Série n°3

– **Exercice N° :01**
Une plaquette en Si dopé avec $10^{17} cm^{-3}$atomes de As , la longueur de la plaquette est de 100µm ,de largeur 10µm et d'épaisseur de 1µm

– Calculer la résistance de cette plaquette ?

– **ExerciceN° :02**
Un semi-conducteur au Si de type N de longueur 2 mm et de section de $1\,mm^2$.

Sa résistance à T=300°K est de 100Ω :

1. Calculer la résistivité du semi-conducteur ?
2. La concentrations des porteurs majoritaires et minoritaires ?
3. A quelle température T1 , le nombre d'électrons provenant de la rupture des liaisons de valence est-il égale au nombre d'électrons provenant de l'ionisation des donneurs.

Nc et Nv sont supposées indépendantes de la température

On donne : $Eg = 1,12\,eV$, $\mu_n = 1,4\,10^3 cm^2V^{-1}s^{-1}$,$\mu_p = 0,5\,10^3 cm^2V^{-1}s^{-1}$, $N_C = N_V = 2,5\,10^{25} m^{-3}$et $k = 1,38\,10^{23} JK^{-1}$

– **ExerciceN° :0**3
Une jonction PN abrupte au Germanium (Ge) est dopée d'un côté avec 10^{20}atomes de Bore par m^3et de l'autre côté avec 10^{21}atomes de Phosphore par m^3 .

Si $Eg = 0,66\,eV$ à T=300°K ,$N_C = 1,04\,10^{19} cm^{-3}$, $N_V = 6\,10^{18} m^{-3}$et $\varepsilon_r = 16$ calculer :

1. La concentration intrinsèque n_i ?
2. La concentration en majoritaires et minoritaires de chaque côté ?
3. Le potentiel de diffusion V_ϕ ?
4. La largeur de la ZCE ?

– **ExerciceN° :0**4
Une jonction PN abrupte au (Si) est dopée d'un côté avec 10^{14}atomes de Bore par m^3et de l'autre côté avec 10^{15}atomes de Phosphore par m^3 .

Si $Eg = 1,12\,eV$ à T=300°K , $N_C = 2,8\,10^{19} cm^{-3}$, $N_V = 1,04\,10^{19} m^{-3}$et $\varepsilon_r = 11,8$,calculer :

1. La concentration intrinsèque n_i ?
2. La concentration en majoritaires et minoritaires de chaque côté ?
3. Le potentiel de diffusion V_ϕ ?
4. La largeur de la ZCE ?

Série TD N° 03

* Exo 1 :

$N_D = 10^{17} cm^{-3}$: concentration en donneur (As).

La résistance : $R = \frac{\rho L}{S}$ L : longueur

ρ : résistivité.

mais : $\rho = \frac{1}{\sigma}$ σ : conductivité

et $\sigma = e . N_D . \mu_n$ $e = 1,6.10^{-19} C$.

S : section (épaisseur).

donc : $R = \frac{\frac{1}{\sigma} . L}{S} = \frac{L}{\sigma S} = \frac{L}{e N_D \mu_n S}$.

avec : $\mu_n = 1,4.10^3 cm^2 V^{-1} s^{-1}$; mobilité des é.

$$R = \frac{10^{-2}}{1,6.10^{-19} . 10^{17} . 1,4 . 10^3}$$

$$\boxed{R = 4,46 \,\Omega}$$

* Exo 2 :

1)° La résistivité :

$R = \frac{\rho . L}{S} \Rightarrow \rho = \frac{R . S}{L} = \frac{100 . 10^{-2}}{0,2} \Rightarrow \boxed{\rho = 5 \,\Omega\, cm}$

2)° $\sigma = e N_D \mu_n \Rightarrow N_D = \frac{\sigma}{e \mu_n}$ avec $\sigma = \frac{1}{\rho}$.

$\boxed{N_D = \frac{1}{\rho e \mu_n}} = \frac{1}{5 . 1,6.10^{-19} 1,4 . 10^3} \Rightarrow \boxed{N_D = 1,2.10^{14} cm^{-3}}$

$n \simeq N_D$

$n . p = n_i^2 \Rightarrow p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{n_i^2}{N_D}$ où : $n_i^2 = N_c . N_v e^{-\frac{E_g}{kT}}$

$$n_i^2 = (2{,}5 \cdot 10^{25})^2 \, e^{-\left(\frac{1{,}12}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{300}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}}\right)}$$

$$n_i^2 = 9{,}94 \cdot 10^{31} \, m^{-6} = 9{,}94 \cdot 10^{31} \cdot 10^{-12} \, cm^{-6}$$

$$= 9{,}94 \cdot 10^{19} \, cm^{-6}$$

$$\Rightarrow P = \frac{9{,}94 \cdot 10^{19}}{1{,}2 \cdot 10^{14}} \Rightarrow \boxed{P = 8{,}28 \cdot 10^{5} \, cm^{-3}} \rightarrow$$ Concentration en minoritaires

3)° $n_i = N_D \Rightarrow \sqrt{N_c \cdot N_v} \, e^{\left(\frac{-E_g}{2kT_1}\right)} = N_D$

$$\Rightarrow \boxed{T_1 = \frac{-E_g}{2k \ln\left(\frac{N_D}{\sqrt{N_c \cdot N_v}}\right)}}$$

AN: $T_1 = \dfrac{-1{,}12 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \ln\left(\frac{1{,}2 \cdot 10^{14}}{2{,}5 \cdot 10^{19}}\right)}$

$$\boxed{T_1 = 530{,}45 \, °K}$$

* Exo3 :

1)° $n_i^2 = N_c N_v \, e^{\frac{-E_g}{kT}} \Rightarrow n_i = \sqrt{N_c \cdot N_v} \, e^{\frac{-E_g}{2kT}}$

$$n_i = (1{,}04 \cdot 6) \cdot 10^{37} \, e^{\frac{-0{,}66}{2 \cdot 0{,}026}}$$

$$\Rightarrow \boxed{n_i = 2{,}42 \cdot 10^{13} \, cm^{-3}}$$

2) Les concentrations :

- Côté N : $n_n = P_n + N_D \simeq N_D = 10^{21} \, cm^{-3}$ Majoritaires

$n_i^2 = n_n \cdot P_n \Rightarrow P_n = \frac{n_i^2}{N_D} \Rightarrow \boxed{P_n = 5{,}85 \cdot 10^{11} \, cm^{-3}}$ Minoritaires

* côté P :

$P_p = n_p \cdot N_A \simeq N_A = 10^{20} cm^{-3}$ Majoritaires

$n_i^2 = P_p \cdot n_p \Rightarrow n_p = \frac{n_i^2}{N_A} = 5,85 . 10^{12} cm^{-3}$ Minoritaires

3) Le potentiel $V\phi$:

$$V\phi = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{N_A \cdot N_D}{n_i^2}\right)$$

$$= 0,026 \ln\left(\frac{10^{20} \cdot 10^{21}}{(2,42)^2 \cdot 10^{26}}\right) \qquad q = 1,6 \cdot 10^{-19} C.$$

$$\boxed{V\phi = 0,193 V}$$

4) La largeur de la ZCE :

$$W_0 = \sqrt{\frac{2 \varepsilon_0 \varepsilon_r}{q} \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A}\right)}$$

$$\boxed{W_0 = 1,59 . 10^{-6} m} = 1,59 \mu m$$

* Exo 4 :

Même raisonnement que l'exo 3