

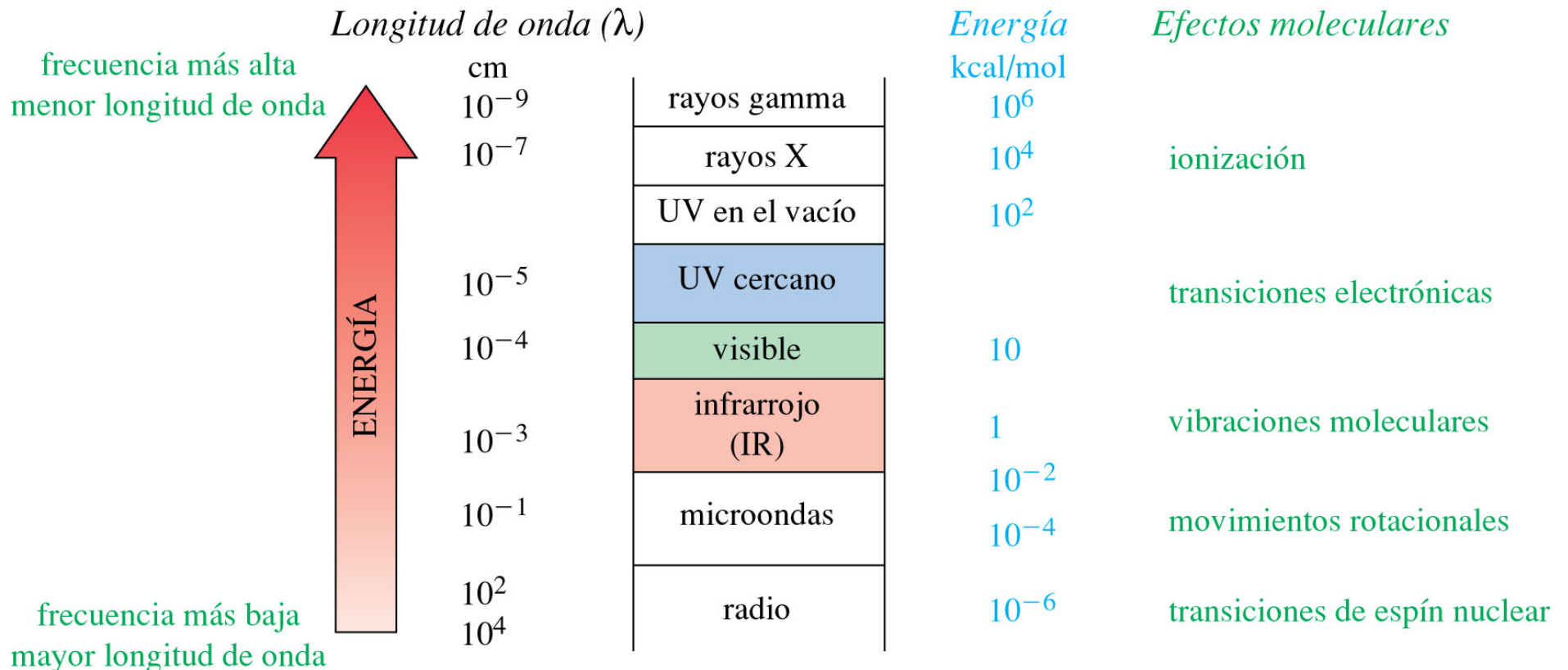
Caracterización de Materiales

Técnicas Físicas de Caracterización

Prof. Dr.-Ing. Andreas Rosenkranz

El espectro electromagnético.

El espectro electromagnético es el intervalo de todas las frecuencias posibles, desde cero hasta el infinito. En la práctica, en el espectro se representan desde las bajas frecuencias de radio hasta las altas frecuencias de los rayos gamma.



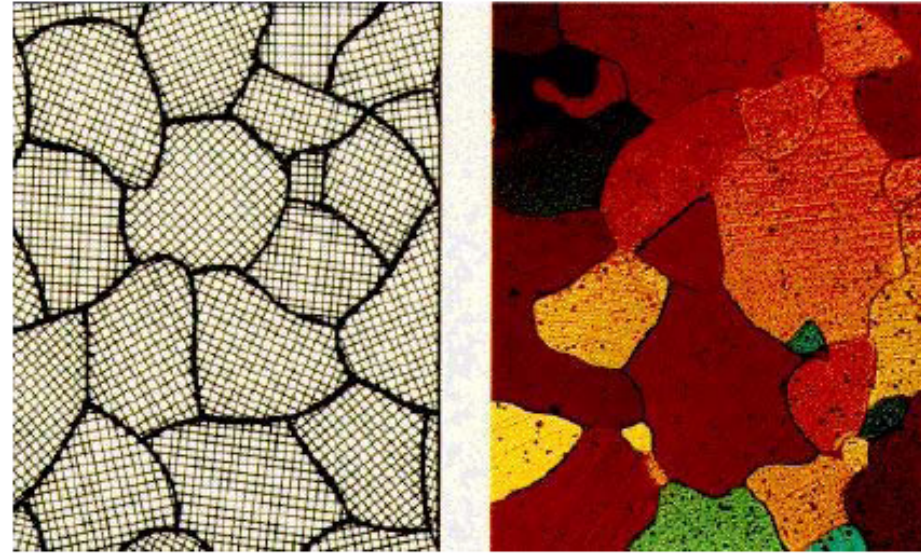
Introducción a la espectroscopía vibracional

Espectro electromagnético

Frecuencia (Hz)	Longitud de onda	Tipo de radiación	Tipos de transición
$10^{20} - 10^{24}$	$10^{-12} - 10^{-16}$ m	Rayos gamma	Nuclear
$10^{17} - 10^{20}$	1 nm - 1 pm	Rayos X	Electrones internos
$10^{15} - 10^{17}$	400 - 1 nm	Ultravioleta	Electrones externos
$4.3 \times 10^{14} - 7.5 \times 10^{14}$	700 - 400 nm	Visible	Electrones externos
$10^{12} - 10^{14}$	2.5 μ m - 700 nm	Infrarrojo	Vibraciones
$10^8 - 10^{12}$	1 mm - 2.5 μ m	Microondas	Rotaciones
$10^0 - 10^8$	$10^8 - 1$ m	Radiofrecuencia	Inversión de spin

