

1. IZPIT IZ FIZIKE KONDENZIRANE SNOVI
7. februar 2014

1. Obravnavaj razcep orbital d na enem od ionov v kristalnem polju ostalih ionov v dvodimenzionalnem kristalu. Naboj črnih ionov je e_0 , belih pa $-e_0$. Razdalja med sosednjimi ioni je a .

- (a) Izračunaj krajevno odvisnost coulombskega potenciala, ki ga čuti ion zaradi ostalih ionov v kristalu. Pri tem upoštevaj le prispevke najbližjih sosedov iona. Le-te obravnavaj kot točkaste naboje. Potencial razvij le do vodilnega člena v Taylorjevem razvoju.
- (b) Katere orbitale ostanejo degenerirane po razcepu v kristalnem polju. Računaj v bazi

$$\begin{aligned} d_{xy}(\mathbf{r}) &= xyf(r), & d_{x^2-y^2}(\mathbf{r}) &= \frac{x^2-y^2}{2}f(r), \\ d_{xz}(\mathbf{r}) &= xzf(r), & d_{z^2}(\mathbf{r}) &= \frac{2z^2-x^2-y^2}{2\sqrt{3}}f(r), \\ d_{yz}(\mathbf{r}) &= yzf(r), \end{aligned}$$

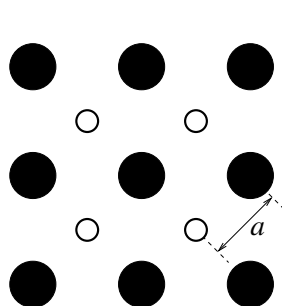
kjer je realna funkcija $f(r)$ odvisna le od oddaljenosti od središča iona, os z pa je pravokotna na ravnino kristala.

- (c) Ali bi račun s točnim coulombskim potencialom odpravil degeneracije orbital iz točke (b)?
2. Atomi s spinom $1/2$ tvorijo navadno kubično mrežo z mrežno razdaljo a . Sklopitev med spini najbližjih sosedov je feromagnetna z izmenjalnim integralom J .

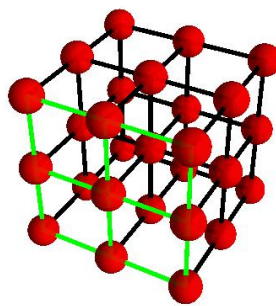
- (a) Izračunaj temperaturo prehoda v urejeno stanje v približku povprečnega polja.
- (b) Izračunaj disperzijo magnonov.
- (c) Oцени gostoto vzbujenih magnonov pri temperaturi iz točke (a). $\int_0^\infty \frac{\sqrt{x}dx}{e^x-1} = 2.32$, $\int_0^1 \frac{\sqrt{x}dx}{e^x-1} = 1.70$
- (d) Obravnavaj kristal, kjer so izmenjalni integrali J_s med najbližjimi sosedi na površini kristala (zelene črte) drugačni kot izmenjalni integrali J med najbližjimi sosedi v notranjosti kristala (črne črte). V takem sistemu imamo poleg običajnih tudi t.i. površinske magnone, katerih valovna funkcija z razdaljo od površine eksponentno pada:

$$|\psi\rangle = A \sum_{n_x=-\infty}^{\infty} \sum_{n_y=-\infty}^{\infty} \sum_{n_z=0}^{\infty} e^{i(k_x n_x a + k_y n_y a)} e^{-\kappa n_z a} S_{n_x n_y n_z}^- |0\rangle.$$

$(n_x, n_y, n_z)a$ so položaji atomov v kristalu (površina je pri $n_z = 0$), $|0\rangle$ pa je osnovno stanje sistema, kjer so vsi spini obrnjeni v smeri osi z . Kakšen naj bo κ , da bo $|\psi\rangle$ lastna funkcija sistema? Predpostavi, da je $J_s < J$.



1. naloga



2. naloga