II. domača naloga iz Fizike trdne snovi

14. 20. 2002 (rok oddaje: 10. 1. 2003)

1. Obravnavaj elektronske pasove, ki izvirajo iz atomskih orbital s, v približku tesne vezi v ploskovno centrirani kubični kristalni strukturi.

   (a) Izračunaj disperzijo elektronske energije in določi lego ekstremov in sedel! V sedlih in ekstremih izračunaj tenzor efektivne mase!

   (b) Numerično izračunaj gostsoto stanj, v odvisnosti od energije! Kolikšna sta povprečno energija, $\overline{\varepsilon}$, in drugi moment gostote stanj, $\overline{(\varepsilon - \overline{\varepsilon})^2}$.

   (c) Analitično razišči lego in obliko singularnosti v gostoti stanj!

2. Pri produkciji ogljkovih nanocevk nastajajo tudi dvodimenzionalne grafitne opne, ki so zložene iz šestkotnikov s stranico a, ki imajo na ogliščih ogljikove atome. V nanocevki je grafitna opna zvita v zelo dolg valj. V približku elektrone na nanocevki lahko obravnavamo tako, da plašč valja razvijemo in dobimo zelo dolg trak. Prečno na trak veljajo periodični robni pogoji: $\Psi(\vec{r} + m\vec{a}_1 + n\vec{a}_2) = \Psi(\vec{r})$, kjer predstavlja $\vec{r}$ točko na traku in $\vec{a}_1$ter $\vec{a}_2$ primitivna vektorja. m in $n$sta celi števili, ki določata način zvitja nanocevke.

   (a) Obravnavaj elektronske pasove na veliki dvodimenzionalni opni v približku skoraj prostih elektronov! Določi primitivno celico, bazo, Bravaisovo mrežo in prvo Brillouinovo cono za opno! Izračunaj razcep med pasovi na robovih Brillouinove cone! Potencial atomov aproksimiraj z $V_0 a^2 \delta_2(\vec{q})$.

   (b) Določi energijske pasove elektronov na homogenem traku, ki ga dobimo pri razvitju valja s premerom d in izračunaj gostoto stanj v odvisnosti od energije! Privzemi, da prečno na trak veljajo periodični robni pogoji.

   (c) Za dolgo nanocevko z $n = 0$ in $m \neq 0$ določi energijske pasove, ki ustrezajo najnižjemu pasu neskončne opne, in skiciraj gostoto stanj kot funkcijo energije! Kako je za poljubna m in n !