Monocristales y policristales

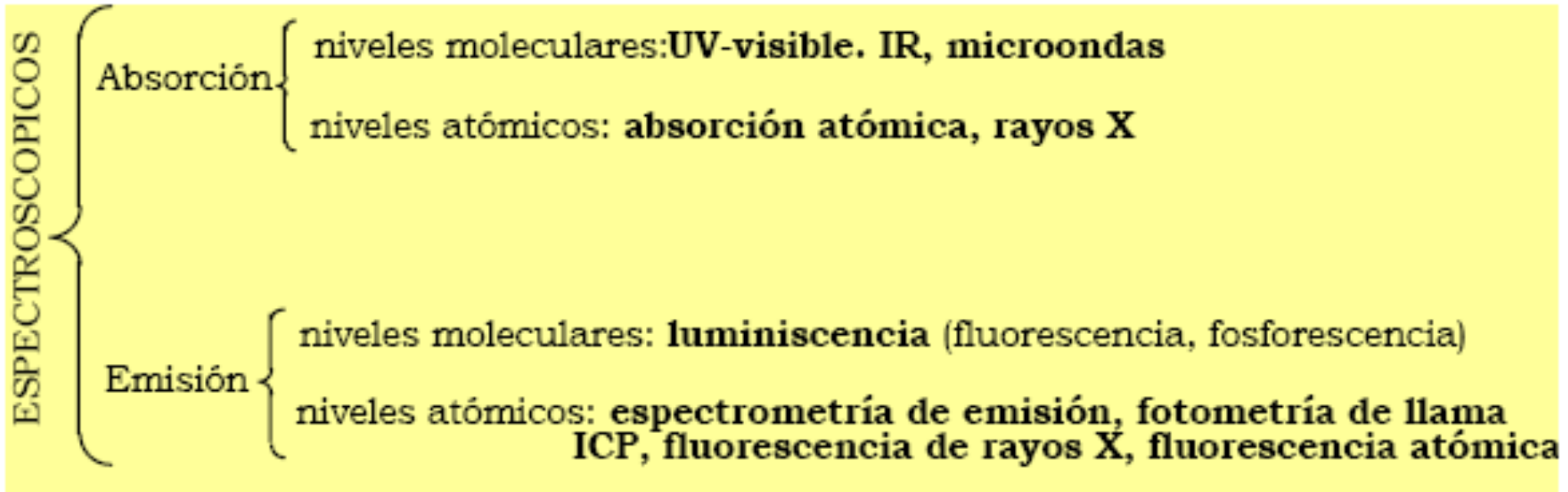
- Ordenamientos atómicos
- Monocristales
- Policristales



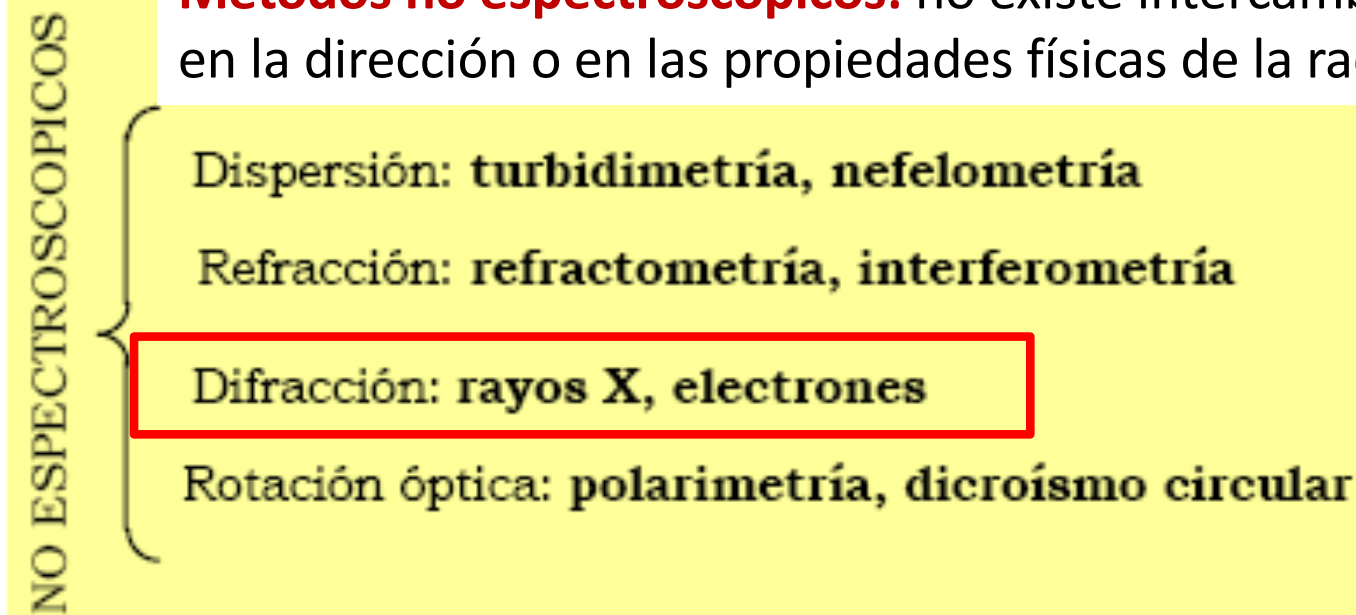
Policristales:

- La mayoría de los sólidos cristalinos están formados por pequeñas “cristalitas”
- La estructura del cristal es la misma en cada una de las “cristalitas”, pero la orientación de la red varía de unas a otras.
- Estas cristalitas se denominan granos
- Policristales están constituidos de varios cristales, cristalitas o granos
- Los límites de grano son regiones que separan cristales de diferentes orientaciones en un material policristalino
- Si todos los granos están orientados aleatoriamente, los Policristales se comportan de forma isotrópica
- Muchas propiedades dependen del tamaño de grano

