

FI45A Unidad 7 Superconductividad

Bajas temperaturas: **Seguridad**

1. explique en qué consisten los cuatro siguientes peligros del nitrógeno líquido y cómo protegerse de ellos:

- i) Quemaduras por contacto con N_2 líq.
- ii) Quemaduras por contacto con superficies frías.
- iii) Incendio por acumulación de O_2 líquido.
- iv) Asfixia por desplazamiento de oxígeno.

2. Averigüe las siguientes propiedades del nitrógeno líquido:

- i) Razón de expansión= $V(\text{gas})/V(\text{líqu})$
- ii) Entalpía de vaporización en kJ/mol ¿Es un número alto o bajo? Compare con el agua y con el helio. El objeto de esta pregunta es pronunciarse sobre la capacidad del nitrógeno para enfriar objetos.
- iii) Temperatura de ebullición del N_2 . Compare con la del O_2 .

2. Propiedades eléctricas

- 1) ¿Qué es el nivel de Fermi?
- 2) Explique cualitativamente qué son las *bandas* de energía
- 3) Defina cualitativamente:
 - a) Metales (conductores),
 - b) Semiconductores,
 - c) Aisladores, todo en términos de las bandas de energía.
- 4) Para cada caso anterior bosqueje cualitativamente la curva de resistividad en función de la temperatura.
- 5) Explique cualitativamente qué son los fonones y qué tienen que ver con la resistividad.
- 6) Busque en una tabla los tres metales con más *baja* resistividad a temperatura ambiente
- 7) ¿Son superconductores los elementos del punto anterior bajo alguna temperatura crítica?
- 8) Busque los tres metales (elementos puros) con más alta temperatura de transición supercond) con más alta temperatura de transición superconductora. Sus resistividades en el estado normal: ¿son comparativamente altas o bajas?

3. La transición superconductora

- 1) Explique cualitativamente en qué consiste la transición superconductora
- 2) Bosqueje la curva de resistividad dc en función de la temperatura para un superconductor
- 3) ¿De qué orden es la transición superconductora? (En el sentido termodinámico)
- 4) En su estado normal, ¿qué tipo de conductividad presentan los superconductores conocidos (metal, semiconductor, aislador)?

4. Propiedades superconductoras

Propiedades eléctricas

- 1) ¿Es exactamente cero la resistencia dc del superconductor?
- 2) ¿En qué consiste el método de la corriente persistente?
- 3) ¿Es cero la resistencia ac del superconductor?
- 4) Explique cualitativamente en que consiste el modelo de los dos tipos de portadores (electrones normales y superelectrones)

Propiedades magnéticas

- 1) ¿Qué es el efecto Meissner?
- 2) ¿Qué es el campo magnético crítico?
- 3) ¿Qué es el espesor de penetración?
- 4) ¿Qué es la densidad de corriente crítica?
- 5) ¿Son equivalentes un conductor perfecto y un superconductor?
- 6) Explique la diferencias entre superconductores de tipo I y II

5. Actividad Práctica I

- 1) Recorra al personal del laboratorio para aprender a manipular la sierra lenta con abrasivo.
- 2) Monte su mejor pastilla y córtela en forma de paralelepípedo, de 1 a 2 mm de espesor y largo el diámetro de la pastilla.
- 3) Lave los pedazos con solvente no acuoso y séquelela
- 4) Use una de las *medias lunas* para verificar que se cumple el efecto Meissner, con testigos imparciales, colgándola de un hilo. Si falla, debe preparar otra pastilla.

5) Después de verificar el efecto Meissner, seque las pastillas inmediatamente, pulverice las medias lunas, y envíelas a rayos X.

5. Actividad Práctica II

- 1) Instale la barra (paralelepípedo) superconductora en el portamuestras criogénico para la medición de resistividad. Deberá recibir instrucciones específicas.
- 2) Importante: verifique continuidad después de cada operación de montaje.
- 3) Conforme a las instrucciones que recibirá, registre la curva de resistencia en función de la temperatura.
- 4) Grafíquela (naturalmente por computador) y péguela en el cuaderno.
- 5) Identifique la temperatura a la cual la resistencia se reduce a aproximadamente la mitad y determine el ancho de la transición.

NOTAS:

- al realizar este tipo de mediciones conviene introducir primero la muestra hasta el N₂ líquido de a poco (para evitar que las tensiones y burbujeo desprendan los contactos eléctricos), midiendo la resistencia a unas pocas temperaturas para conocer los órdenes de magnitud
- la curva R-T se mide mejor en el calentamiento. Así, al subir de a poco el portamuestras, se aprovecha el gradiente térmico dentro del termo. El nitrógeno más frío, más denso, está abajo.
- Recuerde invertir la polaridad al registrar cada punto, para sacar la resistencia de la pendiente y evitar distorsiones debidas a efecto termoeléctrico

6. Bibliografía

Originales o fotocopias en el laboratorio y biblioteca

- Physical properties of High T_c superconductors, Physics Today V44[6](1991) p44-50
- Critical currents and magnet applications of High T_c superconductors, *Op.cit.* p74-82
- Magnetism, Superconductivity, and Chemical Substitutions in YBa₂Cu₃O_{7-x}, MRS Bulletin, Jan 1989 p37
- IEEE Spectrum, Dec 1986, pp 40

Hay varios artículos generales más modernos.

