

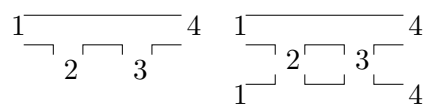
2. Izpit iz Nanofizike, 9.7.2020

1. Pri nalogi nas zanima ali sistem večih enakih sipalcev v kvantnem vodniku kdaj preide v ohmski režim, to je, da njegova upornost narašča sorazmerno s številom sipalcev. Za transport elektronov naj bo pomemben le en prečni valovni način.

- a) Obravnavaj najprej primer dveh sipalcev v koherentnem režimu. Vsak od sipalcev naj bo opisan s sipalno matriko $(r_1, t_1), (t_1, r'_1)$. Elektron na poti od enega do drugega pridobi dinamično fazo χ . Izračunaj prepustnost skozi sistem in skiciraj, kako se le-ta spreminja s χ !
- b) Od tu naprej bomo efekte kvantne interference zanemarili. Izpelji verjetnost za prehod elektrona skozi vodnik v katerem se nahajata dva sipalca! Izpeljavo napravi tudi za splošni primer, $T_1 \neq T_2$.
- c) S pomočjo uporabe rezultata iz b) izpelji verjetnost za prehod skozi sistem treh enakih sipalcev!
- d) Posploši obravnavo za primer N sipalcev. Ali rezultat spominja na upornik v ohmskem režimu?

2. Na slikah je prikazana meritev transporta skozi 2DEG v močnem magnetnem polju, tako da je sistem v režimu celoštevilkega ($N = 1$, $R_H = h/e^2$) Hallovega pojava. Spinsko degeneracijo zanemari.

- a) Najprej obravnavaj levo napravo. Skiciraj gibanje el. v robnih stanjih! Na mesto 1 priklopimo izvir pri napetosti V_1 , na mesto 4 pa ponor pri napetosti V_4 . Kolikšno napetost izmerimo na mestih 2 in 3, če nanju priključimo voltmetra? Kolikšen tok I teče skozi sistem?
- b) Kakšno vrednost dobiš za razmerje $I/(V_2 - V_3)$? Ali se ti rezultat zdi smiselen in zakaj? Ali bi dodatni voltmetri, ki bi jih priključili na sistem med izvir in ponor, tok skozi sistem spremenili?
- c) Sedaj obravnavaj primer na desni sliki. Zopet napravo priklopimo na izvir pri napetosti V_1 (na obe mesti 1) in na ponor pri napetosti V_4 (na obe mesti 4), na 2 in 3 pa priklopimo voltmetra. Skiciraj gibanje el. v robnih stanjih! Izračunaj V_2 in V_3 ! Kolikšen tok teče skozi sistem sedaj? Izračunaj tudi $I/(V_2 - V_3)$!
- d) Ali bi se tok spremenil, če voltmeter 3 odstraniš? Zakaj?



3. Z zakodiranjem kvantne informacije v več fizičnih kubitov lahko odpravimo določene vrste napak. V nalogi nas zanima vezje, ki bi odpravilo t.i. fazni flip, ki spremeni relativno fazo med 0 in 1 za π , torej $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \rightarrow |\psi'\rangle = \alpha|0\rangle - \beta|1\rangle$.

- a) Delovanju katerega operatorja ustreza fazni flip? S katerim operatorjem moramo delovati na stanje ψ' , da napako odpravimo?
- b) Napako vrste NOT se odpravlja s potrojitevjo stanja kubita $|\psi\rangle$ z uporabo vezja spodaj, ki iz stanja ψ vzpostavi stanje $|\psi''\rangle = \alpha|000\rangle + \beta|111\rangle$. Kakšno stanje dobimo, če se stanju ψ'' 'zgodi' enokubitna fazna napaka? Ali lahko ugotovimo, na katerem kubitcu se je napaka zgodila?
- c) Poišči kako razširiti spodnje vezje, da bo uporabno za zakodiranje informacije za odpravo faznih flipov in opiši, kako bi fazne flipe prepoznal in odpravil!

