

Relacion-de-problemas-Bloque-II-...



LucyCs



Fundamentos Físicos de la Informática



1º Grado en Ingeniería Informática



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad de Málaga

Máster

Online en Ciberseguridad

Nº1 en España según El Mundo



Hasta el 46%
de beca



Mejor Máster
según el
Ranking de
EL MUNDO

Para ser el mejor hay que aprender
de los mejores.

IMF

Smart Education

Deloitte.

Infórmate

Consigue Empleo o Prácticas

Matricúlate en IMF y accede sin coste a nuestro servicio de Desarrollo Profesional con más de 7.000 ofertas de empleo y prácticas al mes.



Relación de problemas Bloque II resuelta

viernes, 24 de noviembre de 2023 17:04

1. Una radiación lumínosa de 2000 Å de intensidad 3 mW/m² incide sobre un metal de cobre cuya función trabajo es 1 eV. Calcular (a) el número de fotones por unidad de tiempo y área que llegan al metal; (b) la energía cinética de los fotoelectrones emitidos. DATOS: $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
SOL.: (a) $3.017 \cdot 10^{19} \text{ fotones/m}^2\text{s}$; (b) $8.34 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$\lambda = 2000 \text{ Å} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}; I = 3 \text{ mW/m}^2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2; \lambda = h\nu = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$a) I = N_f \cdot h \cdot v \rightarrow N_f = \frac{I}{h \cdot v} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{6.62 \cdot 10^{-34} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 3'02 \cdot 10^{15} \text{ fotones/m}^2\text{s} \quad \checkmark$$

$$c = \lambda \cdot v \rightarrow v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 1.5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$b) \text{Por el efecto fotoeléctrico: } h \cdot v = E_c + \lambda \nu \rightarrow E_c = h \cdot v - \lambda \nu = 6.62 \cdot 10^{-34} \cdot 1.5 \cdot 10^{15} - 1.6 \cdot 10^{-19} = 8.33 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \checkmark$$

2. El cesio metálico se usa mucho en fotocélulas y en cámaras de televisión ya que tiene la energía de ionización más pequeña de todos los elementos estables. (a) ¿Cuál es la energía cinética máxima de un fotoelectrón emitido por el efecto fotoeléctrico de 500 nm? (Tenéase en cuenta que no se emiten fotoelectrones si la longitud de onda de la luz utilizada para irradiar la superficie del cesio es mayor de 660 nm); (b) usar la masa en reposo del electrón para calcular la velocidad del fotoelectrón del apartado (a). DATOS: $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
SOL.: (a) $E_{cmáx} = 9.629 \cdot 10^{-20} \text{ J}$; (b) $v = 4.60 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$a) m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; \lambda = 500 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}; \lambda_0 = 6.6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$c = \lambda_0 \cdot v_0 \rightarrow v_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{6.6 \cdot 10^{-7}} = 4.54 \cdot 10^14 \text{ Hz}$$

$$\lambda \nu_0 = h \cdot v_0 = 6.62 \cdot 10^{-34} \cdot 4.54 \cdot 10^14 = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Por el efecto fotoeléctrico: } h \cdot v = E_{cmáx} + \lambda \nu_0 \rightarrow E_{cmáx} = h \cdot v - \lambda \nu_0 = 6.62 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} - 3 \cdot 10^{-19} = 9.72 \cdot 10^{-20} \text{ J} \quad \checkmark$$

$$c = \lambda \cdot v$$

$$b) E_{cmáx} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v^2 \rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{cmáx}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.72 \cdot 10^{-20}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 4.6 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad \checkmark$$

3. La radiación emitida por electrones que caen de un estado energético de 30.4 eV a otro de 5.54 eV se utiliza para irradiar un metal y producir efecto fotoeléctrico. Determinar: (a) La longitud de onda y frecuencia de la radiación utilizada; (b) El número de fotones por unidad de tiempo y área que llegan al metal si está radiación tiene una intensidad de 3 mW/m²; (c) el trabajo de extracción del metal si el potencial de frenado medido es de 22.4 V; (d) la frecuencia umbral para la fotoeléctrica del metal utilizado.
SOL.: a) $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, $v = 6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$; b) $7.6 \cdot 10^{14} \text{ fotones/m}^2\text{s}$; c) $W_0 = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; d) $v_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$a) E_{c_0} = 30.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}, E_{c_f} = 5.54 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = p \cdot c \rightarrow p = \frac{(30.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} - 5.54 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19})}{c} = 1.33 \cdot 10^{-16} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$c = \lambda \cdot v \rightarrow v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \checkmark$$

$$b) I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

$$I = N_f \cdot h \cdot v \rightarrow N_f = \frac{I}{h \cdot v} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{6.62 \cdot 10^{-34} \cdot 6 \cdot 10^{14}} = 7.55 \cdot 10^{14} \text{ fotones/m}^2\text{s} \quad \checkmark$$

$$c) V_{frenado} = 22.4 \text{ V}$$

$$E_{cmáx} = e \cdot V_{frenado} = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 22.4 = 3.584 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Según el efecto fotoeléctrico:

$$d) \lambda_{frenado} = h \cdot v_0 \rightarrow v_0 = \frac{h}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{6.62 \cdot 10^{-34}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \checkmark$$

