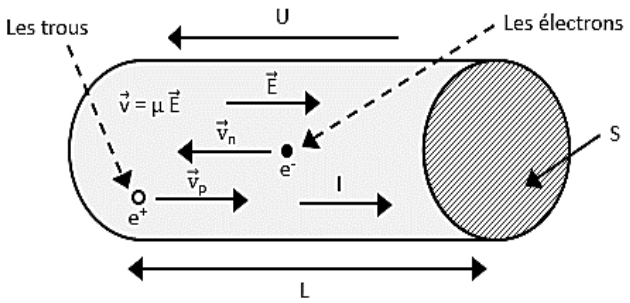
Université Ibn-Khaldoun – Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique
Module : Electronique des Semi-conducteurs – S3 – Master – Nanophysique

Corrigé de l'examen

Solution de l'exercice 1 : (7 points)



(0.5)

1) La vitesse v_n, lorsqu'on applique une différence de potentiel de 50V.

- On sait que le champ électrique a pour expression :

$$E = \frac{U}{L} \qquad (1) \qquad \mathbf{(0.25)}$$

- La vitesse des électrons a pour expression :

$$v_n = \mu_n E \qquad (2) \qquad \mathbf{(0.25)}$$

(1) dans (2) :

$$v_n = \mu_n \frac{U}{L} \qquad \mathbf{(0.25)}$$

Application numérique

$$v_n = 0.12 \frac{50}{5.10^{-2}} = \frac{6.10^2}{5} = \frac{600}{5} = 120\ m/s$$

$$v_n = 120\ m/s \qquad \mathbf{(0.75)}$$

2) La résistivité du silicium, sachant que I = 45µA

$$U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} \quad \rightarrow (3) \qquad \mathbf{(0.5)}$$

$$\rho = R\frac{S}{L} \quad \rightarrow (4) \qquad \mathbf{(0.5)}$$

$(3)\ dans\ (4)$:

$$\rho = \frac{U}{I}\frac{S}{L} \qquad \mathbf{(0.5)}$$

Application numérique

$$\rho = \frac{50}{45.10^{-6}}\frac{10^{-4}}{5.10^{-2}} = \frac{10}{45}10^{-4}.10^{8} = 0.2222.10^{4} = 2222\Omega.m$$

$$\rho \approx 2220\Omega.m \qquad \mathbf{(0.5)}$$

3) On calcule la mobilité des trous à T = 300K, sachant que la concentration des électrons n = $1.5.10^{16}$ e^- / m^3

$$\rho = \frac{1}{(n\mu_n + p\mu_p)e} \quad (4) \qquad Expression\ d'un\ semi-conducteur \qquad (0.75)$$

Dans le cas d'un semi-conducteur pur (intrinsèque), on a :

$$n = p = n_i \qquad (5) \qquad (0.5)$$

On remplace (5) dans (4) :

$$\rho = \frac{1}{n_i(\mu_n + \mu_p)e} \qquad Expression\ d'un\ semi-conducteur\ pur$$

$$\rho n_i(\mu_n + \mu_p)e = 1$$

$$\rho n_i\mu_n e + \rho n_i\mu_p e = 1$$

$$\rho n_i\mu_p e = 1 - \rho n_i\mu_n e$$

$$\mu_p = \frac{1 - \rho n_i\mu_n e}{\rho n_i e} \qquad (1.25)$$

Application numérique

$$\mu_p = \frac{1 - 2220x1.5.10^{16}\text{x } 0.12 \text{ x}1.6.10^{-19}}{2220x1.5.10^{16}\text{x}1.6.10^{-19}} = \frac{1 - 639.36.10^{-3}}{5328.10^{-3}} = \frac{0.36.10^{3}}{5328} = \frac{360}{5328}$$

$$\mu_p = 0.067 \approx 0.07m^2/V.s$$

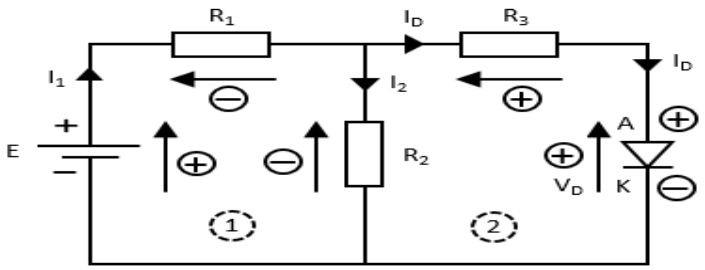
$$\mu_p \approx 0.07m^2/V.s \qquad (0.5)$$

Solution de l'exercice 2 : (6 points)

E = 15V, R_1 = 100Ω, R_2 = 50Ω, R_3 = 150Ω, V_D = 0.4V

• On Calcule le courant à travers la diode dans les cas :

a) Diode passante :



(0.25)

Maille 1 : $\sum V_1 = 0$

$$+E - R_1I_1 - R_2I_2 = 0$$

$$E = R_1I_1 + R_2I_2$$

$$15 = 100I_1 + 50I_2$$

$$3 = 20I_1 + 10I_2 \rightarrow (1) \qquad (0.5)$$

Maille 2 : $\sum V_1 = 0$

$$-R_2I_2 + R_3I_D + V_D$$

$$V_D = R_2I_2 - R_3I_D$$

$$0.4 = 50I_2 - 150I_d \rightarrow (2) \qquad (0.75)$$

$$I_1 = I_2 + I_D \rightarrow (3) \qquad (0.5)$$

$(3)\ dans\ (1)$:

