

TEMA 6: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS CRISTALES.

Proyección esférica.

Suponemos el cristal inscrito en la esfera, donde el centro geométrico del cristal coincide con el de la esfera (tres dimensiones). Para obtenerlo elegimos como punto de vista el centro de la esfera y trazo perpendiculares a las caras prolongando hasta la superficie (desde el centro de la esfera que se alarga hasta la superficie). Mediante este punto queda representada la cara del cristal. El punto se le llama polo, que es el punto de intersección entre la perpendicular y la esfera, y al conjunto de todos los polos de un cristal se le denomina figura polar.

Es una proyección en tres dimensiones. Vemos la relación entre las caras y estas con los elementos de simetría. Una consecuencia, es que las caras tautozonales que están en zonas iguales tendrán sus polos en un círculo máximo de la esfera. Dos caras paralelas tienen sus polos diametralmente opuestas.

Teorema fundamental: el ángulo diedro que forman las caras del cristal es suplementario del ángulo que forman sus polos (Fig. 65)

Para localizar un polo sobre la superficie esférica se utilizan dos valores o coordenadas, denominadas coordenadas polares

Acimut (ϕ): equivale a la longitud del globo terráqueo. Es el arco correspondiente a un meridiano como origen y el meridiano (círculo máximo que pasa por los polos Norte y Sur) correspondiente al polo. El meridiano origen es el que corresponde al plano cristalográfico frontal, es decir, el formado por los ejes y z. Se medirá hacia el sentido de las agujas del reloj, será positivo y podrá variar 180° . Puede ser negativo en sentido contrario

Distancia polar (θ): equivalente a la latitud geográfica y es el arco entre el punto de intersección del eje z y la esfera y el polo de la cara contado sobre su meridiano (polo norte esférico y el polo de la cara contado sobre el meridiano) Varía entre 0 y 180° , las que están por encima de ecuador serán mayores de 90° y por debajo serán inferiores a 90° . En este caso siempre son positivos los valores.

Todos los polos situados sobre el mismo paralelo tendrán igual distancia polar y distinto acimut.

Si conocemos los parámetros de una red cristalina, traslaciones y ángulos, podemos obtener cualquier coordenada polar de esa cara, normalmente el primero corresponde al acimut y luego la distancia polar. Además necesitamos los índices de Miller, notación de la cara.

En la práctica medimos el ángulo entre las caras, primero calculamos el acimut (ϕ) y luego la distancia polar (θ).

Paso de proyección esférica a proyección plana.

Se utilizan dos tipos de proyección plana: gnomónica y estereográfica.

Primero trasladamos los polos esféricos a un plano y para ello elegimos el plano en el que vamos a proyectar y lo denominamos polo fundamental.

Otra herramienta es el punto de vista desde el que se trazan visuales o rectas a los polos esféricos que cortarán al plano fundamental en unos puntos determinados: las proyecciones que buscamos son las proyecciones

planas de los polos.

Proyección estereográfica: se elige como plano fundamental el ecuador de la esfera y el punto de vista el polo Sur de la esfera.

Proyección gnomónica: el plano fundamental que es tangente a la esfera y el punto de vista esta en el centro de la esfera. Hay un inconveniente, que las caras del polo sur no llegan a cortar el plano fundamental.

En la proyección estereográfica de un cristal cúbico (de la galena) lo vemos en las fotocopias.

Además representaciones la simetría de cada cristal.

Propiedades:

- El plano de proyección queda restringido al plano del ecuador. También se llama círculo primitivo o fundamental.

Si sólo tomamos como punto de vista el sur, sólo veremos lo que está en el ecuador y hemisferio norte. Para obtener la proyección de los polos del hemisferio sur tomamos como punto de referencia el norte. Para diferenciarlos utilizamos una simbología distinta.

Caras del hemisferio Norte:

Caras del hemisferio Sur:

Cuando coinciden:

- Todo círculo en la esfera se proyecta como un círculo en la proyección estereográfica y pueden darse los siguientes casos:
- Círculo máximo que pasa por los polos norte y sur (puntos de vista). La proyección es una recta que es diamétrica del círculo primitivo.
- Cualquier otro círculo máximo pero que no pase por los polos se proyecta como círculos que intercepta el ecuador en puntos diamétricamente opuestos y que reciben el nombre de clinograficos, y su valor disminuye cuanto este más próximo el círculo al ecuador.
- Si un polo de una cara se encuentra en la intersección de dos puntos máximos, que pasa bajo un punto de vista, sus proyecciones entonces se encontrarán en las intercepciones de los diámetros. La proyección de la zona (=caras tautozonales) se encontrará sobre un diámetro o círculo que corte al plano fundamental o en dos puntos diamétricamente opuestos.
- Dado un punto P de la esfera (proyección esférica) de coordenadas (ϕ y λ) vamos a ver que valores tendrán en condiciones esféricas P' (sería el polo de la cara en proyección estereográfica) tomando los valores ϕ' y λ' .

