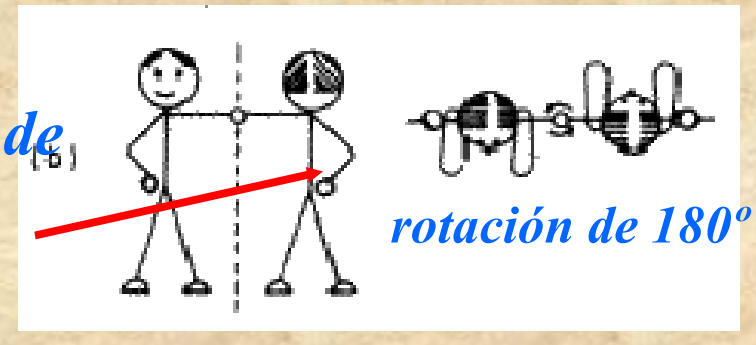
REFLEXION *(OPERACIONES de SIMETRIA)*

ROTACION
(2 π/n) n: orden

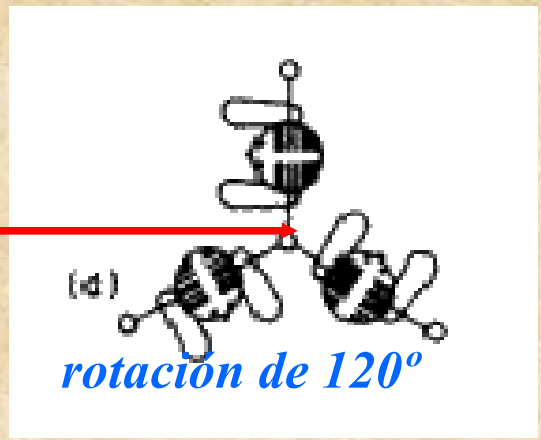
Plano de simetria



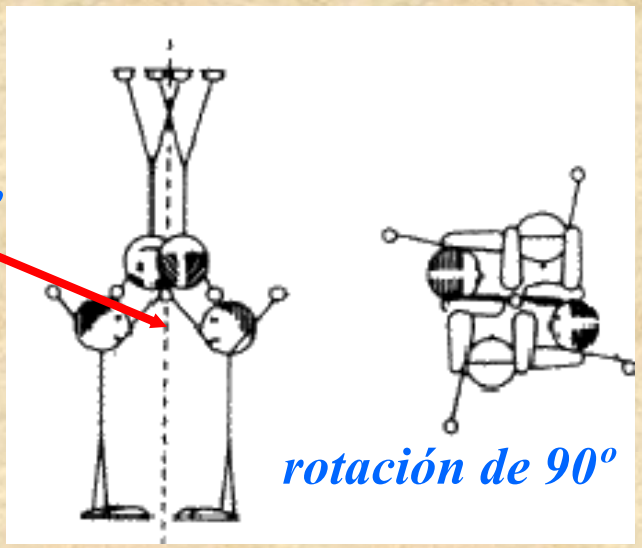
Eje de rotación de 2º orden



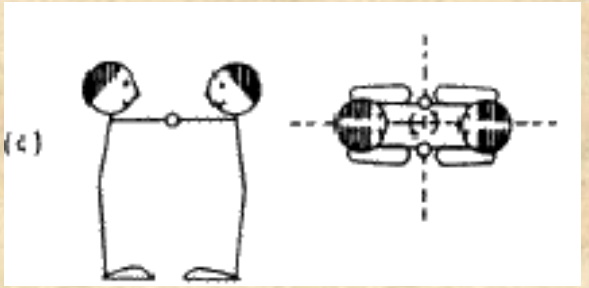
Eje de rotación de 3º orden



Eje de rotación de 4º orden



COMBINACIONES de *OPERACIONES de SIMETRIA*



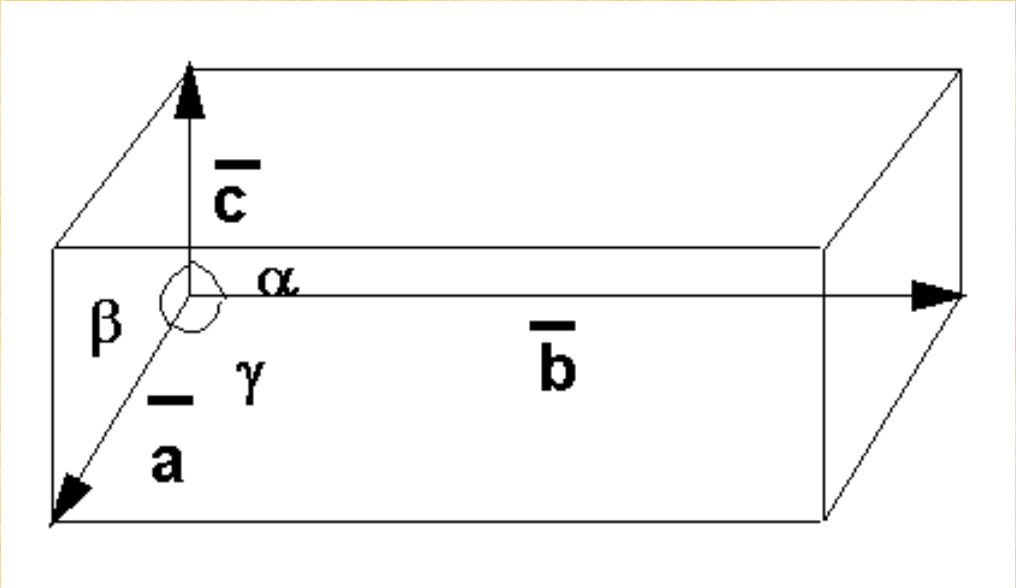
Eje de rotación de 2º orden+reflexión

GRUPO PUNTUAL o CLASE de SIMETRIA

- *Conjunto de operaciones de simetría.*
- *Existen 32 grupos*

CELDA UNITARIA

Bloque fundamental repetido dentro de la red



PRIMITIVA

contiene 1 átomo

MULTIPLE

contiene más de 1 átomo

Tienen 6 parámetros característicos: 3 distancias y 3 ángulos

SISTEMAS CRISTALINOS

- *Las 14 redes de Bravais permiten 7 sistemas cristalinos.*
- *Cada sistema se caracteriza por operaciones matemáticas comunes*

1. **SISTEMA CUBICO:** $a=b=c \ \alpha=\beta=\chi=90^o$
2. **SISTEMA HEXAGONAL:** $a=b<>c \ \alpha=\beta=90^o; \ \chi=120^o$
3. **SISTEMA TRIGONAL:** $a=b<>c \ \alpha=\beta=90^o; \ \chi=120^o$

   SISTEMA TRIGONAL : $a=b=c \ 90^o<>\alpha=\beta=\chi$ **ROMBOEDRICO**
4. **SISTEMA TETRAGONAL:** $a=b<>c \ \alpha=\beta=\chi=90^o$
5. **SISTEMA ORTORROMBICO:** $a<>b<>c \ \alpha=\chi=90^o; \ \beta<>90^o$
6. **SISTEMA MONOCLINICO:** $a<>b<>c \ \alpha<>\beta<>\chi<>90^o$
7. **SISTEMA TRICLINICO:** $a<>b<>c$

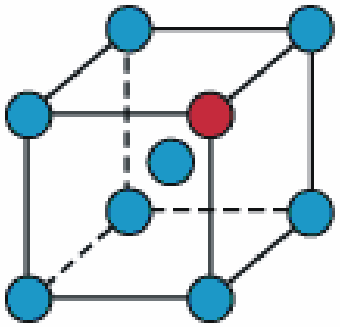
REDES de BRAVAIS en 3D

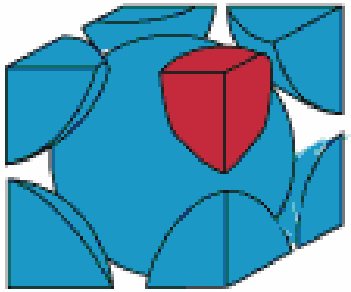
RED CUBICA (3 tipos)

a=b=c $\alpha=\beta=\chi=90^{o}$

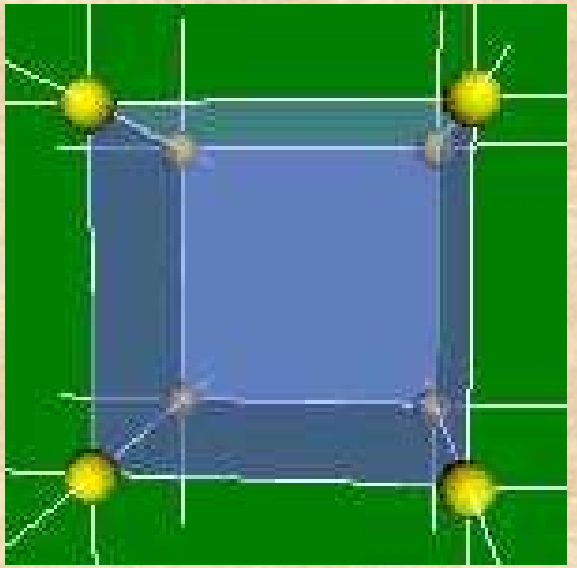
RED CUBICA de CUERPO CENTRADO

(B.C.C.)



