Pisni izpit iz fizike trdne snovi

29. 6. 1999

1. FeS kristalizira enako kot ZnS v ploskovno centrirani kubični Bravaisovi mreži z bazo. Bazna vektorja sta $\vec{r}_1 = 0$ in $\vec{r}_2 = \frac{a}{4}(1,1,1)$ mrežna konstanta pa $a = 5.41$ A.

   (a) Izračunaj geometrijski sipalni faktor $S_{\vec{k}}$.

   (b) Kolikšna sme biti največ valovna dolžina, da lahko določimo oba atomska sipalna faktorja?

   (c) Na kristal posvetimo z monokromatsko svetlobo z valovno dolžino $\lambda = 2.3$ A. Kako moramo obrniti kristal glede na smer vpadne rentgenske svetlobe, da dobimo uklon pri največem možnem sipalnem kotu?

2. V kubičnem polprevodniku tipa n s ploskovno centrirano Bravaisovo mrežo merimo ciklotronsko resonanco pri frekvenci $\nu = 30$ GHz. Ko je spremenljivo zunanje magnetno polje usmerjeno vzdolž 4-številne osi [100], opazimo dve ciklotronski resonanci pri gostotah magnetnih polj $B_1 = 0.479$ T in $B_2 = 0.214$ T. Magnetno polje nato usmerimo vzdolž 3-številne [111] osi ter opazimo samo eno resonanco s pri polju $B_3 = 0.313$ T. Nazadnje usmerimo magnetno polje še vzdolž dvoštevne osi [110] in spet opazimo dve resonanci. Ena od resonanc se pojavi pri polju B_1 druga pa pri polju $B_4 = 0.276$ T.

   (a) Ugotovi, ali ima neznan polprevodnik minimume prevodnega pasu vzdolž smeri [100] kot Si ali vzdolž smeri [111] kot Ge. Izračunaj efektivne mase vzdolž lastnih osi, ki jih določa posamezen minimum, in izračunaj gostoto stanj na dnu prevodnega pasu? Privzami, da vse opažene ciklotronske resonance pripadajo elektronom v prevodnemu pasu.

   (b) Izračunaj Hallovo konstanto za primer, kadar sta magnetno polje in tok usmerjena vzdolž dveh različnih 4-številnih osi? Privzami, da so vse primesi ionizirane in, da je relaksacijski čas τ izotropen.

3. Obravnavaj nihanje zelo dolge linearne molekularne verige, ki je sestavljena iz dvoatomnih molekul (glej sliko). Vez med atomoma z masama M in m znotraj posamezne molekule obravnavamo kot vzmet s koeficientom k_a. Vezi med molekulami so šibkejše in jih obravnavmo kot vzmeti s koeficientom k_b. Razdalja med atomoma v molekuli je a, razdalja med molekulami pa b.

   (a) Kolikšna sta zvočna hitrost akustičnega in frekvenca optičnega načina nihanja v središču Brillouinove cone? Kakšni so odmiki v obeh primerih?

   (b) Kolikšni sta frekvenci akustičnega in optičnega načina nihanja na robu Brillouinove cone? Kakšni so odmiki v tem primeru?