SUPERCONDUCTIVIDAD

Guía 2: estado Meissner y modelo de London

---

1. Calcule $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ y $\mathbf{J}(\mathbf{r})$ para un superconductor seminfinito en un campo externo $\mathbf{H}$ paralelo a la interfase.

2. Para una placa superconductora de espesor $2d$ en un campo externo externo $\mathbf{H}$ paralelo a ésta:

- **a**. halle las distribuciones de campo $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ y corriente $\mathbf{J}(\mathbf{r})$;
- **b**. halle la distribución de la magnetización correspondiente a dichas corrientes $\mathbf{M}(\mathbf{r})$ y calcule el momento magnético total por unidad de área de la placa. Discuta el significado físico de dicha magnetización.

3. Señale en cuáles de los siguientes casos el campo demagnetizante $(H_0 - H)$ no es uniforme y por ende no puede definirse el factor demagnetizante de manera exacta.

- **a**. una placa infinita de espesor d, orientada paralela al campo magnético aplicado.
- **b**. una placa infinita de espesor d, orientada perpendicular al campo aplicado.
- **c**. un paralelepípedo de dimensiones $a \times b \times c$, con el campo aplicado paralelo al eje c.
- **d**. un cilindro infinito de radio a, orientado paralelo al campo aplicado.
- **e**. un cilindo finito de radio a y largo L, orientado paralelo al campo aplicado.
- **f**. una esfera de radio a.
- **g**. un cilindro infinito de radio a, orientado perpendicular al campo aplicado.
- **h**. un elipsoide de semiejes a, b y c, con este último apuntando en la dirección del campo.

4. Calcule el factor demagnetizante ($\gamma_D := \frac{H_0 - H}{\langle M \rangle}$) en los casos del ejercicio anterior para los cuales tiene un valor exacto. Para el resto de los casos, aproxime al sistema por un elipsoide para obtener un valor estimado ¿Cómo se relaciona γ_D con $(FD) := -\frac{\langle M \rangle}{H_0}$ en un superconductor?

5. Se tiene una esfera superconductora de radio $a \gg \lambda_\mathrm{L}$ en un campo $\mathbf{H}_0$ tal que la esfera permanece en estado Meissner.

- **a**. Muestre que, a orden cero en λ_L, el momento magnético total de la esfera es $m = -2\pi H_0 a^3$.
- **b**. Encuentre la corrección a primer orden en λ_L asumiendo un cascarón de ancho λ_L que se encuentra en estado normal.

c. Muestre que esto es equivalente a aproximar, a primer orden en λ_{L}, la expresión exacta

$$m = -2\pi H_0 a^3 \left[1 + 3\frac{1 - \beta\coth(\beta)}{\beta^2}\right], \tag{1}$$

donde $\beta = a/\lambda_{\mathrm{L}}$.

d. Calcule la susceptibilidad magnética a dicho orden.

6. La figura 1 muestra el momento magnético en función de temperatura medido para una muestra esférica de radio $r = 1$ mm, compuesta por un material superconductor junto con una impureza no superconductora. La medición es realizada bajo un campo magnético de 30 Oe suficientemente chico para que la muestra se encuentre en el estado Meissner a bajas temperaturas. Estime el porcentaje de impureza en la muestra. *Ayuda:* la unidad emu (*electromagnetic units*) es equivalente a la unidad Oe.cm^3.