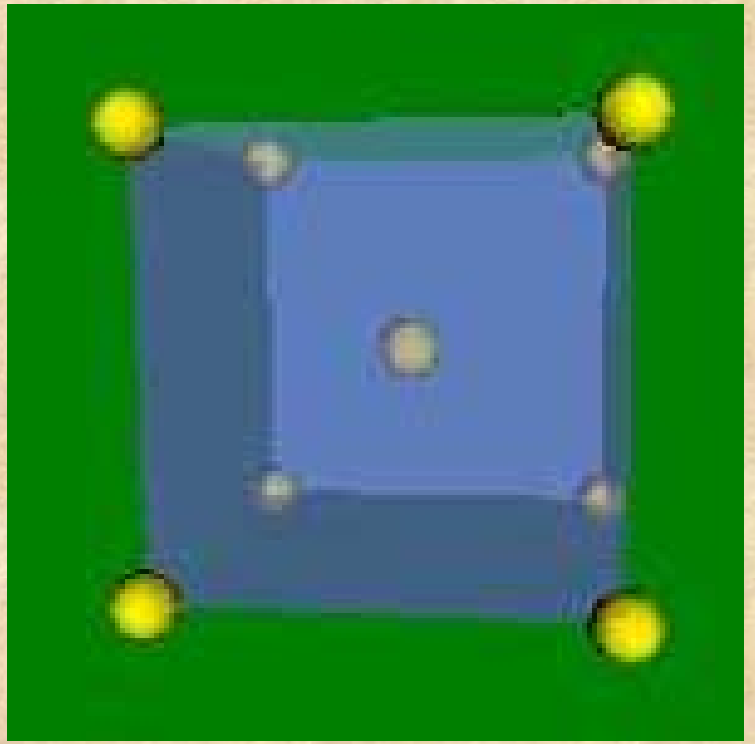


RED CUBICA SIMPLE

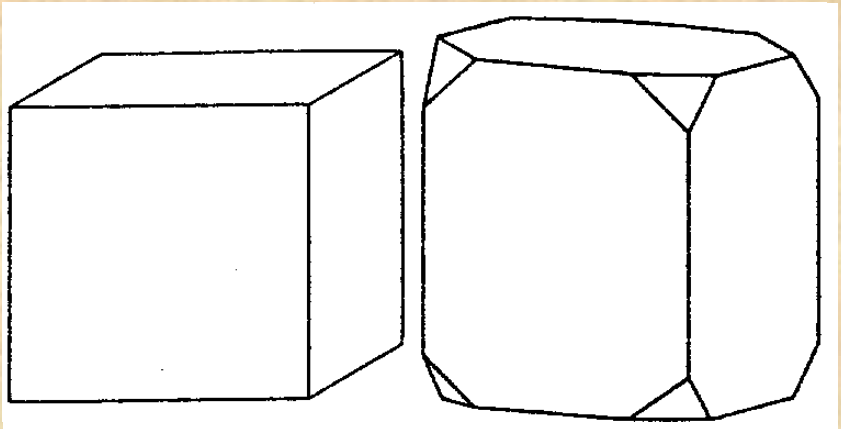


REDES de BRAVAIS en 3D

RED CUBICA de CARAS CENTRADAS (F.C.C.)



