

TD3

Les courants. Phénomène de dérive, courant de dérive, mobilité, résistivité, conductivité.
Phénomène de diffusion, courant de diffusion.

**exercice 3.1

Un fil de cuivre dont les dimensions sont les suivantes : longueur = 305 m, diamètre = 1,03 mm, est soumis à une d.d.p de 10 V. On mesure alors un courant de 1,54 A. Sachant que la concentration en électrons libres est de $8,4 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$, calculer la résistivité et la mobilité des électrons.

**exercice 3.2

Un barreau de Germanium est dopé avec $N_A = 3 \cdot 10^{14}$ atomes accepteurs par cm^3 . Calculer la résistivité du Germanium dopé à $T = 300 \text{ K}$.

$$n_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3} \text{ à } T = 300 \text{ K}.$$

$$\text{Pour } N_A = 3 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3} \text{ et } T = 300 \text{ K, } \mu_n = 4,7 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, \mu_p = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

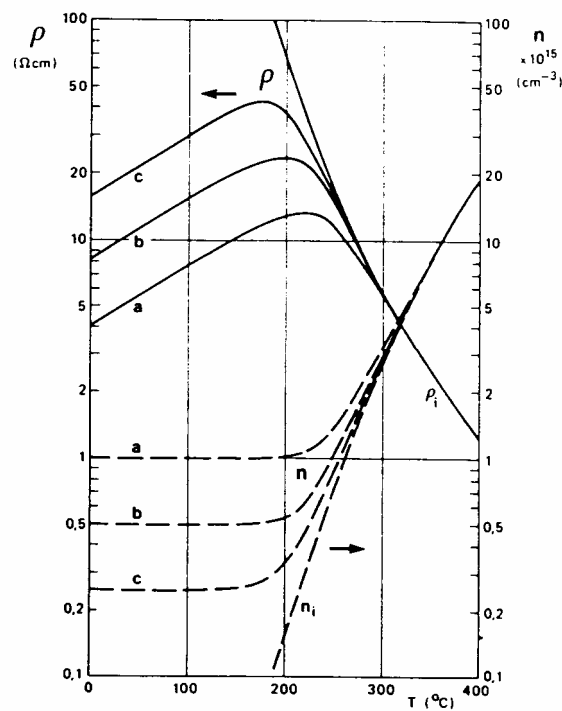
**exercice 3.3

Le germanium (densité = $4,41 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$, $n_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$) est dopé à raison d'un atome d'arsenic pour 10^6 atomes de germanium.

1. Quel semi-conducteur obtient-on ? Calculer n_0 et p_0 .
2. Sachant que $\mu_n = 3500 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ et $\mu_p = 1500 \text{ cm}^2/\text{V.s}$, calculer la conductivité du cristal dopé ainsi que sa résistivité. Comparer cette valeur à celle du matériau intrinsèque ($\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ et $\mu_p = 1900 \text{ cm}^2/\text{V.s}$)
3. On considère un barreau de germanium dopé comme précédemment de section $1,2 \text{ mm}^2$ et de longueur $1,3 \text{ cm}$ soumis à une d.d.p de 0,5 Volts. Calculer J et I.

exercice 3.4

Soit un barreau de semi-conducteur extrinsèque. Un constructeur délivre dans sa documentation les graphes suivants représentant l'évolution de la concentration en électrons libres et la résistivité du barreau en fonction de la température pour trois dopages différents :



1. expliquer qualitativement l'allure des courbes $n(T)$ pour a, b, c (pallier, croissance, décroissance, position des courbes les unes par rapport aux autres).
2. même question pour les trois courbes $\rho(T)$.

Réponses 3.1

$$\rho = 1,78.10^{-8} \Omega.m, \mu_n = 4,18.10^{-3} m^2.V^{-1}.s^{-1}.$$

Réponses 3.2

$$\rho = 10,2 \Omega.cm.$$

Réponses 3.3

1. type n, $n_0 = 4,41.10^{16} cm^{-3}$, $p_0 = 1,42.10^{10} cm^{-3}$.
2. avec dopage : $\sigma = 24,7 \Omega^{-1}.cm^{-1}$, $\rho = 0,04 \Omega.cm$. matériau intrinsèque : $\sigma = 2,32.10^{-2} \Omega^{-1}.cm^{-1}$, $\rho = 43,1 \Omega.cm$.
3. $J = 9,5 A.cm^{-2}$, $I = 0,114 A$.

Réponses 3.4

1. T faible, $n_i \ll N_D \Rightarrow n = N_D$. On a trois courbe constantes dans l'ordre des concentrations. Quand T augmente, n_i augmente très fortement. Quand $n_i \cong N_D$, n augmente à son tour et les courbes tangentent avec celle de n_i .
2. $0 < T < 200 \text{ } ^\circ C$: n = constante, μ_n diminue avec T $\Rightarrow \rho$ augmente.
T autour de $200 \text{ } ^\circ C$: n_i et donc n augmentent de la même manière que $\mu_n \Rightarrow \rho =$ constante.
 $T > 200 \text{ } ^\circ C$: n augmente exponentiellement $\Rightarrow \rho$ diminue et les courbes tangentent avec celle de ρ_i .