

## TD SC équilibre et hors équilibre

Exercice 1 : déterminer le nombre relatif d'électrons sur le niveau donneur comparé au nombre total d'électrons. On donne  $N_d=10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $T=300 \text{ K}$  et  $N_c=2.8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ . On supposera que  $E_D-E_F \gg kT$ . On donne  $E_c-E_d = 45 \text{ meV}$

Exercice 2 : supposez que du silicium, du germanium et du GaAs ont chacun des concentrations en dopants de  $N_d= 1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  et  $N_a= 2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ . Pour chacun des trois matériaux, (a) est ce que ce matériau est n ou p ? (b) calculez  $n_0$  et  $p_0$ . On donne  $n_i(\text{Ge})$

Exercice 3 : On désire fabriquer une résistance avec un semi-conducteur. Du Silicium est utilisé et on se place à 300 K. Il est initialement dopé avec des donneurs en densité  $5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . On rajoute des accepteurs pour le compenser et le rendre de type p. La résistance doit avoir une valeur de  $10 \text{ k}\Omega$  et supporter une densité de courant de  $50 \text{ A/cm}^2$  lorsqu'une tension de 5 volts est appliquée. On donne  $\mu_p = 410 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  et le champ électrique limite de  $100 \text{ V/cm}$ . Déterminer :

1. la section de la résistance
2. la longueur de la résistance
3. le dopage en accepteurs.

Exercice 4 : On réalise des contacts aux extrémités d'un barreau de GaAs de type p, de dimensions : longueur 5 mm, épaisseur 0.25 mm, largeur 2 mm. Les caractéristiques électriques du GaAs sont :  
 $N_a=10^{14} \text{ cm}^{-3}$     $n_i = 10^7 \text{ cm}^{-3}$     $\mu_n = 8600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$     $\mu_p = 250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$     $E_g = 1.43 \text{ eV}$   
 $\tau = \tau_p = \tau_n = 10 \text{ ns}$ .

1. On applique 12 V entre les contacts, calculer le courant I qui traverse le semi-conducteur.

2. On l'éclaire uniformément de telle sorte que l'on crée en nombre égal des électrons et des trous. On suppose que le taux de création est le même en tout point du barreau :  $g=g_n=g_p=2 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}/\text{s}$ . calculer le photo - courant résultant. Quelle est la longueur d'onde limite pour ce processus.
3. A l'instant  $t=0$ , on cesse brutalement d'éclairer, quelle est la loi de décroissance du courant en fonction du temps.

Exercice 5 : Soit un semi-conducteur Si de type n et de largeur  $W$ . On injecte en  $x=0$ , un courant de trous  $J_p$ . On extrait en  $x=W$  de manière efficace les trous de telle manière que la densité de trous excédentaires  $P_e(W)=0$ .

1. En régime permanent, déterminer la variation de  $P_e(x)$  et  $J_p(x)$ .
2. Exprimer le rapport  $\alpha = \frac{J_p(W)}{J_p(0)}$  en fonction de  $W/L_p$ .
3. Déterminer la durée de vie des trous pour que  $\alpha = 0.99$

Données :  $W=3\mu\text{m}$ ,  $N_d = 10^{22} \text{ m}^{-3}$ ,  $T=300\text{K}$ ,  $kT=24\text{meV}$ ,  $n_i=10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\mu_n=0.12 \text{ m}^2/\text{V/s}$ ,  $\mu_p=0.03 \text{ m}^2/\text{V/s}$ ,