4. Calcular la longitud de onda asociada a una partícula que se mueve con una velocidad de $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ (se tratan partículas: (a) un electrón; (b) un protón; (c) una bola de 0.2 kg de masa). DATOS: $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $m_p = 1.65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
SOL.: a) $\lambda_e = 363.736 \text{ pm}$; b) $\lambda_p = 0.2 \text{ pm}$; c) $\lambda_{bola} = 1.655 \cdot 10^{-30} \text{ pm}$

$$v = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$a) p = \frac{h}{\lambda}$$

$$m_e \cdot v = \frac{h}{\lambda_e} \rightarrow \lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34}}{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^6} = 3.637 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad \checkmark$$

$$b) p = \frac{h}{\lambda}$$

$$m_p \cdot v = \frac{h}{\lambda_p} \rightarrow \lambda_p = \frac{h}{m_p \cdot v} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34}}{1.65 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^6} = 2 \cdot 10^{-13} \text{ m} \quad \checkmark$$

$$c) p = \frac{h}{\lambda}$$

$$m_b \cdot v = \frac{h}{\lambda_b} \rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m_b \cdot v} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34}}{0.2 \cdot 2 \cdot 10^6} = 1.655 \cdot 10^{-30} \text{ m} \quad \checkmark$$

5. (a) Escriba la configuración electrónica del estado fundamental del atomo de oxígeno ($Z = 8$) y el conjunto de números cuánticos n , ℓ , m_l y m_s de cada electrón del oxígeno. (b) ¿Qué elementos poseen las siguientes configuraciones electrónicas: (1) $1s^2 2s^2 2p^3 3p^1$ (2) $1s^2 2s^2 2p^3 3p^1 4s^2$

$$a) 1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow l=0 \rightarrow m_l=0 \rightarrow m_s = \begin{cases} 1/2 & (2,0,0,1/2) \\ -1/2 & (2,0,0,-1/2) \end{cases}$$

$$h=2 \rightarrow l=1 \rightarrow m_l=-1 \rightarrow m_s = \begin{cases} 1/2 & (2,1,0,1/2) \\ -1/2 & (2,1,0,-1/2) \end{cases}$$

$$\rightarrow m_l=0 \rightarrow m_s = \begin{cases} 1/2 & (2,1,1,1/2) \\ -1/2 & (2,1,1,-1/2) \end{cases}$$

$$\rightarrow m_l=1 \rightarrow m_s = \begin{cases} 1/2 & (2,2,0,1/2) \\ -1/2 & (2,2,0,-1/2) \end{cases}$$

$$b) 1s^2 2s^2 2p^3 3p^1 \rightarrow [S (Sobrio)] \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3 3p^1 4s^2 \rightarrow [L (Loco)] \quad \checkmark$$

¿Quieres conocer todos los servicios?



6. Algunas moléculas de colorantes orgánicos poseen una cadena lineal de átomos de carbono en linea recta. Los 7 electrones que hacen de enlace entre esos átomos se comportan de forma parecida a como lo hacen las partículas cuánticas en una caja de energía potencial. Para estas moléculas se utiliza un modelo sencillo que supone a los electrones como partículas cuánticas confinadas en una caja de energía unidimensional de longitud 0.94 nm. (a) Calcular la energía total del conjunto de los 7 electrones. (b) El color del colorante se debe a la transición entre los estados $n=3$ y $n=4$. Calcular la longitud de onda de ese color.

SOL: (a) $E_1 = 2.97 \cdot 10^{-18} \text{ J}$; (b) $\lambda = 420 \text{ nm}$

$$| = 0'94 \text{ nm} = 0'94 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

a)

$$E_1 = \frac{\hbar^2}{8m^3} = \frac{(6'62 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \cdot (0'94 \cdot 10^{-9})^2} = 6'81 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_2 = E_1 \cdot n^2 = 6'81 \cdot 10^{-20} \cdot 4 = 2'724 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; E_3 = E_1 \cdot n^2 = 6'81 \cdot 10^{-20} \cdot 9 = 6'129 \cdot 10^{-19} \text{ J} ; E_4 = 6'81 \cdot 10^{-20} \cdot 16 = 1'9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_T = 2E_1 + 2E_2 + 2E_3 + E_4 = 3 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$\Delta E = h \cdot v \rightarrow v = \frac{\Delta E}{h} = \frac{9'1 \cdot 10^{-18}}{6'62 \cdot 10^{-34}} = 7'36 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$c = \lambda \cdot v \rightarrow \lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{7'36 \cdot 10^{14}} = 4'1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

7. Para los siguientes conjuntos de números cuánticos n, l, m_l indicar cuáles son correctos y qué orbital representan. (a) 2, 2, 0 (b) 3, 2, 0 (c) 3, 0, 3 (d) 1, 1, 0 (e) 2, 1, 0.

