

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 CONCOURS D'ACCES A L'ECOLE DOCTORALE « ENERGIES RENOUVELABLES »

Année Universitaire 2007/2008

Choix 2

1-EPREUVE DES SEMI CONDUCTEURS

Exercice 1 7 pts

Etant donné un semi-conducteur dopé avec des atomes donneurs en concentration  $N_D$  et introduisant dans la bande interdite un niveau extrinsèque  $E_D$  et avec des atomes accepteurs en concentration  $N_A$  et introduisant dans la bande interdite un niveau extrinsèque  $E_A$  (on supposera  $N_D > N_A$ ). On se propose de déterminer graphiquement la position du niveau de Fermi  $E_F$  de ce semi-conducteur à l'équilibre thermodynamique et à une température  $T$  donnée.

1°)- a)- Rappeler les expressions des concentrations  $n$  et  $p$  des électrons et des trous libres à l'équilibre thermodynamique.

b)- Rappeler les expressions des concentrations  $N_D^+$  et  $N_D^0$  des atomes donneurs neutres et ionisés à l'équilibre thermodynamique.

c)- Rappeler les expressions des concentrations  $N_A^-$  et  $N_A^0$  des atomes accepteurs neutres ionisés à l'équilibre thermodynamique.

2°)- Ecrire l'équation de neutralité électrique de ce semi-conducteur à une température  $T$  donnée (cette équation exprime l'égalité entre les charges positives et négatives). Que présente alors cette équation comme inconnue ?

3°)- En traçant le logarithme népérien de chaque terme de l'équation précédente en fonction du niveau de Fermi  $E_F$  à la température  $T$ , montrer que l'on peut déterminer graphiquement la position de  $E_F$ . (on peut utiliser l'approximation suivante :  $L(x+y) \approx \text{Log}(x)$  si  $\text{Log}(x) > \text{Log}(y)$ ).

4°)- Une fois la position de  $E_F$  déterminée, que peut-on déduire du tracé graphique obtenu précédemment ?

N.B : Pour les tracés graphiques, on utilise l'approximation :  $\text{Exp}(x) \gg 1$  si  $x > 0$  et  $\text{Exp}(x) \ll 1$  si  $x < 0$

Exercice 2 7 pts

Une jonction  $pn$  abrupte au Si est dopée tel que, dans la région  $n$ , on a  $E_C - E_F = 0.21 \text{ eV}$ , et dans la région  $p$  on a  $E_F - E_V = 0.18 \text{ eV}$ .

- 3 • Tracer le diagramme de zone de la jonction avant et après contact.
- 2 • Déterminer la concentration des impuretés dans chaque région.
- 2 • Déterminer le potentiel de diffusion de cette jonction.

On donne :  $k$  (constante de Boltzmann) =  $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Pour le Si

$$E_g = 1.12 \text{ eV}$$

$$N_C(300\text{K}) = 2.8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$N_V(300\text{K}) = 1.04 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$n_i(300\text{K}) = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

pour le AsGa

$$E_g = 1.42 \text{ eV}$$

$$N_V(300\text{K}) = 7 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$$

$$n_i(300\text{K}) = 1.8 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$$

Exercice 3 6 pts

Soit un échantillon d'Arséniure de Gallium  $\text{AsGa}$  dopé uniquement par des atomes donneurs (concentration  $N_D$ ). En admettant que tous les donneurs soient ionisés, montrer que la concentration  $n$  d'électrons dans la bande de conduction est égale à  $N_D$