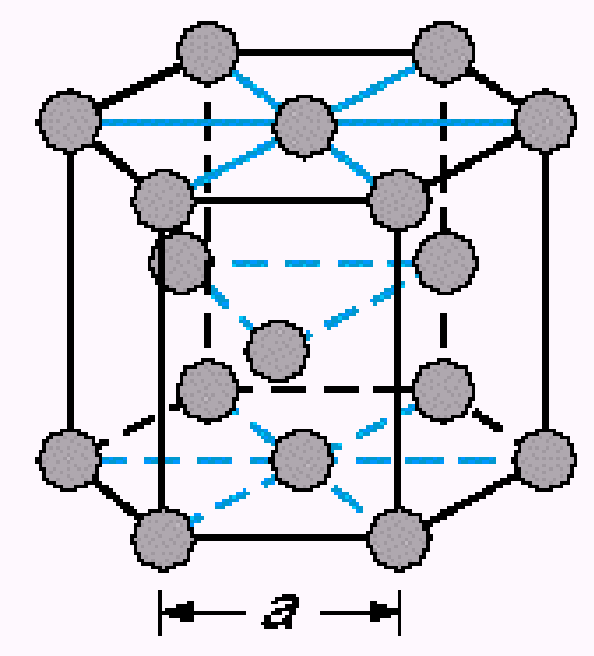
CRISTAL CUBICO



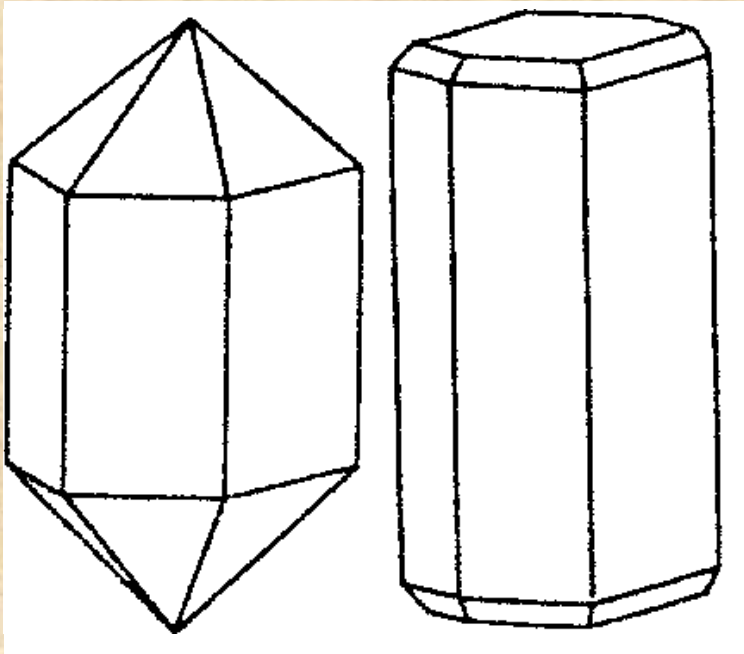
REDES de BRAVAIS en 3D

RED HEXAGONAL

$a=b<>c \quad \alpha=\beta=90^o; \chi=120^o$



CRISTAL HEXAGONAL

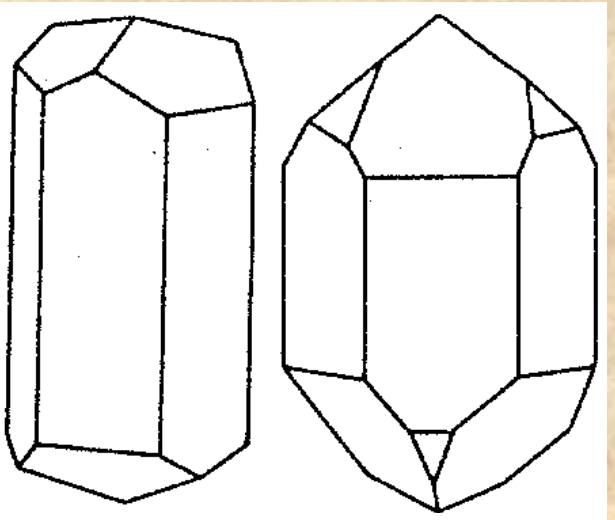


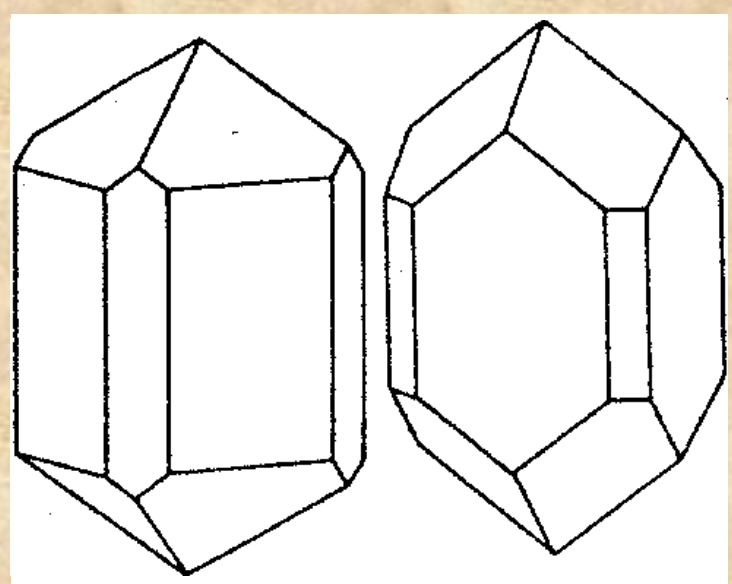
REDES de BRAVAIS

RED TRIGONAL $a=b\neq c$ $\alpha=\beta=90^o; \chi=120^o$ **CRISTAL TRIGONAL**

RED TRIGONAL ROMBOEDRICO

$a=b=c \quad 90^o\neq\alpha=\beta=\chi<120^o$





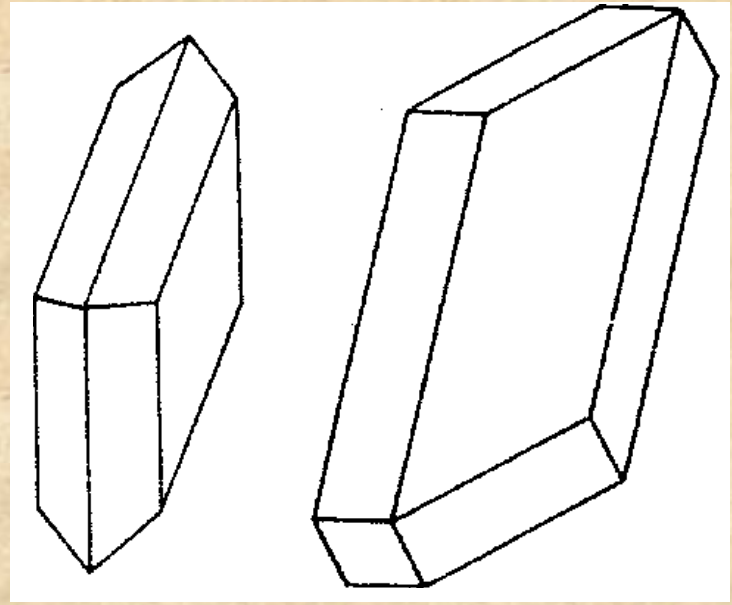
CRISTAL TETRAGONAL

RED TETRAGONAL $a=b\neq c$ $\alpha=\beta=\chi=90^o$

REDES de BRAVAIS

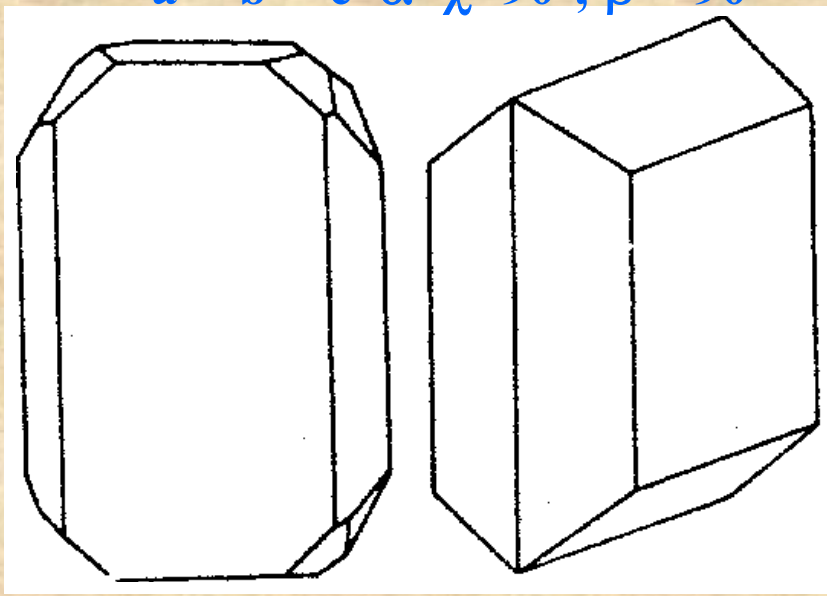
RED ORTORROMBICA

a<>b<>c $\alpha=\chi=90^o$; $\beta<>90^o$



CRISTAL ORTORROMBICO

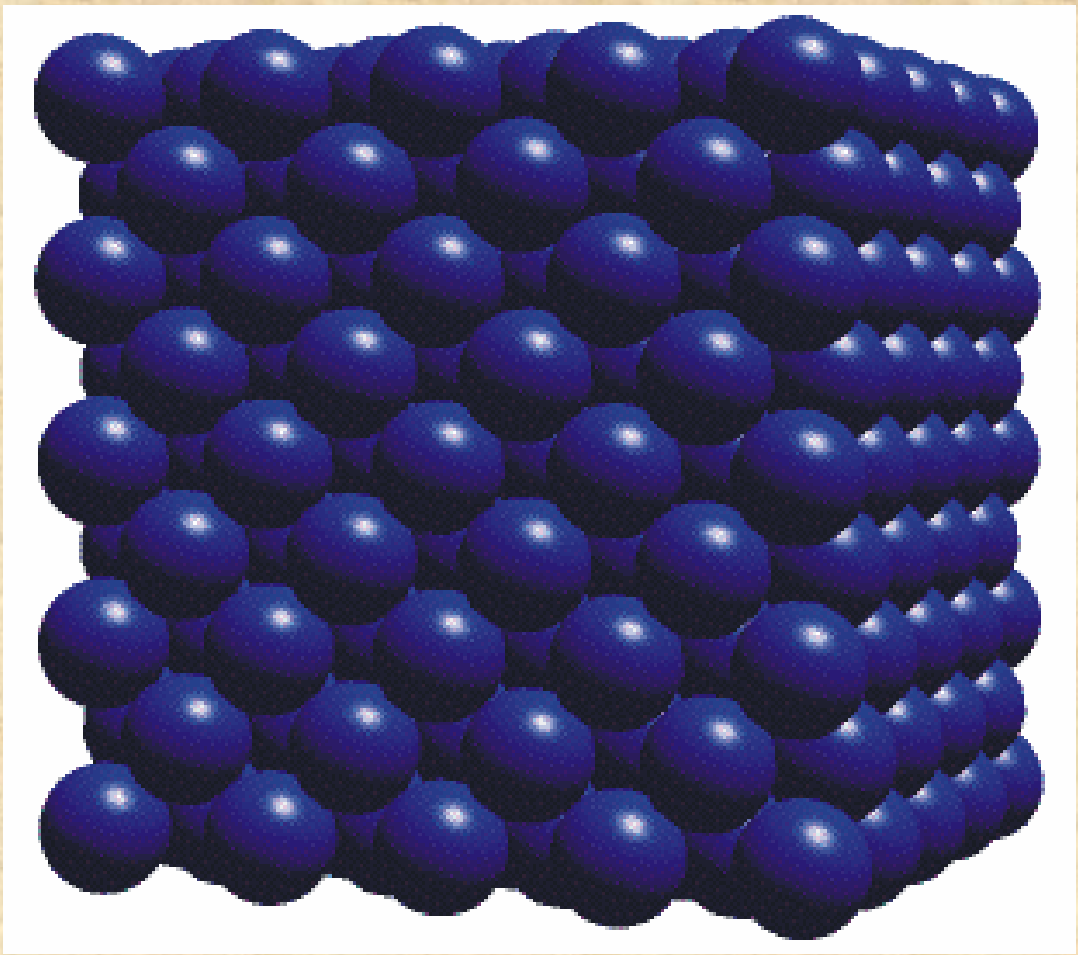
a<>b<>c $\alpha=\chi=90^o$; $\beta<>90^o$