ϕ' : permanece constante.

λ' : tangente trigonométrica de la mitad de la distancia polar.

Falsilla de Wulff.

Son hojas milimetradas, que llevan impresas, círculos de cinco a diez centímetros de radio. Sobre estos, están proyectados meridianos y paralelos, distancias angulares de 1° a 2°.

En la plantilla, podemos situar cualquiera de las coordenadas polares, realizando la proyección esférica.

Esto sin tener que utilizar ninguna fórmula.

Red polar o recíproca.

A partir de las redes de Bravais, es simplemente un artilugio irreal, para conocer las coordenadas polares de una cara.

Se puede obtener a partir de la red, ya que conocemos las redes de Bravais o redes directas.

La red polar es de gran utilidad a la hora de representar los difractogramas de rayos x y que denota: a , b , c que son los vectores o traslaciones que definen a la red directa y θ , ϕ , que son los ángulos de dichas traslaciones.

Red recíproca:

Y se construye del siguiente modo:

- Elegimos un punto de la red directa y desde un nudo que tomamos de origen, trazamos perpendiculares a los planos fundamentales de la red directa, el plano que corta con los ejes x y z .

(1 0 0) cortado por el eje x .

(0 1 0) cortado por el eje y .

(0 0 1) cortado por el eje z .

Y luego sobre las perpendiculares se toman traslaciones que son iguales al inverso de las espaciadores correspondientes.

La red que se origina, aplicando estos valores, constituye la red recíproca o polar, a partir de la original.

- Relación entre parámetros de la red recíproca y la red directa, son relaciones que obtenemos trigonométricamente.

Ángulos diedros de la red directa, igual ángulo que forman entre sí, dos caras de un cristal: a , b , c .

Cómo conocer los valores de y de una cara, a partir de la propia cara (notación de Miller)

En un sistema cúbico, hallar las coordenadas polares a partir de las coordenadas (1 1 1) y de que los ángulos son iguales entre sí e igual a noventa grados, y sus traslaciones son iguales.

Hay que orientar en la esfera, la red recíproca, haciendo coincidir el eje z con la coordenada c .

Luego hay que trazar desde el centro de la esfera una perpendicular a la cara ($h k l$)

La cara (1 1 1) corta los tres ejes a igual distancia.

Dominio Fundamental.

Es el espacio limitado por elementos de simetría de forma que dentro del espacio no haya ningún elemento de simetría. Este concepto es muy importante puesto que cogiendo un dominio, con siete polos posibles, puedo formar todo el cristal, utilizando un solo polo, por lo que puedo formar siete distintos.

Ej:

Representación estereográfica de una bipirámide con un eje senario, seis planos y seis ejes binarios.

Estos son los 7 posibles polos, de los cuales puedo obtener distintas figuras. Esto se da en todos los sistemas menos en el cuaternario (cúbico)

En este caso hay un máximo de 48 dominios

Hemiedras, tienen 24 dominios.

Tetatoedricas, tienen 12 dominios.

Hasta ahora los elementos de simetría que hemos estudiado son puntuales, que coinciden en un punto central, pero además hay otros elementos.

Planos de desplazamiento: cuando se produce una reflexión y un desplazamiento en paralelo.

Ejes helicoidales: se producen rotaciones y desplazamientos.

Posibles ejes:

Orden 2: binario + binario helicoidal.

Orden 3: ternario + 2 ternarios helicoidales.

Orden 4: cuaternario + 3 Cuaternarios helicoidales.

Orden 6: senario + 5 senarios helicoidales.

Si el desplazamiento del plano es diagonal a las traslaciones A, B, C se denomina n ó

$D(\frac{1}{4}n)$

Si es paralela a A se denomina a y así respectivamente para el resto de las traslaciones.

Grupos espaciales. No se van a estudiar porque es muy complicado pero vamos a ver una idea general.

Se obtiene de la combinación de un grupo puntual más una red de Bravais

En total hay 448 posibilidades, aunque muchas están repetidas, en la realidad existen 230 grupos espaciales.

Ej: