

Questions de cours

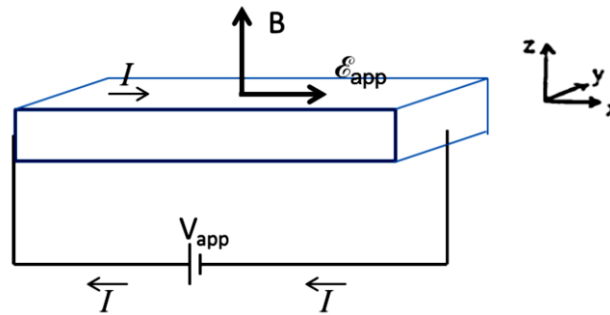
I. Choix multiples :

Plus d'une réponse peut être correcte.

Sur votre copie, notez la (ou les) lettre(s) de la (ou des) réponse(s) correcte(s). Par ex. : 1. a ; 2. b,c ; 3. d, e,f ; etc.

1. Quand la température augmente...
 - a. **La concentration d'électrons dans la bande de conduction augmente, quelle que soit la gamme de température, dans un semiconducteur intrinsèque.**
 - b. La concentration d'électrons dans la bande de conduction augmente, quelle que soit la gamme de température, dans un semiconducteur dopé n.
 - c. La concentration d'électrons dans la bande de conduction augmente, quelle que soit la gamme de température, dans un semiconducteur dopé p.
 - d. La concentration d'électrons dans la bande de conduction augmente, quelle que soit la gamme de température, dans un semiconducteur extrinsèque.
 - e. La concentration de trous dans la bande de valence augmente *par rapport à la concentration d'électrons dans la bande de conduction*, pour une gamme de température précise, dans un semiconducteur intrinsèque.
 - f. La concentration de trous dans la bande de valence augmente *par rapport à la concentration d'électrons dans la bande de conduction*, pour une gamme de température précise, dans un semiconducteur dopé n.
 - g. La concentration de trous dans la bande de valence augmente *par rapport à la concentration d'électrons dans la bande de conduction*, pour une gamme de température précise, dans un semiconducteur extrinsèque.
2. Quand on « dope » un semiconducteur :
 - a. On ajoute *directement* des électrons dans la bande de conduction (avec un « canon à électrons » par exemple) pendant la croissance.
 - b. On ajoute *directement* des trous dans la bande de valence (avec un « canon à trous » par exemple) pendant la croissance.
 - c. Pendant la croissance on ajoute des impuretés de la même colonne du tableau périodique que le semiconducteur afin d'effectuer un dopage N.
 - d. **Pendant la croissance on ajoute des impuretés de la colonne supérieure du tableau périodique que le semiconducteur afin d'effectuer un dopage N.**
 - e. Pendant la croissance on ajoute des impuretés de la colonne inférieure du tableau périodique que le semiconducteur afin d'effectuer un dopage N.
 - f. **Ces impuretés remplacent les atomes du semiconducteur dans le cristal.**
 - g. Ces impuretés se placent entre les atomes du semiconducteur dans le cristal, en dehors du réseau.
 - h. Ces impuretés et les atomes du semiconducteur se trouvent « les uns sur les autres » dans le cristal.

II. Réponses courtes



1. Quelle est l'influence du champ électrique sur les porteurs de l'échantillon dopé N ? Quelle est l'influence du champ électrique sur les porteurs de l'échantillon dopé P ?

Dopé N : porteurs majoritaires = électrons (charges négatives). Le champ électrique « pousse » ces charges négatives dans la direction $-x$, c'est-à-dire vers la gauche dans le schéma ci-dessus.

Dopé P : porteurs majoritaires = trous (« charges » positives). Le champ électrique « pousse » ces « charges » positives dans la direction $+x$, c'est-à-dire vers la droite dans le schéma ci-dessus.

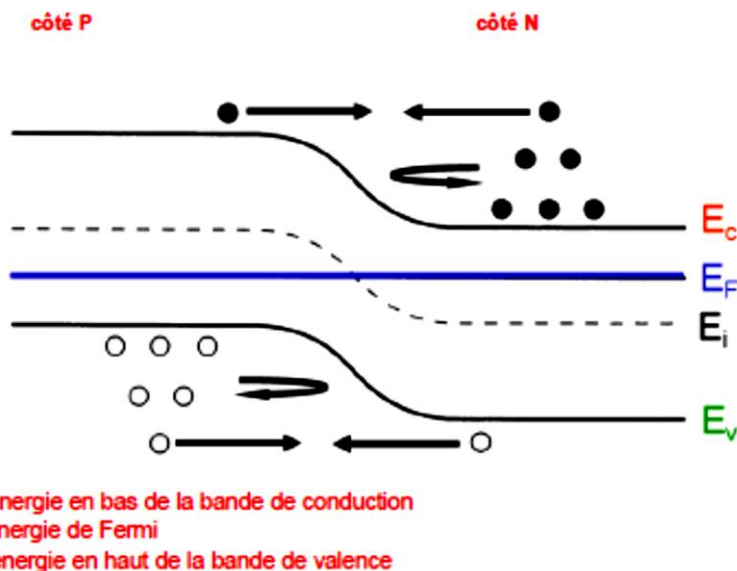
III un dispositif pn

1. Dispositif pn à l'équilibre thermodynamique

On considère une jonction PN à base de Si avec comme dopage en accepteurs $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ et en donneurs $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$.

- a) Expliquer qualitativement l'établissement de la barrière de potentiel dans une jonction PN à l'équilibre thermodynamique.
- Dû au gradient de concentration, les porteurs diffusent à l'autre côté de la jonction
 - Ces porteurs ensuite rencontrent les porteurs majoritaires et se recombinent
 - Il y a donc moins de porteurs majoritaires que d'impuretés ionisées près de la jonction—une zone chargée se crée (la zone de charge d'espace, ZCE)
 - La ZCE est chargée négativement côté p et positivement côté n—un champ électrique dans la direction n vers p se crée !

- b) Tracer le diagramme de bandes en énergie (tracer et étiqueter les bandes de conduction et de valence, ainsi que le niveau de Fermi le long de la jonction). Définir clairement le côté P et le côté N. Prendre en compte les différences de densité de dopage dans votre schéma.



- c) Etablir l'expression donnant le potentiel de diffusion V_D . Application numérique.

$$V_D = \frac{k_B T}{e} \ln \frac{N_D N_A}{n_i^2}$$

0,72 V A.N.

- d) Existe-il une zone de déplétion/charge d'espace dans ce dispositif ? Justifiez votre réponse.
 Oui ! Les charges qui se diffusent de l'autre côté de la jonction métallurgique rencontrent des charges majoritaires et elles se recombinent, laissant derrière des charges fixes (impuretés ionisées). Dans cette région il y a un champ électrique fort et elle est « déplétée » de charges mobiles.
- e) A l'équilibre thermodynamique existe-il dans ce dispositif.
 i) Un courant total (électrons et trous) non-nul ? Non, nous sommes à l'équilibre thermodynamique, pas de courant total.