RED MONOCLINICA

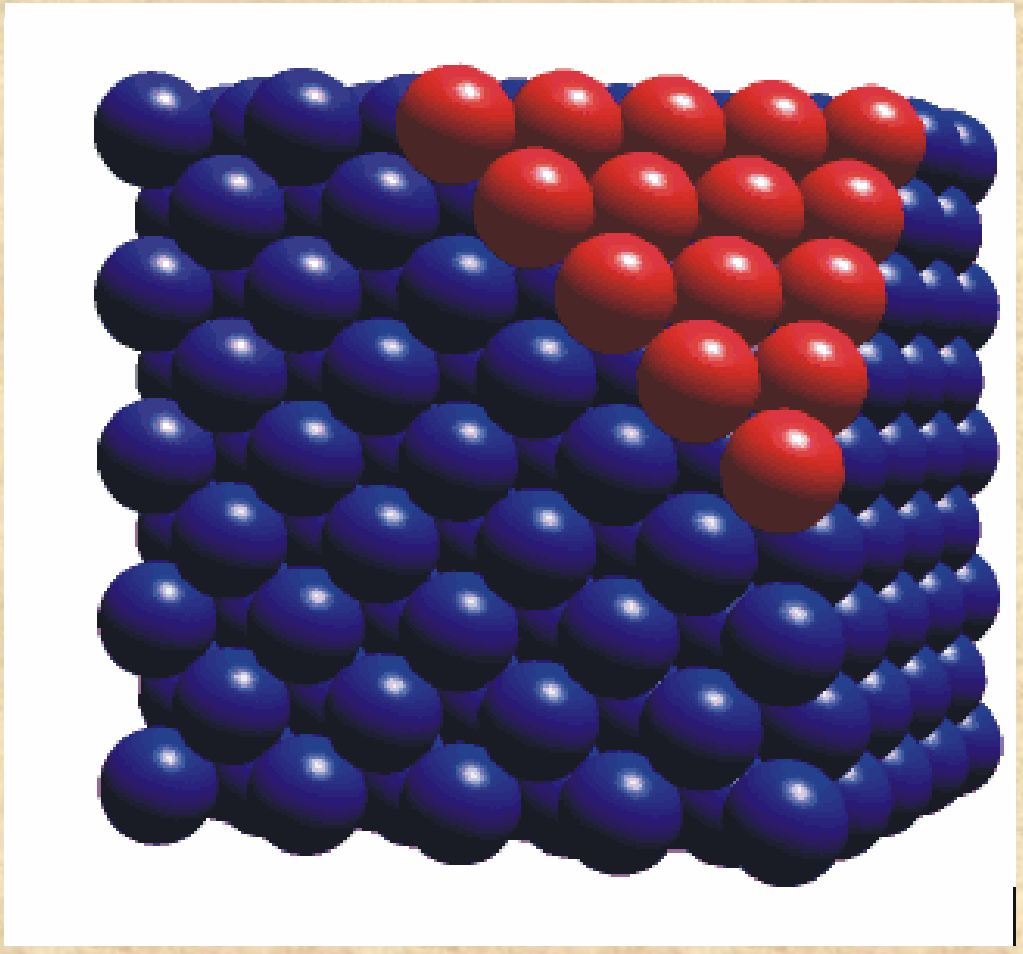
a<>b<>c $\alpha<>\beta<>\chi<>90^o$

ORDENAMIENTO ATÓMICO



ORDENAMIENTO FCC

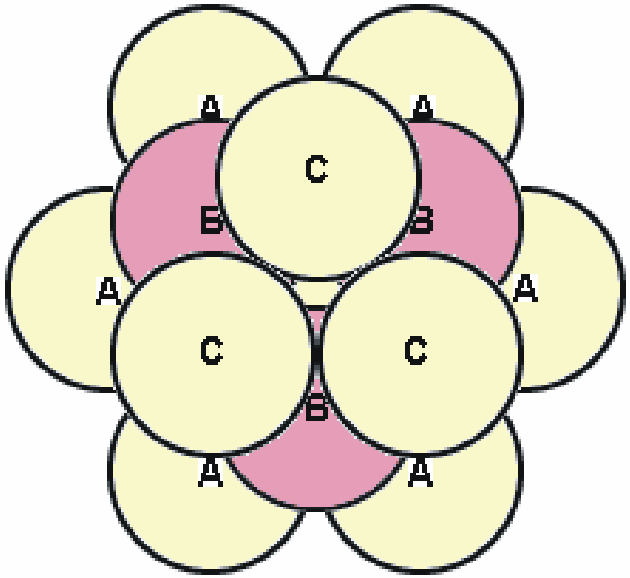
Celda unitaria



Simetría cúbica

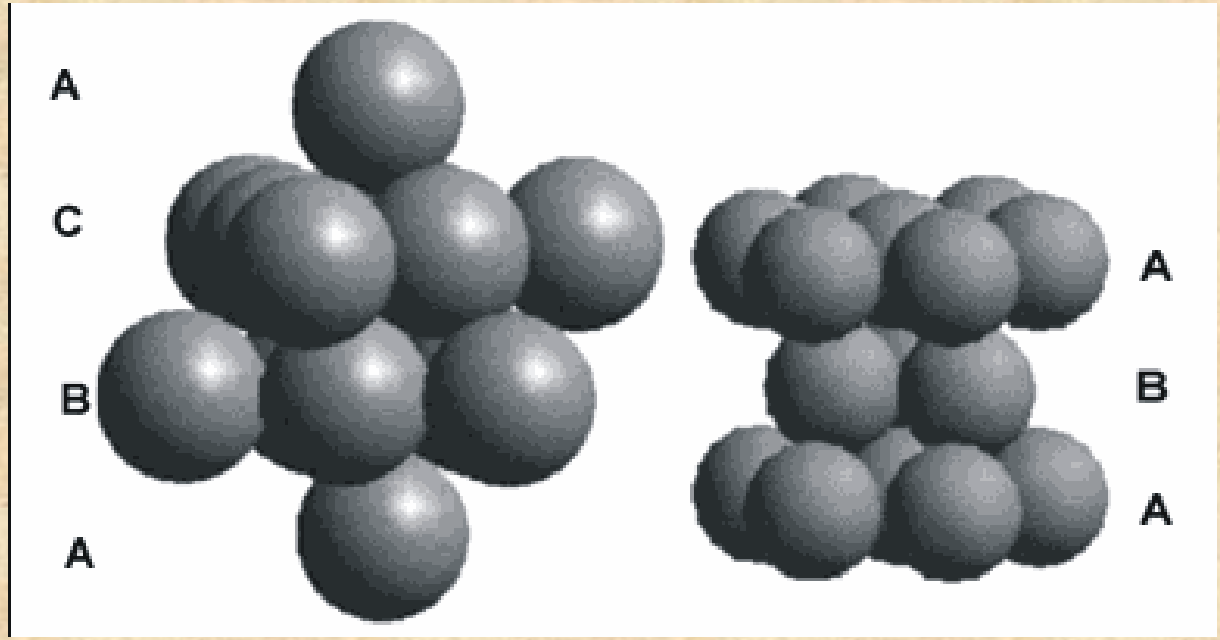
APILAMIENTO FCC

Apilamiento en capas compactas



APILAMIENTO HEXAGONAL COMPACTO HCP

ABABA..



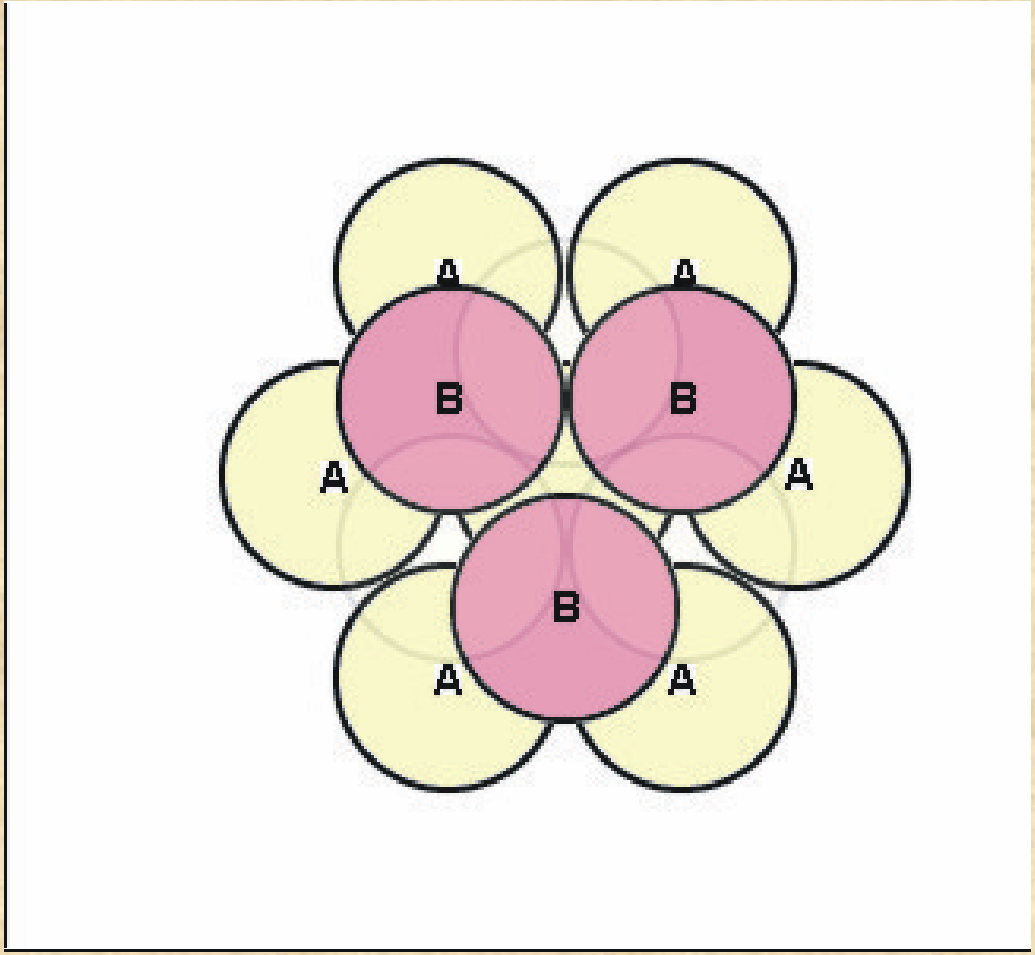
En vez de ABACABC..

