

Difracción por cristales

- http://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/parte_02.html (Referencia principal)
- Ciencia e Ingeniería de Materiales, W.F. Smith, McGraw Hill, 3a ed., 2004, Colombia.

Rendijas y Átomos

- En óptica (luz visible, 380-750 nm) tales objetos podrían ser rendijas.



Color	Wavelength
violet	380-450 nm
blue	450-495 nm
green	495-570 nm
yellow	570-590 nm
orange	590-620 nm
red	620-750 nm

- La difracción también proporciona información sobre el ordenamiento cristalino. Aquí los centros de dispersión son átomos. Se requieren ondas muy cortas ($0,1\text{nm}, 1\text{\AA}^\circ$).

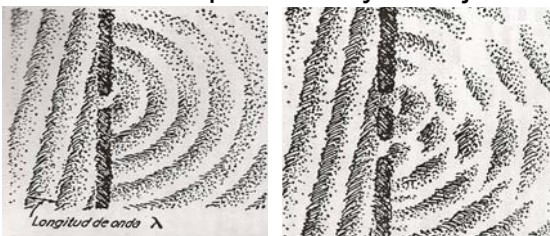
Información de objetos

- Consideremos objetos que son centros de dispersión de ondas.
- La difracción es suma de ondas (vectores $\mathbf{k}$).
- Las imágenes de difracción contienen información sobre la disposición geométrica de objetos idénticos ordenados regularmente.

Tamaño de los objetos y longitud de onda

- Regla básica para producir difracción:
La longitud de onda empleada debe ser próxima a la distancia de primeros vecinos.

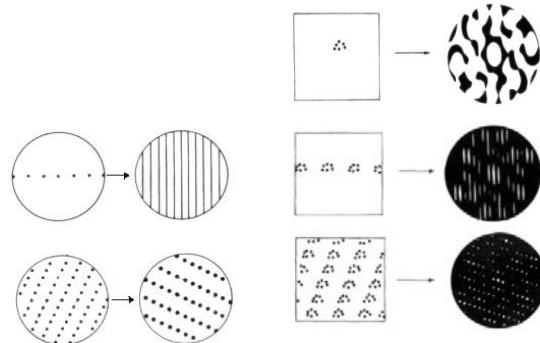
Difracción por “olas” y rendijas.



- Ondas planas en el agua y una rendija que es centro de dispersión de ondas circulares.
- Difracción de ondas provenientes de dos centros de dispersión.

Desde el diag. de difr. se puede deducir información sobre las rendijas. Se requiere que λ sea del orden de magnitud del ancho de las rendijas

Al aumentar el número de objetos regulares, los máximos de difracción se hacen más finos. Se tiene información más precisa



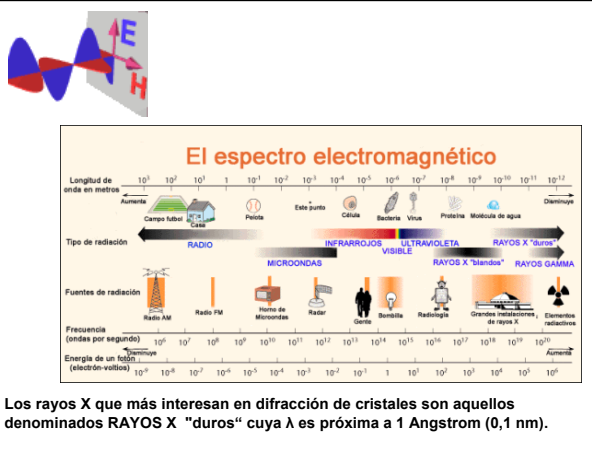
Radiaciones útiles para cristales

Para difracción en cristales podemos usar:

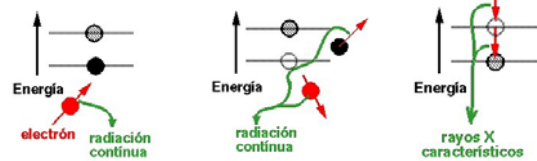
- ondas electromagnéticas de λ apropiada (Rayos X)
- partículas que también tienen un carácter ondulatorio):
neutrones, protones y electrones, de λ apropiada.

