

# **Banco de Ejercicios**

Doctorado en Ciencias Físico -Matemáticas

Orientación en nanociencias

Centro Universitario de los Valles

2023-A

## **Índice**

- 1.- Estructura de la materia
- 2.- Teoría cuántica, estructura electrónica de los átomos y periodicidad química
- 3.- Estructuras cristalinas
- 4.- Técnicas de caracterización de materiales
- 5.- Introducción a la nanociencia

## 1.- Estructura de la materia

1. Clasifique los materiales siguientes como elementos, compuestos o mezclas
  - a. gasolina;
  - b. agua de la llave,
  - c. carbonato de calcio;
  - d. tinta de un bolígrafo;
  - e. pasta dental;
  - f. hoja de aluminio
2. ¿Cuáles de las siguientes mezclas son homogéneas y cuáles heterogéneas?
  - a. Agua turbia
  - b. Concreto
  - c. Pintura para muros
  - d. Bebida refrescante
3. ¿Cuál es la diferencia entre un átomo y una molécula? Dé un ejemplo de cada uno
4. De lo que sigue, ¿qué contiene materia y qué no? ¿Por qué?
  - a. luz
  - b. electricidad
  - c. bistec de res
  - d. chocolate
5. De lo que sigue, ¿qué contiene materia y qué no? ¿Por qué?
  - a. azúcar
  - b. latón
  - c. sonidos musicales
  - d. vidrio
6. De las propiedades que se indican a continuación, señalar cuáles son físicas y cuales químicas
  - a. ennegrecimiento superficial de una cuchara de plata
  - b. evaporación de agua de mar
  - c. el brillo amarillento del oro
  - d. la digestión de un trozo de carne

7. Identificar cada uno de los siguientes cambios como físicos (f) o químicos (q)
- el jugo de uva se transforma en vino
  - la superficie de una manzana recién cortada se vuelve de color pardo
  - el agua al hervir se transforma en vapor
  - el azúcar que se añade a una taza de café se disuelve
  - un trozo de masa de pan al cocerse al horno aumenta el volumen cuando se hace el pan
8. De las siguientes equivalencias ¿Cuál no es correcta?
- $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$
  - $1\text{nm} = 10\text{ Amstrong}$
  - $1\text{nm} = 10^4\text{ pm}$
9. Una esfera de plomo tiene una masa de  $1.20 \times 10^4\text{ g}$  y su volumen es de  $1.05 \times 10^3\text{ cm}^3$ . calcule la densidad del plomo
10. Las mediciones muestran que  $1.0\text{ g}$  de hierro (Fe) contiene  $1.1 \times 10^{22}$  átomos de Fe. ¿cuántos átomos de Fe contienen  $4.9\text{ g}$  de Fe, que es la cantidad total promedio de hierro en adultos?

## 2.- Teoría cuántica, estructura electrónica de los átomos y periodicidad química

11. Calcular el tamaño del cuanto de energía correspondiente
- Un electrón en movimiento con una frecuencia de  $1 \times 10^{15}\text{ s}^{-1}$
  - Una vibración molecular con una frecuencia de  $1 \times 10^{14}\text{ s}^{-1}$
  - Un péndulo cuyo periodo ( $T=1/\nu$ ) sea  $1.0\text{ s}$
12. Calcular el número de fotones emitidos durante un segundo por una lámpara de sodio de  $100\text{ W}$  de potencia que irradia la totalidad de su energía (con una eficiencia de  $100\%$ ) como luz amarilla de longitud de onda de  $589\text{ nm}$ .
13. El cesio se utiliza a menudo en los "ojos eléctricos" para la apertura automática de puertas como una aplicación del efecto fotoeléctrico. La

cantidad de energía que se requiere para ionizar (eliminar el electrón de) un átomo de cesio es de 3.89 electrón volt (1 eV =  $1.60 \times 10^{-19}$  J). Demuestre por cálculo si un rayo de luz amarilla de longitud de onda de 5830 Å causaría la ionización de un átomo de cesio.

14. Con referencia al ejercicio 13, ¿cuál sería la longitud de onda, en nanómetros, de la luz con exactamente la energía suficiente para ionizar un átomo de cesio? ¿De qué color sería esta luz?
15. El color verde corresponde a longitudes de onda alrededor de  $\lambda = 500$  nm. Tomando en cuenta que un fotón (partícula de la luz) tiene esa longitud de onda ( $\lambda$ ). ¿Estimar su frecuencia y su energía?
16. Un electrón de un átomo está en el nivel cuántico  $n = 3$ . Enumere los posibles valores de los subniveles  $\ell$  y  $m_\ell$ .
17. ¿Por qué los orbitales 3s, 3p y 3d tienen la misma energía en el átomo de hidrógeno pero distintas energías en un átomo polielectrónico?
18. Explique cuál de los siguientes cationes es mayor y por qué:  $\text{Cu}^+$  o  $\text{Cu}^{2+}$ .
19. Algunos compuestos de cobre emiten luz verde cuando son calentados a la flama. ¿Cómo sabría que la luz es de una sola longitud de onda o una mezcla de dos o más longitudes de onda?
20. Considere dos rayos de la misma luz amarilla, Imagine que un rayo tiene duplicada su longitud de onda; el otro tiene duplicada su frecuencia. ¿Entonces, cuál de los dos está en la región ultravioleta?
21. Una muestra absorbe 1.2 de luz a una longitud de onda de 500 nm. ¿Qué porcentaje de la luz a 500 nm será transmitido a través de la muestra de espesor de 1 cm ?
22. La ecuación para un movimiento armónico simple se puede escribir como

