

Université Ibn-Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences de la Matière

Département de Physique

Module : Electronique des Composants – 3<sup>ème</sup> Année Licence – S5 – Physique des Matériaux

Durée : 2 heures

Lundi, Le 19 Janvier 2026

### E.M.D

#### I/ Questions de Cours : (7 points)

- 1) Quels sont les états physiques de la matière et définir l'état Plasma
- 2) Dans quel domaine on utilise une diode ordinaire
- 3) Donner le schéma et l'utilisation du montage collecteur commune
- 4) la caractéristique graphique courant – tension d'une diode à Semi-conducteur et l'interprétation de cette caractéristique quand la diode est passante
- 5) Donner la Définition d'un semi-conducteur extrinsèque

#### II) Les exercice : (13 points)

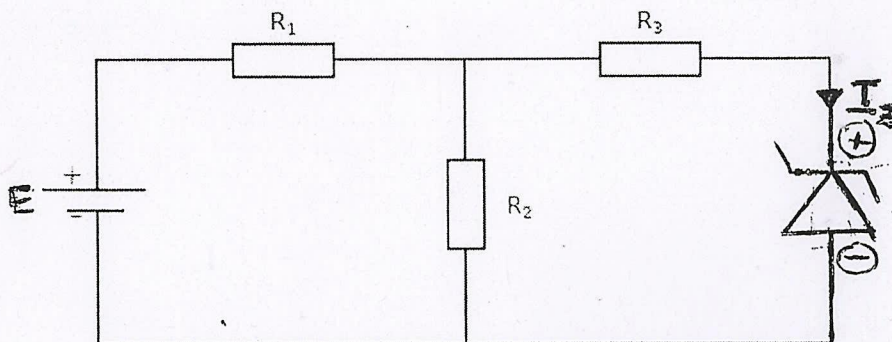
##### Exercice n°01 : (7 points)

- Déterminer la concentration en trous et en électrons d'un cristal de germanium du type p dont la résistivité à  $27^{\circ}\text{C}$  est de  $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ .

On donne :  $A = 10^{23}$ ,  $W_i = 0.7\text{eV}$ ,  $\mu_p = 0.17\text{m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ,  $K = 1.38 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$

##### Exercice n°02 : (6 points)

- **Exercice 1**
- On donne le circuit ci- contre :



- Sachant que :  $E = 20\text{V}$ ,  $R_1 = 20\Omega$ ,  $R_2 = 40\Omega$ ,  $R_3 = 80\Omega$ ,  $V_{DZ} = 8\text{V}$ 
  - Calculer le courant  $I_z$ , tout en appliquant :
  - Le théorème de Thevenin

Correction de L'examen

I/ Questions de cours : (7 points)

1) Les états physiques de la matière :

L'état solide, L'état liquide, L'état gazeux

0,75

La définition de l'état plasma : Le plasma est un état de la matière obtenue lorsqu'on porte le troisième état (l'état gazeux) à des températures de plusieurs milliers, voire plusieurs millions de degrés

0,75

2) Domaine d'application de la diode ordinaire :

En courant continu, on peut utiliser une jonction (diode) pour interdire ou permettre le passage d'un courant dans les deux sens de la diode.

2pt

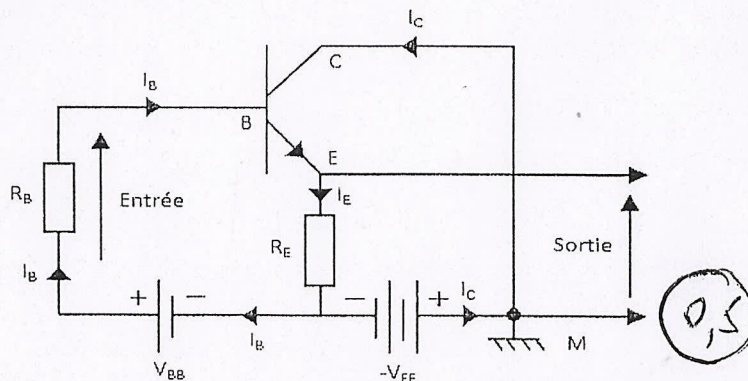
\* Elle joue le rôle d'un interrupteur ouvert ou fermé. On peut employer la diode à la commande d'un relais. Mais s'est surtout la construction des machines à calculer, des ordinateurs, des télé radio transmetteur d'ordre...etc.

0,5

\* En courant alternatif, les alternances correspondant à la tension bloquante sont supprimées.

