

Física III - Química (2018)

Práctica 8

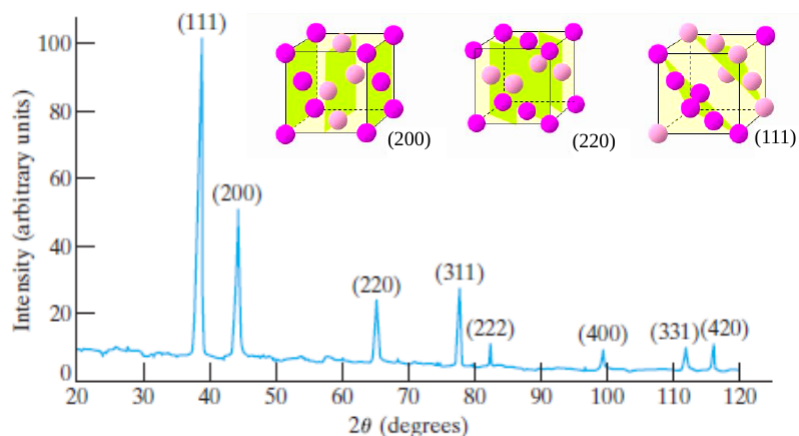
Esparcimiento de radiación. Difracción

1. La ecuación de Larmor permite calcular la potencia radiada por una carga puntual no relativista acelerada: $P = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$, donde q es la carga, a su aceleración y c es la velocidad de la luz.
 - (a) Sabiendo que la atmósfera terrestre está compuesta de gases eléctricamente neutros con frecuencias de resonancia $f_0 \approx 10^{17} Hz$, utilice la expresión de la potencia para estimar dependencia de intensidad dispersada I con la longitud de onda λ cuando $f \ll f_0$. ¿Qué consideraciones tuvo que hacer?
 - (b) Utilice la expresión de $I(\lambda)$ alcanzada para encontrar una relación entre la dispersión del azul y del rojo.
 - (c) ¿Cómo se relaciona lo anterior con la dispersión Rayleigh y el azul del cielo? .
2. Suponga que la luz proveniente del Sol ingresa a la atmósfera con un ángulo θ respecto de la vertical. ¿Con qué ángulo se debe mirar para poder observar luz solar linealmente polarizada? Realice un esquema de la situación. ¿Qué orientación debería tener un polarizador lineal para que una región del cielo se vea más oscura? ¿Podría determinar la hora con este fenómeno físico?
3. Cuando incide normalmente luz blanca sobre una red de difracción puede observarse cómo se compone según los colores del espectro visible. Calcule la anchura angular del primer orden del espectro visible para una red plana con 600 ranuras por milímetro. ¿Se superpone este espectro con el de segundo orden? ¿Y los de segundo y de tercer orden? ¿Dependen estas respuestas del espaciado de rejilla?
4. En CDs y DVDs se utilizan surcos microscópicos para almacenar información, los cuales pueden comportarse como una red difractora. Un experimento sencillo para estudiar este fenómeno consiste en quitar la película metálica de un CD y hacer que luz monocromática atraviese la pieza plástica restante. En este caso, cuando la distancia CD-pantalla es de 36 cm y se usa luz de un laser rojo ($\lambda=650$ nm), se obtiene un primer haz difractado a 18 cm del haz central. Estime en este caso la distancia entre surcos. ¿Qué sucederá si se utiliza un DVD?
5. En un sólido cristalino los átomos están dispuestos en forma regular, con separaciones entre los mismos del orden de la longitud de onda λ de los rayos X. Los arreglos periódicos que alcanzan los átomos en la red cristalina pueden pensarse como rejillas de difracción tridimensionales. Es por eso que la difracción de rayos X es hoy una herramienta común para el estudio de la estructura de materiales. En el caso de la difracción de un polvo policristalino, la condición para tener un pico de difracción está dada por la *ley de Bragg*:

$$2d\sin\theta = m\lambda$$

donde d corresponde a alguna distancia entre los planos de la red cristalina, θ es el ángulo comprendido entre los rayos X incidentes y los dispersados por la muestra, y m es un número entero.

