

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO: de Física

ASIGNATURA: FENOMENOLOGIA DE LA SUPERCONDUCTIVIDAD

CARRERA/S: Doctorado

ORIENTACION:

PLAN:

CARACTER: Optativo

DURACION DE LA MATERIA: 1(un) cuatrimestre

HORAS DE CLASE:	a) Teóricas..... <sup>4</sup> .....	hs.	b) Problemas.....	hs.
	c) Laboratorio..... <sup>12hs.</sup> .....	hs.	d) Seminarios.....	hs.
	(1 semana)		e) Totales.....	hs.

Capítulo 1: Metales normales:

- 1.1. Modelo de Drude ; a) conductividad de un metal. b) efecto Hall y magnetoresistencia. c) conductividad térmica.
- 1.2. Modelo de Sommerfeld ; a) Distribución Fermi Dirac, b) electrones libres, c) energía, velocidad impulso de Fermi, d) propiedades térmicas de un gas de electrones libres, calor específico.

Capítulo 2: Introducción al estado superconductor:

- 2.1. a) Resistencia nula, método de medición, b) expulsión de campo, método de medición.
- 2.2. Estado termodinámico, T y H críticos, superconductores de tipo I y II.
- 2.3. Existencia de un gap: Calor específico, tunneling, absorción de ultrasonido.
- 2.4. Cuantificación del fluxoide, corrientes persistentes.

Capítulo 3: Modelo de London

- 3.1. Electrodinámica para  $R = 0$ ; electrodinámica para  $B=0$ .
- 3.2. a) Ecuaciones de London, b) longitud de penetración  $\lambda$ , c) rigidez de London.
- 3.3. Métodos de medición de  $\lambda$ .
- 3.4. No localidad. Teoría de Pippard, longitud de coherencia  $\xi_0$ .
- 3.5. Ecuaciones de London desde la termodinámica.
- 3.6. Cuantificación del fluxoide. Cuantificación del flujo magnético en un cilindro superconductor hueco.

Capítulo 4: Superconductores de tipo I

- 4.1. Corriente crítica en un alambre tipo I.
- 4.2. Campos intensos: Estado intermedio.

Capítulo 5: Termodinámica del estado superconductor

- 5.1. Potenciales termodinámicos y variables naturales.
- 5.2. Trabajo magnético.
- 5.3. Transición de fase de 1er. y 2do. orden. Variación del calor específico en la transición.
- 5.4. Energía de condensación, energía de Helmholtz y de Gibbs en estados normal y superconductor.

Capítulo 6: Teoría de Ginzburg y Landau

- 6.1. Energía libre de Helmholtz y parámetro de orden  $\xi$ . Minimización de  $F$  sin gradientes ni campos. Relación con la teoría de London.
- 6.2. Ecuaciones diferenciales de G-L, campos y gradientes.
- 6.3. Longitudes relevantes: la longitud de coherencia  $\xi(T)$  y longitud de penetración  $\lambda(T)$ .
- 6.3. Aplicaciones: Parámetro de orden constante: 1) corriente crítica de un alambre delgado. 2) Cuantificación del flujoide, experimento de Little y Parks.
- 6.4. Energía de superficie en una interfase normal-superconductor. Parámetro de G-L,  $k = \xi/\lambda$ , superconductores de tipo I y II.
- 6.5. Vórtice, flujo cuantificado. Estado mixto.

Capítulo 7: Propiedades magnéticas de Superconductores de tipo II

- 7.1. Estructura de un vórtice aislado,  $h(r)$ ,  $\psi(r)$
- 7.2. Energía lineal de un vórtice, campo crítico inferior  $H_{c1}$ .
- 7.3. Interacción entre vórtices.
- 7.4. Curvas de magnetización, campos críticos  $H_{c1}$ ,  $H_{c2}$  y  $H_c$  termodinámico.
- 7.5. Anclaje de vórtices. Dinámica: disipación por flujo viscoso, activación térmica.

Capítulo 8: Efecto Josephson

- 8.1. Efecto Josephson dc y ac.
- 8.2. Curvas I-V.
- 8.3. Efecto de fluctuaciones térmicas.
- 8.4. Efecto de campo magnético. El SQUID (superconducting quantum interference device)

Capítulo 9: Teoría microscópica

- 9.1. Par de Cooper. El origen de la interacción atractiva entre electrones.
- 9.2. Teoría BCS (de Bardeen, Cooper y Schrieffer).
  - a) el estado fundamental, b) energía del estado fundamental, c) excitaciones, d) el gap.

Trabajo de Laboratorio

Medición de resistividad eléctrica de un superconductor desde temperatura ambiente hasta 4 K. Preparación de la muestra con contactos eléctricos. Discusión de método de medición y resultados.

BIBLIOGRAFIA

- "Introduction to superconductivity", M. Tinkham, Krieger Pub. Co 1975.
- "Introduction to superconductivity", A.C. Rose Innes and E.H. Rhoderik, Pergamon Press 1968.
- "Type II superconductivity", D. Saint James, E.J. Thomas, and G. Sarma. Pergamon Press, 1969.
- "Superfluids", F. London. Wiley and Sons, 1950.

Firma del Profesor:

*V. Bekeris*

Aclaración de Firma: Dra. Victoria Bekeris

Firma del Director:

*P. Federman*

Dr. PEDRO FEDERMAN  
DIRECTOR ADJUNTO  
DEPARTAMENTO DE FISICA

3 MAY 1993