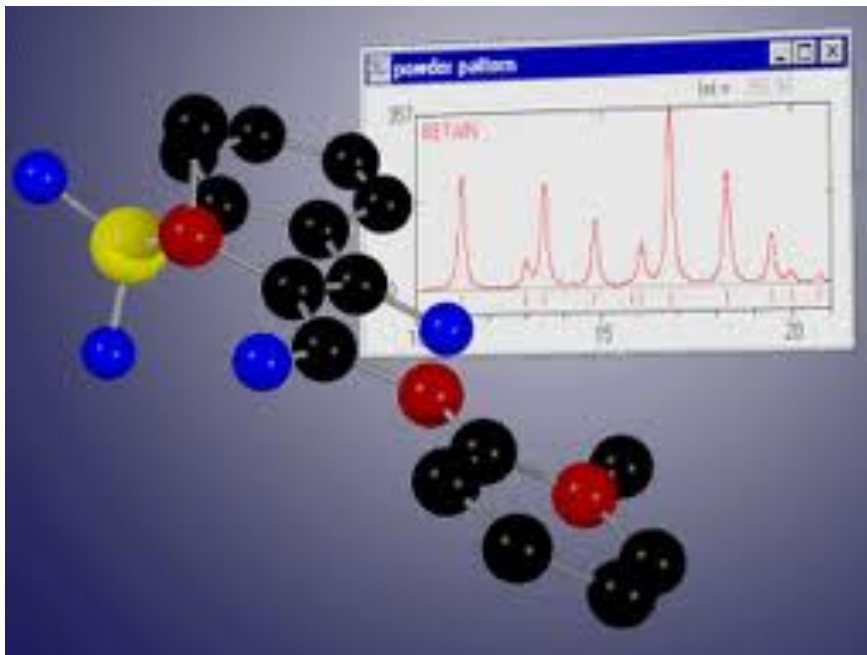
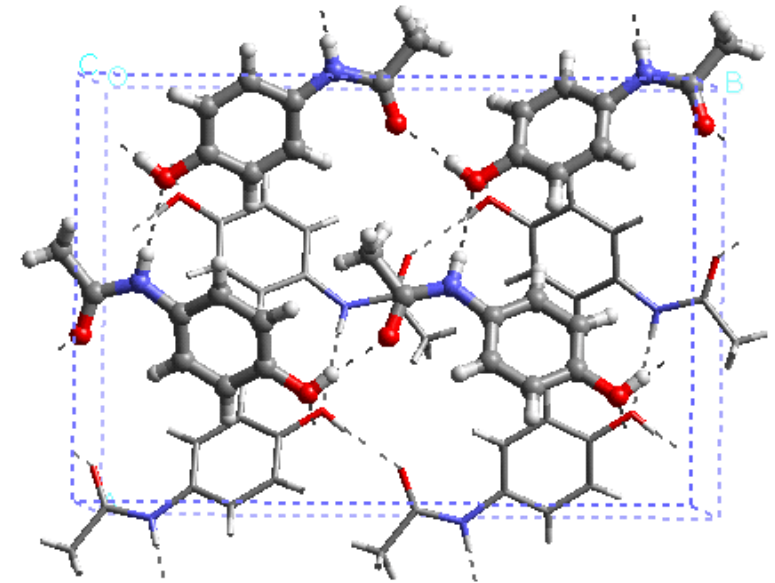
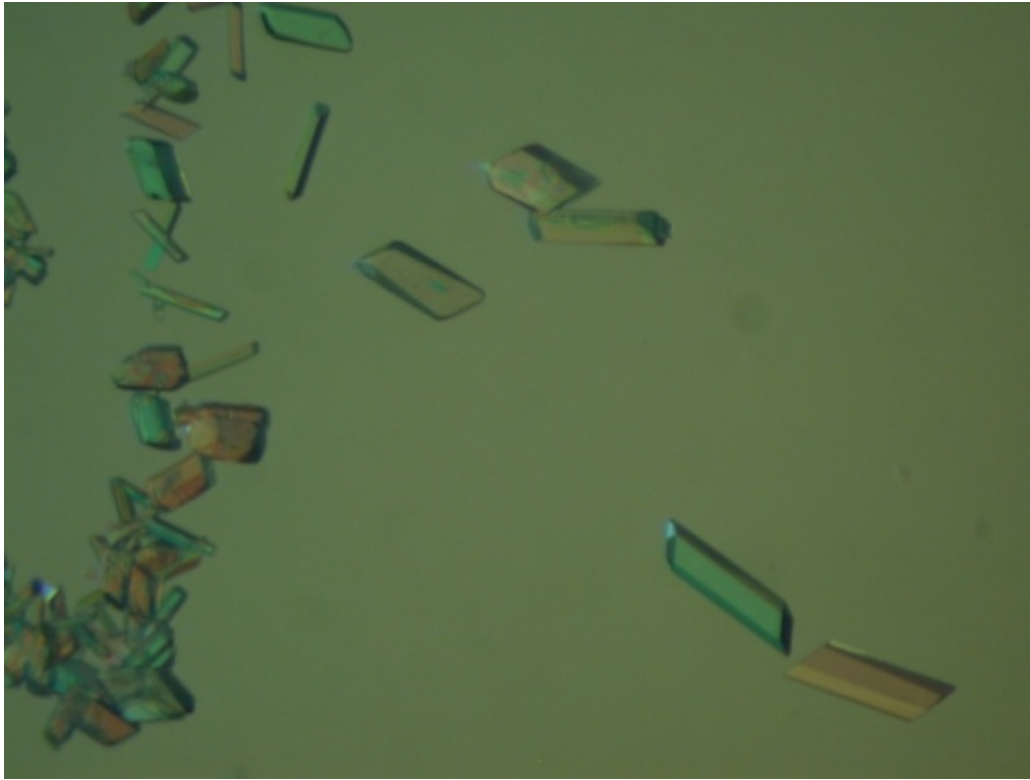
Métodos espectroscópicos: existe intercambio de energía entre la radiación electromagnética y la materia



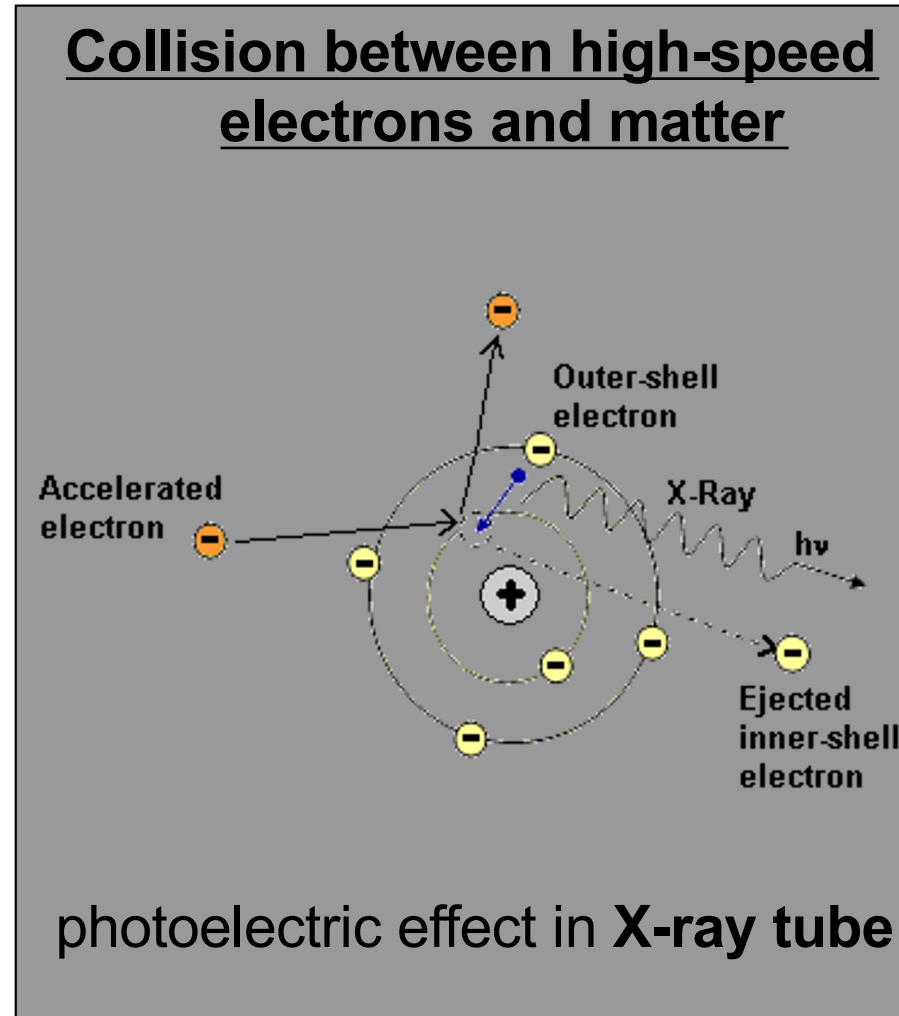
Métodos no espectroscópicos: no existe intercambio de energía. Hay cambios en la dirección o en las propiedades físicas de la radiación.