Simetría hexagonal

Hexagonal compacta o HCP

ORDENAMIENTO HCP

ABABABA ...

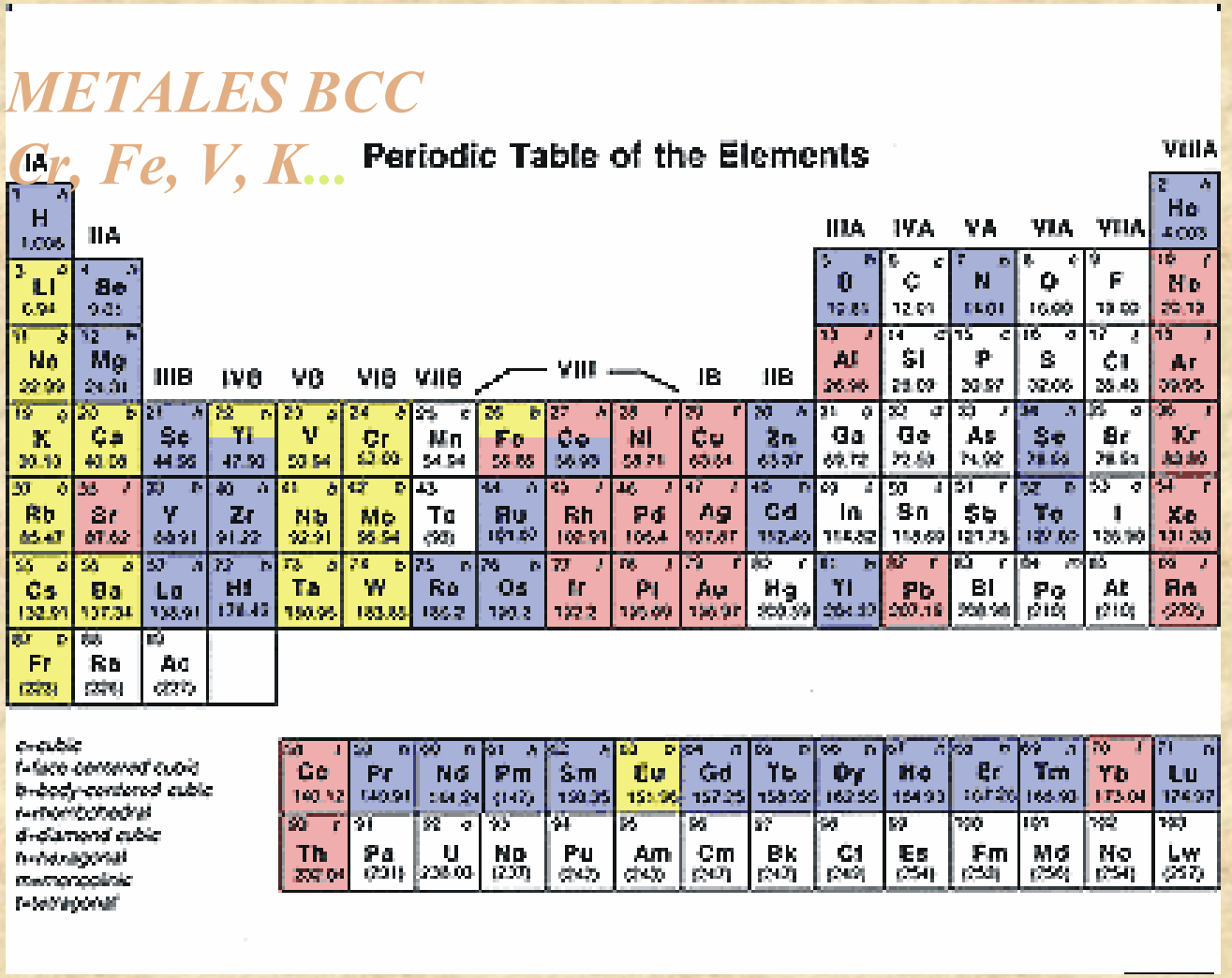


ESTRUCTURA de los METALES

METALES FCC
Co, Fe, Ni, Cu, Ag, Au, Pt, Al,..

METALES HCP
Zn, Cd, Mg, ...

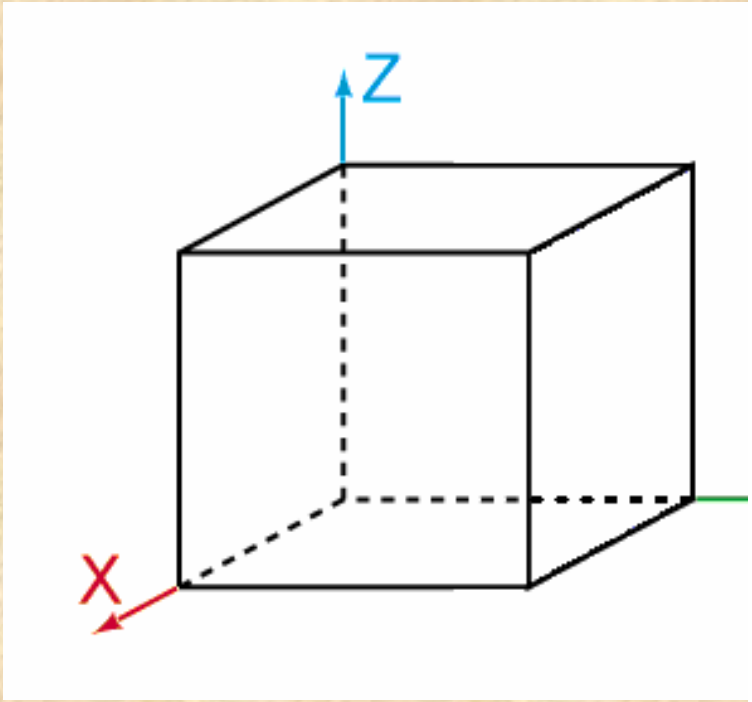
METALES BCC
Cr, Fe, V, K...

