

L3 /
diplôme d'ingénieur

Courge Étienne de
Chimie des Matériaux

exercice 1. 6,5 pts

(1) matériau diélectrique = matériau isolant.

(2) Contribution ionique = due aux déplacements
des ions cations.

• Contribution électronique = due aux envl- de
e⁻ dans le cristal

• Contribution vibrationnelle = accumulation de
charges de surface

• Contribution dipolaire = alignement des dipô

(3) le piége électrostatique est l'apparition de charges élect.
sous l'effet d'une contrainte mécanique $\Rightarrow$ effet
direct.

(4) l'effet inverse : l'application d'un champ électrique
fait apparaître une déformation au sein du cristal

(5) effet direct $\Rightarrow \vec{P} = d_{ijk} \vec{T}_{kl}$ (0,5)
effet inverse $\Rightarrow \vec{\epsilon}_{ijk} = d_{ijk} \vec{E}$ (0,5)

(6) les propriétés des supraconducteurs

0,5 $R=0 \Rightarrow$ transport de courant sans pertes

0,5 Ils repoussent tout flux magnétique

0,5 Ce sont des diamagnétiques parfaits

(7) $Ba(Fe_{1-x}Te_{1+x})O_3 \Rightarrow$ magnétique + ppt diélectrique
 $BaTiO_3 \Rightarrow$ ferroélectrique
 $\sqrt{Ba(Fe)} \Rightarrow$ et $HuBaCaTeO_3 \Rightarrow$ supraconducteur

exercice 2 7pts

- ① Cycle d'hystérésis $P = f(E)$ } Matériau ϵ_r
Domaines de polarisation ferroélectrique
Cycle d'hystérésis $M = f(H)$ } Matériau μ_r
Domaines de Magnétisation ferromagnétique

- ② L'analogie vient du fait que les deux types de matériaux sont caractérisés par :
- une polarisation ou un aimantation spontanée
 - cycle d'hystérésis
 - existence de domaines
 - les transitions ferro-para à $T = T_C$
 - vérification de la loi de Curie-Weiss

- ③ La loi de Curie-Weiss est :

ferroélectrique : $\epsilon'_R = \frac{C}{T - T_C}$

ferromagnétique : $\chi = \frac{C}{T - T_C}$

T_C = Température de Curie (K)

ϵ'_R = Cst. diélectrique relative

χ = Susceptibilité magnétique

C = cste de Curie ; T = Température absolue (K)

exercice 3 (6pts)

Silicium, semi-conducteur intrinsèque $n = p$

$$\textcircled{1} \textcircled{1} \sigma = (n\mu_- + p\mu_+) \epsilon \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma = n(\mu_- + \mu_+) \epsilon = \frac{1}{\rho} \\ n = \frac{\sigma}{\mu_- + \mu_+} \frac{1}{\epsilon} = p \end{array} \right.$$

$n = p = 2,54 \cdot 10^{15} / \text{m}^3 \Rightarrow \text{valeurs expérimentales}$

$$\textcircled{2} N_c = 2 \left(\frac{2\pi m kT}{h^2} \right)^{3/2} = 15,68 \cdot 10^{15} / \text{m}^3$$

$$\Rightarrow n = p = N_c \exp\left(-\frac{E_c - E_v}{2kT}\right) = 9,16 \cdot 10^{15} / \text{m}^3 \Rightarrow \text{valeurs théoriques}$$

$$\frac{n_{th}}{n_{exp}} = \frac{9,16 \cdot 10^{15}}{2,54 \cdot 10^{15}} = 3,61$$

le nb de porteurs ... est 3 fois plus grand que celui prévu par la théorie

③ n° d'électrons de Si / unité de volume est:

$$\textcircled{1} \frac{Z}{V} = \frac{\text{nb d'électrons Si dans le maillage}}{\text{Volume de la maille}} = \frac{8}{a^3}$$

$$\frac{Z}{V} = 5,08 \cdot 10^{28} / \text{m}^3$$

$$\frac{5,08 \cdot 10^{28}}{2,54 \cdot 10^{15}} = 2 \cdot 10^{13}$$

le nb d'électrons
à $T = 300 \text{ K}$ est presque
immédiatement / nb d'électrons