

**Estructura de la Materia 2**  
**Segundo cuatrimestre de 2012**  
**Guía 6: Dinámica de electrones de Bloch**

1. Para una red cuadrada de parámetro  $a$  considere una banda de energía dada por:

$$\epsilon(\vec{k}) = \epsilon_0 - 2t[\cos(k_x a) + \cos(k_y a)]$$

- a) Grafique la velocidad de un electrón en esta banda en dirección  $\vec{k} = (k_x, 0)$ .
  - b) Si el electrón se encuentra en un estado  $\vec{k}$  y no hay campos externos aplicados, ¿cómo se mueve el electrón en el espacio real? Justifique su respuesta.
  - c) Si tenemos un campo eléctrico  $\vec{E} = (0, E_y)$ , ¿cómo evoluciona  $\vec{k}$  en función del tiempo? Haga un gráfico cualitativo de la trayectoria del electrón en el espacio real.
  - d) Calcule el tensor de masa efectiva.
  - e) En esta banda, ¿la aceleración del electrón es paralela al  $\vec{E}$  aplicado? Justifique.
2. (a) Teniendo en cuenta que el tiempo de relajación del cobre es aproximadamente  $20 \times 10^{-14}$  s, cuán intenso debe ser un campo eléctrico para tener una oscilación de Bloch en un tiempo menor que el tiempo de relajación?
- (b) Considere el sistema GaAs, donde a bajas temperaturas los tiempos de relajación pueden llegar a  $3 \times 10^{-10}$  s y es posible construir estructuras artificiales con celdas unidad del orden de  $100 \text{ \AA}$ . En este caso, cuánto debe valer la intensidad del campo eléctrico para ver las oscilaciones de Bloch?
3. Considere una muestra de GaAs, donde la masa efectiva de los electrones de conducción es  $0.067 m_0$ . Al aplicar un campo eléctrico de  $1 \text{ kV/cm}$  ¿Cuál es la velocidad de arrastre si i)  $\tau = 10^{-13}$  s, ii)  $\tau = 10^{-12}$  s o iii)  $\tau = 10^{-11}$  s? Estime la conductividad del material para cada caso. Cómo afectaría a la conductividad un incremento de la temperatura?