0,5

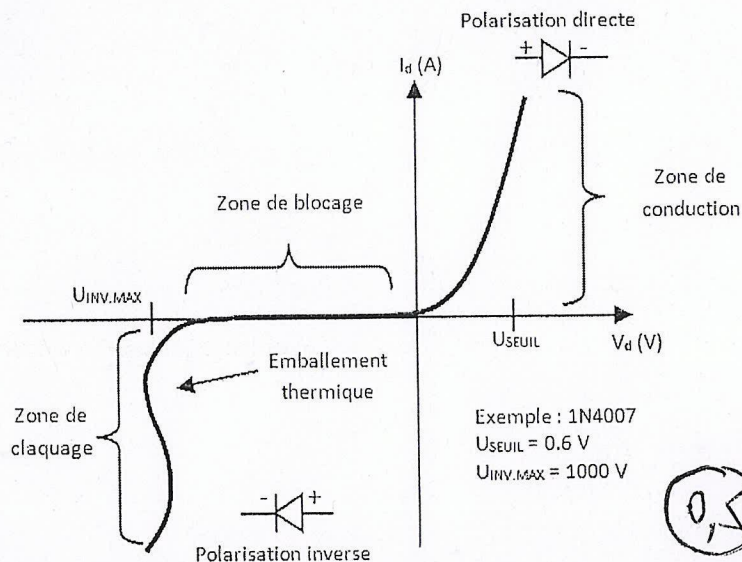
3) Le montage Collecteur commun :



Dans ce montage, le signal d'entrée est appliqué entre la base et le collecteur et le signal de sortie est prélevé entre l'émetteur et le collecteur. Ce montage est utilisé pour l'adaptation des impédances et l'amplification en courant.

0,5

#### 4) La caractéristique graphique courant – tension d'une diode à semi-conducteur



- La courbe obtenue n'étant pas une droite, nous parlons d'un élément non-linéaire. Ce qui signifie que le courant circulant dans l'élément n'est pas proportionnel à la tension qui lui est appliquée, donc ne dépend pas uniquement de la loi d'ohm.
- Dans le sens direct, la tension de seuil est la tension nécessaire à appliquer à la diode pour qu'elle devienne conductrice.  $V_{seuil} = 0,6V$  pour le Silicium (Si) et  $0,3V$  pour le Germanium (Ge). (2pt)

#### 5) Définition d'un Semi-conducteur extrinsèque :

En augmentant considérablement les conductibilités d'un semi-conducteur en le dopant avec de très faibles quantités d'impuretés qui sont des atomes d'une autre substance. On assiste alors à un autre type de conductibilité, due à des atomes étrangers : C'est la conductibilité extrinsèque qui peut être du type N ou du type P. (0,5)

Cristal + impuretés = Semi-conducteur extrinsèque (0,5)

### II/ LES EXERCICES : (13 points)

#### EXERCICE N°01 : (7 points)

$$A = 10^{23}, W_i = 0.7eV, \mu_p = 0.17m^2/V.s, K = 1.38.10^{-23}J/K$$

La concentration en trous et en électrons

#### • En trous :

\* Dans un cristal de type p, la concentration par électron est négligeable par rapport à celle des trous p et l'on a :

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = e \cdot p \cdot \mu_p$$

\* La mobilité des trous ne dépend pas des impuretés adjointes au semi-conducteur. Pour le germanium à  $27^\circ C$ , elle a pour valeur :

$$\mu_p = 0.17m^2/V.s. \text{ Ainsi, on peut calculer la concentration en trous :}$$

$$p = \frac{1}{\rho \cdot e \cdot \mu_p} \quad (1 \text{ pt})$$

Application numérique

$$p = \frac{1}{0.01 \cdot 10^{-2} \times 1.6 \cdot 10^{-19} \times 0.17} = \frac{1}{10^{-4} \times 0.272 \cdot 10^{-19}} = \frac{1}{0.272 \cdot 10^{-23}} = \frac{10^{23}}{0.272}$$

$$p = 3.68 \cdot 10^{23} \text{ trous/m}^3 \quad (1 \text{ pt})$$

\* Comme chaque atome d'impuretés a donné naissance à un trou, il en résulte que le semi-conducteur dopé, possède  $p = 3.68 \cdot 10^{23} \text{ atomes/m}^3$ .

\* En électrons :

\* Or les concentrations en n et p satisfont la relation  $n_i^2 = n \cdot p$ ,  $n_i$  étant la concentration intrinsèque.

\* Pour le germanium à 27°C, on a :

$$n_i = AT^{3/2} \exp\left(\frac{-W_i}{2KT}\right) \quad (1 \text{ pt})$$

Application numérique

$$n_i = 10^{23} \times 300^{3/2} \exp\left(-\frac{1.2 \cdot 10^{-19}}{2 \times 1.38 \cdot 10^{-23} \times 300}\right) = 2.5 \cdot 10^{19}$$

$$n_i = 2.5 \cdot 10^{19} e^- \text{ trs/m}^3 \quad (1 \text{ pt})$$

D'où :

$$n = \frac{n_i^2}{p} \quad (1 \text{ pt})$$

Application numérique

$$n = \frac{(2.5 \cdot 10^{19})^2}{3.68 \cdot 10^{23}} = \frac{6.25 \cdot 10^{38}}{3.68 \cdot 10^{23}} = 1.7 \cdot 10^{15} \text{ électrons/m}^3$$

