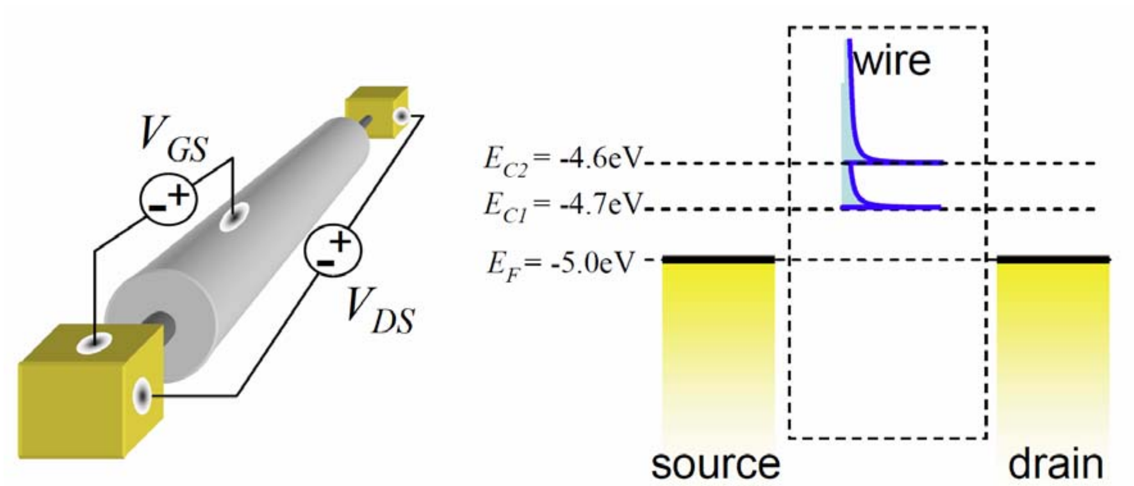
RELACIÓN DE PROBLEMAS – Tema5

1.- Realizar ejercicio 1 del Tema 5 del libro de Marc Baldo.

2.- Considere el hilo (Quantum Wire) de la siguiente figura: Este hilo presenta sólo dos modos energéticos localizados en E_{c1}=-4.7eV y en E_{c2}=-4.6eV. Desarrolle una expresión analítica de la curva I_{DS}-V_{DS} en función de V_{GS} a Tª=0K. Represente la solución para $0<V_{DS}<0.5$ en los casos V_{GS}=0.3V, 0.35V, 0.4V, 0.45V y 0.5V.
Suponer $C_S=C_D=0$ y C_G=50aF.
<u>Datos</u>: $m=m_0=9.1\text{x}10^{-31}$kg.



Hasta aquí el ejercicio coincide con el número 2 del tema 5 del libro de M. Baldo. A continuación se pide repetir el cálculo para T=300K. En este caso será necesario hacer un estudio numérico.
Considere dos situaciones en los cálculos:
a.- C_G=50aF y q^2/C_{ES}=0eV; no hay autoconsistencia.
b.- C_G=50aF y $q^2/C_{ES} \neq$ 0eV; cálculo autoconsistente.
Compare y explique los resultados obtenidos. Para el caso (a) suponga inicialmente Tª→0K y comparar los resultados numéricos y analíticos. Después compare con el cálculo numérico para Tº superiores.
La solución obtenida debe ser similar a la Fig. 5.25 del libro.

3.- Deducir las siguientes expresiones

$$I_{DS} = \frac{qW}{\pi^2\hbar^2}\sqrt{\frac{8m}{9}}(\eta q)^{3/2}\left[(V_{GS}-V_T)^{3/2}-(V_{GS}-V_T-V_{DS}/\eta)^{3/2}\right]$$

$$I_{DS} = \frac{qW}{\pi^2\hbar^2}\sqrt{\frac{8m}{9}}(\eta q)^{3/2}(V_{GS}-V_T)^{3/2}$$

correspondientes al Ballistic Quantum Well siguiendo los pasos del libro de M. Baldo.