- a) No es correcto, pues el número cuántico l sólo puede tomar valores desde 0 hasta $n-1$, luego n no puede ser igual que 1. ✓
 b) Es correcto, y representa el orbital $3d$. ✓
 c) No es correcto, ya que el número cuántico l sólo toma valores desde -1 hasta +1, luego no puede ser mayor a 1. ✓
 d) No es correcto, por la misma justificación que en el a). ✓
 e) Es correcto, y representa el orbital $2p$. ✓

8. La resistividad del cobre es de $1,675 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ siendo la concentración de electrones en el mismo $8.48 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Determinar la velocidad del arrastre de los electrones de conducción al aplicar un campo eléctrico de 10 V/m .

SOL: $v = 44.3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$p = 1675 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}; h = 8'48 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; E = 10 \text{ V/m}$$

$$p = \frac{1}{\sigma} \rightarrow \sigma = \frac{1}{p}$$

$$\mu = \frac{e \cdot N_A}{h \cdot c} = \frac{e}{p \cdot h \cdot c} = \frac{1}{1675 \cdot 10^{-8} \cdot 8'48 \cdot 10^{22} \cdot 10 \cdot 10^{-9}} = 4'14 \cdot 10^3 \text{ A/Vs}$$

$$V_d = M \cdot E = 4'14 \cdot 10^3 \cdot 10 = 4'14 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

9. La energía de Fermi de la plata es 5.1 eV. Calcular a 300 K, la probabilidad de que esté ocupado un estado cuya energía es: (a) 5 eV; (b) 5.2 eV; (c) 6 eV; (d) Calcular la temperatura a la que la probabilidad de ocupación de un estado de 5.2 eV de energía es del 10%. DATO: $k_B = 1'38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
 SOL: (a) $p(E_1) = 97.95\%$; (b) $p(E_2) = 2.05\%$; (c) $p(E_3) = 7.84 \cdot 10^{-14}\%$; (d) $T = 257.67 \text{ K}$.

$$E_F = 5'1 \cdot 10^{-19} \text{ J}; T = 300 \text{ K}$$

a) Utilizando la función de distribución de Fermi-Dirac: $E_F = 5'1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$F(E_i) = \frac{1}{1 + e^{(E_i - E_F)/kT}} = \frac{1}{1 + e^{(5 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})/1'38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}} = 0'98 \rightarrow p = 0'98 \cdot 100 = 98\%$$

b) $E_i = 5'2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$F(E_i) = \frac{1}{1 + e^{(E_i - E_F)/kT}} = \frac{1}{1 + e^{(5'2 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})/1'38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}} = 0'0208 \rightarrow p = 0'02 \cdot 100 = 2'05\%$$

c) $E_i = 6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$F(E_i) = \frac{1}{1 + e^{(E_i - E_F)/kT}} = \frac{1}{1 + e^{(6 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})/1'38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}} = 7'86 \rightarrow p = 7'86 \cdot 100 = 7'86 \cdot 10^{-14}\%$$

d) $E_i = 5'2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$p = x \cdot 100 = 10\% \rightarrow x = 0'1$$

$$F(E_i) = \frac{1}{1 + e^{(E_i - E_F)/kT}} = \frac{1}{1 + e^{(5'2 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})/1'38 \cdot 10^{-23} \cdot T}} = 0'1$$

$$\frac{1}{0'1} - 1 = e^{-x}$$

$$\ln(\frac{1}{0'1} - 1) = \frac{(5'2 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})}{1'38 \cdot 10^{-23} \cdot T} \rightarrow T = \frac{(5'2 \cdot 10^{-19} - 5'1 \cdot 10^{-19})}{1'38 \cdot 10^{-23} \cdot \ln(\frac{1}{0'1} - 1)} = 527'67 \text{ K}$$

10. Calcular la movilidad de los electrones libres del aluminio sabiendo que existen tres de estos electrones por átomo. Datos: densidad = 2.7 g/cm^3 ; $\rho = 3.44 \cdot 10^{-8} \Omega \text{cm}$; $M_a = 26.97 \text{ u}$; $N_A = 6'023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 SOL: $10^{-3} \text{ m}^2/\text{Vs}$

$$3e^-/\text{átom} \rightarrow 3e^-/\text{átom} \rightarrow Z = 3; d_m = 2'7 \text{ g/cm}^3; \rho = 3'44 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{cm} = 3'44 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} ; M_a = 26.97 \text{ u} ; N_A$$

$$n = Z \cdot N_A \cdot \frac{dn}{M} = 3 \cdot 6'023 \cdot 10^{23} \cdot \frac{2'7}{26.97} = 18'10^{23} \text{ cm}^{-3}$$

$$n \cdot e \cdot M = \sigma \cdot E \rightarrow M = \frac{1}{\rho \cdot n \cdot e} = \frac{1}{3'44 \cdot 10^{-8} \cdot 18'10^{23} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 10 \text{ cm}^2/\text{Vs} = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{Vs}$$

11. Cuando la temperatura de un cristal de Ge intrínseco pasa de 20°C a 30°C, su conductividad se incrementa un 50 %. (a) Determinar la anchura de su banda prohibida, E_g . (b) En el caso del Silicio, $E_g = 1.1 \text{ eV}$, ¿cuál es el porcentaje de cambio de su conductividad para el mismo cambio de temperatura?