Estructura cristalina

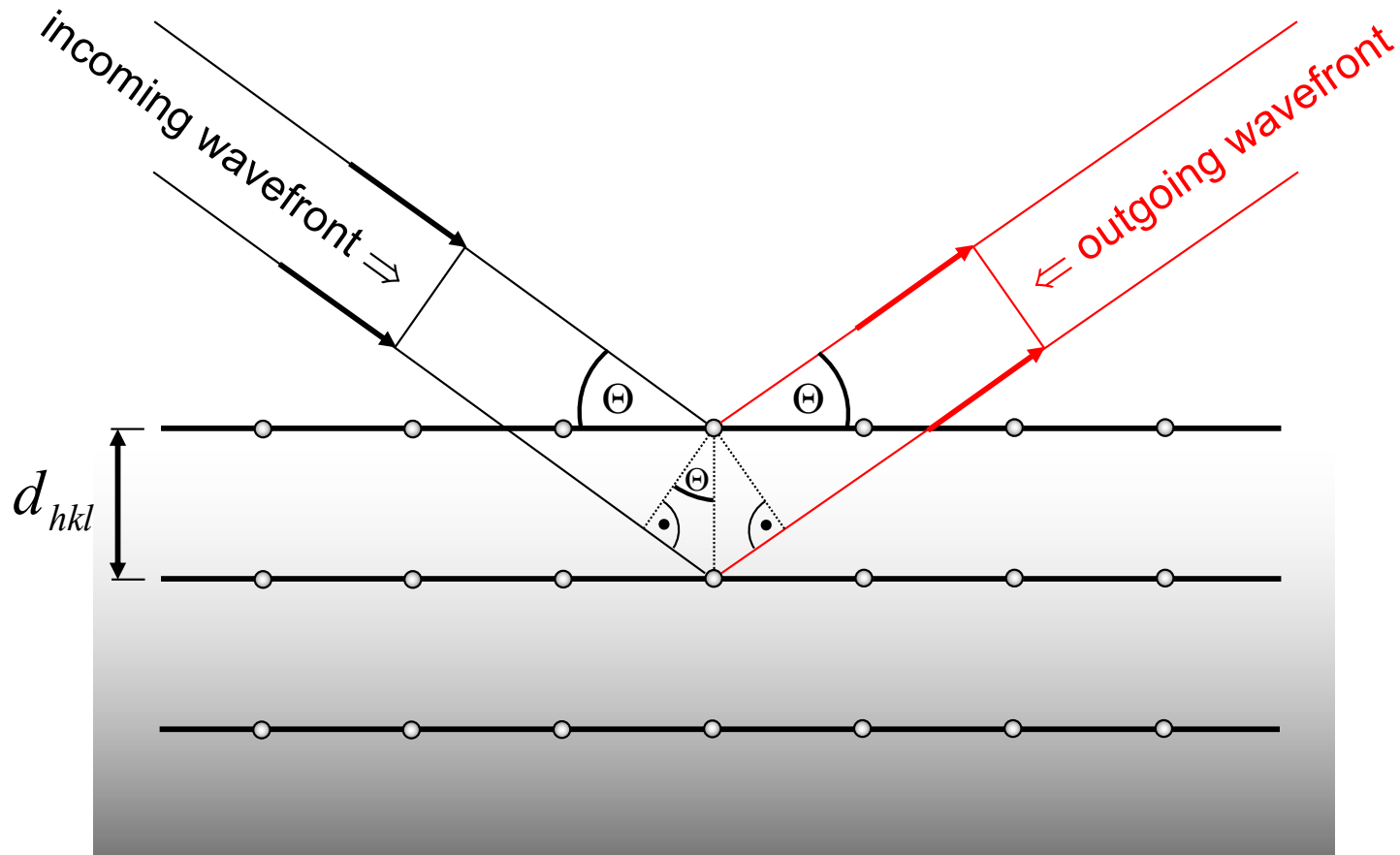


X-Ray diffraction – Basics



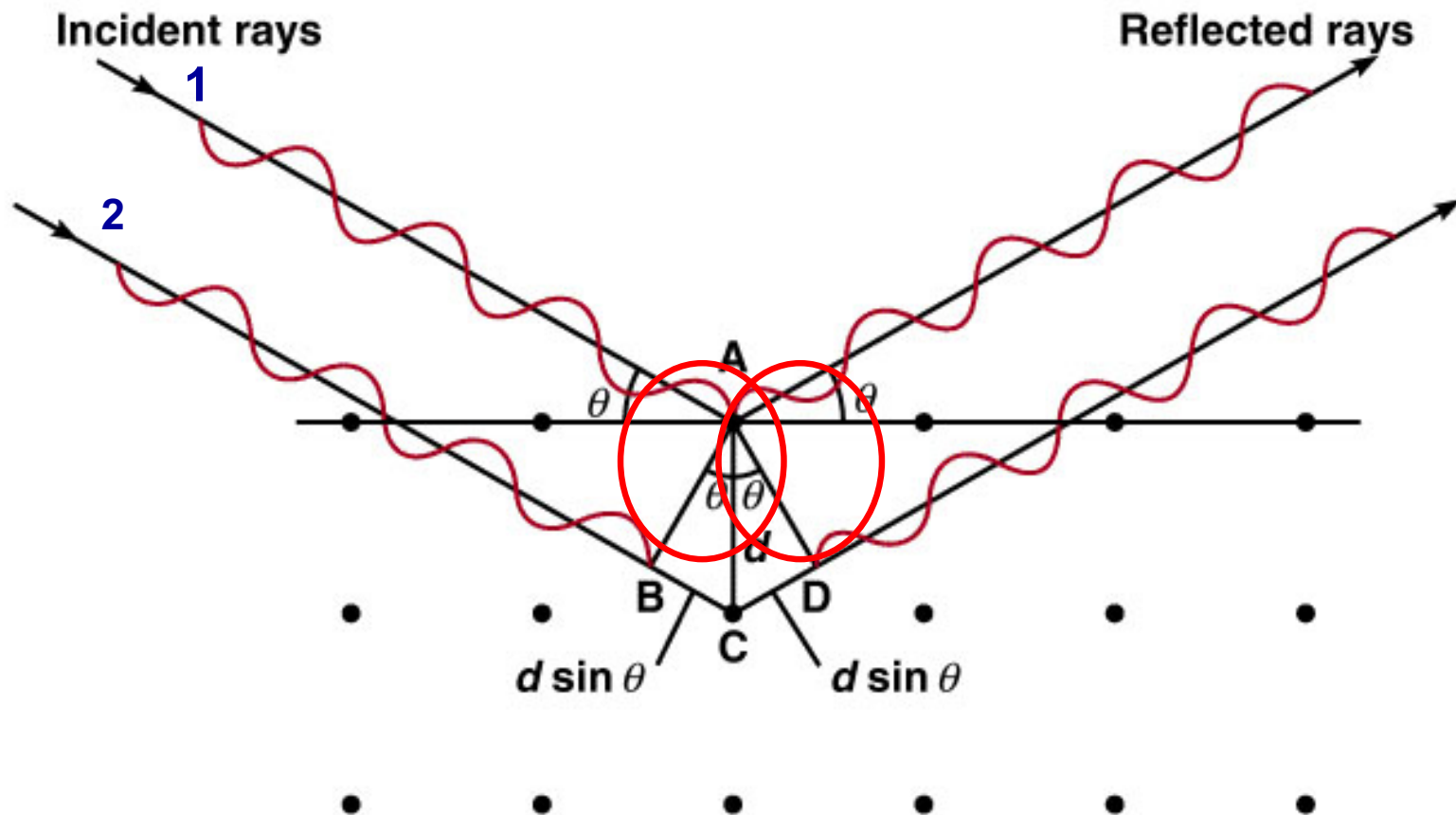
X-Ray diffraction – Basics

Geometrical theory: **Bragg condition**



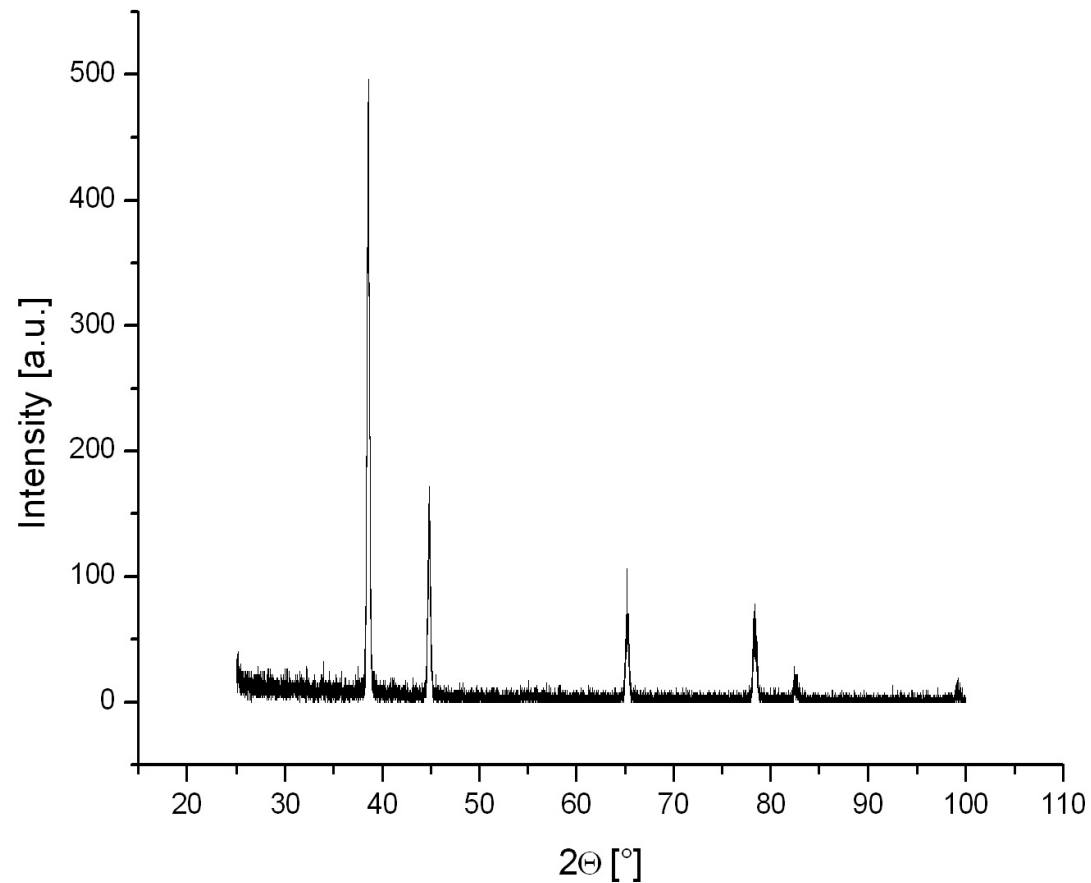
Reflexión de Rayos X por dos planos de átomos paralelos

- 1) Dos rayos X están en fase
