

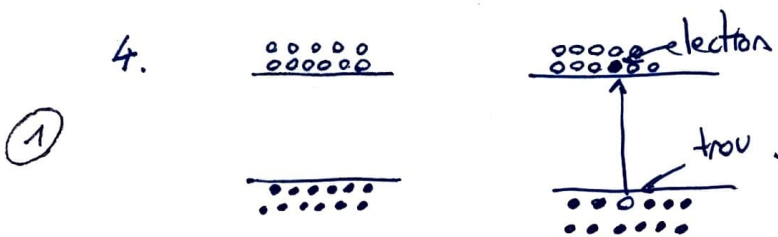
Exercice 1

1. Conditions d'annulation  $\Psi(x=0, y, z) = \Psi(x, y=0, z) = \Psi(x, y, z=0) = 0$

① Conditions BVK 
$$\begin{cases} \Psi(x=0, y, z) = \Psi(x=L, y, z) \\ \Psi(x, y=0, z) = \Psi(x, y=L, z) \\ \Psi(x, y, z=0) = \Psi(x, y, z=L) \end{cases}$$

① 2. Densité d'états électroniques = nombre d'états accessibles pour les électrons, par unité d'énergie et de volume

① 3. Phonon : particule virtuelle représentant la propagation d'une vibration du réseau cristallin / des phonons



Exercice 2

~~Phonon de valence : en dessous de l'énergie de Fermi  $E_F$~~

① 1. 5eV environ : gamme d'énergie sur laquelle il n'y a pas d'états au-dessus de l'énergie de Fermi - Gap indirect car BV en  $\Gamma$  et BC en  $\Delta$ .

① 2. Le diamant est un très bon isolant électrique car la bande interdite est grande.

① 3.  $240 \text{ nm}^{(95)} \rightarrow E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{240 \cdot 10^{-9}} = 8,28 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 5,2 \text{ eV}^{(95)}$

① 4.  $5,2 \text{ eV} >$  énergie des photons dans le visible. Les photons ne peuvent donc pas être absorbés  $\rightarrow$  le diamant est transparent

① 5.  $E_F$  est approximativement au milieu du gap.

① 6. Dopage  $N \rightarrow$  états supplémentaires dans la bande interdite, proches de  $E_C$ . Le niveau de Fermi se rapproche de  $E_D$ , l'énergie caractéristique des donneurs

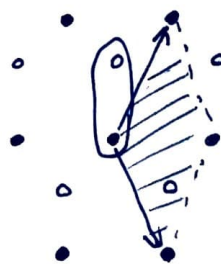
7. Pic des dopants :  $380 \text{ nm} \Leftrightarrow 3,26 \text{ eV}$
8. Photons absorbés : violet donc les diamants dopés azote sont jaune
9.  $n = p = n_i$
10.  $N_c \exp\left(-\frac{E_c - E_F}{k_B T}\right) \times N_v \exp\left(\frac{E_v - E_F}{k_B T}\right) = n_i^2$  (q.s) avec  $E_g = E_c - E_v$
11.  $\Rightarrow N_c N_v \exp\left(-\frac{E_g}{k_B T}\right) = n_i^2 \Rightarrow n_i = \sqrt{N_c N_v \exp\left(-\frac{E_g}{k_B T}\right)}$  (q.s)
12.  $\sigma = n e \mu_e + p e \mu_h = n_i e (\mu_e + \mu_h)$
- $\Rightarrow \sigma \propto \exp\left(-\frac{E_g}{2 k_B T}\right) \quad \sigma = \sqrt{N_c N_v} \exp\left(-\frac{E_g}{2 k_B T}\right) e (\mu_e + \mu_h)$
13.  $n_i \sim 10^{-24} / \text{cm}^3$   
Valeur très faible  $\rightarrow$  diamant idéal pur très isolant à 300K
14.  $n = N_D \Rightarrow p = n_i^2 / N_D$
15.  $\sigma_{\text{dopé}} = N_D e \mu_e + \frac{n_i^2}{N_D} e \mu_h$
- négligeable car  $p \ll n$
16. La conductivité est proportionnelle à la concentration de dopants donc  $\sigma$  augmente avec le dopage.  
(car le dopage augmente le nombre de porteurs donc augmente la conductivité électrique).
17. La courbe B correspond au diamant le plus dopé car  $\sigma_B > \sigma_A$ .
18.  $\sigma_B(300 \text{ K}) = 4 \cdot 10^{-4} \text{ S/cm} \Rightarrow N_D \approx \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \times 1900 \text{ cm}^2/\text{Vs}} = 10^{12} / \text{cm}^3$
- Exercice 3 / 2

1,5

1.



ou



0,5

2. 3 + 5 électrons par maille, donc 8N électrons au total.