



## Master 1 : Physique des Matériaux (2022/2023)

### Série N°2

#### Exercice 1:

Soit une diode Schottky de type métal/Si(n) à  $T=300K$ . La mesure de la capacité de cette diode a montré que la caractéristique capacité-Tension  $C(V)$  a la forme suivante :

$$C^{-2} = A - BV$$

Où  $A = 10^6 F^{-2} m^4$  et  $B = 1.25 \cdot 10^6 F^{-2} m^4 V^{-1}$

- 1- Déduire la valeur du potentiel de diffusion  $V_0$  de cette diode.
- 2- Déduire la concentration des dopants  $N_D$ .
- 3- Déterminer la position du niveau de Fermi ( $E_F$ ) dans la région neutre du semiconducteur.
- 4- Déduire les valeurs des travaux de sorties  $\Phi_s$  et  $\Phi_m$ .

On donne :  $n_i = 10^{10} cm^{-3}$ ,  $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 mV$  et  $\epsilon_{Si} = \epsilon_r \epsilon_0 = 10^{-12} F/cm$ ,  $\chi = 4 eV$ , et  $N_C = 10^{19} cm^{-3}$ .

#### Exercice 2 :

Considérons le cas d'un contact Schottky Cr/Si(n) avec  $N_D = 10^{17} cm^{-3}$ . Sachant que :  $\Phi_m(Cr) = 4.5 eV$ ,  $\chi(Si) = 4 eV$ ,  $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 mV$ ,  $N_C = 2.8 \cdot 10^{19} cm^{-3}$ ,  $N_V = 1.8 \cdot 10^{19} cm^{-3}$  et  $E_g(300K) = 1.12 eV$ .

- Calculer les valeurs de  $E_b$  et  $V_0$  pour ce contact.
- Calculer les valeurs de  $E_b$  et  $V_0$  dans le cas du contact Schottky Cr/Si(p) avec  $N_A = 10^{17} cm^{-3}$ .

#### Exercice 3 :

Considérons une diode Schottky Au/GaAs avec une capacité de 1pF à -1 V. Quelle est la densité de dopage du GaAs ?

- Calculez la largeur de la zone de charge d'espace (ZCE) à polarisation nulle.

- Calculez le champ à la surface du semi-conducteur à -10 V.

La surface de la diode est de  $10^{-5} \text{ cm}^2$ .  $\Phi_m(\text{Au}) = 4.8 \text{ eV}$ ,  $\epsilon_r(\text{GaAs}) = 13.1$ ,  $\chi = 4.07 \text{ eV}$ , et  $N_C = 4.35 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ .  $n_i = 3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$ .  $E_g(300\text{K}) = 1.43 \text{ eV}$ .  $\Phi_s(\text{GaAs}) = 4.1 \text{ eV}$ .

#### Exercice 4 :

Pour un transistor PNP idéal, on a :  $I_{Ep} = 3 \text{ mA}$ ,  $I_{En} = 0.01 \text{ mA}$ ,  $I_{Cp} = 2.99 \text{ mA}$ , et  $I_{Cn} = 0.001 \text{ mA}$ .

- Calculer le facteur d'efficacité de l'injection  $\gamma$ .
- Calculer le facteur de transport de base  $\alpha_T$ .
- Calculer le gain en courant pour base commune  $\alpha_0$ .

#### Exercice 5 :

Une structure MOS de type métal/ $\text{SiO}_2$ / $\text{Si(p)}$  est constituée d'une couche d'oxyde d'épaisseur  $d = 5 \text{ nm}$  et de constante diélectrique  $\epsilon_r = 3.9$  en contact avec un substrat de type p. sachant que  $T=300\text{K}$ ,  $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ,  $n_i = 9.65 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3}$ ,  $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 \text{ mV}$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$  et  $\epsilon_r(\text{Si}) = 11.9$ .

- Calculer la largeur maximale de la ZCE dans le semiconducteur  $W_M$ .
- Calculer la valeur minimale de la capacité de cette structure  $C_{min}$ .