

Physique Mésoscopique

Série 5

Semestre d'été 2000

1 Résistances à quatre contacts

A) On considère le conducteur à quatre contacts de la figure. On rappelle que les résistances à quatre contacts sont reliées aux transmissions $T_{\alpha\beta} = \text{Tr} \left\{ s_{\alpha\beta}^\dagger s_{\alpha\beta} \right\}$ par :

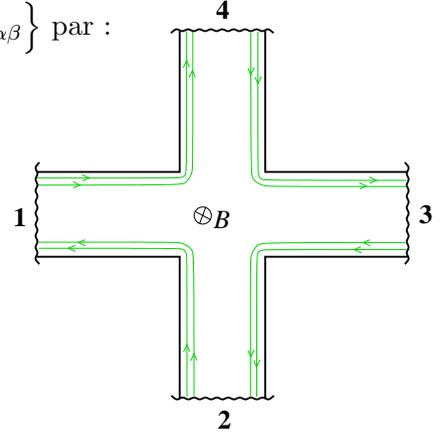
$$\mathcal{R}_{\alpha\beta,\gamma\delta} = \frac{V_\gamma - V_\delta}{I(\alpha \rightarrow \beta)} = \frac{h}{e^2} \frac{T_{\gamma\alpha} T_{\delta\beta} - T_{\gamma\beta} T_{\delta\alpha}}{D} \quad (1)$$

où D est un des sous-déterminants 3×3 de la matrice des conductances $G_{\alpha\beta} = N_\alpha \delta_{\alpha\beta} - T_{\alpha\beta}$.

Remarque importante : l'expression (1) est valable lorsque tous les indices sont différents.

1) Rappeler les symétries de $\mathcal{R}_{\alpha\beta,\gamma\delta}$ (notamment les relations de réciprocité d'Onsager).

2) Donner les transmissions $T_{\alpha\beta}$ pour le conducteur de la figure lorsque N canaux sont ouverts. En déduire quelles sont les résistances à 4 contacts non nulles.

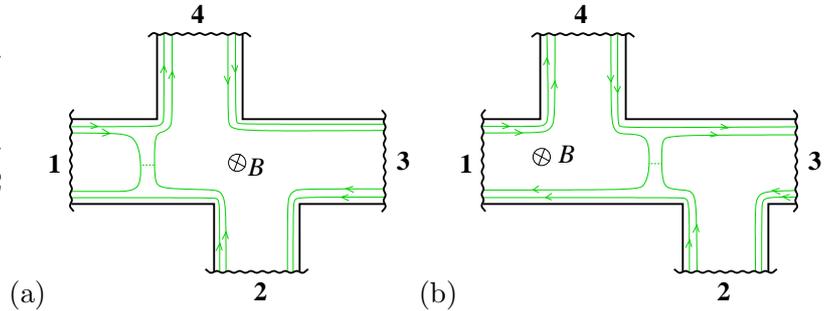


B) On considère maintenant les deux situations (a) et (b) pour lesquelles N états de bord sont ouverts, parmi lesquels l'un est réfléchi avec une probabilité R .

Dans chaque cas :

1) exprimer la matrice des transmissions $T_{\alpha\beta}$.

2) déduire les 4 résistances longitudinales à 4 contacts et les 2 résistances de Hall.



2 Transition entre plateaux de Hall

On considère le conducteur de la figure pour lequel N états de bords sont ouverts. On suppose que les contacts sont identiques. La diffusion à chaque contact est décrite par une matrice

$$s = \begin{pmatrix} -\sqrt{R} & -i\sqrt{T} \\ -i\sqrt{T} & -\sqrt{R} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Lorsqu'un électron fait un tour dans le conducteur il accumule une phase ϕ .

1) Construire la matrice s lorsque $N = 1$ (vérifier l'unitarité!).

2) Déduire la matrice des transmissions lorsque $N > 1$. L'exprimer pour $R = 0$ et $R = 1$. Calculer la résistance Hall $\mathcal{R}_{13,24}$ et la résistance longitudinale $\mathcal{R}_{12,34}$ dans ces deux cas limites. Quel type de comportement ces deux résistances peuvent-elles avoir entre les deux ?

3) *Pour les courageux* : étudier les comportements de ces résistances aux voisinages de $R \sim 0$ et $R \sim 1$.

