Author: XY X Contact: https://github.com/Xky123ff/GIT--DEMO

Contents

引言：从微观散射到宏观电阻

整个理论体系的出发点是一个看似简单的问题：“当一个电子（波）遇到一个复杂的散射区域（如一个分子、一个纳米器件）时，会发生什么？” S 矩阵是回答这个问题的最底层、最精细的语言。然后，我们通过一系列巧妙的“粗粒化”或“平均化”处理，将这个微观图像（S 矩阵）与实验上可直接测量的宏观物理量——电导（G 矩阵）和电阻——完美地联系起来。最后，我们将看到，这个强大的理论框架如何揭示出拓扑物态这种奇异量子现象的独特“输运指纹”。

part1：S 矩阵（scattering matrix）

$$S = \begin{pmatrix} S_{00} & S_{01} & S_{02} & S_{03} & S_{04} & S_{05} \\ S_{10} & S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} & S_{15} \\ S_{20} & S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} \\ S_{30} & S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} & S_{35} \\ S_{40} & S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} & S_{45} \\ S_{50} & S_{51} & S_{52} & S_{53} & S_{54} & S_{55} \end{pmatrix}$$

- 元素S_{ij}：是一个复数。
- 总维度：S 矩阵的总维度是 $\left(\sum_{i=1}^{6} N_i\right) \times \left(\sum_{i=1}^{6} N_i\right)$

1.1 模式 (Modes)

每个端口（电极）在给定的能量 E 下，可以支持特定数量的传播模式（通道），我们记为 N_i（端口 i 的模式数）。

- N_i 是一个整数，由 Kwant 根据电极的能带结构在能量 E 处自动计算。=

```
syst1=make_syst(width=10,length=200,leads_model=model_MTI())
```

Listing 1: 代码示例

- 端口 0 和 3 (lead0) 的宽度为 width=10。
- 端口 1，2，4，5 (lead1，lead2) 的宽度为 width_lead = length//5 = 40。
- 由于宽度不同，不同端口的模式数 N_i 很可能是不相等的。但根据对称性，我们有：
  - $N_0 = N_3$
  - $N_1 = N_5$
  - $N_2 = N_4$

1.2 S 矩阵的结构(从通道到通道)(直接给出：S 矩阵为幺正矩阵，论证：输入等于输出)

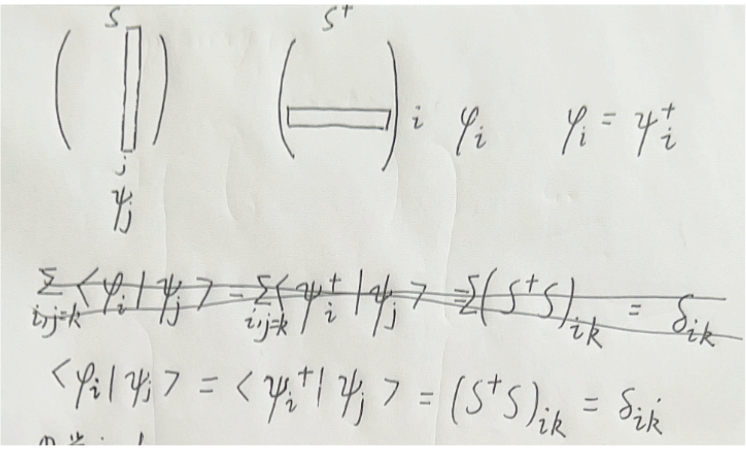
1.2.1 基本定义与物理意义

- S 矩阵是一个复数方阵，它将所有入射（incoming）传播模式的波函数振幅矢量 $\psi_{\in}$线性映射到所有出射（outgoing）传播模式的波函数振幅矢量 ψ_{out}上。

$$\boldsymbol{\psi_{\text{out}} = S \times \psi_{\text{in}}}$$

1.2.2 结构与行列意义

- 方阵：S 矩阵的维度由系统中所有端口的传播模式总数决定，输入维度（总入射模式数）与输出维度（总出射模式数）相等，故为方阵。
- 列（Columns）- “输入”：S 矩阵的第 j 列，是当一个单位通量的电子只从第 **j** 个入射模式注入时，其波函数被散射到所有可能出射模式的最终振幅分布。它描绘了入射模式 j 的完整“散射命运图”。
- 行（Rows）- “输出”：S 矩阵的第 i 行，汇集了所有入射模式对第 i 个出射模式的振幅贡献。它描绘了出射模式 i 的“来源构成分析”。



物理意义:
- i=k，从入射模式 j=k 注入的电子，最终从所有出射模式 i 出来的总概率必须为 1（100%）
- i≠k，S 矩阵的不同列是相互正交的，保证了不同入射通道之间的独立性。