4.- Calcule numéricamente la característica I-V de un FET-2D balístico con un único modo y solución auto consistente para el potencial U.

a.- Represente los resultados obtenidos para la siguiente situación:
T=1K y T=298K en el rango de tensiones $0 < V_{DS} < 0.5$, y V_{GS} = 0.3V, 0.35V, 0.4V, 0.45V y 0.5V. En el equilibrio E_C=-4.7eV, y E_F=-5.0eV, L=40nm, W=3×L, y C_G=0.1fF, C_D=C_S=0. Suponga la masa efectiva $m_{eff}=0.5\times m_0=0.5\times 9.1\times 10^{-31}$kg.
La solución se encuentra representada en la Fig. 5.26 del libro.

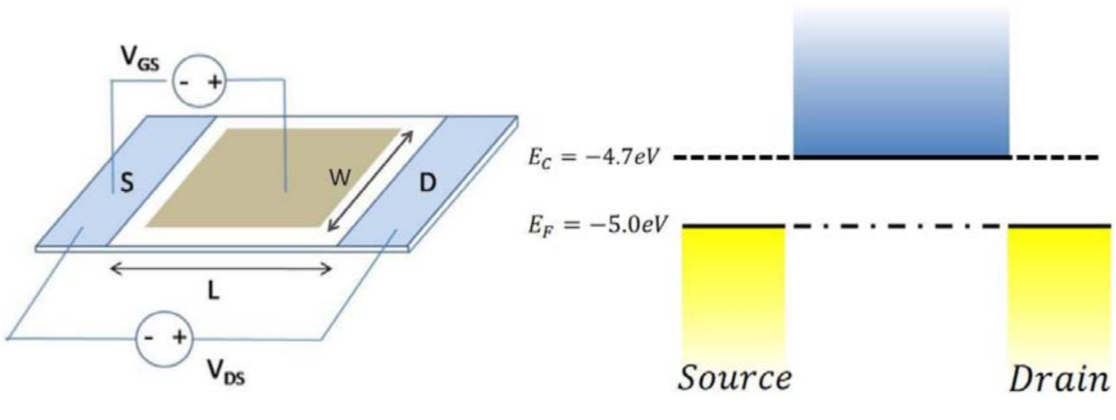
b.- Compare sus resultados numéricos con las soluciones analíticas para la región lineal y de saturación (Eqns (5.60) and (5.61)). Explique las discrepancias.

c.- Determine numéricamente I_{DS} vs V_{GS} cuando V_{DS}=0.5V y T=298K. Representa la corriente en escala logarítmica y demuestre que la pendiente subumbral es de 60mV/década.

d.- Utilice el apartado anterior para estimar un nuevo valor de VT de manera que la solución analítica para la región de saturación (Eq. (5.61)) proporcione un mayor ajuste a T=300K. Comente su elección.

5.- Calcule la característica I-V de un transistor MOSFET utilizando dos descripciones diferentes: a.- Pozo cuántico 2D en el régimen balístico (Utilice los resultados del ejercicio anterior) y transporte semiclásico. Represente la solución para $0<V_{DS}<0.5$ en el caso V_{GS}=0.5V.
<u>Datos</u>: Tª=0K, $m_{eff}=0.5\times m_0=0.5\times 9.1\times 10^{-31}$kg.
L=40nm, W=120nm, C_S=C_D=0 y C_G=0.1fF.
μ_n=300cm^2/Vs, L=40nm, W=3×L, V_T=0.3V, y C_G=0.1fF.

Suponga ahora que para el transistor balístico $C_Q \rightarrow \infty$. Calcule y represente en una misma figura la característica I-V para T=0K y 298K. Explique los resultados obtenidos.



Nota: El uso de un modelo semiclásicos para un transistor tan corto es inadecuado.