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

Donde  $x(t)$  describe el desplazamiento de un cuerpo y  $\omega$  es su frecuencia de oscilación natural. Considerando esta ecuación demostrar que  $x(t) = A \sin \omega t$ , es una solución a esta ecuación.

### 3.- Estructuras cristalinas

23. ¿Calcular el radio atómico  $r$  en nanómetros ( $nm$ ) de un metal de estructura Cúbica Simple en el Cuerpo con un parámetro de red  $a = 0.2 nm$ ? Para este cálculo, considera la ecuación que relaciona el parámetro de red con el radio atómico de esta estructura como  $a=2r$
24. El oro (Au) cristaliza en una estructura cubica compacta (un cubo centrado en las caras) y tiene una densidad de  $19.3 g/cm^3$ . Calcule el radio atómico del oro en nanómetros.
25. ¿Cuántos iones  $Na^+$  y  $Cl^-$  están presentes en cada celda unitaria de NaCl?
26. El platino cristaliza en una red cubica centrada en las caras en la que todos los átomos ocupan lugares marcados por puntos de la red. Tiene una densidad de  $21.45 g/cm^3$  y una masa atómica de  $195.08$  uma. A partir de estos datos, calcule la longitud de los lados de la celda unitaria. Compare este valor mediante difracción de rayos X:  $392.4 pm$ .
27. Calcule el número de esferas que se encontrarían en los puntos reticulares de una celda cubica simple, una celda cubica centrada en el cuerpo y una celda cubica centrada en las caras. Suponga que todas las esferas son iguales.
28. El hierro metálico cristaliza en una red cúbica. La longitud de la arista de la celda unitaria es de  $287 pm$ . La densidad del hierro es de  $7.87 g/cm^3$ . ¿Cuántos átomos de hierro hay dentro de una celda unitaria?
29. Imaginemos que tenemos un cubo de oro de  $1 \times 1 \times 1 cm^3$ . ¿Cuántos átomos habrá en su superficie y cuántos en el volumen?
30. ¿Si tuviésemos una nanopartícula de oro de  $1 \times 1 \times 1 nm^3$ ? Determinar en cada caso el porcentaje de átomos de superficie respecto del total. Considerar que el diámetro de un átomo es  $0.1 nm$ .
31. Una esfera de plomo tiene una masa de  $1.20 \times 10^4 g$  y su volumen es de  $1.05 \times 10^3 cm^3$ . Calcule la densidad del plomo.
32. El oro es una estructura cúbica centrada en las caras que tiene una longitud de arista de la celda unitaria de  $4.08 \text{ \AA}$ . ¿Cuántos átomos de oro

existen en una esfera que tiene un diámetro de 20 nm? Recuerde que el volumen de la esfera es  $4\pi r^3/3$ .

33. Calcule la energía reticular ( $U_0$ ) para los siguientes arreglos (dejar en términos de  $k$  y  $r$ ) $2\sqrt{2}$
- a) Un cristal de solo dos iones a una distancia  $r$
  - b) Si el cristal consta de cuatro iones dispuestos en un cuadrado

#### 4.- Técnicas de caracterización de materiales

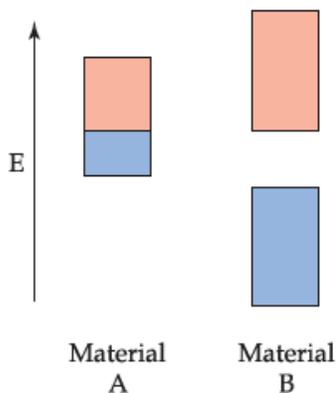
34. Mediante qué espectroscopia es posible determinar el ancho de banda
- a. Espectroscopia infrarroja
  - b. Espectroscopia de RAMAN
  - c. Espectroscopia de Ultravioleta-visible
35. La radiación de la región visible del espectro electromagnético está involucrada en transiciones:
- a. Electrónicas
  - b. Vibracionales
  - c. Rotacionales
36. En el caso de especies químicas atómicas las transiciones que pueden tener lugar corresponden a los niveles:
- a. Electrónico, vibracional y rotacional
  - b. Solo vibraciones y rotaciones
  - c. Solo electrónico
37. En las técnicas de fotoluminiscencia se mide:
- a. La radiación electromagnética emitida por una especie química tras ser previamente excitada mediante irradiación.
  - b. La radiación electromagnética emitida por una especie química tras ser previamente excitada mediante una reacción química.
  - c. La radiación electromagnética emitida por una especie química tras ser previamente excitada mediante energía térmica.

