

# Gostota stanj v superprevodniku

Matjaž Ivančič

maj, 2008

## Naloga

V BCS teoriji superprevodnosti je eksitacijski spekter stanj elektrona izražen kot

$$E(k) = \pm \sqrt{(\epsilon(k) - E_F)^2 + \Delta(k)^2}, \quad (1)$$

kjer je  $\epsilon(k)$  energija elektrona v odsotnosti superprevodnosti in  $E_F$  pa Fermijeva energija. S poenostavljeno interakcijo med elektroni lahko privzamemo, da je  $\Delta(k) = \Delta$ . Podobno lahko naredimo tudi pri sistemih kjer interakcija kaže na nekovinska osnovna stanja, kot so gostota nabojev, spinov, idr.

Izračunaj gostoto stanj s tem, da privzameš, da  $E_F$  ni blizu van Hovovi singularnosti in  $\Delta \ll E_F$ .

## Rešitev

Pričnemo z definicijo gostote stanj v odsotnosti superprevodnosti  $g(\epsilon)$ , ki jo prevedemo na gostoto stanj v superprevodniku  $g'(E)$ .

Število stanj med  $\epsilon$  in  $\epsilon + d\epsilon$  je tudi kar število stanj med  $E$  in  $E + dE$ , saj  $\Delta$  ni odvisen od  $k$ . Od tod sledi, da je

$$g(\epsilon)d\epsilon = g(\epsilon)\frac{d\epsilon}{dE}dE = g'(E)dE. \quad (2)$$

Predelajmo sedaj enačbo (1) v pripravnejšo obliko, in sicer izrazimo  $\epsilon(k)$  kot funkcijo  $E(k)$  in jo naposled odvajajmo po  $E(k)$ .

$$\epsilon(k) = \sqrt{|E|^2 - \Delta^2} + E_F, \quad (3)$$

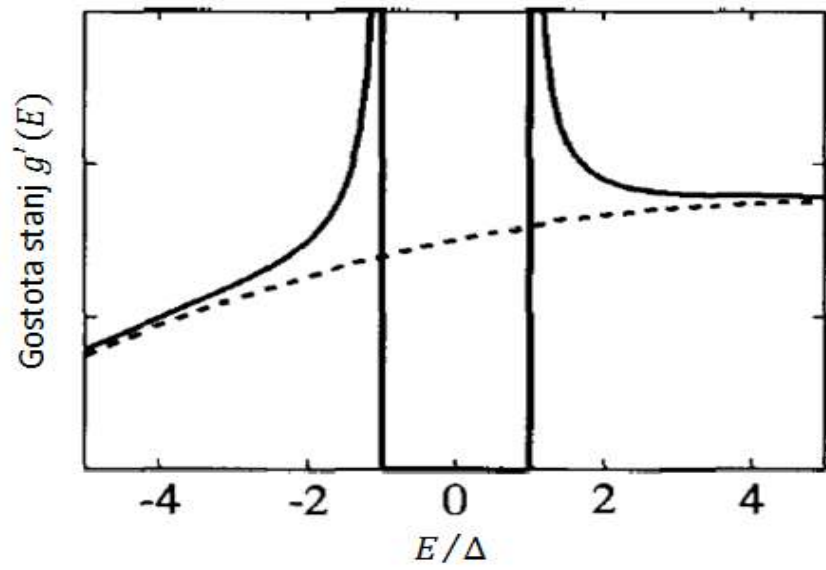
$$\frac{d\epsilon}{dE} = \frac{|E|}{\sqrt{E^2 - \Delta^2}} \quad (4)$$

Dobljeno zvezo sedaj vstavimo v enačbo (2) in dobimo, da je

$$g'(E) = g(\epsilon(E)) \frac{|E|}{\sqrt{E^2 - \Delta^2}}, \quad (5)$$

kar prikazuje tudi slika 1. Nalaganje stanj pri  $E = \pm\Delta$  kompenzira primanjkovanje stanja okrog  $E = 0$  in drži število stanj konstantno. V kolikor  $\Delta$  je odvisna od  $k$ , trditve ne držijo.

Ker smo daleč od van Hovove singularne točke lahko gostoto stanj  $g(\epsilon)$  aproksimiramo s korenem energije in dobimo gostoto stanj prikazano na sliki 1.



**Slika 1** Graf gostote stanj elektrona v superprevodniku (polna črta) in gostota stanj za  $\Delta = 0$  (črtkana črta).