

Corrigé du TD Composant 3: Photo-génération de porteurs

Disclaimer : Ce corrigé n'a pas pour but de vous fournir un détail des calculs vus en TD, mais de vous résumer les notions clés dont vous aurez besoin pour résoudre ces exercices, les avertissements vis à vis de certaines erreurs classiques, quelques digressions vues en séances, les détails des passages les plus techniques ainsi que les réponses aux différentes questions. Pour obtenir un corrigé détaillé, il vous faudra donc vous référer aux notes prises en TD ou reprendre vous même les calculs à partir des notions présentées dans le présent corrigé.

En cas de difficultés, **n'hésitez pas à me contacter**, nous pourrions en discuter soit par mail soit en début de séance suivante. Ce corrigé n'a pour but que d'être une base de travail pour vous et de servir de complément par rapport à ce que vous avez sûrement noté en séance, il n'est en aucun cas fait pour se suffire à lui même.

1. Notion clé :

$$* \rho_0 = \frac{1}{|\mu_p|e\rho_0 + |\mu_n|en_0} \text{ (voir TD1)}$$

$$* n_0 \ll p_0$$

$$* n_0 p_0 = n_i p_i$$

$$* \text{ Dans le cas intrinsèque, } n_i = p_i$$

Résultat :

$$* p_0 = \frac{1}{\mu_p e \rho_0}$$

$$* n_0 = \frac{n_i^2}{p_0}$$

AN :

$$* p_0 = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-3}$$

$$* n_0 = 19,2 \text{ cm}^{-3}$$

2. Notion clé :

$$* \text{ Dans l'air, } \Phi_i = \frac{I}{h\nu}$$

$$* \nu = \frac{c}{\lambda}$$

* Lors d'un changement de milieu, une part R est réfléchié et $1 - R$ pénètre dans le nouveau milieu.

$$* \text{ Dans un SC, } \Phi \text{ vérifie l'équation : } \frac{d\Phi}{dz} = -\alpha\Phi$$

Résultat :

$$* \Phi_i = \frac{I\lambda}{hc}$$

$$* \Phi(z) = (1 - R)\Phi_i e^{-\alpha z}$$

$$\text{AN : } \Phi_i = 4 \cdot 10^{18} \text{ photons.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$$

3. Notion clé : $G(z) = -\frac{d\Phi}{dz}$

remarque. Cette égalité signifie que la création d'une paire électron-trou correspond à l'absorption d'un photon.

$$\text{Résultat : } G(z) = \alpha(1 - R)\Phi_i e^{-\alpha z}$$

$$\text{AN : } G(0) = 2,76 \cdot 10^{22} \text{ paires.s}^{-1}.\text{cm}^{-3}$$

$$4. \text{ a) Résultat : } \frac{dn}{dt} = G(0) - \frac{n-n_0}{\tau}$$

b) Notion clé :

$$* \Delta n = n - n_0$$

* À $t = 0$, on démarre l'éclairement, il n'y a donc pas encore de photon qui ont été absorbés en émettant une paire électron-trou.

Résultat : $\Delta n(t) = G(0)\tau \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

c) **Notion clé :**

- * L'état stationnaire correspond à $t = \infty$, on pose alors $\Delta n_S = \Delta n(t = \infty)$.
- * $n_1 = n_0 + \Delta n_S$
- * $\Delta n_S = \Delta p_S$ car ces électrons surnuméraires viennent tous de la création d'une paire électron-trou.
- * $p_1 = p_0 + \Delta p_S$
- * $\rho = \frac{1}{|\mu_n|en + |\mu_p|ep}$

Résultat : $\Delta n_S = G(0)\tau$

AN :

- * $n_1 = 2,8 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$
- * $p_1 = 2,8 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$
- $\rho = 0,27 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$

remarque. * On n'a pas ici l'égalité entre $n_0 p_0$ et $n_1 p_1$. On a en effet un apport d'énergie par l'éclairage qui invalide cette relation.

- * ρ est nettement plus faible que ρ_0 , la conduction du semi conducteur augmente, il s'agit d'un phénomène de photoconduction.

d) **Exemples :**

- * photocopieuse
- * imprimante laser
- * cellule photo-déetectrice

5. **Notion clé :** $\Delta n(z) = \Delta n_S e^{-\frac{z}{L_n}}$ avec $L_n = \sqrt{D_n \tau}$

Résultat : $n(z) = n_0 + (n_1 - n_0)e^{-\frac{z}{L_n}}$

AN : $L_n = 45 \text{ } \mu\text{m}$

remarque. $\frac{1}{\alpha} = 1 \text{ } \mu\text{m}$ est bien très petit devant L_n .

6. **Notion clé :**

- * $\frac{dn}{dt} = -\frac{n-n_0}{\tau}$
- * $\Delta n(T) = \Delta n_S$

Résultat : $n(t) = n_0 + (n_1 - n_0)e^{-\frac{t-T}{\tau}}$