SOL: (a) $E_g = 0.64 \text{ eV}$; (b) 105%.

$$T_0 = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}; T_F = 30^\circ \text{C} = 303 \text{ K}; \sigma = 1'5$$

a) $1'5 = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{e^{-E_g/2KT_F}}{e^{-E_g/2KT_0}} = e^{\left(\frac{-E_g}{2KT_F} + \frac{E_g}{2KT_0}\right)}$

$$\ln(1'5) = -\frac{E_g}{2KT_F} + \frac{E_g}{2KT_0} = E_g \left(-\frac{1}{2KT_F} + \frac{1}{2KT_0}\right) \rightarrow E_g = \frac{\ln(1'5)}{\left(-\frac{1}{2 \cdot 1'38 \cdot 10^{-23}} + \frac{1}{2 \cdot 1'38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}\right)} = 9'935 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0'62 \text{ eV}$$

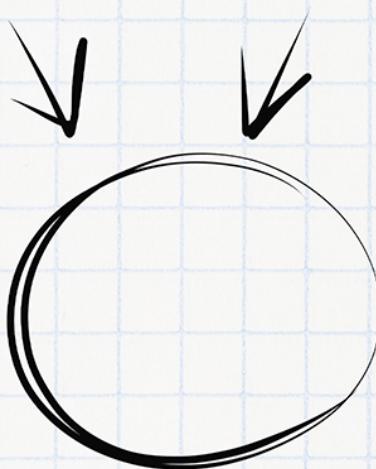
✓

Imagínate aprobando el examen

Necesitas tiempo y concentración

Planes	PLAN TURBO	PLAN PRO	PLAN PRO+
diamond Descargas sin publi al mes	10 🟡	40 🟡	80 🟡
clock Elimina el video entre descargas	✓	✓	✓
folder Descarga carpetas	✗	✓	✓
download Descarga archivos grandes	✗	✓	✓
circle Visualiza apuntes online sin publi	✗	✓	✓
glasses Elimina toda la publi web	✗	✗	✓
€ Precios	Anual <input type="checkbox"/>	0,99 € / mes	3,99 € / mes
			7,99 € / mes

Ahora que puedes conseguirlo,
¿Qué nota vas a sacar?

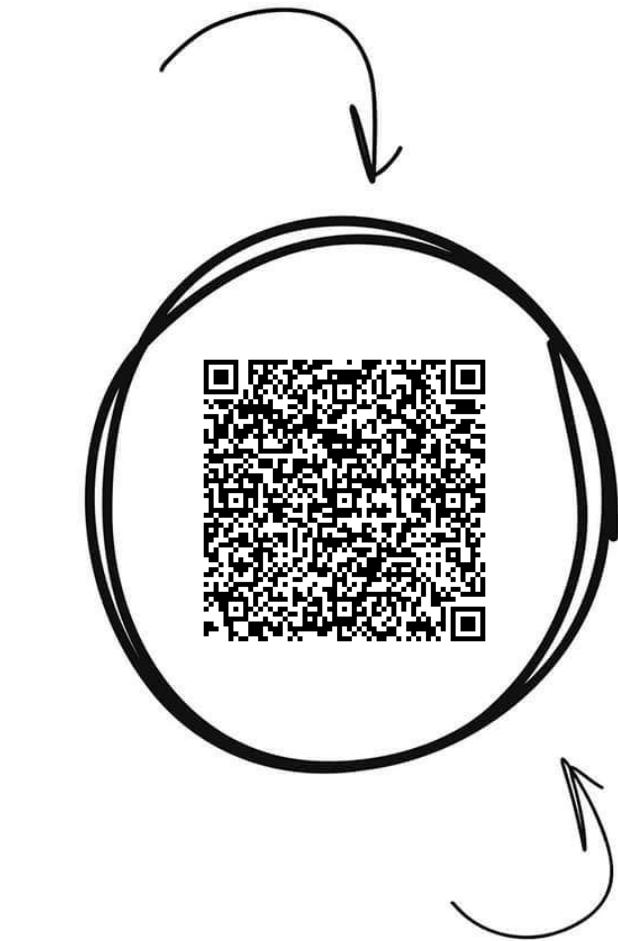


WUOLAH

Fundamentos Físicos de la In...



Comparte estos flyers en tu clase y consigue más dinero y recompensas



- 1** Imprime esta hoja
- 2** Recorta por la mitad
- 3** Coloca en un lugar visible para que tus compis puedan escanear y acceder a apuntes
- 4** Llévate dinero por cada descarga de los documentos descargados a través de tu QR

Banco de apuntes de la



$$\ln(15) = -\frac{E_0}{2kT_F} + \frac{E_G}{2kT_0} = E_G \left(-\frac{1}{2kT_F} + \frac{1}{2kT_0} \right) \rightarrow E_G = \frac{\ln(15)}{\left(-\frac{1}{2 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}} + \frac{1}{2 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 293} \right)} = 9.935 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0.62 \text{ eV} \quad \checkmark$$

b) $E_G = 1.6 \text{ eV}$

$$\frac{\sigma_n}{\sigma_i} = \frac{\sigma_i \cdot e^{-E_G/kT}}{\sigma_i \cdot e^{-E_G/kT_0}} = 2.05 \quad p = (2^{105}-1) \cdot 100 = 105\% \quad \checkmark$$