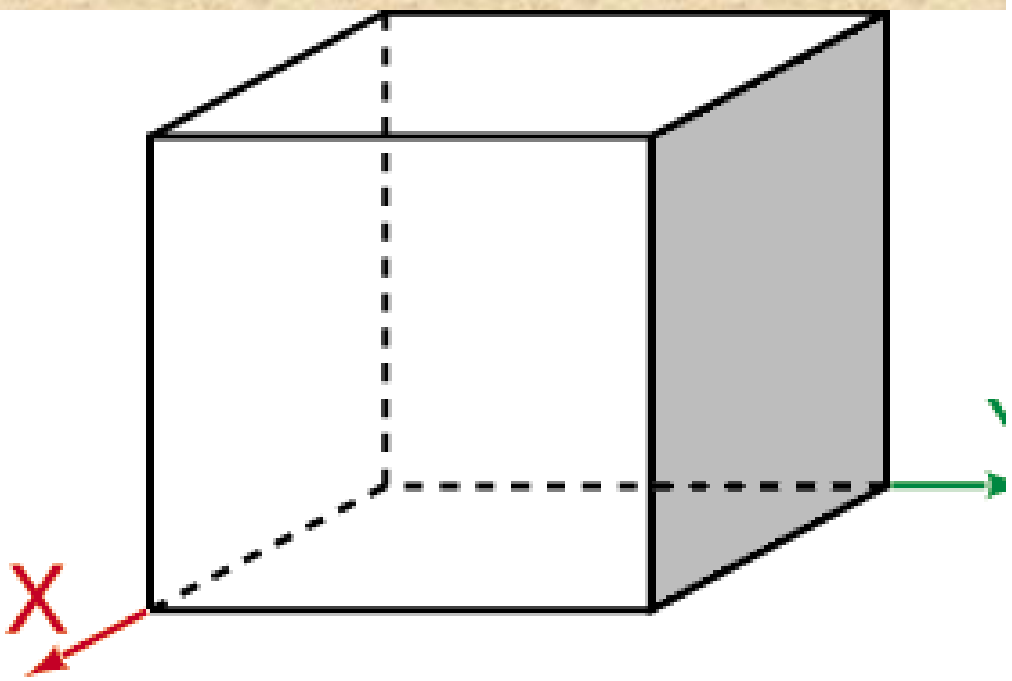


PLANOS en un CRISTAL CÚBICO

INDICES de MILLER

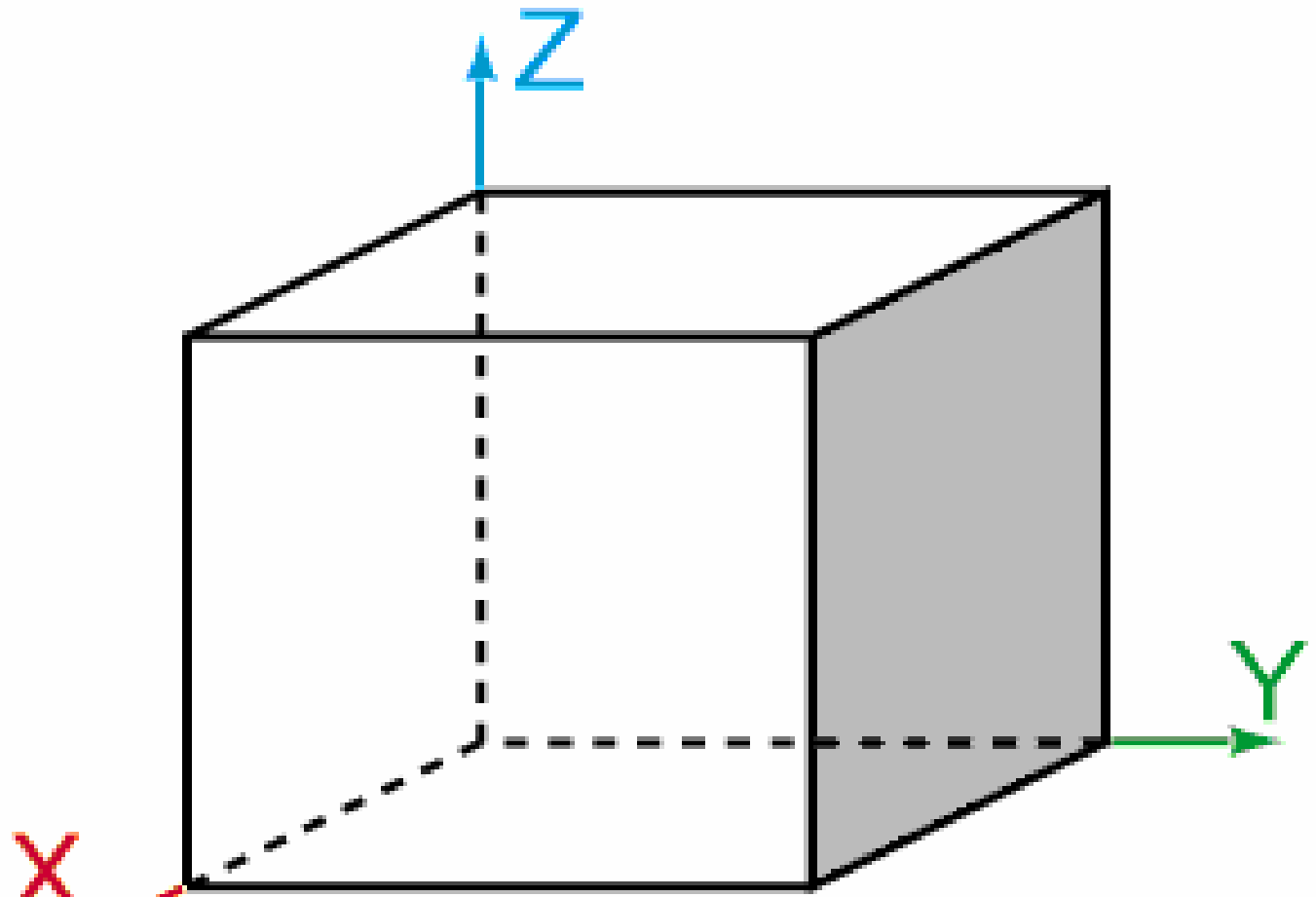
Ejes de coordenadas





XYZ Intersecta ∞, 1, ∞

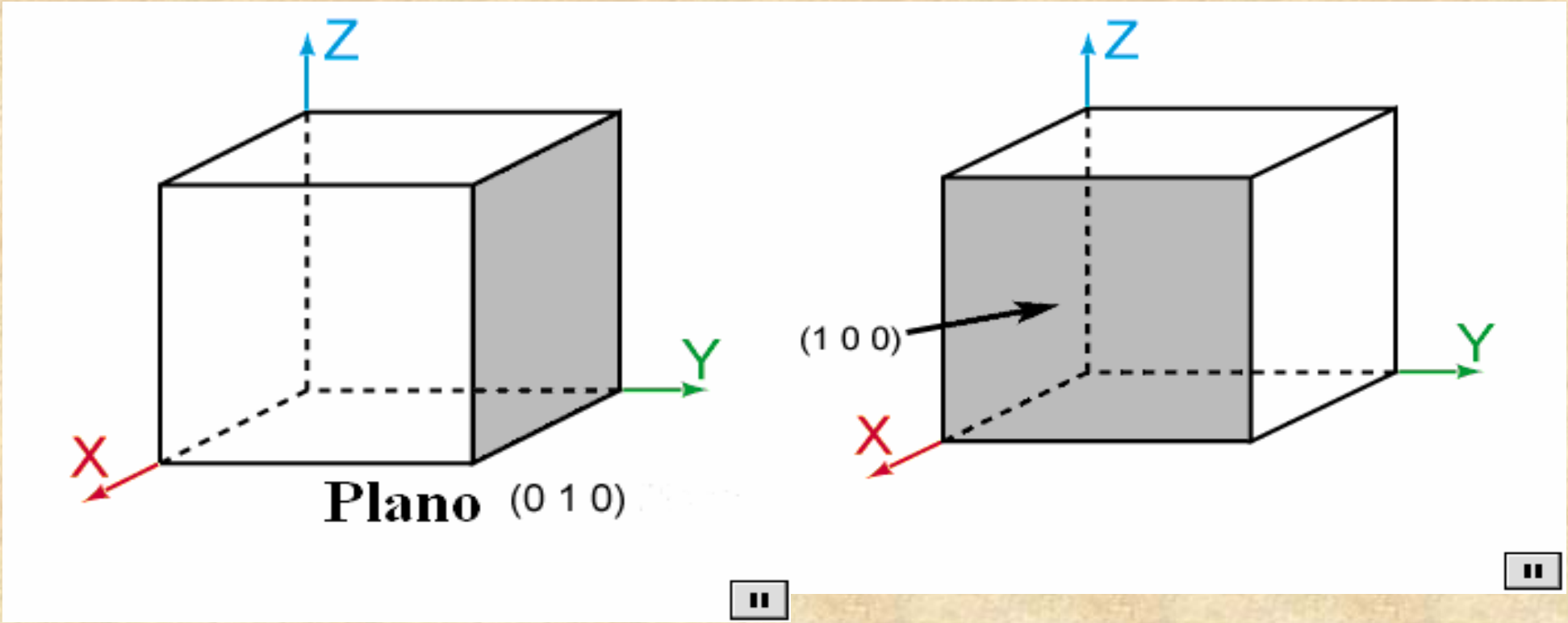
INDICES de MILLER



recíprocos de intersecciones

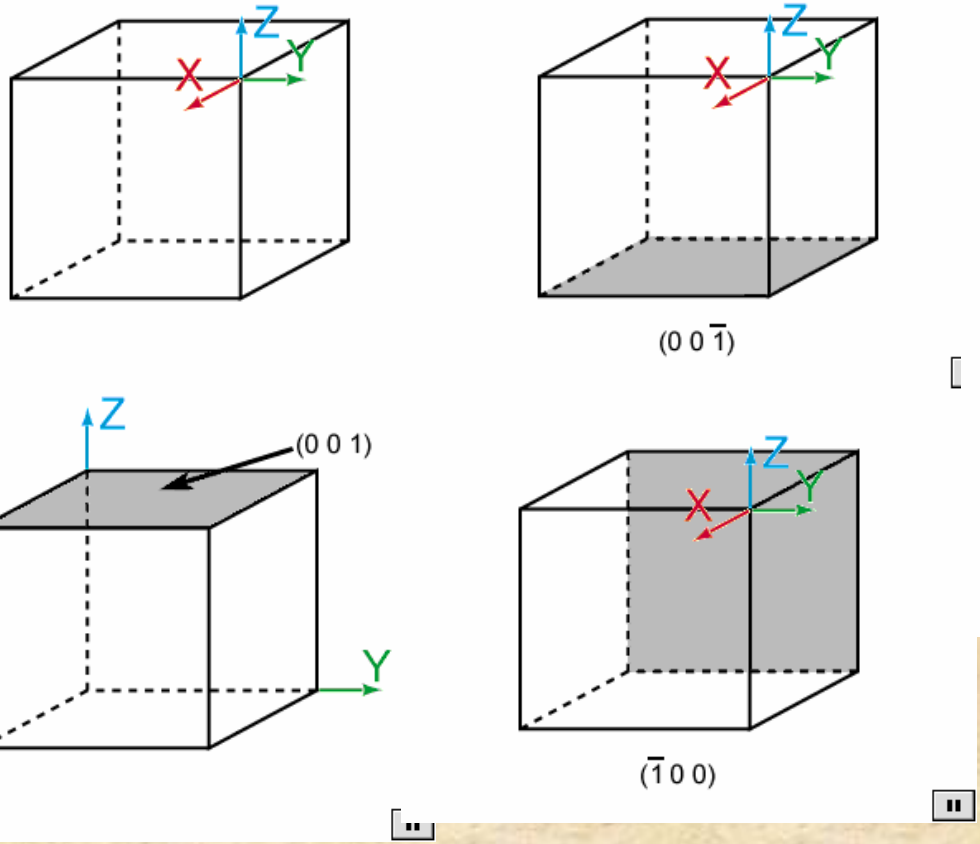
$$\frac{1}{\infty}, \frac{1}{1}, \frac{1}{\infty}$$