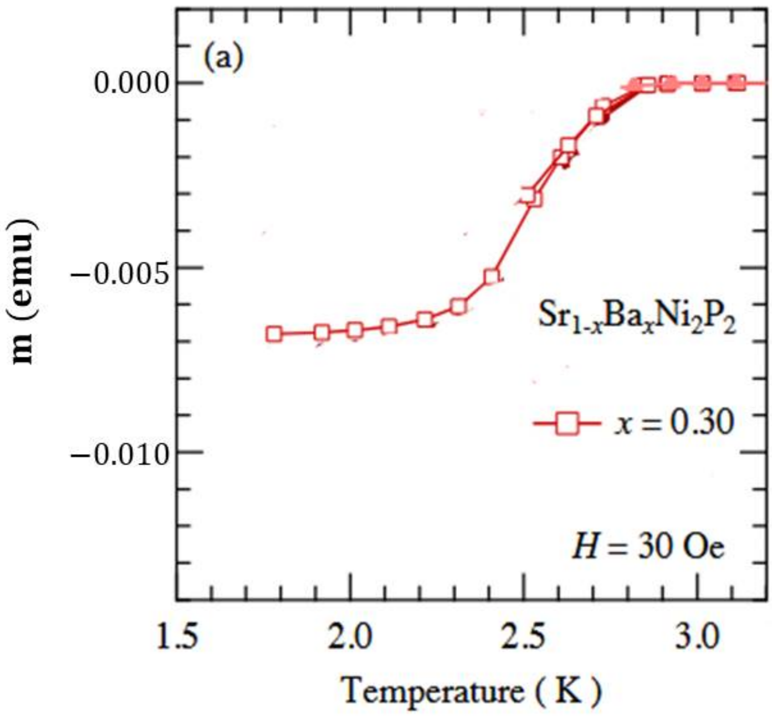

Figura 1: Momento magnético en función de temperatura medido para una muestra esférica de radio $r = 1$ mm, compuesta por un material superconductor junto con una impureza no superconductora. La medición es realizada bajo un campo magnético de 30 Oe.

7. Se tiene una emulsión de n partículas superconductoras por unidad de volumen en una matriz de un material magnéticamente inerte. Las partículas son esféricas y sus radios siguen una distribución $g(a)$ conocida, con $n^{-\frac{1}{3}} \gg \langle a \rangle \gg \lambda_{\mathrm{L}}$.

a. Exprese la susceptibilidad magnética del sistema a primer orden en λ_{L} en términos de los momentos de la distribución de tamaños ($\langle a^k \rangle$) y demás datos del problema.

b. Usando el resultado anterior y los datos de la figura 2, estime la longitud de penetración $\lambda_L(0)$ para el plomo.

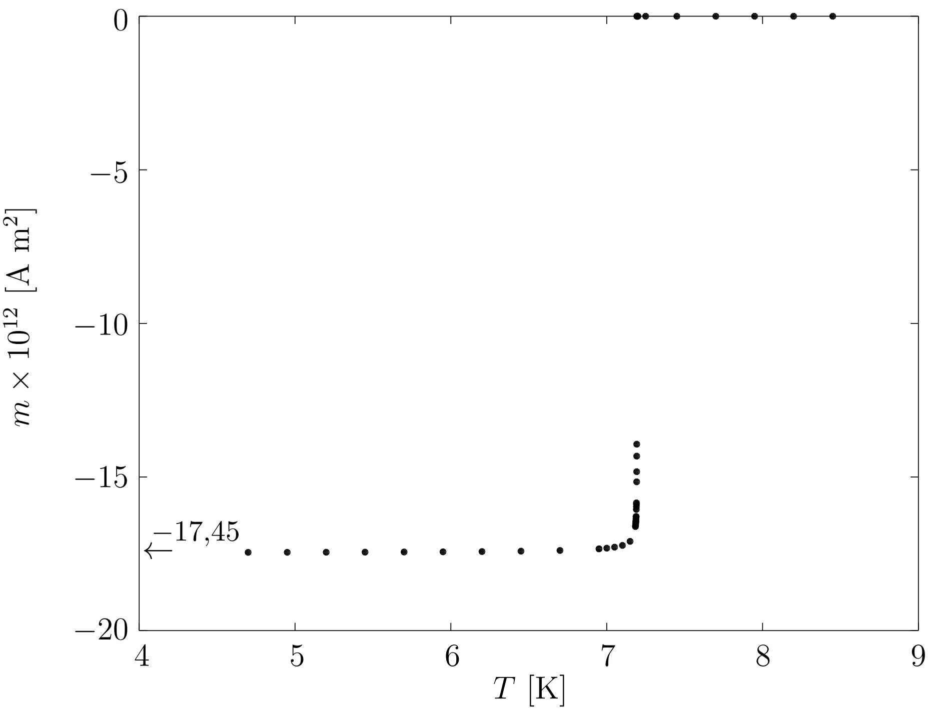

Figura 2: Momento magnético de una emulsión de polvo de plomo en cera, medido sobre una muestra de $(2 \times 2 \times 10)$ mm^3 en un campo magnético longitudinal de magnitud $B = 2{,}5$ mT. Las partículas de plomo poseen un radio medio $\langle a \rangle = 2{,}58$ μm con un desvío estándar $\sqrt{\langle a^2 \rangle - \langle a \rangle^2} = 3{,}04$ μm, y se encuentran en una densidad $n \sim 6 \times 10^4$ mm^{-3}. La fracción del volumen total ocupado por las partículas es $f = 11{,}68\,\%$.