12. Se utiliza como resistencia de una zona de un circuito integrado una barra de silicio tipo-n de 2 mm de longitud y de $2.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ de sección. Sabiendo que la concentración de átomos donadores es $5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ y que la movilidad de electrones es $1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, determinar su resistencia a 300 K sabiendo que la contribución de huecos es despreciable a la conductividad. Datos: $\mu_e = 475 \text{ cm}^2/\text{Vs}$; $n_i = 1.45 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$. SOL: $R = 66.67 \Omega$

$$\text{Tipo n; } l = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m; } S = 2.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2; N_D = 5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}; M_n = 1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}; T = 300 \text{ K; } \mu_p = 475 \text{ cm}^2/\text{Vs} ; n_i = 1.45 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$$

$$S \cdot 10 \cdot 10^{13} \frac{1}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1000000}{1 \text{m}^3} = 5 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$$

(Como $N_D \gg n_i$, es de comportamiento extrínseco y de tipo p, luego:

$$n_h \approx N_D, n \approx p \rightarrow \sigma_n \approx \sigma_p \rightarrow \sigma \approx \sigma_n$$

$$\sigma \approx \sigma_n \approx n \cdot M_n \cdot e = N_D \cdot M_n \cdot e = 5 \cdot 10^{13} \cdot 1.5 \cdot 10^{-1} \cdot 1.1 \cdot 10^{-19} = 1.2 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{1}{S} = \frac{1}{1.2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2.5 \cdot 10^{-5}} = 66.66 \Omega \quad \checkmark$$

Demonstración de que la contribución de huecos es despreciable a la conductividad:

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_p = 1.2 + e^{-E_G/M_p} = 1.2 + 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 475 \cdot 10^{12} \cdot 1.5 \cdot 10^{-1} = 1.200000101 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$p_h \approx \frac{n^2}{N_D} = \frac{(1.45 \cdot 10^{10})^2}{5 \cdot 10^{13}} = 4.205 \cdot 10^{12} \text{ m}^{-3}$$

Como se puede ver, la diferencia entre $1.2 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}$ y $1.200000101 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}$ es despreciable, luego la contribución de huecos es despreciable a la conductividad.

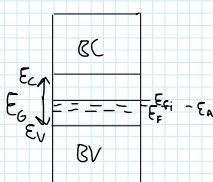
13. Se sabe que cierto semiconductor tiene una densidad de 2.33 g/cm^3 y una masa atómica de 28.09. El semiconductor se impurifica en una proporción de 2 átomos de boro por cada 10^7 átomos de dicho semiconductor. (a) Sabiendo que el semiconductor puro contiene un solo tipo de átomos del grupo IV de la tabla periódica, explicar qué tipo de semiconductor se genera con el dopado y dibujar un esquema a nivel atómico y un diagrama de bandas; (b) Calcular razonadamente la concentración de impurezas así como las concentraciones de electrones y huecos; (c) Calcular la diferencia de potencial entre los extremos de una muestra de dicha material de 3 mm de longitud y sección rectangular de $500 \text{ nm} \times 1000 \text{ nm}$ al ser atravesada por una corriente de $1 \mu\text{A}$.

DATOS: $n_i = 10^{10} \text{ m}^{-3}$; $\mu_e = \mu_h = 2000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$; se supone ionización total de impurezas.

SOL: (a) semiconductor extrínseco tipo-p; (b) $1 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$; $n_i = 1 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$; $p_h = 1 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$; (c) $V_A/V_H = 1.875 \cdot 10^{-4} \text{ V}$

$$d_m = 2.33 \text{ g/cm}^3; M = 28.09 \text{ g} \quad 2 \text{ atm} \cdot 8 / 10^6 \text{ atm semiconductador} \longrightarrow N_A$$

a) Al doparse el semiconductor intrínseco con átomos de Boro, se convierte en un semiconductor extrínseco tipo-p, pues el Boro pertenece al grupo III de la tabla periódica, siendo su valencia 3, por lo que se generan huecos.



$$b) N_s \frac{atm \cdot S}{m^3} \cdot \frac{2 \text{ atm} \cdot S}{10^6 \text{ atm} \cdot S} \longrightarrow N_A$$

$$N_s = N_A \cdot \frac{d_m}{M} = 6.023 \cdot 10^{23} \cdot \frac{2.33}{28.09} = 5 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3} \quad N_A \gg n_i, \text{ luego } p \gg n, p_h \approx N_A, p_h \approx 5 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$$

debería poner también "de comportamiento extrínseco"

14. Calcular la concentración de huecos y electrones en una muestra de Germanio tipo-p a 300 K sabiendo que la conductividad de la muestra a dicha temperatura es 100 (Dcm)^{-1} . Calcular la concentración de huecos y electrones en una muestra de Silicio tipo-n a 300 K sabiendo que la conductividad de la muestra a dicha temperatura es 0.1 (Dcm)^{-1} .

