

## Tarea 8

1.

Consideremos un átomo como un sistema clásico donde un electrón gira alrededor del núcleo. Desde un sistema de referencia en el cual el electrón está instantáneamente en reposo, el núcleo gira alrededor del electrón, y esa corriente genera un campo magnético en el punto donde el electrón está instantáneamente en reposo. En clase hemos calculado ese campo magnético como una aplicación simple de la ley de Biot-Savart. De ese modo obtuvimos

$$\mathbf{B}' = -\frac{Ze}{c} \frac{\mathbf{v} \times \mathbf{r}}{r^3} = -\frac{\mathbf{v} \times \mathbf{E}}{c}$$

donde  $\mathbf{E}$  es el campo eléctrico Coulombiano en el punto donde se encuentra el electrón. Este resultado puede derivarse de un modo más general como consecuencia de las ecuaciones de Maxwell. Considere por ejemplo una carga moviéndose con velocidad  $\mathbf{v}$  hacia una región donde existen un campo eléctrico  $\mathbf{E}$ . Consideremos un circuito como el indicado en la figura, visto desde un sistema donde la carga está instantáneamente en reposo, de modo que el campo eléctrico "se mueve" hacia el circuito. Mostrar que la derivada temporal del flujo eléctrico a través del circuito puede escribirse como

$$\frac{d\Phi'_E}{dt} = -\oint (\mathbf{v} \times \mathbf{E}) \cdot d\mathbf{l}$$

donde el lado derecho es una integral de línea sobre el circuito. Aplicando entonces la ecuación de Ampere-Maxwell, mostrar que esto implica

$$\mathbf{B}' = -\frac{\mathbf{v} \times \mathbf{E}}{c}$$

2. (Para fin de año).

a) Calcular la estructura de bandas del grafeno, silicio, y germanio utilizando el método de tight-binding con los parámetros universales de Harrison,

TB parameters	$\eta_{ss\sigma}$	$\eta_{sp\sigma}$	$\eta_{pp\sigma}$	$\eta_{pp\pi}$
Universal	-1.32	1.42	2.22	-0.63

(in eV)	C	Si	Ge
$\varepsilon_s$	-19.38	-14.79	-15.16
$\varepsilon_p$	-11.07	-7.59	-7.33
$\lambda$	0	0.030	0.194

b) Calcular la estructura de bandas del silicio y del germanio usando el método de pseudopotenciales con

(in eV)	Si	Ge
$V_3$	-2.87	-3.66
$V_8$	0.544	0.517

### Challenge problem

- Repetir el cálculo de pseudopotenciales utilizando agregando  $V_{11} = 1.088$  eV (Si) y  $V_{11} = 0.476$  eV (Ge).
- Agregar la interacción spin-órbita a los cálculos de pseudopotenciales del silicio y del germanio utilizando la expresión que aparece en la ecuación (8) del paper M. N. Rieger and P. Vogl, Phys. Rev. B **48** (19), 14276 (1993).