

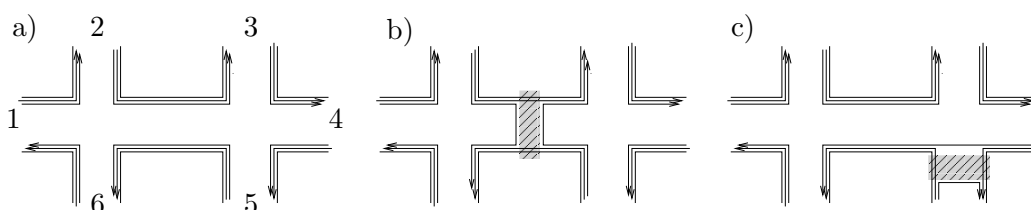
1. Izpit iz Nanofizike, 18.6.2018

1. Popolnoma simetrični stik med tremi kvantnimi vodniki opišemo s sipalno matriko S z matričnimi elementi $S_{11} = S_{22} = S_{33} = (1 + 2e^{i\phi})/3$ in $S_{12} = S_{13} = S_{23} = S_{21} = S_{32} = S_{31} = (1 - e^{i\phi})/3$.

- a) Pokaži, da je S unitarna!
- b) Na priključek 1 priklopimo napetost 1mV, druga dva pa sta ozemljena. Kolikšen tok teče po priključkih 1, 2 in 3, če je ϕ enak 0? Rezultat komentiraj!
- c) Pri katerem ϕ je tok skozi priključka 2 in 3 maksimalen? Kolikšen je? Preveri, da je Kirchoffov zakon o ohranitvi toka zadoščen.

2. Obravnavaj meritev kvantnega Hallovega pojava za primer, ko sta zapolnjena dva Landauova nivoja, kot kaže slika a). Na priključkih 2,3,5 in 6 merimo napetost.

- a) Kolikšen tok teče med priključkoma 1 in 4, če je napetost na priključku 1 enaka 1mV, priključek 4 pa je ozemljen? Zapiši vrednosti napetosti na vseh priključkih!
- b) Sedaj na sistem delujemo z dodatnimi vrati (šrafirano), ki povzročijo, da se eno od robnih stanj odbije, kot kaže slika b). Kolikšne so napetosti na priključkih in kolikšen tok teče med priključkoma 1 in 4 sedaj?
- c) Ponovi račune še za primer, ki ga prikazuje slika c)!



3. Kvantno informacijo bi lahko zakodirali v nabojnem stanju kvantnih pik. Naloga obravnava primer nabojnega kubita v dvojni kvantni piki. Dvojna kvantna pika naj bo v močnem magnetnem polju, zato spinsko prostostno stopnjo zanemari in elektrone obravnavaj kot fermione brez spina. Hamiltonian, ki opisuje tak sistem, je $H = \epsilon n_1 + \epsilon n_2 + V n_1 n_2 + t(c_1^\dagger c_2 + h.c.)$, kjer c_i uniči elektron na piki $i = 1, 2$. $n_i = c_i^\dagger c_i$ je operator števila elektronov na kvantni piki i , ϵ podaja enoelektronske energije, ki jih lahko kontroliramo z napetostmi na vratih, V podaja jakost kapacitivne sklopitve in t tuneliranje elektronov med kvantnima pikama.

- a) Vzemi $t = 0$ in poišči za katere ϵ in V je v osnovnem stanju na dvojni kvantni piki en elektron!
- b) Pri parametrih, ki si jih našel/našla zgoraj je osnovno stanje dvakrat degenerirano in kubit lahko zakodiramo s stanjema $|10\rangle$ (1 elektron na kv. piki 1 in 0 na kv. piki 2) in $|01\rangle$ (1 el. na kv. piki 2 in 0 na kv piki 1). Pokaži, da lahko s kontroliranim priklopom tuneliranja t realiziraš enokubitno operacijo NOT!
- c) Kako bi v paru dvojnih kvantnih pik realizirali dvokubitno operacijo SWAP?