

IE-0311: Dispositivos semiconductores
Cuestionario de investigación
Primer semestre, 2021

Instrucciones generales:

- a. El siguiente cuestionario está compuesto por diez preguntas **numeradas desde el número cero hasta el número nueve**.
- b. Cada estudiante debe responder **tres preguntas** del cuestionario para optar por el 20% correspondiente de la nota del curso.
- c. **NO** se otorgará puntaje adicional por responder más preguntas de las solicitadas.
- d. Cada estudiante **DEBE responder, obligatoriamente**, las preguntas cuyo número corresponde a los últimos tres dígitos de su carné universitario. Por ejemplo, si su carné es B41047, DEBE responder las preguntas 0, 4 y 7.
- e. En caso de tener números repetidos, deberá usar los últimos cuatro o cinco dígitos de su número de carné, según sea necesario. Por ejemplo, si su carné es B41007 deberá responder las preguntas 0, 1 y 7. Mientras que si es B41555 deberá responder la 1, la 4 y la 5.
- f. Las respuestas al cuestionario deben ser entregadas en la carpeta correspondiente del portal de Mediación Virtual a más tardar el **sábado 8 de mayo a las 8:00am**. Se espera un archivo en cualquier formato estándar de la industria, como pdf, docx, doc, etc. Es aceptable incluir fotografías de soluciones manuscritas, siempre y cuando las imágenes sean claramente legibles.
- g. Para responder las preguntas se puede recurrir a material de apoyo de cualquier fuente, pero **NO intercambiar información entre compañeros de clase**. Respuestas con un alto grado de coincidencia serán analizadas en detalle para garantizar que no haya situaciones de plagio.
- h. Con respecto a las fuentes consultadas, aplican también los reglamentos universitarios en cuanto a situaciones de plagio. Cuando corresponda, las citas textuales deben usarse entrecomilladas y, en todos los casos se debe citar la fuente, ya sea en **formato APA o IEEE**.
- i. Además de las respuestas a las preguntas, el documento entregado por el estudiante debe incluir la **lista de las referencias consultadas**, en formato APA o IEEE.
- j. **NO** es aceptable copiar y pegar respuestas directamente de alguna fuente. Se esperan respuestas comprensivas y razonadas donde cada estudiante asimila los temas de las preguntas y responde en sus propias palabras. Cada paso de las respuestas debe estar debidamente justificado.
- k. En caso de detectarse **situaciones de plagio** aplicarán **todos los extremos de la normativa universitaria** correspondiente.
- l. En caso de dudas con respecto a los enunciados de las preguntas, la logística de entrega del cuestionario o estas instrucciones, **puede contactar al profesor** por teléfono, correo electrónico, o mensajes, **usando los contactos indicados en la carta al estudiante del curso**.

m. Cada pregunta del cuestionario será calificada de acuerdo a la siguiente rúbrica de calificación:

- Planteo del problema (20%)
- Extracción de datos (10%)
- Suposiciones teóricas (10%)
- Cálculos y operaciones (20%)
- Justificación de la respuesta (40%)

n. La nota del cuestionario corresponde al promedio de las calificaciones de las tres preguntas respondidas.

Cuestionario:

0. Determine para qué valor de energía por encima de E_F (en términos de kT) la función de probabilidad de Fermi-Dirac está dentro de un 1% de margen con respecto a la aproximación de Boltzmann. Obtenga el valor de la función de probabilidad para este valor de energía.
1. Considere una muestra de silicio a $T = 300K$, que tiene $n_0 = 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. Determine $E_c - E_F$.
2. Para que la aproximación de Boltzmann sea válida en un semiconductor, el nivel de Fermi debe estar por lo menos $3kT$ por debajo del nivel donante en un material tipo n y al menos $3kT$ por encima del nivel aceptor en un material tipo p. Si $T = 300K$, determine la máxima concentración de huecos en una muestra de silicio tipo p para que la aproximación de Boltzmann sea válida.
3. Suponga que $E_F = E_v$ a $T = 300K$ para una muestra de silicio. Determine p_0 .
4. Considere un pozo de potencial infinito tridimensional con todos sus tres anchos correspondientes a $a = 10 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Suponiendo la masa del electrón libre, ¿cuál es la energía de Fermi de este sistema a $T = 0K$?
5. El nivel de Fermi en silicio tipo n a $T = 300K$ es 245 meV por debajo de la banda de conducción y 200 meV por debajo de la banda donante. Determine la probabilidad de encontrar un electrón en la banda donante.
6. La concentración de electrones en un semiconductor viene dada por $n = 10^{16}(1-x/L) \text{ cm}^{-3}$ para $0 \leq x \leq L$, donde $L = 10 \mu\text{m}$. La movilidad de los electrones y el coeficiente de difusión para este material son, respectivamente, $\mu_n = 1000 \text{ cm}^2/\text{V-s}$ y $D_n = 25,9 \text{ cm}^2/\text{s}$. Se aplica un campo eléctrico tal que la densidad de corriente total de los electrones es una constante a través de un rango dado de x y su valor corresponde a $J_n = -80 \text{ A/cm}^2$. Determine la función para el campo eléctrico requerido en términos de la distancia.
7. En el arsenuro de galio (GaAs) la concentración de impurezas donantes varía según la función $N_{d0} \cdot e^{(-x/L)}$ para $0 \leq x \leq L$, donde $L = 0,1 \mu\text{m}$ y $N_{d0} = 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Suponga que $\mu_n = 6000 \text{ cm}^2/\text{V-s}$ y $T = 300K$. Determine el campo eléctrico inducido que genera una corriente de deriva que compensa la densidad de la corriente de difusión.
8. En una muestra de silicio tipo n, el nivel de energía de Fermi varía linealmente con la distancia a través de un rango corto. Para $x = 0$, $E_F - E_{Fi} = 0,4 \text{ eV}$, y $x = 10^{-3} \text{ cm}$, $(E_F - E_{Fi}) = 0,15 \text{ eV}$. Si el coeficiente de difusión de los electrones es $D_n = 25 \text{ cm}^2/\text{s}$, calcule la densidad de corriente de difusión para $x = 5 \times 10^{-4} \text{ cm}$.
9. Para que la aproximación de Boltzmann sea válida en un semiconductor, el nivel de Fermi debe estar por lo menos $3kT$ por debajo del nivel donante en un material tipo n y al menos $3kT$ por encima del nivel aceptor en un material tipo p. Si $T = 300K$, determine la máxima concentración de electrones en una muestra de arsenuro de galio (GaAs) tipo n para que la aproximación de Boltzmann sea válida.