INDICES de MILLER

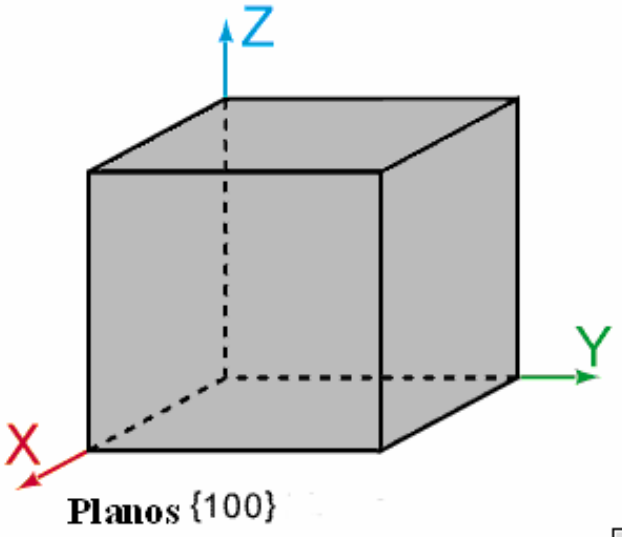


INDICES de MILLER

Planos de la celda cúbica

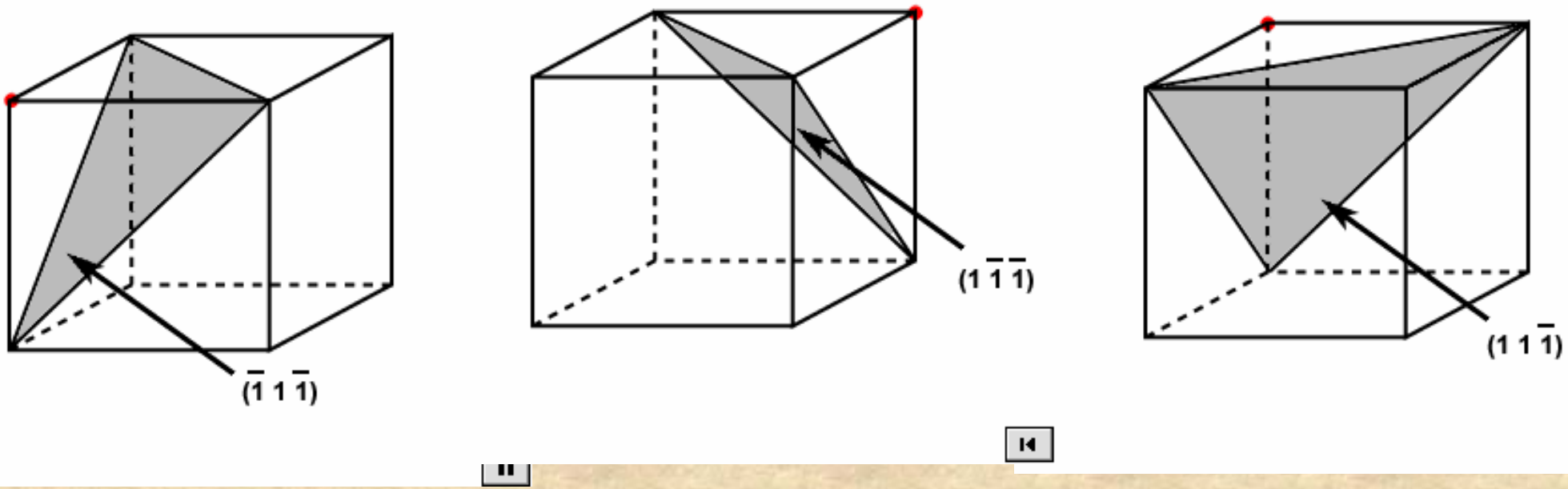


Familia de planos {100}



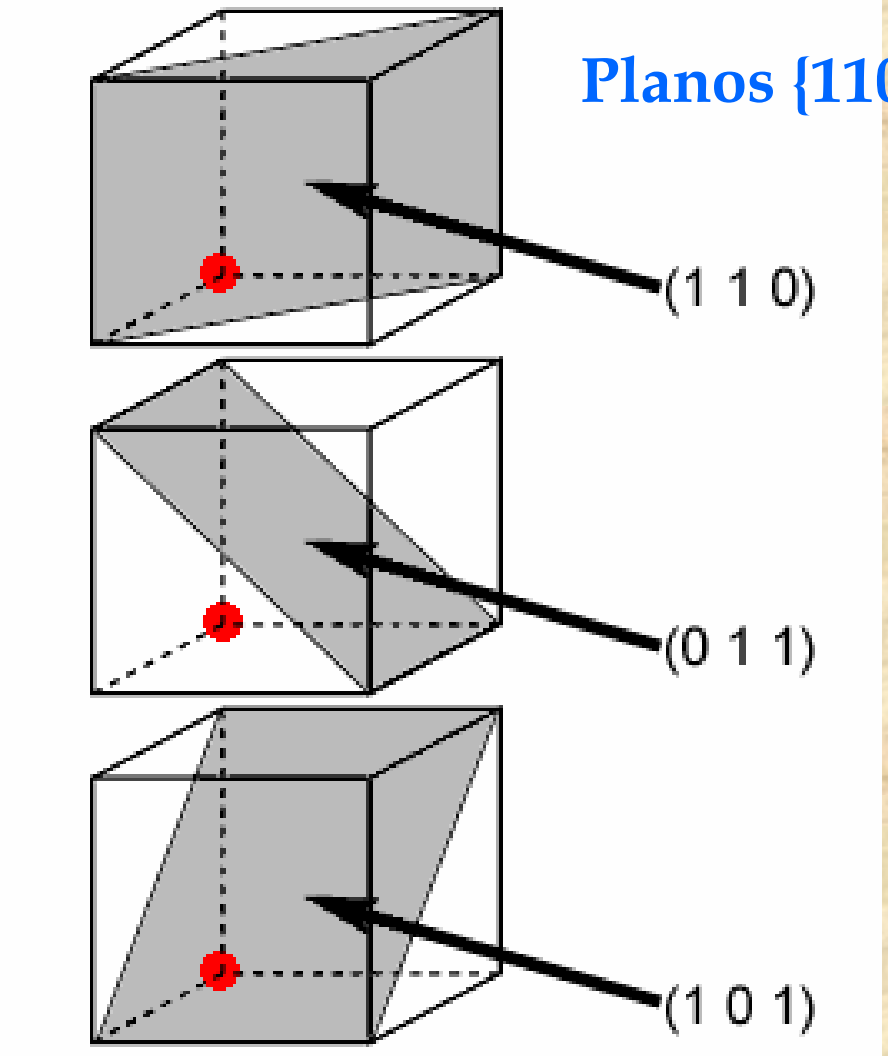
INDICES de MILLER

Planos {111}

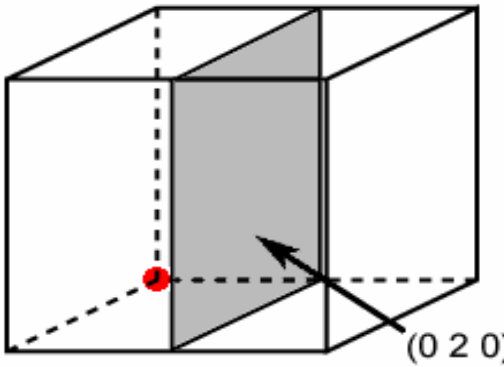


INDICES de MILLER

Planos {110}

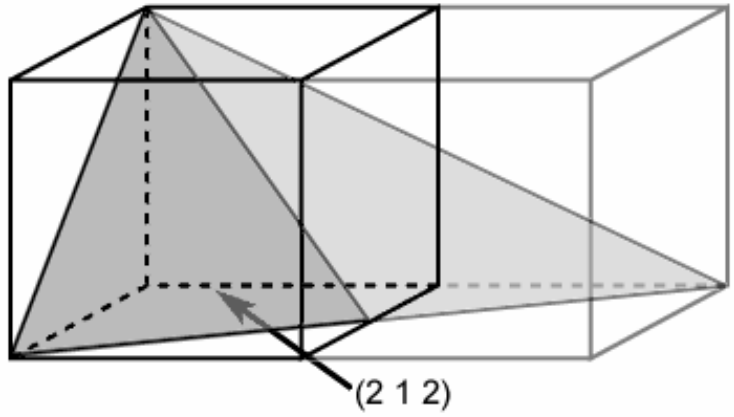


