

Matériels autorisés :

- \* Calculatrice (mémoire vide)
- \* Formulaire de cours avec annotations manuscrites recto verso.

## Physique des Semi-conducteurs

Les trois parties de cet examen sont indépendantes.

### Partie I :

Répondre de façon concise aux dix questions posées sur l'annexe (recto-verso) fournie avec le sujet. Remettre cette annexe avec votre copie.

### Partie II : Semi-conducteur et jonction

On considère un cristal de germanium (Ge) intrinsèque à la température de 300 K. L'atome de germanium est un élément du groupe IV de la classification périodique.

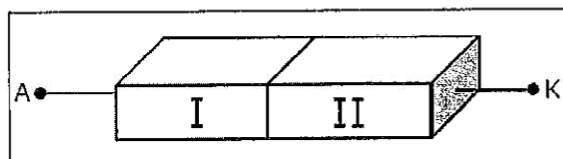


Figure 1

1. La région II du cristal (figure 1) est dopée de façon uniforme par des atomes d'arsenic As (éléments du groupe V) en concentration  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Quelle est la nature du semi-conducteur ainsi réalisé ? Donner les concentrations en porteurs majoritaires et minoritaires dans cette partie du cristal.
2. On dope également de façon uniforme la région I du cristal en concentration  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$ . Quels types d'impuretés faut-il utiliser lors de ce dopage pour réaliser une jonction ? Donner les concentrations en porteurs majoritaires et minoritaires dans cette partie du cristal.
3. Décrire le phénomène physique qui se déclenche à la jonction des régions I et II dans le cristal. Comment appelle-t-on la zone située de part et d'autre de cette jonction. En l'absence de polarisation, calculer la largeur de cette zone.
4. On considère maintenant la jonction polarisée par une tension  $V_{AK} = -2V$ . Quel effet produit cette polarisation sur la zone de transition entre la région I et la région II ? Calculer la nouvelle largeur de cette zone de transition.
5. La capacité associée à la zone de transition de la jonction polarisée est-elle plus élevée que dans le cas non polarisé ? Justifier votre réponse. Calculer cette capacité.

On donne : Concentration intrinsèque du Ge :  $n_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  ;  $\epsilon = 10^{-10} \text{ F m}^{-1}$  ; Constante de Boltzmann  $k = 8,62 \cdot 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$  ; Section jonction  $S = 0,5 \text{ mm}^2$  ; Charge élémentaire :  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

### Partie III : Effet Hall

On souhaite réaliser une expérience d'effet Hall sur un échantillon semi-conducteur de silicium Si.

1. A quelle date et par qui l'effet Hall a-t-il été découvert ?
2. Dans quelles conditions expérimentales cet effet se déclenche-t-il ?
3. Quel est l'intérêt d'une telle expérimentation ?

L'échantillon de silicium à tester a les dimensions suivantes :

Épaisseur  $h = 0,5$  cm ; Longueur  $L = 15$  cm ; largeur  $l = 7$  cm.

Cet échantillon, parcouru par un courant  $I$ , est plongé à température ambiante dans un champ magnétique  $B$  de 0,1 Tesla, comme indiqué sur la figure 1 :

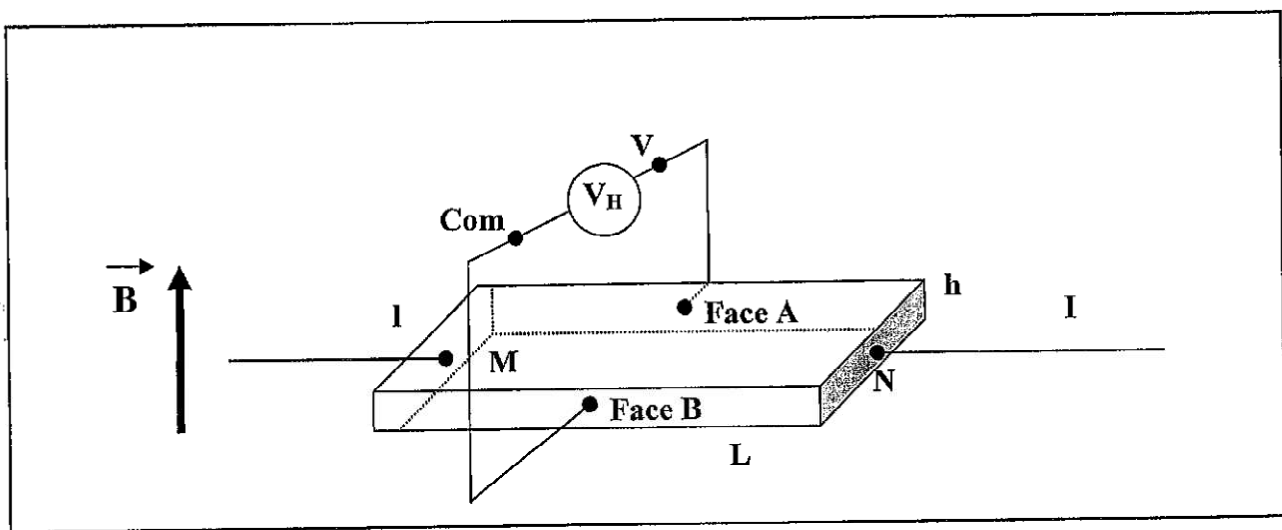


Figure 1

On mesure  $I = 20$  mA ;  $U_{MN} = 10$  V et la tension de Hall  $V_H = 62,5$  mV.

4. A l'aide de la tension  $U_{MN}$ , indiquer le sens du courant  $I$  qui parcourt l'échantillon de silicium.
5. Après avoir rappelé l'expression de la force magnétique à laquelle sont soumis les porteurs de charge, indiquer la direction et le sens de cette force (faire un schéma clair illustrant votre réponse).
6. Déduire à l'aide de la tension de Hall  $V_H$  lue sur le voltmètre, le type de porteurs de charges majoritaires présents dans l'échantillon de silicium.
7. Calculer la résistivité et la conductivité du matériau.
8. Calculer la concentration en porteurs de charge majoritaires.
9. Calculer la mobilité de ces porteurs de charge.

On donne la charge élémentaire :  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.