- 2) Rayo **1** dispersado o reflejado por A. Rayo **2** dispersado o reflejado por C
- 3) Para que los dos rayos entren en fase de nuevo, la distancia adicional que recorre la onda inferior debe ser un múltiplo entero de la longitud de onda (λ) de los rayos X.



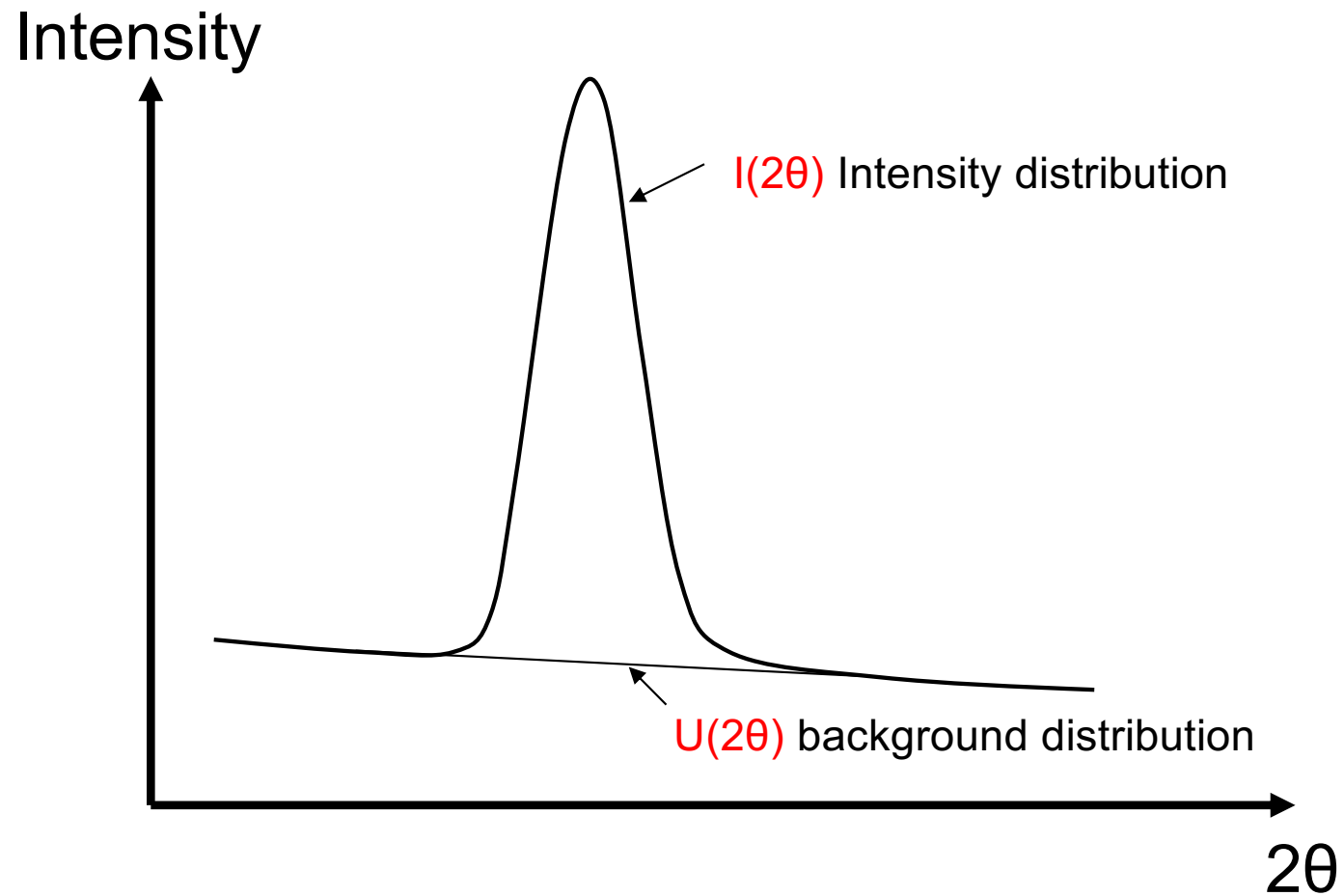
$$\text{Distancia extra} = BC + CD = 2d \sin \theta = n\lambda \quad (\text{Ecuación de Bragg})$$

