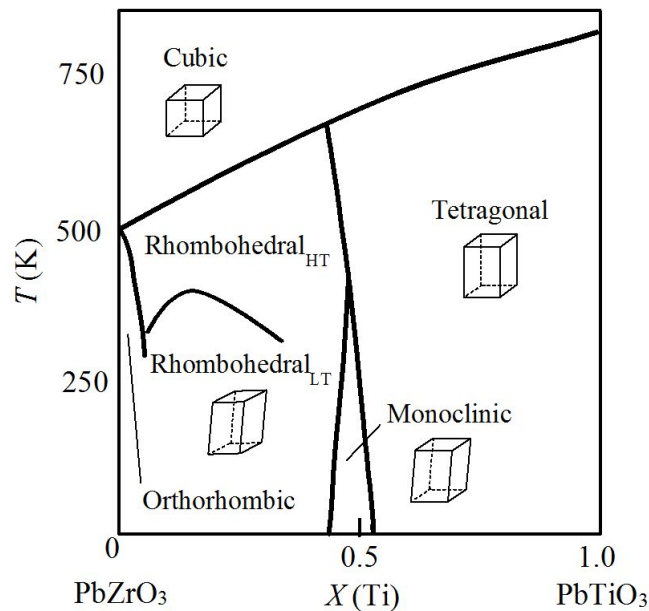


Examen de Couplage multiphysique et matériaux intelligent
1^{ère} année Master physique Appliquée
15/05/2018 08:00-09:30

Question de cours

- 1) Expliquer la présence d'un moment dipolaire permanent dans le PZT ($\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$) et dans le PVDF (polyvinilidene fluoride) et son absence dans l'eau liquide.
- 2) Tracer schématiquement la variation de la polarisation électrique en fonction du champ électrique (cycle d'hystérésis) pour deux températures au dessous et au dessus de la température de Curie.
- 3) La transition de phase structurale de PZT en fonction de la température et la concentration est montrée sur la figure suivante, Montrer schématiquement, la direction du moment dipolaire pour chaque phase.



- 4) Quelle est la différence entre l'effet pyroélectrique primaire et secondaire.

Problème I :

- 1) Ecrire l'équation dynamique qui décrit le déplacement $u(\vec{r}, t)$ selon l'axe x pour un système cubique
- 2) Pour le tungstène, les constantes élastiques sont (en GPa) $c_{11} = c_{22} = c_{33} = 532.6$, $c_{12} = c_{23} = c_{31} = 204.9$, $c_{44} = c_{55} = c_{66} = 163.1$ et toutes les autres constantes sont nulles, et la masse volumique $\rho = 19.32g/cm^3$, calculer la vitesse de son longitudinale et transverse sachant que $v = \frac{\omega}{k}$ si on considère une onde longitudinale $u = u_0 e^{i(kx - \omega t)}$ et une onde transverse de cisaillement $u = u_1 e^{i(ky - \omega t)}$.

Problème II:

1) Si on considère les variables thermodynamiques, la température θ , la déformation S_μ et le champ électrique E_i , Exprimer la variation des variables conjuguées en fonction de θ , S_μ et E_i et les constantes du matériau. Que devient ces expressions si la température est maintenue constante.

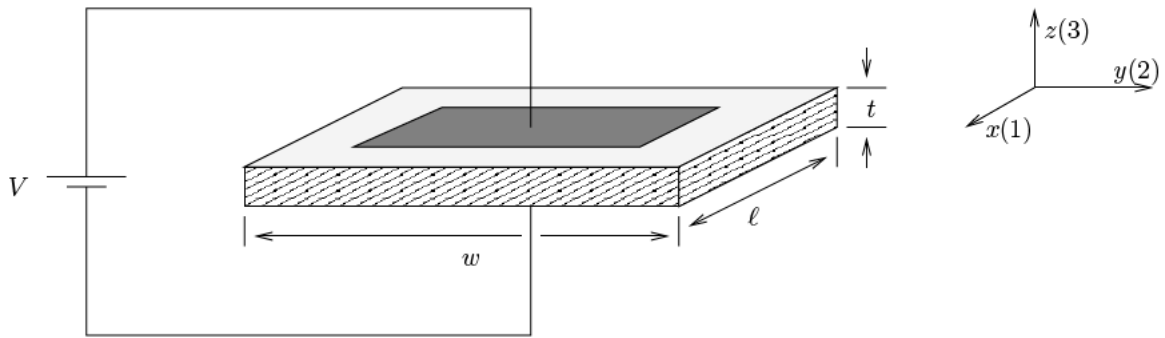
2) Considérons une plaque de céramique montré sur la figure suivante

2.a) Calculer la variation en épaisseur Δt , en largeur Δw et en longueur Δl si on applique une différence de potentiel de $1V$ et on donne

$$\mathbf{d} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -240 \\ 0 & 0 & -240 \\ 0 & 0 & 580 \\ 0 & 724 & 0 \\ 724 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times 10^{-12} C.N^{-1}$$

et $W = l = 2cm$ et $t = 1mm$ à température $T = 300K$.

2.b) Recalculer ces variations si on chauffe cette plaque à $T = 350K$ et si on donne les coefficients d'expansion thermique $\alpha_1 = \alpha_2 = 1.5 \times \alpha_3 = 3.0 \cdot 10^{-5} K^{-1}$



Bonne Chance