En la figura se se presenta un difractograma obtenido al iluminar una muestra de aluminio (Al) con la radiación correspondiente a la línea K_α del cobre ($\lambda=1.541$ Å). Cada pico corresponde a una familia de planos posible en la estructura cristalina.



En el caso del Al, de estructura cúbica centrada en las caras (FCC), se esquematizan algunas de estas familias de planos dentro de la misma figura. Tales familias pueden identificarse a través de los índices de Miller hkl correspondientes. De esta forma, los índices h , k y l indican cuántas veces los planos distanciados por d cortan a los ejes x , y y z en una dada celda unidad. En el caso cúbico, puede establecerse la relación $d = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$, siendo a el parámetro de red de la celda unidad.

- Considerere al menos tres picos del difractograma anterior y determine los distintos valores de d considerando la asignación de índices hkl allí realizada.
- Determine un valor para el parámetro de red del Al.
- Considerere la estructura FCC para estimar un valor del radio atómico y de la densidad del Al (considerere su peso atómico 26.98 g/mol).
- Compare los anteriores resultados con los valores tabulados del radio metálico de 1.43 Å y densidad de 2.70 g/cm³.

Preguntas conceptuales

- Deducir la ley de Snell a partir de las condiciones en la frontera de dos dieléctricos con índices de refracción n_i y n_t , cuando una onda plana monocromática de frecuencia ω_i incide con un ángulo θ_i respecto de la normal a la interfase que separa los medios.
- El humo de cigarrillo tiene una leve tonalidad azul, sin embargo, cuando se exhala dicho humo la pierde. Explíquelo por qué de esa tonalidad y qué ocurre cuando la pierde.
- ¿Por qué no se observa esparcimiento de Rayleigh en medios densos, por ejemplo, un vidrio? En conexión con lo anterior: ¿a qué fenómenos conocidos da lugar la interacción entre la luz y un medio denso?
- Haciendo memoria, ¿recuerda cómo era la dependencia del campo de radiación con la velocidad o la aceleración de una carga? En base a lo anterior: ¿cómo debe ser la dependencia de la energía esparcida con la frecuencia? ¿Guarda esto alguna relación con el esparcimiento de Rayleigh? En relación a una pregunta conceptual hecha en la práctica anterior: ¿cuáles son los dos mecanismos que llevan a la dependencia de la luz dispersada con la frecuencia?
- En la región de microondas, la constante dieléctrica para el hielo es ≈ 80 veces menor que para el agua. Explique por qué ocurre esto. Luego, comente el motivo por el cual un haz de radar atraviesa con facilidad el hielo pero se refleja considerablemente en una lluvia fuerte.
- Explique en qué consiste el fenómeno de interferencia, ejemplificando para el caso de dos fuentes de radiación que dan lugar a campos no perpendiculares de haces coherentes de la misma frecuencia. ¿Por

qué son importantes estos tres requisitos para la observación de interferencia? ¿Qué es lo que hace que la interferencia sea constructiva o destructiva?

e De ejemplos diversos de difracción de la radiación. ¿Por qué la difracción será importante para diferenciar haces de ondas de haces de partículas?

f Explique cualitativamente la relación entre la teoría de Kirchoff y la teoría de Huygens sobre la emisión de ondas secundarias. Obtenga las posiciones en las que ocurrirán máximos de intensidad en una superficie distante si un haz plano es interrumpido por una pantalla con dos ranuras. ¿Cómo cambia este patrón al incluir muchas ranuras (una red de difracción? Vincule estos resultados a los obtenidos en un patrón de difracción de rayos x por un cristal grande o uno extremadamente pequeño (una *nanopartícula*).