X-Ray diffraction – Basics

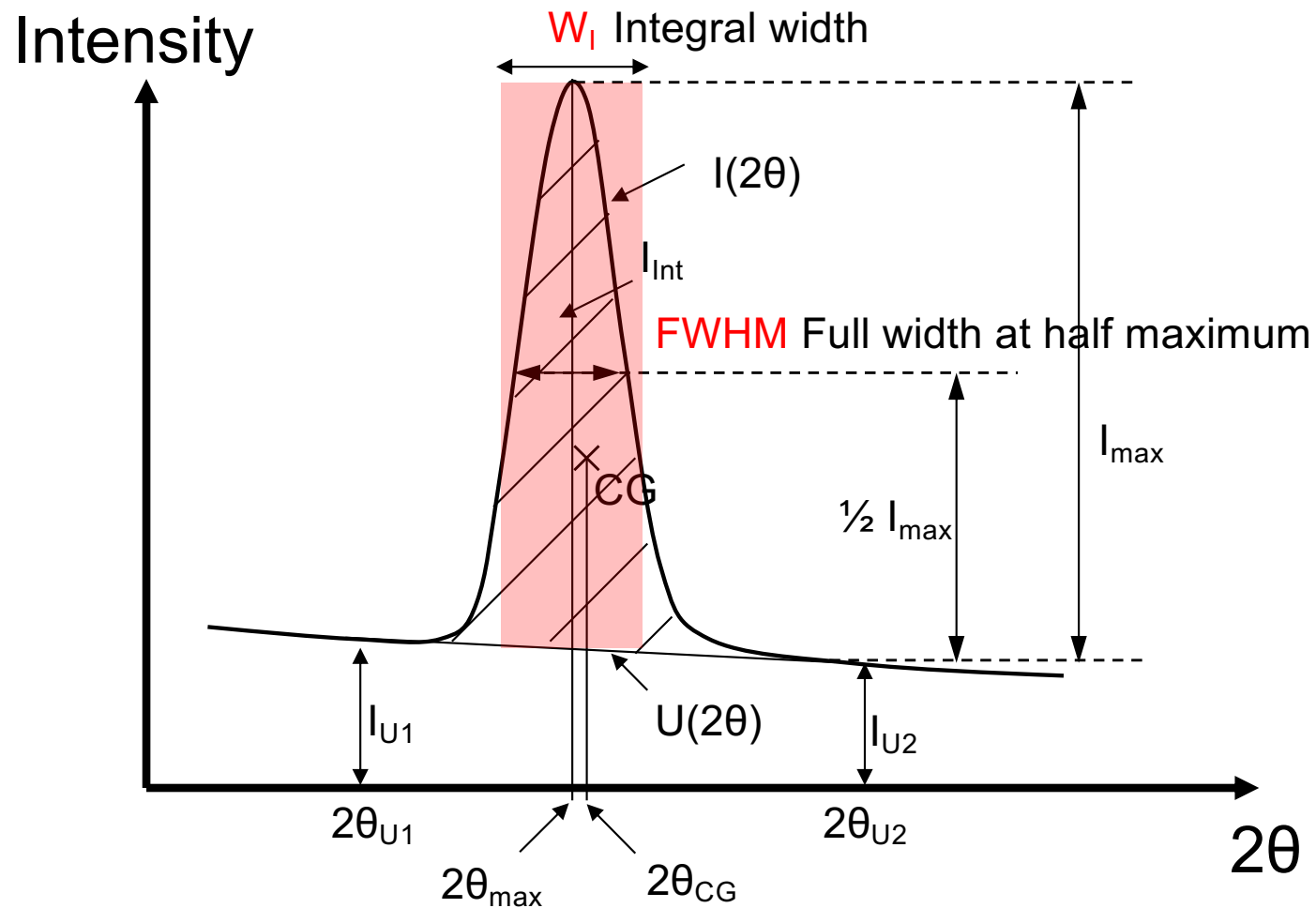


What kind of information can be extracted from diffractograms?

X-Ray diffraction – Basics



X-Ray diffraction – Basics



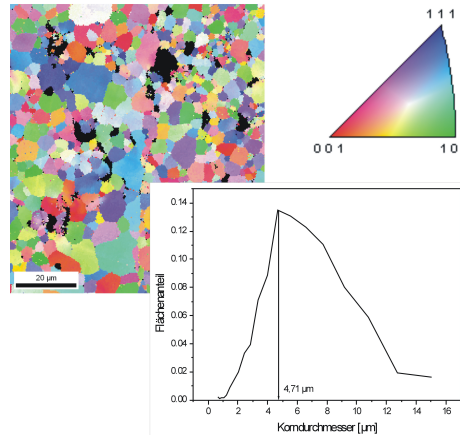
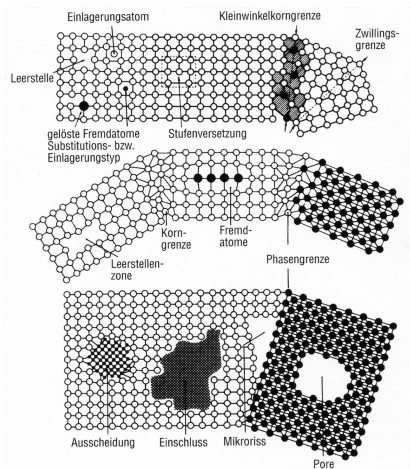
X-Ray diffraction – Summary

Experimental methods with their important peak parameters

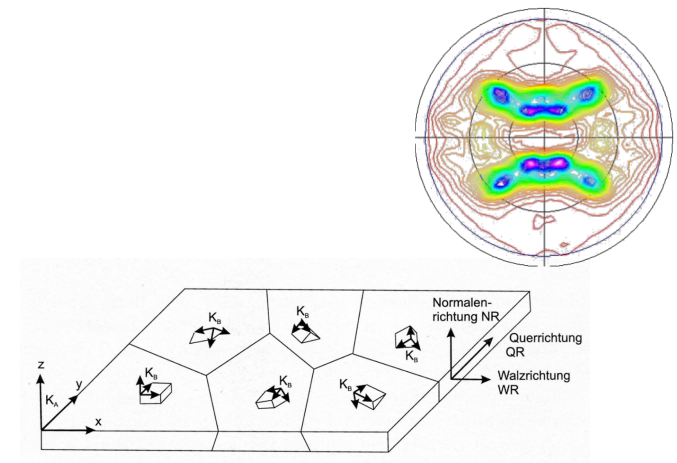
Experimental Method	Peak position	Intensity	Peak-shape
qualitative phase-analysis	+	(+)	-
quantitative phase-analysis	(+)	+	-
texture-analysis	-	+	-
lattice-constant-measurement	+	-	-
residual stress analysis	+	-	+
profile-analysis	-	-	+

