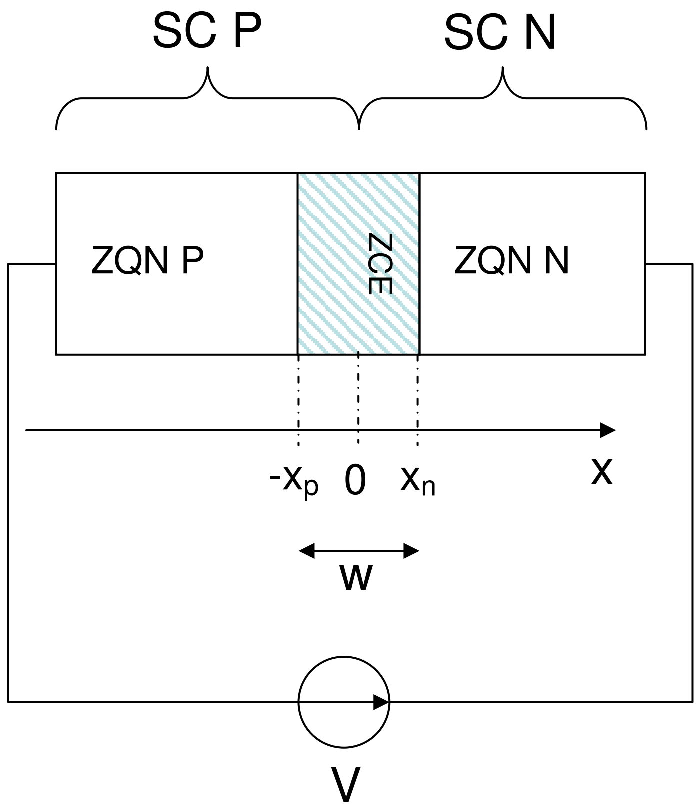
Session de rattrapage – Septembre 2009

Durée : 1 h – Documents autorisés : Polycopiés de cours

On considère dans tout le problème la jonction PN représentée par la figure suivante, dont les densités d'atomes dopants sont identiques des deux côtés. On notera N_d=N et N_a=N. On suppose par ailleurs que tous les atomes sont ionisés.
Les données des matériaux sont à la fin du sujet.



I. Étude de l'équilibre.

On considère donc dans cette partie que V=0.
On notera w la largeur de la ZCE. Des mesures non détaillées ici permettent de déterminer cette largeur. Pour les applications numériques, on considèrera que w=1.2 µm.

I.1 Rappeler la relation entre la barrière de potentiel, notée V_d, et les dopages. En déduire V_d en fonction de *N*.
I.2 Représenter la densité de charge dans la jonction. Montrer alors que $x_n = x_p = w/2$ (en justifiant).
I.3 Déterminer les expressions du champ électrique et le représenter tout au long de la structure.

On sait que $|E(0)|=10^6\ V.m^{-1}$

I.4 En déduire la valeur de N.
I.5 Calculer alors la valeur de V_d.

II. Étude hors équilibre en polarisation inverse.

On suppose dans cette partie que la jonction est polarisée en inverse.

II.1 Introduction

Sur la figure de la page précédente, quel signe faut-il donner à la tension V pour être en polarisation inverse ? On justifiera la réponse.

II.2 Courants de recombinaison.

Nous avons vu en cours que les courants principaux étaient dus à la diffusion des porteurs minoritaires dans chaque zone quasi-neutre. Ceci devient inexact en polarisation inverse. D'autres courants contribuent au courant principal, notamment dus à la recombinaison des porteurs activés thermiquement dans la ZCE. On supposera par ailleurs qu'il n'y a pas de génération dans cette ZCE.
On suppose ici que la ZCE contient un faible nombre de porteurs de charge, et que ces porteurs peuvent se recombiner. On suppose que le taux de recombinaison s'écrit :

$$r_n = -\frac{n_i}{2\tau_n}$$

Attention *: cette expression est différente de celle vue en cours car il s'agit d'une zone très peu peuplée. On remarquera en particulier que ce taux est donc constant et ne dépend pas du nombre de porteurs dans la ZCE.*
On ne s'intéressa dans la suite qu'à la ZCE, pour laquelle on souhaite évaluer ce courant de recombinaison.

a) Écrire l'équation de continuité relative aux électrons. La simplifier en tenant des hypothèses de l'énoncé (en justifiant).
b) Montrer alors que la densité de courant d'électrons satisfait l'équation suivante :

$$dj_n = \alpha\ dx$$

On exprimera α en fonction des données du problème.

c) Rappeler les conditions aux limites de part et d'autre de la ZCE, pour les électrons, sous champ. Faire les applications numériques pour $|V| = 1\,V$
d) En intégrant l'équation de la question b) de part et d'autre de la ZCE, et en supposant que le courant de recombinaison d'électrons est nul en - x_p , en déduire l'expression de la densité de courant en x_n en fonction notamment de w.
e) Que vaut la densité de courant en inverse si $|V| = 1\,V$?

Données :

$k = 1.38\ 10^{-23}$ J.K^{-1}	$q = 1.6\ 10^{-19}$ C	$n_i = 10^{10}$ cm^{-3}
$\varepsilon = 11$	$\varepsilon_0 = 8.8\ 10^{-12}$ F.m^{-1}	$T = 300$ K
$\tau_n = 10^{-6}$ s		