

Travaux dirigés – Série 2

Problème n°1

On considère la fonction $f_{FD}(E)$ comme étant la fonction de distribution des électrons dans un semi conducteur ;

- 1- Rappeler l'expression de cette fonction de distribution ;
- 2- En déduire l'expression de la fonction de distribution des trous ;
- 3- Dans l'approximation de la statistique de Maxwell Boltzmann donner les fonctions équivalentes aux distributions des électrons et des trous ;
- 4- On considère le semi-conducteur non dégénéré ; établir les expressions des concentrations des porteurs de charge.

$$I(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha} \cdot e^{-x} \cdot dx = \alpha \sqrt{\pi}$$

Problème n°2

Soit un cristal semi-conducteur intrinsèque (Ge) à $T = 300K$;

- 1- Déterminer la position du niveau de Fermi intrinsèque d'un tel cristal ;
- 2- Calculer la concentration intrinsèque ;
- 3- Combien d'atomes de Ge donnent naissance à une paire électron/trou ?

On donne :

$$M_{Ge}=72,59g \quad \rho=5,33g/cm^3 \quad E_g=0,66eV \quad m_e=m_t=0,5m_0$$

Problème n°3

On considère un semi-conducteur intrinsèque dont les concentrations équivalentes d'états énergétiques dans les bandes de valence et de conduction sont notées n_v et n_c .

- 1- Rappeler les expressions des concentrations des porteurs de charges (n et p) ;
- 2- En déduire l'expression de la concentration intrinsèque n_i ainsi que la position du niveau de Fermi E_F ;
- 3- Le semi-conducteur en question est du silicium ; calculer la concentration intrinsèque et la position du niveau de Fermi aux différentes températures : $27^{\circ}C$, $127^{\circ}C$, $227^{\circ}C$.

$$E_g = 1,1 \text{ eV} \quad n_c = 2,7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3} \quad n_v = 1,1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3} \quad k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ j/K}$$

Problème n°4

On considère trois semi-conducteur dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous :

- 1- Parmi ces trois matériaux, quel est celui qui présente la concentration intrinsèque la plus faible ?
- 2- Parmi ces trois matériaux, quel est celui qui présente la concentration intrinsèque la plus faible ?
- 3- Calculer cette concentration intrinsèque pour le matériau choisi à $T = 300K$.

	Eg (eV)	nc (at/cm³)	nv (at/cm³)
AsGa	1,43	$4,7 \cdot 10^{17}$	$7 \cdot 10^{18}$
Ge	0,66	$1,04 \cdot 10^{19}$	$6 \cdot 10^{18}$
Si	1,12	$2,7 \cdot 10^{19}$	$1,10 \cdot 10^{19}$

Problème n°5

Dans un matériau semi-conducteur la concentration intrinsèque est donnée par la relation

$$n_i = A \cdot \exp\left(-\frac{\Delta E}{2k_B T}\right)$$

- 1- Que représente la constante ΔE ?
- 2- Calculer la valeur de A pour les matériaux **Ge** et **Si** ;
- 3- En déduire les valeurs des concentrations intrinsèques correspondantes à $T=300K$;
- 4- Quelles sont les fractions d'atomes ionisés dans chaque cas.

On donne :

$$M_{Si}=28g \quad \rho=2,33g/cm^3$$

Problème n°6

On considère un barreau de silicium de longueur $L=5 \text{ mm}$ et de section $S=1 \text{ mm}^2$, fortement dopé par du phosphore dont la concentration est $N_d = 2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$.

- 1- Quelle est la nature du dopage de ce semi conducteur ?
- 2- Calculer la concentration en trous et électrons ;
- 3- Calculer la résistivité. Comparer cette valeur à celle du métal cuivre ;
- 4- Calculer la valeur du courant qui circule dans ce barreau lorsque l'on applique une d.d.p de 5V à ses extrémités.

On donne :

$$\text{Silicium :} \quad \mu_n = 1,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^2/Vs \quad \mu_p = 5,3 \cdot 10^2 \text{ cm}^2/Vs \quad n_i = 1,1 \cdot 10^{16} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{Cuivre :} \quad n = 11 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3} \quad \mu_e = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/Vs$$