

3ª LISTA DE EXERCÍCIOS

Disciplina: MAGNETISMO E SPINTRÔNICA

Professor: César Augusto Dartora¹

- 1) Descreva o diamagnetismo e deduza expressão para a susceptibilidade diamagnética de Landau. Quais são os principais materiais diamagnéticos?
- 2) Descreva a supercondutividade, a equação de London e o efeito de diamagnetismo ideal. O que é o efeito Meissner? O que é o modelo BCS e pares de Cooper?
- 3) Descreva e encontre as susceptibilidades magnéticas para o paramagnetismo de Langevin, o paramagnetismo de Pauli e o paramagnetismo de Van Vleck. Quais as principais diferenças?
- 4) Fale sobre o ferromagnetismo e o anti-ferromagnetismo, no contexto do modelo de Heisenberg. O que é o modelo de Ising? O que são ondas de spin e mágnons? Encontre a Lei de Bloch para o ferromagneto a baixas temperaturas. Liste materiais que tem comportamento ferromagnético e anti-ferromagnético.
- 5) O que são transições de fase? Utilize um modelo de Curie-Weiss ou então de Landau para discutir a transição do ferromagnetismo para o paramagnetismo a altas temperaturas. Liste a temperatura de Curie de alguns materiais ferromagnéticos.
- 6) O que é Magnetorresistência? Descreva os modelos clássicos de MR e encontre valores experimentalmente obtidos para a MR convencional.
- 7) Descreva a física de uma estrutura de multicamadas ou de uma junção de tunelamento magnética. De onde vem o efeito de GMR? Descreva o modelo de Jullière para a MR. Demonstre seguinte expressão para a MR

$$MR = \frac{G(H) - G(0)}{G(H)} = \frac{P^2 m^2}{1 + P^2 m^2}, \quad (1)$$

onde $G(0)$ é a condutância a campo nulo e $G(H)$ é a condutância no campo H aplicado, $m = M(H)/M_s$ (M_s é a magnetização de saturação), e P é a polarização de spin das bandas de condução, dada por:

$$P = \frac{D_{\uparrow} - D_{\downarrow}}{D_{\uparrow} + D_{\downarrow}}.$$

Se preferir, mostre que a MR de uma junção de tunelamento depende da polarização das bandas de condução.

- 8) O que são correntes de spin? Descreva fisicamente o efeito Hall de spin.

¹cadartora@eletrica.ufpr.br