Propiedades de la microestructura

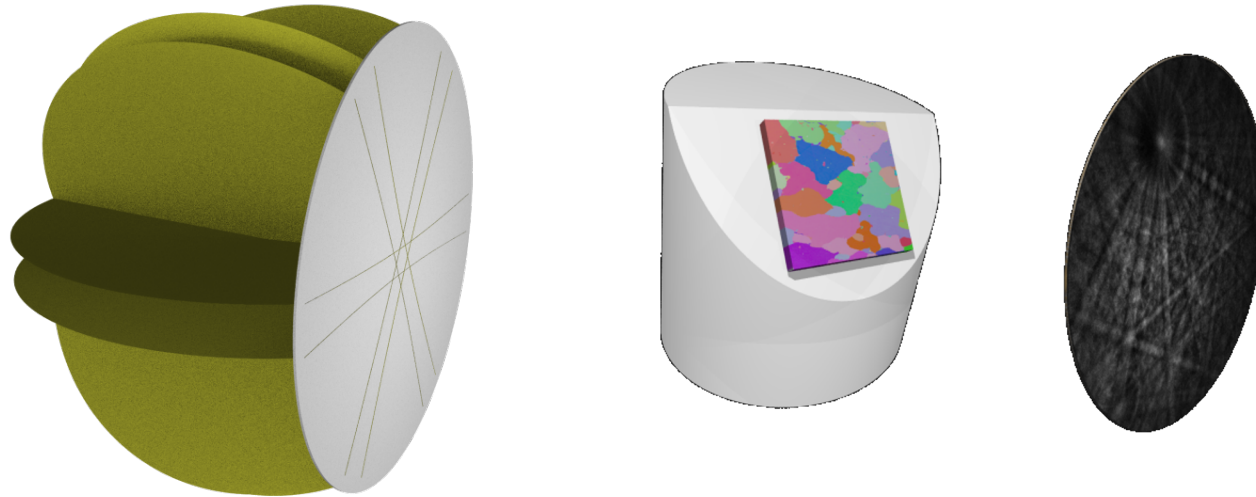
Defectos



Textura

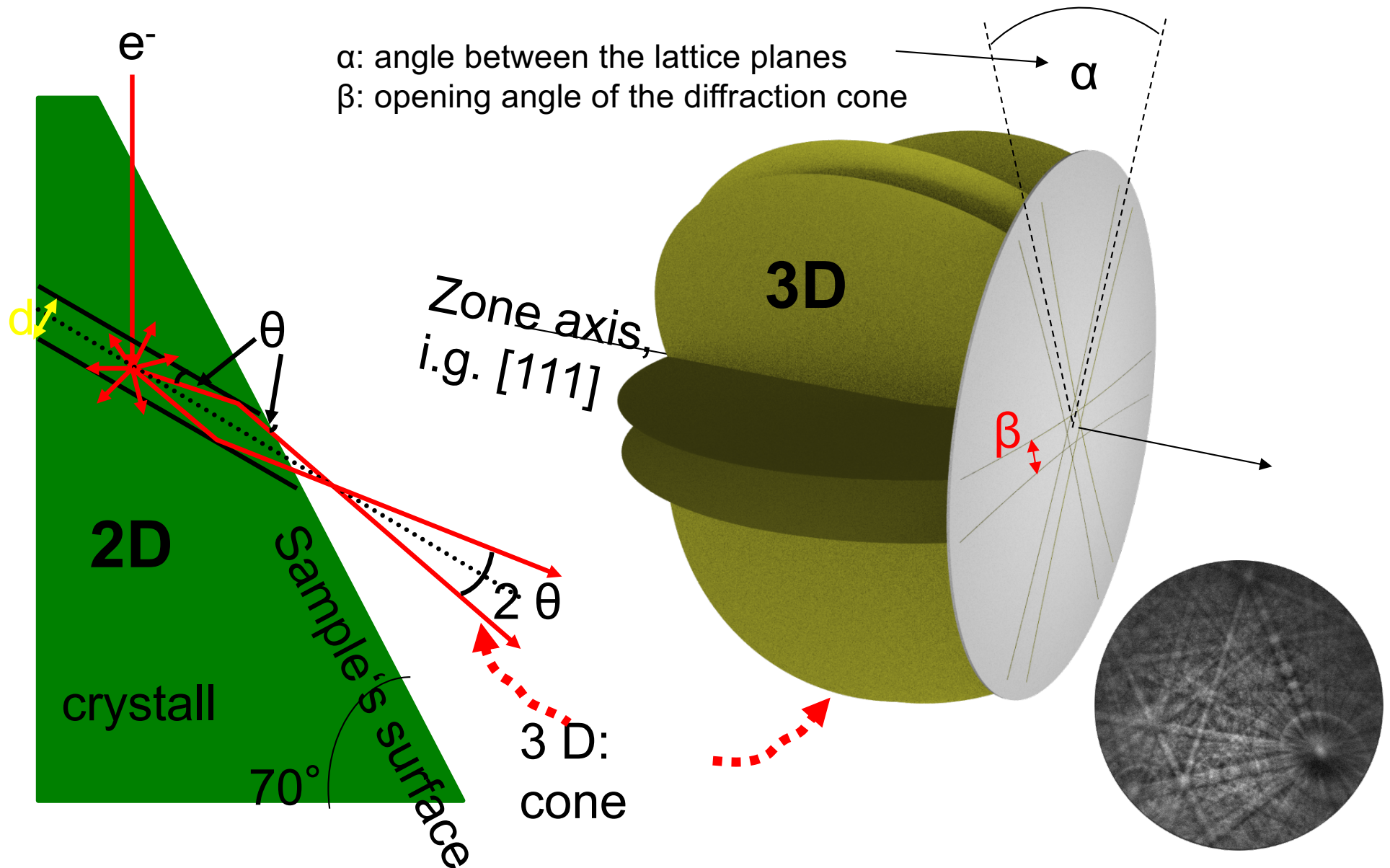


Electron backscatter diffraction (EBSD) – Basics

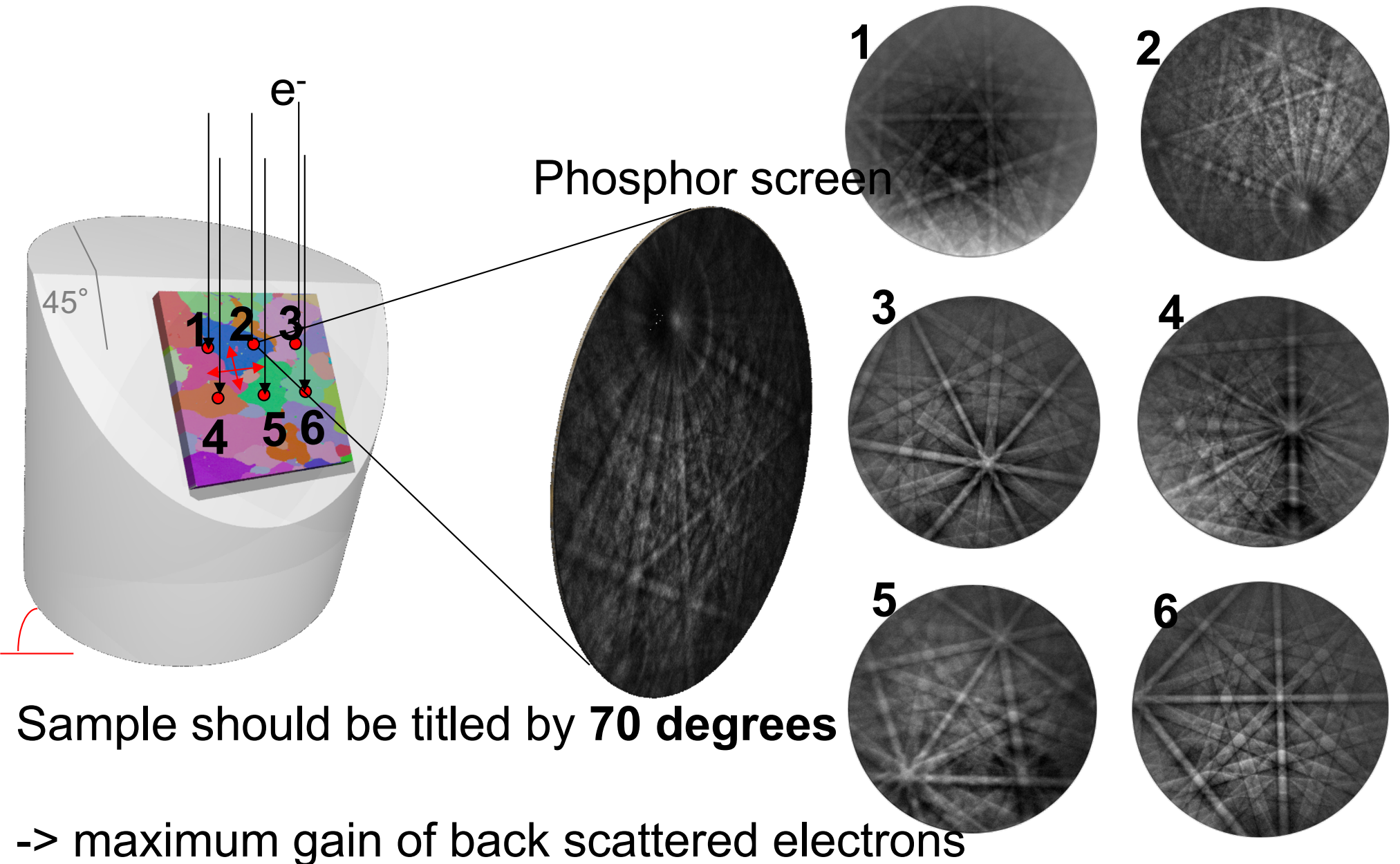


- La técnica permite el análisis de la orientación del grano local → posibilidad de determinar tamaños de grano, distribuciones de tamaño de grano, orientaciones, texturas, composición, etc.
- La técnica se basa en la indexación de los EBSP (**Electron Backscatter Diffraction Patterns**) → conexión