

**Exercice 1.**

- 1) Que signifie « l'énergie de l'électron de l'atome d'hydrogène est quantifiée » ?
- 2) Que vaut l'énergie de l'électron de l'atome d'hydrogène lorsqu'il est sur le 1<sup>er</sup> état excité ?
- 3) Effectuez le bilan des forces s'exerçant sur l'électron de l'atome d'hydrogène. Faire un schéma.

**Exercice 2.**

Les substrats utilisés pour la fabrication des transistors sont le silicium (Si), l'arséniure de gallium (GaAs), le silicium-germanium (SiGe) ou encore le carbure de silicium (SiC), le nitrure de gallium (GaN) et l'antimoniure d'indium (InSb).

- 1) Donnez la structure électronique du phosphore.
- 2) Justifiez la possibilité de l'association des éléments InSb et GaAs.
- 3) SiC cristallise selon une structure GaAs. Représenter la structure du carbure de silicium et la décrire le plus précisément possible.

**Exercice 3.**

- 1) Faites le schéma énergétique de la structure de bandes d'un semi-conducteur en détaillant toutes les notations nécessaires à la description du système.
- 2) Dans le cas du silicium, si  $n_i = 1,45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  à 298K, que vaut  $n_i$  en  $\text{m}^{-3}$  ?
- 3) A 298 K,  $n_i = 1,45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ . Supposons que  $n = 200 \text{ cm}^{-3}$ .
  - a. A quoi est égal p ?
  - b. S'agit-il d'un dopage n ou p ?
  - c. Quels éléments utiliser pour effectuer ce dopage ?
  - d. Exprimer la variation du niveau de Fermi dans le semi-conducteur dopé par rapport au semi-conducteur intrinsèque en fonction de la concentration de dopant notée N. Effectuer l'application numérique.



NOM Lellouche  
 Prénom Leo  
 Promo 2020  
 Date 19/10/15

I	II	III
$\frac{2}{6}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{25}{9}$

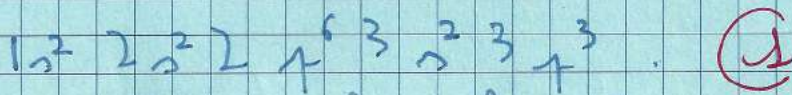
$$\frac{06,5}{20}$$

$$\frac{07,15}{20}$$

## MATIERE De l'atome à la puce

### Exercice 2:

1) La structure électronique du phosphore est :

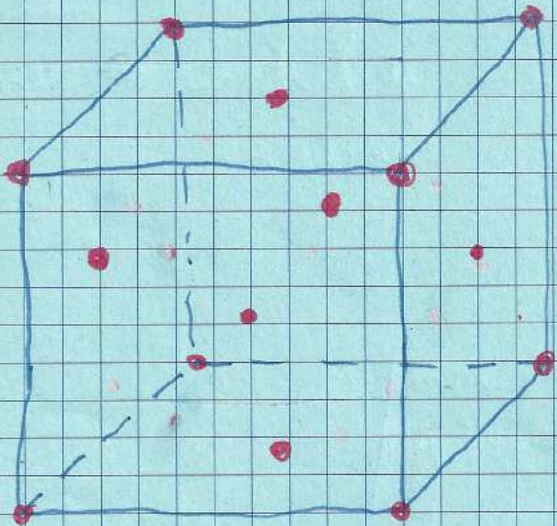


En effet, le phosphore est le 15<sup>ème</sup> élément du tableau périodique.

2) Ga (Gallium) peut s'associer à As (Arsenic) car ils sont sur la même ligne du tableau.  
 Idem pour le In et le Sb.  
 Cela va doper le Gallium ou le In.

*incomplet*

3) Structure du carbure de Silicium :



Il a un atome par sommet (8)  
 un atome par face (6)  
 4 sites tétraédriques.