38. La radiación de la región ultravioleta del espectro electromagnético está involucrada en transiciones entre niveles energéticos:
- Electrónicos
  - Vibracionales
  - Rotacionales
39. Los nitratos absorben a 220 nm ¿de qué material deben ser las celdas que se utilicen en la determinación de este analito?
- Plástico
  - Vidrio
  - cuarzo
40. La radiación de la región infrarrojo del espectro electromagnético está involucrada en transiciones entre niveles energéticos:
- nucleares
  - electrónicos
  - vibracionales
41. La espectroscopia IR es aplicable al estudio de especies químicas:
- Atómicas
  - Electrónicas
  - Vibraciones
42. Algunos compuestos de cobre emiten luz verde cuando son calentados a la flama. ¿Cómo sabría que la luz es de una sola longitud de onda o una mezcla de dos o más longitudes de onda.
43. Considere dos rayos de la misma luz amarilla, Imagine que un rayo tiene duplicada su longitud de onda; el otro tiene duplicada su frecuencia. ¿Entonces, cuál de los dos está en la región ultravioleta.
44. Un microscopio electrónico emplea un haz de electrones para obtener una imagen de un objeto ¿Qué energía debe aplicarse para que cada electrón del haz obtenga una longitud de onda de 10.0 pm? Obtenga la energía en electrón volts (eV) ( $1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}\text{J}$ )
45. Un haz de rayos X de longitud de onda de 0.154 nm incide en un cristal de aluminio; los rayos se reflejan con un ángulo de  $19.3^\circ$ . Suponiendo que  $n = 1$ , calcule la distancia que hay entre los planos de los átomos de aluminio (en pm), que es la responsable de este ángulo de reflexión. El factor de conversión es  $1\text{ nm} = 1\ 000\text{ pm}$ .

46. Defina la difracción de rayos X. ¿Cuáles son las longitudes de onda características (en nanómetros) de los rayos X?

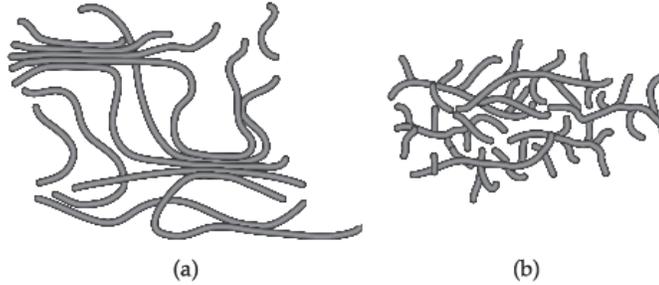
## 5.- Introducción a la nanociencia

47. ¿Cómo se define un nanomaterial?
48. ¿Qué científico es considerado el padre de la nanotecnología?
- Richard Feynman
  - Norio Taniguchi
  - Eric Schweizer
49. ¿De qué color es el oro nanométrico?
- Amarillento con brillo metálico
  - Rojo intenso
  - Depende del tamaño de partícula
50. De acuerdo con las siguientes estructuras de banda, ¿qué material es un metal?



51. Se desea rastrear los movimientos de dos proteínas en el interior de una célula. A la proteína A se le fija un punto cuántico que emite luz amarilla y a la proteína B, un punto cuántico de la misma sustancia, que emite luz azul. ¿Cuál punto cuántico es más grande? Explique por qué.

52. A continuación aparecen los modelos de dos polímeros diferentes. Según estos modelos, ¿qué polímero esperaría que fuese más denso?



53. a) Describa los pasos básicos en la formación de nanopartículas b) de un ejemplo de dos moléculas que se puede utilizar para estabilizar las nanopartículas.
54. Explique la diferencia entre los métodos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba para la fabricación de nanomateriales.
55. En un experimento se prepararon nanopartículas de plata de un radio promedio de 20 nm. Tomando en cuenta que la densidad de la plata es de  $10490 \text{ Kg/m}^3$  y suponer que las nanopartículas son de geometría esférica. ¿Calcular la masa promedio de las nanopartículas?
56. Los nanotubos de carbono son uno de los materiales más rígidos y resistente conocidos por los científicos e ingenieros. Si un nanotubo de carbono tiene un diámetro de 10 nm, determine el esfuerzo (en unidades de  $\text{N/m}^2$ ) que soporta cuando se sujeta a una carga de tensión de  $4 \mu\text{N}$  ( $1 \mu\text{N}=10^{-6} \text{ N}$ ) a lo largo de la longitud de tubo. Suponga que toda el área de sección transversal del nanotubo es de soporte de carga.