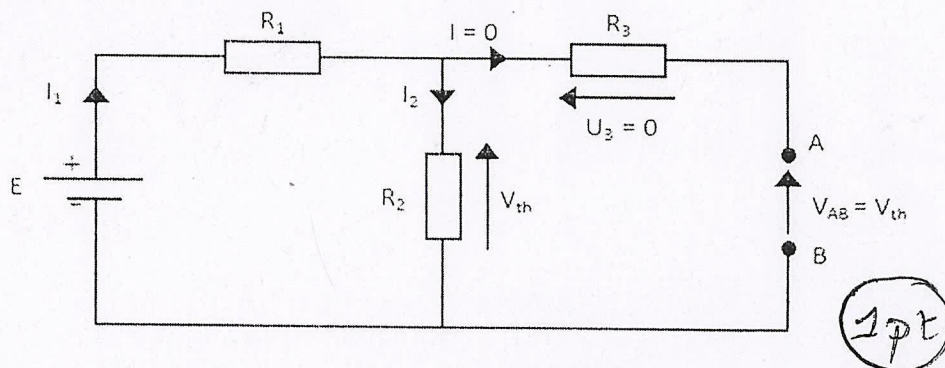
$$n = 1.7 \cdot 10^{15} e^- / \text{m}^3 \quad (1 \text{ pt})$$

### EXERCICE N°02 : (6 points)

$E = 20V$ ,  $R_1 = 20\Omega$ ,  $R_2 = 40\Omega$ ,  $R_3 = 80\Omega$ ,  $V_{DZ} = 8V$

- Le courant  $I_Z$  en appliquant le théorème de Thevenin

1<sup>ère</sup> étape : On débranche la diode Zener et on calcule  $V_{AB} = V_{th}$



$$V_{AB} = V_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E \quad (2pt)$$

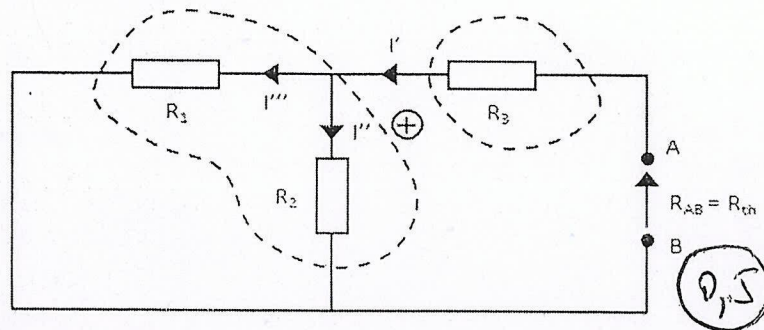
Application numérique

$$V_{AB} = V_{th} = \frac{40}{20 + 40} \cdot 20$$

$$V_{th} = \frac{800}{60}$$

$$V_{th} = 13.33V \quad (0,5)$$

2<sup>ème</sup> étape : On court-circuite tous les générateurs



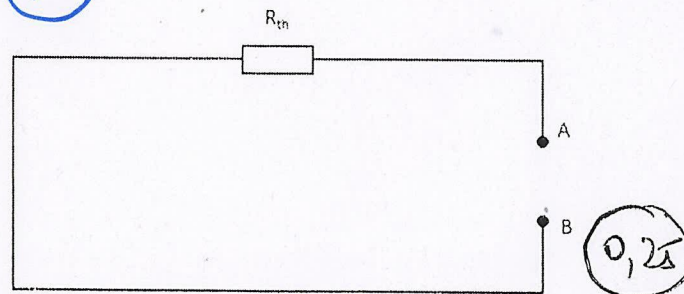
3<sup>ème</sup> étape : On calcule  $R_{AB} = R_{th}$

$$R_{AB} = R_{th} = \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1} + R_3 \quad (0,5)$$

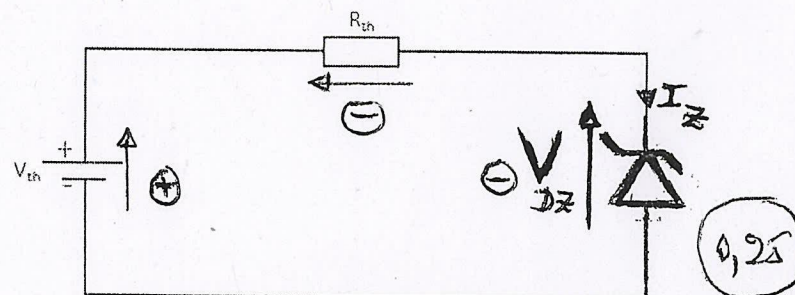
Application numérique

$$R_{th} = \frac{20 * 40}{20 + 40} + 80 = \frac{800}{60} + 80 = 13.33 + 80 = 93.33\Omega$$

$$R_{th} \approx 93\Omega \quad (2pt) \quad (0,5)$$



4<sup>ème</sup> étape : On enlève le court-circuit et on branche la diode Zener



5<sup>ème</sup> étape : On calcule le courant  $I_z$

$$V_{th} - R_{th} I_z - V_{DZ} = 0$$

$$R_{th}I_Z = V_{th} - V_{DZ}$$

$$I_Z = \frac{V_{th} - V_{DZ}}{R_{th}}$$

1pt

Application numérique

$$I_Z = \frac{13.33 - 8}{93} = \frac{5.33}{93} = 0.057A$$

$$I_Z = 0.057A$$

~~1pt~~

0,5