

Úvod do fyziky pevných látek NFPL502, Čtvrtek 10:40 F2 Příklady: Cvičení 6

Poslední cvičení. Možnost řešit příklady z minula: cvičení 5 / příklady 1,2,3; cvičení 4 / příklad 3

1. Předpokládejte, že koncentrace vodivostních elektronů a děr v polovodiči jsou n a p , relaxační doby τ_e a τ_h a efektivní hmotnosti m_e a m_h . Ukažte, že Hallův koeficient je

$$R = \frac{1}{e} \frac{p - nb^2}{(p + nb)^2},$$

kde $b = \mu_e/\mu_h$ s pohyblivostmi μ_e a μ_h pro elektrony a díry. Při výpočtu zanedbejte členy s B^2 .

2. Polarizovatelnost vodíkového atomu: Uvažujte klasický (planetární) model základního stavu vodíku v elektrickém poli kolmém k orbitální rovině. Odvoďte vztah pro polarizovatelnost tohoto atomu.
3. Dipól generuje elektrické pole

$$E(\mathbf{r}) = \frac{3(\mathbf{p} \cdot \mathbf{r})\mathbf{p} - r^2\mathbf{p}}{4\pi\epsilon_0 r^5}.$$

Uvažujte systém skládající se ze dvou atomů vzdálených a a s polarizovatelností α . Jaké jsou podmínky pro a a α vedoucí k feroelektrickému uspořádání? Může být systém antiferoelektrický?

4. Zobecněte předchozí příklad na lineární řetízek. Ukažte, že spontánní polarizace může nastat pro případ $\sum n^{-3} \approx 1.202$, kde se sčítá přes všechna přirozená čísla a platí $\alpha \sum n^{-3} \geq \pi\epsilon_0 a^3$.
5. Nejdůležitější příspěvek k paramagnetickému chování CuSO_4 plyne z Cu^{2+} iontů. Jejich magnetické momenty plynou z nespárovaného spinového momentu ($L = 0, J = S = 1/2, g = 2$). Odvoďte pravděpodobnosti, že momenty leží paralelně nebo antiparalelně k magnetickému poli (interakci iontů zanedbejte). Odvoďte vztah pro magnetizaci a magnetickou tepelnou kapacitu ($C_H = (\partial E/\partial T)_H$).
6. Odvoďte vztahy pro teplotní závislost spontánní magnetizace feromagnetu poblíž T_C , využijte “mean field” přístup.
7. Ukažte, že když je teplota značně pod T_C , tak “mean field” teorie pro feromagnet vede na spontánní magnetizaci, která se liší od její hodnoty pro nulovou teplotu exponenciálně v $-1/T$.