

## Ejercicios para el curso “Física de Nanosistemas”

### Proyecto 1

Estudiamos cadenas, cintas y redes cuadráticas de amarre-fuerte de longitud  $N$  y anchura  $M$ , véase Figure 1. Los sitios de energía  $\varepsilon_i$  están acoplados con la energía  $t$ .

#### Estructura electrónica:

- Determinar las unidades naturales del sistema.
- Dibujar el resultado analítico para la estructura de bandas y la densidad de estados (DOS) de la cadena ( $N = \infty$ ), la cinta ( $N = \infty, M = 3$ ) y la red ( $N = \infty, M = \infty$ ). Comparar con la DOS de gases de electrones.
- Calcular numéricamente la densidad de los estados para una cadena ( $N = 200$ ) y una cinta ( $N = 100, M = 3$ ). Comparar con el resultado analítico.

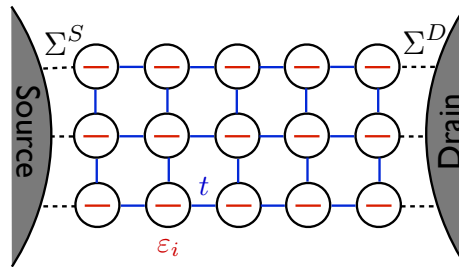


Figura 1: Una cinta amarre-fuerte de longitud  $N = 5$  y anchura  $M = 3$ . Los primeros tres sitios están acoplados a la fuente  $s = \{1, 2, 3\}$ , los últimos tres al drenaje  $d = \{-1, -2, -3\}$ .

#### Transporte electrónico:

Conectamos dos depósitos (fuente  $S$  y drenaje  $D$ ) al sistema para estudiar el transporte electrónico. Estos depósitos están modelados por el modelo de banda ancha, es decir las auto-energías están dadas por  $\Sigma_{ij}^{S/D} = -it_0\delta_{i,s/d}\delta_{ij}$  donde  $s$  y  $d$  indican los sitios acoplados a los depósitos.

- Dibujar la transmisión  $T(E)$  de cadenas homogéneas ( $\varepsilon_i = 0$ ) de varias longitudes  $N = \{5, 10, 20\}$ . ¿Qué determina el número de maximos en la transmisión? En cuales energías la transmisión llega a su máximo?
- Dibujar  $T(E = 0)$  como función de  $N$ . ¿Cómo cambia la transmisión con  $N$ ?

f) Consideramos una cadena con el potencial periodico

$$\varepsilon_i = \begin{cases} +\delta & \text{si } i \text{ es impar,} \\ -\delta & \text{si } i \text{ es par.} \end{cases} \quad (1)$$

Dibujar la transmisión  $T(E)$  para una cadena de la longitud  $N = 20$  y varios  $\delta$ .

g) Consideramos una cadena con desorden en el diagonal. (Es decir los elementos diagonales se eligen aleatoriamente en un rango de energías  $[-\sigma, \sigma]$ .) Calcular la resistencia  $R \equiv \langle 1/T(E=0) \rangle$  donde  $\langle \dots \rangle$  indica el promedio sobre el desorden. Dibujar  $R$  como función de  $N$ . ¿Cómo cambia la resistencia? Se observa transporte Ohmico?

h) Dibujar  $T(E)$  para cintas de anchura  $M = \{3, 5\}$  y longitud  $N = 20$ .