Intersecciones fraccionarias



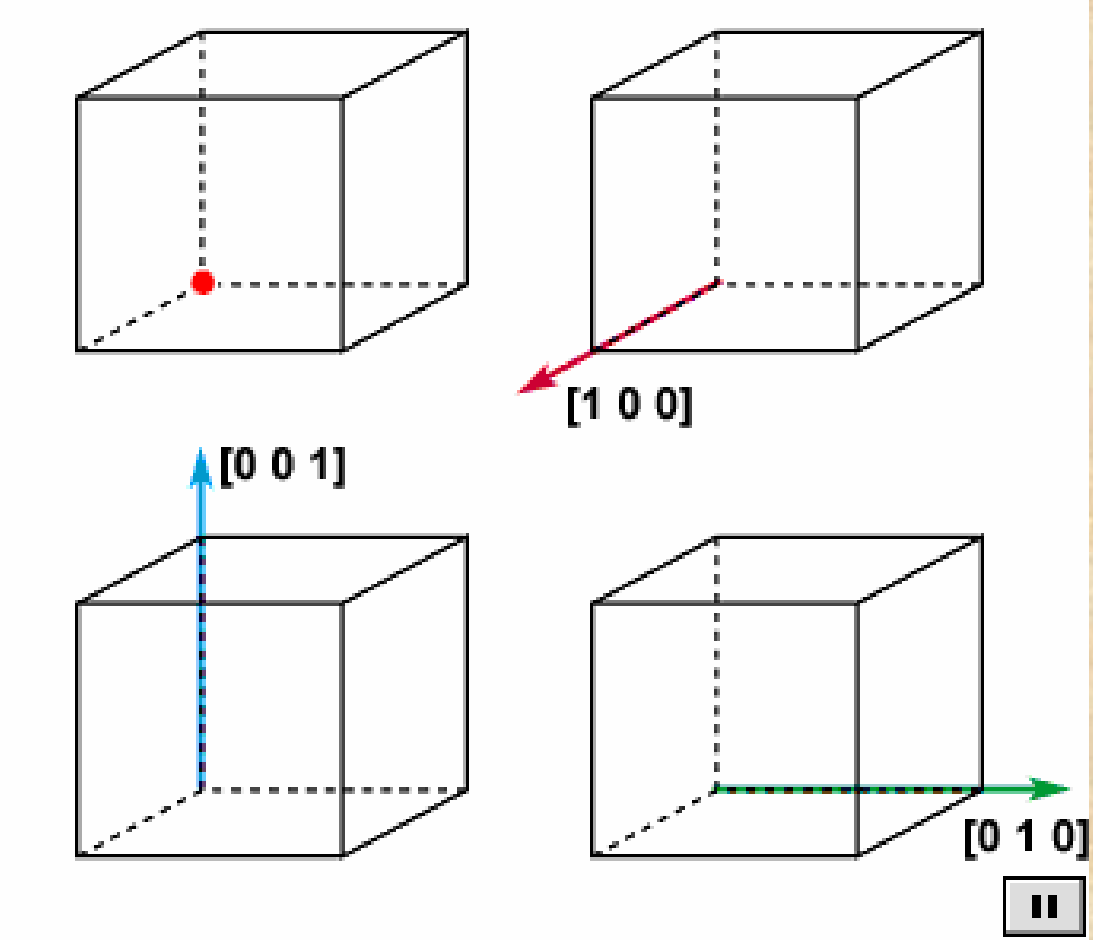
recíprocos 0, 2, 0

Intersecciones múltiplos



INDICES de MILLER

Familia de direcciones <100>



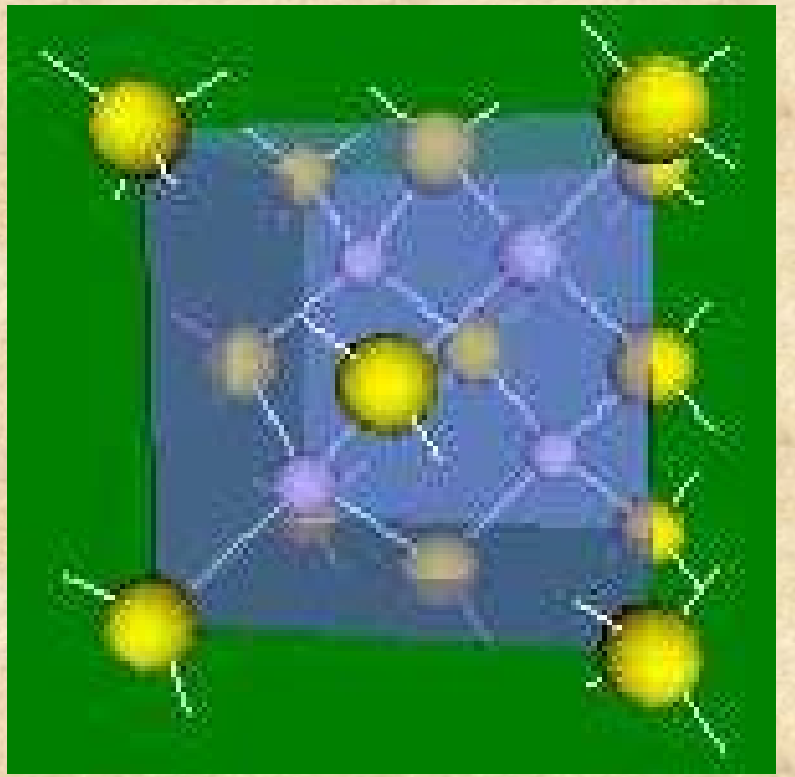
Eje X

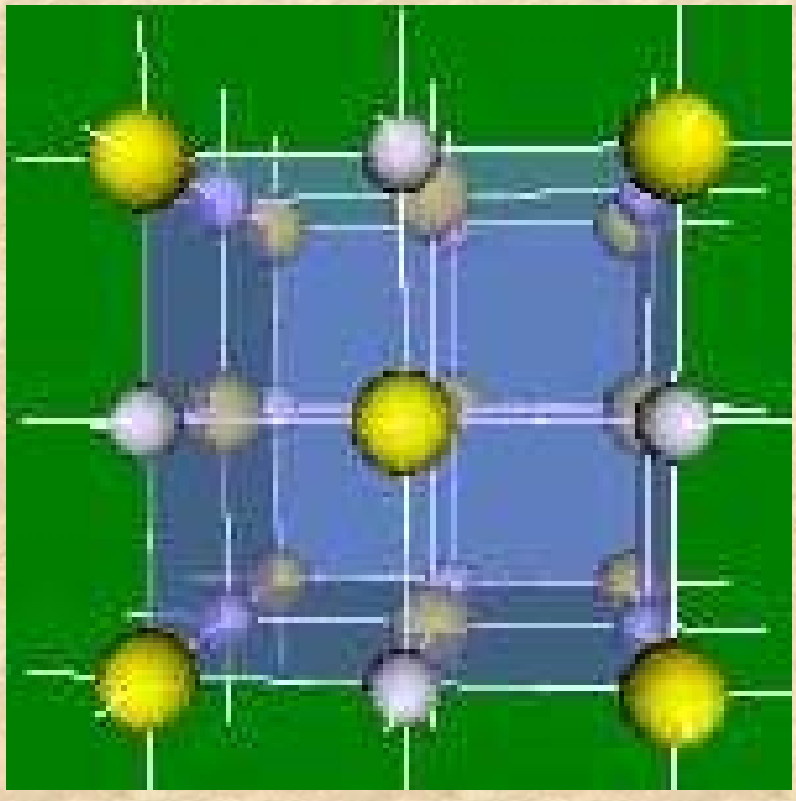
Eje Z

Eje Y

REDES CRISTALINAS REALES

ClNa (KClMgO, BaO, etc)





AsGa (ZnS, InAs, InP, AlAs, Diamante, Ge, Si, etc