Exercice 1

1-La concentration intrinsèque ni :

$$n_i = \sqrt{N_c N_v} exp\left(-\frac{E_g}{2k_BT}\right) = 2.5.10^{19}\left(\frac{m_c^*}{m_e}\right)^{0.75}\left(\frac{m_v^*}{m_e}\right)^{0.75} exp\left(-\frac{E_g}{2k_BT}\right) = 7.78.10^{9}cm^{-3}$$ 1 point

2. La concentration en majoritaires et minoritaires de chaque côté

Coté N, $n = N_d = 10^{15}cm^{-3}, p = \frac{n_i{}^2}{n} = 6.05.10^{4}cm^{-3}$ 0.5+0.5

Coté P : $p = N_a = 5.10^{16}cm^{-3}, n = \frac{n_i{}^2}{p} = 1.21.10^{3}cm^{-3}$ 0.5+0.5

3- . Le potentiel de diffusion $V_d = \frac{k_BT}{q} ln\frac{N_dN_a}{n_i{}^2} = 0.713\ eV$ 0.5+0.5

4- La largeur de la ZCE : $w = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{q}V_d\frac{N_d+N_a}{N_d.N_a}} = \sqrt{\frac{2.10^{-10}}{1.6.10^{-19}}0.713\frac{10^{21}+5.10^{22}}{10^{21}.5.10^{22}}} = 9.73.10^{-7}m$ 0.5+0.5

E_f-E_{fi} dans les zones neutres :

zone neutre Coté N : $n = n_i \exp\frac{(E_F - E_{Fi})}{k_BT} = N_d \Rightarrow (E_F - E_{Fi}) = k_BT.ln\frac{N_d}{n_i}$=0.306 eV 0.25+0.25

zone neutre Coté P : $p = n_i \exp - \frac{(E_F - E_{Fi})}{k_BT} = N_a \Rightarrow (E_F - E_{Fi}) = -k_BT.ln\frac{N_a}{n_i}$=-0.408 eV 0.25+0.25

les résistances Rn et Rp : $R_n = \frac{1}{qN_d\mu_n}.\frac{L}{S} = \frac{1}{1.6.10^{-19}10^{21}0.1345}.\frac{0.1}{10^{-6}}$ =46468.4 Ω 0.25+0.25

: $R_p = \frac{1}{qN_a\mu_p}.\frac{L}{S} = \frac{1}{1.6.10^{-19}5.10^{22}0.0458}.\frac{0.1}{10^{-6}}$ =2729.258 Ω 0.25+0.25

Exercice 2

1- Les zones neutres dans le dispositif : zone 1 : $0 \le x \le L/4$ zone2: $3L/8 \le x \le 5L/8$ zone 3 : $\frac{3L}{4} \le x \le L$ (0.5x3)

la région la plus dopée est : la région $0 \le x \le L/4$ puisque la difference Ef - Ev est la plus petite 0.75

n et p

à x=L/8 ;n= $2.5.10^{19}\left(\frac{m_c^*}{m_e}\right)^{1.5}\left(\frac{T}{300}\right)^{1.5} exp\left(-\frac{Ec-EF}{k_BT}\right) = 2.5.10^{19}(1.06)^{1.5}exp\left(-\frac{1}{2.0.026}\right) = 1.21.10^{11}cm^{-3}$ 0.5

p= $2.5.10^{19}\left(\frac{m_v^*}{m_e}\right)^{1.5}\left(\frac{T}{300}\right)^{1.5} exp\left(-\frac{EF-Ev}{k_BT}\right) = 2.5.10^{19}(0.59)^{1.5}exp\left(-\frac{0.12}{2.0.026}\right) = 1.13.10^{18}cm^{-3}$ 0.5

et x=L/2 ;n= $2.5.10^{19}\left(\frac{m_c^*}{m_e}\right)^{1.5}\left(\frac{T}{300}\right)^{1.5} exp\left(-\frac{Ec-EF}{k_BT}\right) = 2.5.10^{19}(1.06)^{1.5}exp\left(-\frac{0.29}{2.0.026}\right) = 1.03.10^{17}cm^{-3}$ 0.5

p= $2.5.10^{19}\left(\frac{m_v^*}{m_e}\right)^{1.5}\left(\frac{T}{300}\right)^{1.5} exp\left(-\frac{EF-Ev}{k_BT}\right) = 2.5.10^{19}(0.59)^{1.5}exp\left(-\frac{0.83}{2.0.026}\right) = 1.32.10^{12}cm^{-3}$ 0.5

tracer le potentiel en fonction de x. (1 point) (l'inverse de E)

Une expression du potentiel Ø dans chacune des différentes régions du dispositif. (0.25+0.25+0.25+0.25+0.25)

$\phi=0 \qquad 0 \leq x \leq \frac{L}{4}$

$\phi = \frac{0,71}{\frac{L}{8}}\left(x - \frac{L}{4}\right) = \frac{5,68}{L}\left(x - \frac{L}{4}\right);\ \frac{L}{4} \leq x \leq \frac{3L}{8}$

$\phi=0,71 \qquad \frac{3L}{8} \leq x \leq \frac{5L}{8}$

$\phi = 0,71 + \frac{0,41}{\frac{L}{8}}\left(x - \frac{5L}{8}\right) = 0,71 + \frac{3,28}{L}\left(x - \frac{5L}{8}\right);\ \frac{5L}{8} \leq x \leq \frac{3L}{4}$

$\phi=0,3 \qquad \frac{3L}{4} \leq x \leq L$

la valeur du courant total à x=5L/16 est égale à 0, puisque le dispositif est en équilibre thermodynamique (0.5)

Exercice 3

la résistance du barreau

$R = \frac{1}{qN_a\mu_p + q\frac{n_i^2}{N_a}\mu_n}.\frac{L}{S} = \frac{1}{qN_a\mu_p}\frac{L}{S} = \frac{1}{1.6.10^{-19}.10^{20}0.025}.\frac{5.10^{-3}}{0.5.10^{-6}} = 25000\Omega$ 0.5+0.5

Ecrire l'équation de la continuité pour trouver le surplus de porteurs, En suppose que J est uniforme :

$$\frac{dn(t)}{dt} = G_n - R_n = 0$$

Régime stationnaire :

$$R_n = G_n = R_p = G_p = \frac{\Delta n_0}{\tau_n} = \frac{\Delta p_0}{\tau_p}$$

$\Delta n_0 = \Delta p_0 = \tau G$ 1 point

$\Delta p_0 = 2.\ 10^{11}\ cm^{-3}$ 1 point

Calculer la nouvelle résistance ; $R' = \frac{1}{q(N_a + \Delta p_0)\ \mu_p}.\frac{L}{S} = \frac{1}{qN_a\mu_p}\frac{L}{S} = 24950.1\Omega$ 0.5+0.5

A l'instant t = 0, on cesse brutalement l'éclairement, quelle est la loi de la variation de la résistance en fonction du tem

$\frac{dp}{dt} = G_p - R_p = -\frac{\Delta p}{\tau}$ (puique $G_p = 0\ et\ R_p = \frac{\Delta p}{\tau}$, et $\frac{dp}{dt} = \frac{d\Delta p}{dt} \Rightarrow \frac{d\Delta p}{dt} = -\frac{\Delta p}{\tau}$ 1 point

$\Delta p = (\Delta p)_0.e^{-t/\tau}$ 0.5

La variation de R = $R' - R = \frac{1}{q\ \mu_p}.\frac{L}{S}\left(\frac{1}{N_a + (\Delta p)_0.e^{-\frac{t}{\tau}}} - \frac{1}{N_a}\right)$ 1 point