DATOS para el Ge: $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $n_i(300 \text{ K}) = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$; $\mu_e = 1800 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

DATOS para el Si: $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $n_i(300 \text{ K}) = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$; $\mu_e = 1300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

SOL: (Ge) $p_h = 3.47 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$; $n_e = 1.80 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$; (Si) $p_h = 4.68 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$; $n_e = 4.81 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$

$$Ge \rightarrow \text{Semiconductor extrínseco tipo-p; } T = 300 \text{ K; } \sigma = 100 \text{ A}^{-1} \text{ cm}^{-1} = 10^1 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}, n_i(300 \text{ K}) = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}; M_p = 1100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$$

$$\text{Al ser un semiconductor extrínseco tipo-p de comportamiento extrínseco, } \sigma_p \approx p \cdot \mu_p \cdot e \rightarrow \sigma_p = \frac{\sigma_i}{M_p \cdot e} = \frac{10^1}{0.98 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 3.47 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3} \quad \checkmark$$

Debido a su comportamiento extrínseco tipo-p, también podemos asumir que $p_h \approx N_A$ y que

$$n_p \approx \frac{N_A}{N_A} \cdot N_A \quad \text{Luego:}$$

$$N_A \approx 3.47 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$$

$$n_p \approx \frac{(2.5 \cdot 10^{13})^2}{3.47 \cdot 10^{23}} = 1.8 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3} \quad \checkmark$$

Si \rightarrow Semiconductor extrínseco tipo-n de comportamiento extrínseco; $T = 300 \text{ K; } \sigma = 0.1 \text{ A}^{-1} \text{ cm}^{-1} = 10 \text{ A}^{-1} \text{ m}^{-1}; n_i(300 \text{ K}) = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3} = 1.5 \cdot 10^{16} \text{ m}^{-3}; M_n = 1300 \text{ cm}^2/\text{Vs} = 0.13 \text{ m}^2/\text{Vs}$

Al tener comportamiento extrínseco, $\sigma_n \approx n \cdot M_n \cdot e$, $n_h \approx N_D$ y

$$\sigma_n \approx n \cdot M_n \cdot e \rightarrow n_h \approx \frac{N_D}{\mu_n \cdot e} = \frac{10}{0.98 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}} = 4.8 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3} \quad \checkmark$$

$$n_h \approx N_D$$

$$n_h \approx \frac{N_D}{\mu_n} = \frac{(1.5 \cdot 10^{10})^2}{0.98 \cdot 10^{-20}} = 4.69 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3} \quad \checkmark$$

Importante

Puedo eliminar la publi de este documento con 1 coin

¿Cómo consigo coins? → Plan Turbo: barato
→ Planes pro: más coins

pierdo espacio



Necesito concentración

ali ali ooooh
esto con 1 coin me
lo quito yo...

WUOLAH

15. Admitiendo que el valor del ancho de banda prohibida, las masas efectivas de electrones y huecos las movilidades no varían con la temperatura, para una muestra de arseniuro de galio (AsGa):
 a) Calcular la concentración intrínseca a temperatura ambiente (27°C).
 b) Calcular la concentración intrínseca para T= 800 K. Explicar razonadamente la diferencia obtenida entre ambos valores seguidamente de búsquedas de energía.
 c) Calcular la conductividad eléctrica del AsGa intrínseco en distintas temperaturas.
 d) Se dota con Te el semiconductor AsGa a 300 K. Indicar razonadamente el tipo de semiconductor extrínseco resultante. En un diagrama de bandas de energía indicar la posición del nivel de Fermi.

DATOS: $N_c(300K) = 4.7 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$; $N_v(300K) = 7 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$; $\mu_e = 8500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$; $\mu_h = 400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$; $E_g = 1.43 \text{ eV}$; $K_b = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

SOL: (a) $n = 1.8105 \cdot 10^{17} \text{ m}^{-3}$; (b) $n = 2.4962 \cdot 10^{17} \text{ m}^{-3}$; (c) $\sigma(300K) = 2.58 \cdot 10^7 (\Omega \cdot \text{m})^{-1}$; $\sigma(800K) = 35.55 (\Omega \cdot \text{m})^{-1}$

AsGa

$$a) T=300K, N_{tr}(300K) = 7 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3} = 7 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}; N_c(300K) = 4.7 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} = 4.7 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}; n_{tr} = 8500 \text{ cm}^2/\text{Vs} = 0.185 \text{ m}^2/\text{Vs}; \mu_p = 400 \text{ cm}^2/\text{Vs} = 0.04 \text{ m}^2/\text{Vs}; E_g = 1.43 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.4105 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

b) T=800K

$$\begin{aligned} N_c(300K) &= 2 \cdot \frac{(2\pi m_e k_B T)^{3/2}}{\hbar^2} = 4.7 \cdot 10^{17} \\ \frac{4.7 \cdot 10^{17}}{2} &= \left(\frac{2\pi m_e k_B T}{\hbar^2} \right)^{3/2} = 1.45 \cdot 10^{20} \cdot \sqrt{\frac{\text{m}^3}{\text{K}}} \quad (\sqrt{\frac{\text{m}^3}{\text{K}}})^2 = (1.625 \cdot 10^{-19})^2 \quad m_e = 6.4 \cdot 10^{-32} \text{ kg} \\ N_c(800K) &= 2 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3} \\ m_p &= 3.98 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{aligned}$$