$3 = 20(I_2 + I_d) + 10I_2$

$3 = 30I_2 + 20I_d \rightarrow (4)$ **(0.75)**

$\begin{cases} 0.4 = 50I_2 - 150I_D \rightarrow (2)\ X\ 3 \\ 3 = 30I_2 + 20I_D \quad \rightarrow (4)\ X\ 5 \end{cases}$

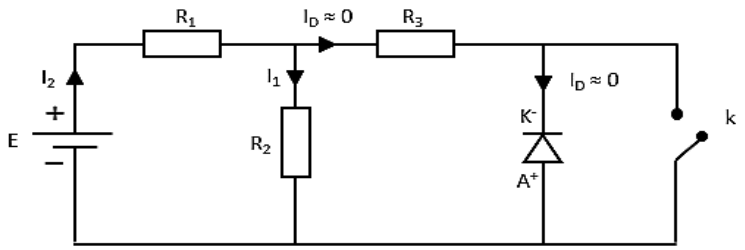
$\begin{cases} 1.2 = 150I_2 - 450I_D \ \rightarrow (5) \\ 15 = 150I_2 + 100I_D \ \rightarrow (6) \end{cases}$

$(6) - (5) \ \Longrightarrow 13.8 = 550I_D$ **(0.5)**

$$I_D = \frac{13.8}{550} = 0.025A$$

$I_D = 25mA$ **(0.75)**

b) Diode bloquée :



(0.5)

• Dans ce cas, la diode joue le rôle d'un interrupteur ouvert, d'où on a :

$I_D \approx 0$ **(1.25)**

Solution de l'exercice 3 : (7 points)

* On détermine : V_{R1}, V_{R2}, I_E, I_C et V_{CE}

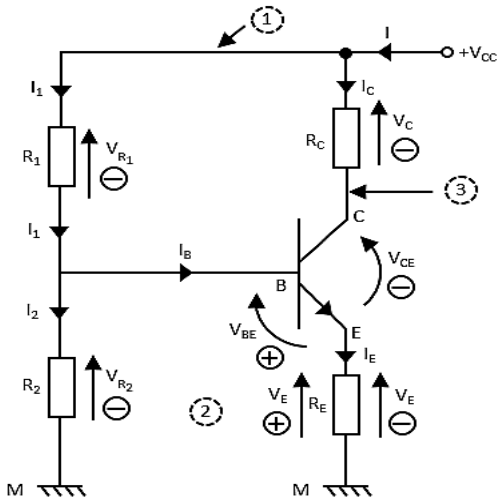
$I_E = \alpha I_C (\alpha = 1)$

$I_E \approx I_C \ \ et\ I_B = 0$

$I_1 = I_B + I_2 \ \ (I_B = 0)$

D'où, on a :

$I_1 = I_2 \ \ et\ R_1\ en\ série\ avec\ R_2$ **(1 pt)**



(0.5)

Maille 1 : $\sum V_I = 0$

$+V_{CC} - R_1I_1 - R_2I_2 = 0$

$V_{CC} = R_1 I_1 + R_2 I_2$

$I_1 = I_2, donc\ on\ a :$

$V_{CC} = (R_1 + R_2) I_1$

$I_1 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}$ **(0.75)**

Application numérique

$I_1 = \frac{15}{(10+5) \times 10^3} = \frac{15}{15 \times 10^3} = 10^{-3} A = 1mA$

$I_1 = 1mA$ **(0.25)**

$V_{R_1} = R_1 I_1 = 10.10^3.10^{-3} = 10V$

$V_{R_1} = 10V$ **(0.5)**

Application numérique

$V_{R_2} = R_2 I_1 = 5 \times 10^3 \times 10^{-3} = 5V$

$V_{R_2} = 5V$ **(1 pt)**

Maille 2 : $\sum V_I = 0$

$-V_{R_2} + V_{BE} + R_E I_E = 0$

$R_E I_E = V_{R_2} - V_{BE}$

$I_E = \frac{V_{R_2} - V_{BE}}{R_E}$ **(0.5)**

Application numérique

$I_E = \frac{5 - 0.7}{2 \times 10^3}$ **(0.5)**

$I_E = \frac{4.3 \times 10^{-3}}{2} = 4.15 \times 10^{-3} A = 2.15\ mA$

$I_E = 2.15\ mA$ **(0.5)**

$I_E = I_c = 2.15\ mA$ **(0.5)**

Maille 3 : $\sum V_I = 0$

$+V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} - R_E I_E$

$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E$ **(0.5)**

Application numérique

$V_{CE} = 15 - 10^3 \times 2.15 \times 10^{-3} - 2 \times 10^3 \times 2.15 \times 10^3$

$V_{CE} = 15 - 2.15 - 4.3$

$V_{CE} = 15 - 6.45 = 8.55V$

$V_{CE} = 8.55V$ **(0.5)**

Chargé du Module

Prof. BENRABAH.B