

1.A Pisni izpit iz Nanofizike, 22.4.2022

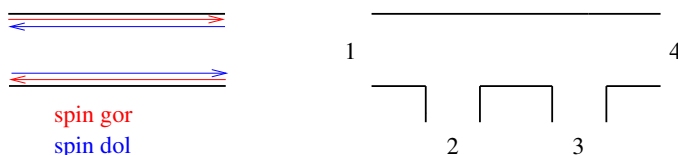
1. Mezoskopski sistem pri temperaturi $T = 0$ priključimo na tri vodnike. Naj prehajanje elektronov med njimi opiše sipalna matrika

$$S = \begin{bmatrix} -1/2 & 1/2 & 1/\sqrt{2} \\ 1/2 & -1/2 & 1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 0 \end{bmatrix}.$$

- Zapiši matriko prevodnosti G_{ij} !
- Na enega od priključkov priklopimo voltmeter, na druga dva pa napetosti V_a in V_b . Kolikšen tok teče skozi sistem in kolikšno napetost pokaže voltmeter? Obravnavaj oba neekvivalentna primera!
- Kako se rezultati iz a) in b) spremenijo, če je temperatura $T > 0$? Odgovor podpri z računom! Privzemi, da sipalna matrika ni odvisna od energije.

2. Za nekatere vrste topoloških izolatorjev je značilen spinski kvantni Hallov pojav, kjer enako kot pri Hallovem pojavu pride do pojava kiralnih robnih stanj, le da se elektroni z obratnim spinom gibljejo v nasprotnih smereh. Zaradi topoloških lastnosti sistema povezanih s simetrijo na obrat časa se elektroni v robnih stanjih ne sipljejo na obratno gibajočih se elektronih, kot bi bili prostorsko ločeni (kot bi imeli opravka z dvema neodvisnima kopijama običajnega kvantnega Hallovega pojava z obratno smerjo magnetnega polja, glej levo sliko!). Do sipanja pa pride v kovinskih priključkih.

- Obravnavaj meritev elektronskega transporta v spinskem kvantnem Hallovem režimu za primer, ki ustreza desni sliki! Zapiši neničelne elemente sipalne matrike in poišči matriko prevodnosti!
- Na priključek 1 priključimo napetost V , priključek 4 ozemljimo, na priključka 2 in 3 pa priključimo voltmetra. Izračunaj V_2 in V_3 !



3. Obravnavaj sipanje elektronov na potencialni stopnici

$$V(x) = \begin{cases} 0 & ; x < 0, \\ V_0 & ; 0 < x < L, \\ 0 & ; x > L. \end{cases}$$

v grafenu.

- Najprej obravnavaj primer, ko elektron vpada v pravokotni smeri, $\mathbf{k} = (k_x, 0)$. Poišči splošno rešitev za valovno funkcijo na različnih območjih, upoštevaj robne pogoje in izpelji prepustnost!
- Sedaj naj vpadni kot zavzame poljubno vrednost $\tan \phi = k_y/k_x \neq 0$. Zapiši splošno rešitev! Upoštevaj robne pogoje in zapiši zveze, ki jim mora zadoščati valovna funkcija!
- Sistem enačb reši za primer, ko $V_0 \rightarrow \infty$ in izpelji prepustnost bariere! Rezultat izrazi s ϕ !