$$\text{Soit } \frac{8}{8} + \frac{6}{2} + 4 = 1 + 3 + 4 = 8$$

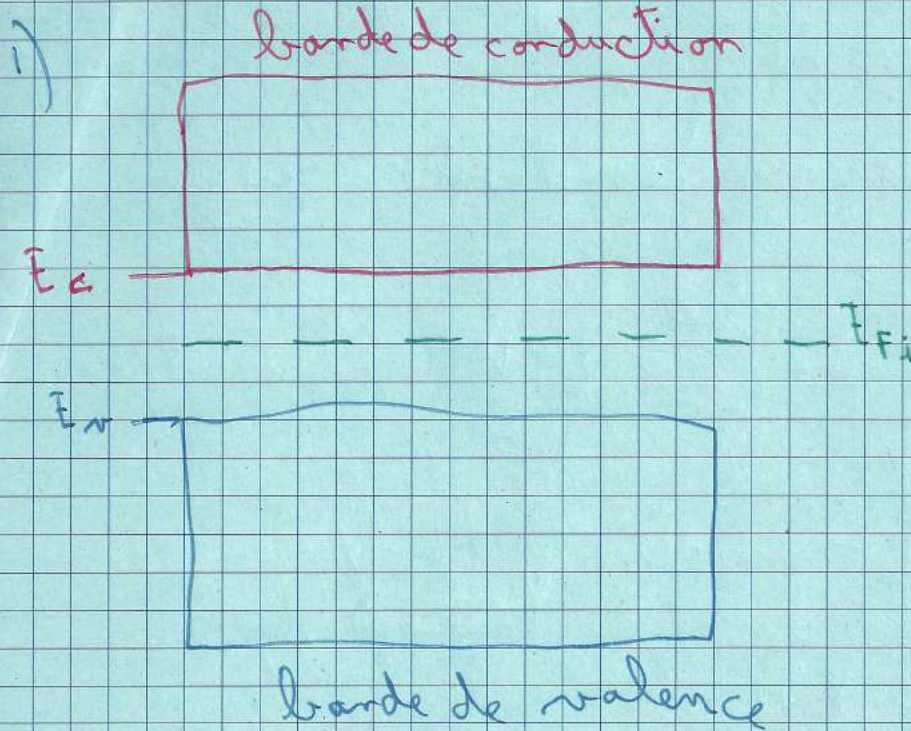
8 atomes par maille

Répartition des atomes  
 sites Td où?

(sans sites tétraédriques)



### Exercice 3:



(2)

$E_c$  = énergie minimale de la bande de conduction

$E_v$  = maximale valence

$E_{Fi}$  = niveau de Fermi: niveau statistique au dessus duquel il n'y a pas d'électrons.

2)  $n_i = 1,45 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

m	dm	cm	mm
0	0   0   0	0   0   1	4   5   0

Donc  $n_i = 1,45 \times 10^{10} \text{ m}^{-3}$



3) a) On sait que :

$$ni^2 = n \times \gamma$$

$$\text{Donc } \gamma = \frac{ni^2}{n}$$

$$= \frac{1,45 \times 10^{20}}{2 \times 10^2}$$

$$= 0,725 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3} \text{ (a)}$$

b) Il s'agit d'un dopage  $\gamma$  car  $\gamma \gg n$

c) Il faut utiliser un atome à ~~droite~~ dans le tableau.

$\mathcal{A}$

→



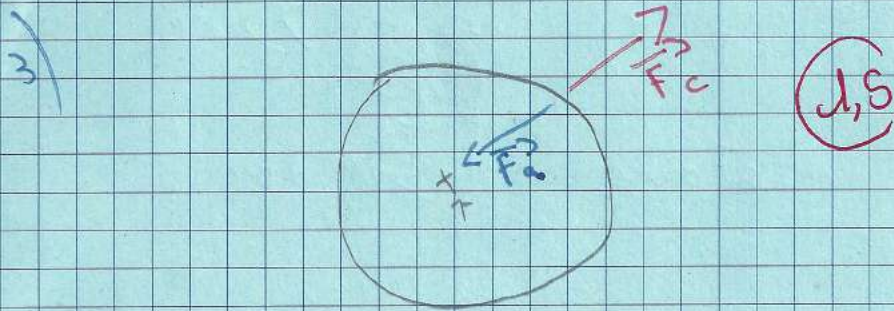
## Exercice 1 :

1) L'atome d'hydrogène ne peut prendre que certains niveaux d'énergie.

2)  $E_n = - \frac{13,6}{n^2}$  unité (0,5)

Si  $n=1$

alors  $E_1 = -13,6$



$\vec{F}_a$  = Force d'attraction coulombienne =  $\frac{q_1 \times q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2}$

$\vec{F}_c$  = Force centrifuge =  $\frac{m v^2}{r}$

$\vec{F}_a + \vec{F}_c = \vec{0}$

$r_8$ ?