Tipos de radiación para difracción en cristales

- Los rayos X se obtienen artificialmente excitando los niveles electrónicos de los átomos: son baratos y su λ está naturalmente calibrada.
- En los microscopios electrónicos es obvio el uso de electrones para difractar.
- Las otras partículas se justifican para aplicaciones especiales. Por ejemplo, el haz de neutrones se puede obtener en un reactor nuclear.



Emisión de R-X por los niveles electrónicos de un átomo



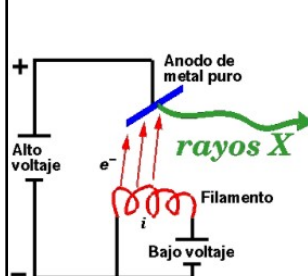
- Un electrón emitido por el filamento va a alcanzar a un electrón en un nivel interno de un átomo del ánodo.
- El electrón interno ya desplazado deja un nivel libre.
- Un electrón más externo del átomo baja de nivel y emite fotones de energía, como rayos X, llamados característicos.

Los Rayos X



- W. K. Röntgen (Alemania, 1855) descubrió una radiación, invisible, los rayos X, que permitían penetrar los cuerpos opacos.
- Esta capacidad de obtener imágenes por transparencia ha tenido importantes aplicaciones en medicina y materiales.
- Además, los R-X permitieron un enorme avance científico y tecnológico al interactuar como onda con los átomos de los cristales.

Emisión Atómica de Rayos-X



- Cañón de electrones: hay un filamento que produce electrones para excitar al ánodo.
- Los átomos del ánodo son los que emiten los rayos X de energía $h\nu$.
- El voltaje V del cañón tiene que ser alto, p.e. 35Kev, para lograr emitir las ondas cortas de alta energía de los R-X.

Esquema de un tubo de rayos-X

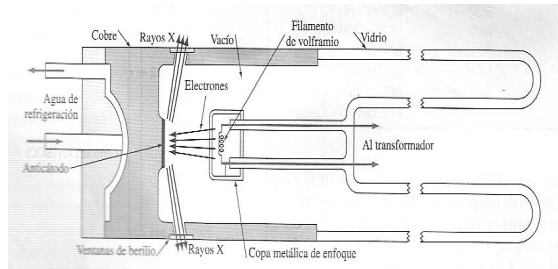


Diagrama de difracción por un monocristal



- Max von Laue, Nobel 1914.
- Nótese la simetría de orden tres en rotación del diagrama.

Emisión de R-X y espectro

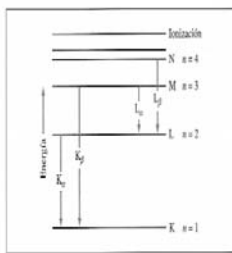


FIGURA 3.27. Niveles de energía de electrones en el molibdeno mostrando el origen de las radiaciones K_α y K_β .

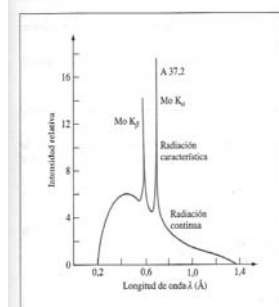
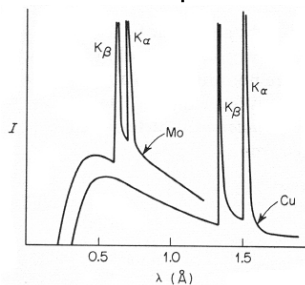


FIGURA 3.26. Espectro de emisión de rayos X producidos cuando el molibdeno metal es utilizado como ánodo en un tubo de rayos X operando a 35 kV.

Espectros de emisión



Espectros de emisión del Molibdeno y del Cobre: I versus λ .
En cada caso se ven dos máximos característicos de R-X y un fondo continuo. Los máximos K_α y K_β corresponden a las transiciones 2-1 y 3-2, respectivamente. El espectro se puede filtrar, cuando se quiere trabajar con un haz esencialmente monocromático basado en un máximo característico