$$N_{tr}(800K) = 3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3} \quad h_i = \sqrt{N_c N_v} \cdot e^{-E_g/2kT} = 2.45 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3} \quad \checkmark$$

$$c) \sigma(300K) = h_i \cdot e \cdot (\mu_n + \mu_p) = 1.8105 \cdot 10^{17} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot (0.085 + 0.009) = 2.58 \cdot 10^7 (\Omega \cdot \text{m})^{-1} \quad \checkmark$$

$$\sigma(800K) = h_i \cdot e \cdot (\mu_n + \mu_p) = 2.4962 \cdot 10^{17} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot (0.185 + 0.009) = 35.55 (\Omega \cdot \text{m})^{-1} \quad \checkmark$$

d) Te → Impurezas donadoras. T=300K

Como se dota con impurezas donadoras, es un semiconductor extrínseco tipo n.

16. Una barra de Germanio tipo-n tiene una sección de 5 mm² y una longitud de 0.5 cm. Si la barra se encuentra a la temperatura ambiente (T=300K) y la concentración de impurezas donadoras es $N_d = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, calcular: (a) La resistencia de la barra; (b) la velocidad de desplazamiento de los electrones cuando se establece una diferencia de potencial de 0.5 V entre los extremos de la barra. DATOS: $\rho = 3800 \text{ }\Omega \cdot \text{m}$; $v_d = 2.5 \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$; $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

SOL: (a) $R = 16.45 \text{ }\Omega$; (b) $v_d = 57.5 \text{ ms}^{-1}$

Ge, semiconductor extrínseco tipo n; $S = 5 \text{ mm}^2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$; $L = 0.5 \text{ cm} = 0.005 \text{ m}$; $T = 300K$; $N_d = 10^{15} \text{ cm}^{-3} = 10^{21} \text{ m}^{-3}$; $\mu_n = 3800 \text{ cm}^2/\text{Vs} = 0.38 \text{ m}^2/\text{Vs}$

a) $h_i = 2.5 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} = 2.5 \cdot 10^{19} \text{ m}^{-3}$ No no es mucho mayor que n_i , luego no podemos aproximar.

$$\begin{aligned} h_i &= h_p \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Como es tipo n, } h_i = 0 \\ N_d + n &= N_p + p \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} h = N_p + p \\ h &= \frac{n_i}{p} \quad \frac{n_i}{p} = N_d + p \\ h &= \frac{h_i}{p(N_d + 1)} \quad p = \frac{h_i}{(N_d + 1)} = \frac{2.5 \cdot 10^{19}}{(10^{21} + 1)} = 0.025 \text{ m}^{-3} \\ h &= \frac{2.5 \cdot 10^{19}}{0.025} = 10^{21} \text{ m}^{-3} \gg p, \quad \text{luego } n_i \gg \sigma_{tr}, \text{ por lo que } \sigma \approx \sigma_n \end{aligned}$$

$$\sigma \approx \sigma_n \approx h \cdot \mu_n \cdot e = 10^{19} \cdot 0.38 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 60.8 \text{ }\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{60.8} \cdot \frac{0.005}{5 \cdot 10^{-6}} = 16.45 \text{ }\Omega \quad \checkmark$$

$$b) \Delta V = 0.5V \quad V_d = \mu_n \cdot E = 0.38 \cdot 100 = 38 \text{ mV} \quad \checkmark$$

$$\Delta V = \int_A^B E \cdot dP = E \cdot I \rightarrow E = 100 \text{ N/C}$$

17. El numero electrones libres en el Silicio puro es de unos 10^{10} e/cm^3 a temperatura ordinaria. Si por cada millón de átomos reemplazan un átomo de silicio por otro de arsénico, (a) Cuántos electrones libres existirán por centímetro cúbico? (b) Sabiendo que $\mu_e = 1400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, determinar la conductividad del silicio impuro. DATOS: $d_0 = 2.33 \text{ g/cm}^3$; $M = 28.1 \text{ g/mol}$

SOL: a) $n = 5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$; b) $\sigma = 11.2 \text{ }\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$

$h = 10^{10} \text{ cm}^{-3} = 10^{16} \text{ m}^{-3}$; $1 \text{ Atm As} \rightarrow 10^6 \text{ atm Si}$ As → Grupo 15, luego son impurezas donadoras → Semiconductor extrínseco tipo n

a) $d_{Si} = 2.33 \text{ g/cm}^3$; $M = 28.1 \text{ g/mol}$

$$N_{Si} = N_A \cdot \frac{d_{Si}}{M} = 5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3} \quad N_{Si} \cdot \frac{1 \text{ atm As}}{10^6 \text{ atm Si}} \rightarrow N_p = 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$$

Como es tipo n: $N_A = 0$

Ley de neutralidad eléctrica

$$n = p \Rightarrow n_i = p, \text{ luego } n_i = 10^{16} \text{ m}^{-3} = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

