Physique Mésoscopique

Série 6 Semestre d'été 2000

1 Fluctuations du courant dans un conducteur à 2 contacts

On considère un conducteur à 2 contacts. N_α canaux sont ouverts au contact α. La matrice s est de la forme :

$$s = \begin{pmatrix} r & t' \\ t & r' \end{pmatrix} . \tag{1}$$

Les corrélations des courants aux contacts sont (à fréquence nulle) :

$$\mathcal{S}_{\alpha\beta} = \langle \Delta I_\alpha \Delta I_\beta \rangle = \frac{2e^2}{h} \int \mathrm{d}E \sum_{\gamma,\lambda} \mathrm{Tr} \left\{ A^\alpha_{\gamma\lambda} A^\beta_{\lambda\gamma} \right\} f_\gamma (1 - f_\lambda) , \tag{2}$$

où f_α est la distribution de Fermi au contact α et $A^\alpha_{\gamma\lambda} = \delta_{\alpha\gamma}\delta_{\alpha\lambda} - s^\dagger_{\alpha\gamma} s_{\alpha\lambda}$ les éléments de matrice de l'opérateur de courant au contact α.

1) Trouver les relations entre les sous-matrices r, t, r' et t' qui viennent de l'unitarité de s. En déduire que $t^\dagger t = t' t'^\dagger$.

2) Calculer l'intégrale

$$\int \mathrm{d}E \, \frac{1}{2} \left[f_1(1 - f_2) + f_2(1 - f_1) \right] \tag{3}$$

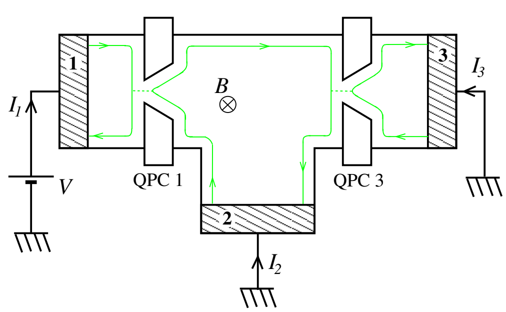
On donne $\int_0^\infty \mathrm{d}x \, \frac{1}{a + \mathrm{ch}\, x} = \frac{1}{\sqrt{a^2 - 1}} \ln \left(a + \sqrt{a^2 - 1} \right)$

3) Déduire les fluctuations $\mathcal{S} = \mathcal{S}_{11} = \mathcal{S}_{22} = -\mathcal{S}_{12}$, qu'on exprimera en fonction des valeurs propres T_n de la matrice $t^\dagger t$.

Étudier les deux cas limites : (i) bruit thermique d'équilibre (Johnson-Nyquist) : $\mu_\alpha = \mu_0 \; \forall \, \alpha$, ($ii$) bruit de grenaille (Shottky) : $T = 0$ K.

2 Bruit de grenaille dans un conducteur à 3 contacts dans le régime de l'effet Hall

Le conducteur de la figure a été réalisé expérimentalement très récemment [Oberholzer *et al.* Physica E **6** (2000)] (voir aussi C. Texier & M. Büttiker, Phys. Rev. B **62** (2000)).



1) Construire la matrice s décrivant la diffusion dans ce conducteur. On introduira les probabilités de réflexion et de transmission aux deux points quantiques : R_1, T_1, R_3 et T_3.
Déduire la matrice des conductances.

2) Donner une version simplifiée de la formule (2) dans le régime du bruit de grenaille.

3) Le contact 1 est à un potentiel $\mu_1 = \mu_0 + eV$ et les deux autres contacts au même potentiel μ_0. Donner la matrice des corrélations des courants aux différents contacts $\mathcal{S}_{\alpha\beta}$. Vérifier que la conservation du courant est satisfaite.