de la orientación local de los planos de la red con la morfología del grano

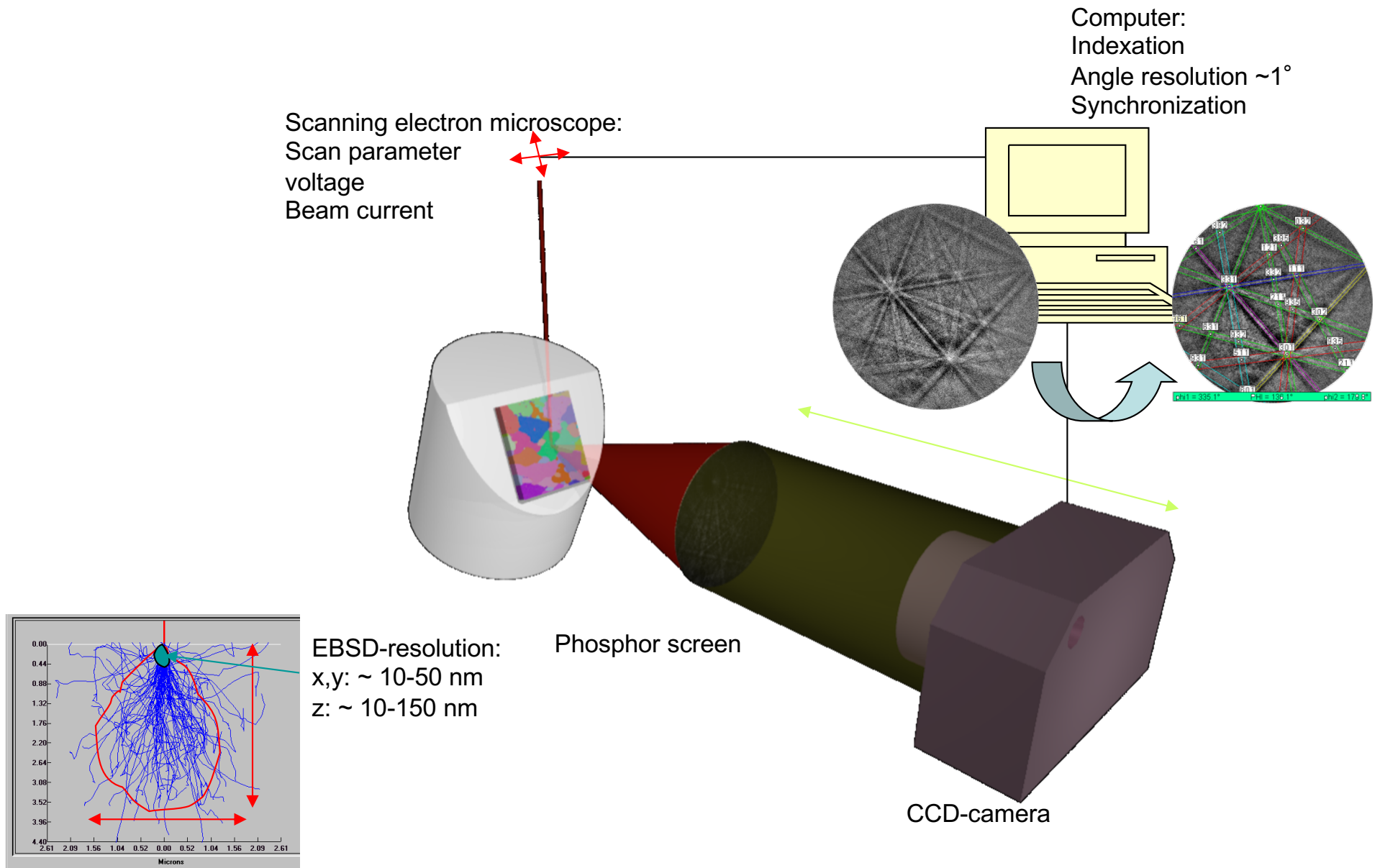
Electron backscatter diffraction (EBSD) – Basics



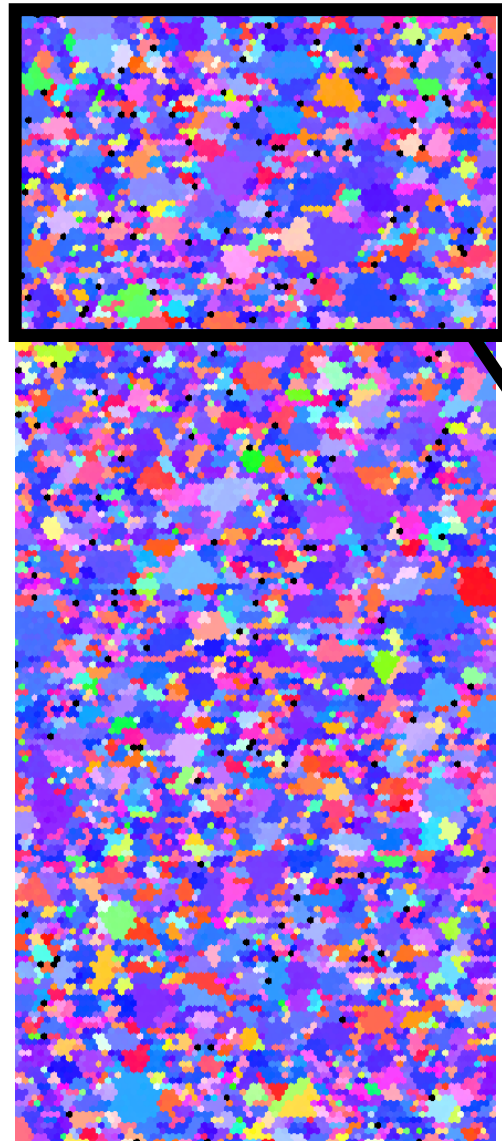
Electron backscatter diffraction (EBSD) – Basics



Electron backscatter diffraction (EBSD) – Basics



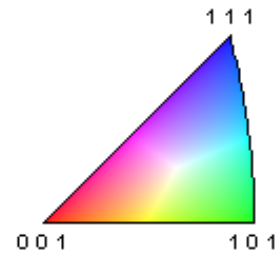
Electron backscatter diffraction (EBSD) – Basics



Gray Scale Map Type: <none>

Color Coded Map Type: Inverse Pole Figure [001]

Nickel



Boundaries: <none>