$5 \cdot 10^{16} > 10^{10}$, luego $N_p > n_i$, lo que significa que el semiconductor tiene comportamiento extrínseco, es decir, podemos decir que $n \approx N_p$

$$n \approx N_p \approx 5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3} \quad \checkmark$$

b) $\mu_n = 0.04 \text{ m}^2/\text{Vs}$ Como el semiconductor tiene comportamiento extrínseco, pues $n \gg p$, podemos decir que $n \approx N_p$, luego $\sigma \approx \sigma_n$.

$$\sigma_n \approx n \cdot \mu_n \cdot e = 5 \cdot 10^{16} \cdot 0.04 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 1120 \text{ }\Omega^{-1}\text{m}^{-1} \quad \checkmark$$

18. Calcular la resistividad del silicio en las circunstancias siguientes: (a) Silicio puro a 300 K; (b) a 300 K dopado con indio en una concentración de $5 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3}$; (c) Silicio intrínseco a 500 K; (d) a 500 K dopado con la misma concentración de átomos de indio de los apartados b. DATOS: $n_i(300K) = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$; $n_i(500K) = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$; $\mu_e = 0.135 \text{ m}^2/\text{Vs}$; $\mu_h = 0.05 \text{ m}^2/\text{Vs}$

SOL: (a) $\rho = 2252 \text{ }\Omega \cdot \text{m}$; (b) $\rho = 0.25 \text{ }\Omega \cdot \text{m}$; (c) $\rho = 0.091 \text{ }\Omega \cdot \text{m}$; (d) $\rho = 0.102 \text{ }\Omega \cdot \text{m}$

a) Si puro \rightarrow Semiconductor intrínseco; $T = 300K$; $n_i(300K) = 1'5 \cdot 10^{16} m^{-3}$

$$\sigma = n_i \cdot e \cdot (M_n + M_p) = 1'5 \cdot 10^{16} \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot (0'435 + 0'05) = 4'44 \cdot 10^{-4} \text{ A}^{-1} \text{m}^{-1} \quad \rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{4'44 \cdot 10^{-4}} = 2252 \text{ }\Omega \cdot \text{m} \quad \checkmark$$

b) Dópado con In (impurezas aceptadoras) \rightarrow Semiconductor extrínseco tipo p; $N_A = 5 \cdot 10^{20} m^{-3}$; $N_D = 0$
 $S \cdot 10^{20} \gg 1'5 \cdot 10^{16}$, luego $N_A \gg n_i$. Por lo tanto el semiconductor tiene comportamiento extrínseco, con lo cual $p > n$, $\sigma_p \gg \sigma_n$ y $\sigma_p \approx \sigma$.

$$\sigma \approx \sigma_p \approx \rho \cdot M_p \cdot e = 5 \cdot 10^{20} \cdot 0'05 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} = 4 \text{ A}^{-1} \text{m}^{-1} \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{4} = 0'25 \text{ }\Omega \cdot \text{m} \quad \checkmark$$

$\rho_p \approx N_A$ (por comportamiento extrínseco)

c) Si puro \rightarrow Semiconductor intrínseco; $T = 500K$; $n_i(500K) = 3'7 \cdot 10^{16} m^{-3}$

$$\sigma = n_i \cdot e \cdot (M_n + M_p) = 3'7 \cdot 10^{16} \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot (0'435 + 0'05) = 10'952 \text{ A}^{-1} \text{m}^{-1} \quad \rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{10'952} = 0'091 \text{ }\Omega \cdot \text{m} \quad \checkmark$$

d) Dópado con In (impurezas aceptadoras, porque el Indio es del grupo III) \rightarrow Semiconductor extrínseco tipo p; $N_A = 5 \cdot 10^{20} m^{-3}$; $N_D = 0$; $n_i(500K) = 3'7 \cdot 10^{16} m^{-3}$

Como N_A no es mucho mayor que n_i , no podemos aproximar.

$$\begin{aligned} h_i^2 = h_{pp}^2 \quad \left. \begin{aligned} h_i^2 &= h_p \cdot (N_A + h_p) = N_A \cdot h_p + h_p^2 \\ N_A + h_p &\approx h_p \end{aligned} \right\} \quad h_p^2 + N_A h_p - h_i^2 = 0 \\ h_p = \frac{-S \cdot 10^{20} \pm \sqrt{(S \cdot 10^{20})^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-3'7 \cdot 10^{16})^2}}{2} = \begin{cases} 1'965 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3} \\ -6'965 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3} \end{cases} \rightarrow \text{Descartamos esta solución porque no tiene sentido que } h_p \text{ sea negativa.} \\ \rho_p = 1'965 \cdot 10^{20} + 5 \cdot 10^{20} = 6'965 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3} \\ \sigma = \sigma_{n_i} + \sigma_{p_p} = e \cdot h_p \cdot M_{h_p} + e \cdot p_p \cdot M_{p_p} = 1'6 \cdot 10^{-19} (1'965 \cdot 10^{20} \cdot 0'135 + 6'965 \cdot 10^{20} \cdot 0'05) \\ \sigma = 9'8964 \text{ A}^{-1} \text{m}^{-1} \\ \rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{9'8964} = 0'102 \text{ }\Omega \cdot \text{m} \quad \checkmark \end{aligned}$$