Estructura de la Materia 2
Segundo Cuatrimestre 2020
Guía 6: Dinámica de electrones de Bloch

1. Para una red cuadrada de parámetro a considere una banda de energía dada por:
   $\varepsilon(\vec{k}) = \varepsilon_0 - 2t[\cos(k_x a) + \cos(k_y a)]$

   (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 campo de relajación del cobre es aproximadamente 20×10^{-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 3×10^{-10} s y es posible construir estructuras artificiales con celdas unidad del orden de 100 Å. En este caso, cuánto debe valer la intensidad del campo eléctrico para ver las oscilaciones de Bloch?

3. La Fig. 1 representa *superficies* de energía creciente (en el sentido 1 a 4) en la primer zona de Brillouin para electrones en un cristal bidimensional. Analice el movimiento en el espacio k y en el espacio real de un electrón que inicialmente está en cada una de las curvas de energía constante (1 a 4) en presencia de un campo magnético homogéneo y estacionario perpendicular al papel, $\vec{H} = H\hat{z}$. Indique el sentido de las trayectorias y si son órbitas cerradas o abiertas.

   Para encontrar la trayectoria en el espacio k ayuda calcular $\frac{dE(\vec{k}(t)}{dt}$ y $\frac{d(\vec{k}\cdot\vec{H})}{dt}$. Interprete.

   Para encontrar la trayectoria en el espacio real calcule $\hat{H} \times \hbar\dot{\vec{k}}$. Interprete.

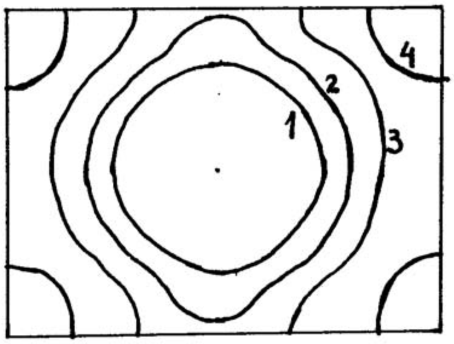

Figure 1: Superficies de energia constante en la primer zona de Brillouin para una red bidimensional.