

Física de la Materia Condensada. Sistemas Complejos

Cuestionario

Introducción

- 1) ¿Porqué es importante la Física de la Materia Condensada?
- 2) ¿Qué es una fase condensada? Dar ejemplos

Redes cristalinas

- 3) ¿Cómo se genera matemáticamente una red con orden traslacional? Dar las expresiones correspondientes para una red 3d indicando que representa cada símbolo.
- 4) ¿Qué es una celda unidad y cuándo la celda unidad es una celda primitiva? Dar ejemplo incluyendo una representación geométrica empleando los vectores de celda. Justificar si la celda de Wigner – Seitz es o no primitiva.
- 5) Describir una misma red de puntos (bidimensional) con dos celdas primitivas diferentes.
- 6) Dar un ejemplo de celda primitiva para una red hexagonal simple.
- 7) Describir las simetrías de rotación que aparecen en redes cristalinas 3d.
- 8) ¿Cuántas redes de Bravais existen? Representarlas.
- 9) Razonar si una celda cúbica puede ser una celda primitiva en el caso de las redes bcc y fcc.
- 10) ¿Qué es una base y como se asocia a una red simple para describir estructuras más complejas? Dar ejemplos.
- 11) En una estructura cúbica indicar los índices de Miller para un plano perpendicular a la diagonal de la celda unitaria. ¿Con qué notación se indica la dirección perpendicular a dicho plano?

Difracción de radiación en un sólido

- 12) ¿Qué condición debe cumplir la longitud de una de una radiación dada para observar difracción relacionada con las posiciones de los átomos en un sólido? Dar ejemplos de los tipos de radiación comúnmente utilizados.
- 13) Mostrar la equivalencia entre la ley de Bragg y la condición de Laue. Usando un ejemplo experimental de difractograma de “polvo” (como el del Fe bcc o el Al fcc) indicar los índices de Miller asociados a cada “pico” de difracción” y obtener el parámetro de red.

14) ¿Qué es la red recíproca de una red cristalina? Describir brevemente su importancia. Indicar cómo se obtienen sus vectores primitivos a partir de los de la red cristalina. ¿Son perpendiculares los vectores correspondientes de ambas redes?

15) Dar ejemplos de aleaciones binarias con estructura cúbica que pueden exhibir orden o desorden químico. ¿Cómo se refleja el estado de orden/desorden en un difractograma?

Tipos de sólidos

16) Definir la energía de cohesión de un sólido. A partir de esta definición, proponer una para la energía de cohesión de un líquido. Razonar si existe alguna relación entre la suma de las energías de fusión y vaporización de una sustancia y su energía de cohesión.

17) Dar una interpretación de las variaciones periódicas observada en los radios atómicos y las energías de ionización de los elementos en términos de la carga nuclear y los niveles de energía electrónicos. Indicar otras propiedades de los sólidos se relacionan con la energía de cohesión.

18) ¿Cuál es el origen de la interacción de London-van der Waals? ¿A qué tipo de sólidos se aplica? Dar ejemplos. Escribir y representar la interacción de Lenard-Johns; interpretar cada término.

19) ¿Cuál es el origen de la interacción iónica? ¿Cuál es el significado físico de la interacción de Born-Meyer? Interprete los parámetros que aparecen en su formulación. Describa la interacción “puente de hidrógeno”.

20) Definir la interacción covalente. Dar ejemplos.

21) Definir la interacción metálica. Dar ejemplos.

22) Explicar conceptualmente el origen de las bandas electrónicas. En base a la estructura y llenado de las bandas distinguir entre conductores, semiconductores y aisladores. Explicar la conducción que presentan los semiconductores intrínsecos a temperatura ambiente. Dar ejemplos.

Electrones en sólidos

23) Explicar porqué el nivel fundamental de un sistema con un número macroscópico de fermiones idénticos posee una energía mucho mayor que el correspondiente a un sistema con el mismo número de bosones.

24) Enunciar el teorema de Bloch. ¿Qué consecuencias tiene sobre la densidad electrónica espacial?

25) De resolver la ecuación de Schrodinger para funciones de Bloch resultan bandas y gaps de energía. En qué espacio es conveniente representar la estructura de bandas? ¿Qué es la primera zona de Brillouin?

Materiales Magnéticos

- 26) ¿Qué expresión relaciona el momento magnético y el momento angular atómicos?
- 27) ¿Cuál es el valor del momento angular en los átomos diamagnéticos? Dar ejemplos de elementos diamagnéticos.
- 28) definir diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo y antiferromagnetismo.
- 29) Expresar la relación entre la inducción magnética B , el campo magnético H y la magnetización M para el sistema de unidades internacional. Dar las unidades de B , H y M .
- 30) recordando que la magnetización \mathbf{M} es el momento magnético \mathbf{m} por unidad de volumen, y partiendo de la expresión que da la energía de un dipolo magnético \mathbf{m} en un campo de inducción B demostrar que los productos MB y HB tienen ambas unidades de energía por unidad de volumen.
- 31) dibujar el comportamiento de M vs H para un ferromagneto. Identificar en el gráfico las siguientes cantidades: Magnetización de saturación, Magnetización remanente, Campo coercitivo.
- 32) ¿Qué es un dominio magnético?

Fonones

- 33) Dar ejemplos de cuasipartículas. Describir algunas de ellas, incluyendo los fonones.
- 34) Describir los modos de vibración desacoplados de un sólido. ¿A qué se llaman modos acústicos y ópticos?
- 35) Enunciar y discutir la ley de Dulong y Petit. Compararla con el comportamiento del calor específico en un sólido real. ¿A qué se deben las diferencias de comportamiento observadas a bajas temperaturas? ¿Por qué motivo a temperatura ambiente la ley de D&P resulta ser una buena aproximación para el Pb pero una mala para el C (diamante)?

Caos y Fractales

- 36) dar ejemplos de fenómenos predecibles y aleatorios. ¿Es posible eliminar la aleatoriedad incrementando la información y/o la calidad del cálculo?
Comente la frase: “al perfeccionar las leyes físicas la descripción del universo evoluciona del caos hacia el cosmos”.
Comente la frase (Demonio de Laplace): “Una conciencia capaz de conocer las posiciones y velocidades exactas de todos los objetos del universo en un instante dado, así como las fuerzas que los afectan, puede calcular cualquier evento pasado o futuro”.
- 37) ¿Es posible predecir el clima? Ponderar la respuesta.
- 38) Definir: “teoría del caos”. Definir “fractal”.

39) Hacer un esquema de un proceso simple realimentado y describirlo. Dar ejemplos que conducen a patrones con la propiedad de autosimilaridad. Dar ejemplos que conducen a estados estables o cíclicos.

40) Practicar el “juego del caos” y escribir brevemente sus propias conclusiones.

41) Experimentar con el proceso iterativo $x_{n+1}=x_n^2+c$ para los casos:

(a) $c=-1$, $x_0=0.5$;

(b) $c=-2$, $x_0=0.5$

Comentar.

42) Experimentar con el “Chaos lab” y comentar.