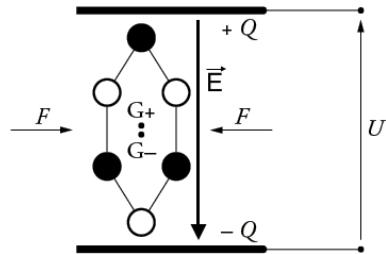


TS3 - Physique-Chimie - Spécialité
Devoir en classe n°9 - Durée : 1h20
Proposition de correction

EFFET PIÉZOÉLECTRIQUE

QUESTIONS PRÉALABLES

1. Champ électrique macroscopique généré par l'apparition des charges électriques sur les faces extérieures du cristal (il est toujours dirigé de l'armature positive vers l'armature négative et perpendiculaire aux armatures) :



2. Par définition $L = 10 \times \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$. Or, d'après les données, $I = \frac{p^2}{2 \cdot \rho \cdot c}$ d'où l'expression du niveau sonore $L = 10 \times \log \left(\frac{\frac{p^2}{2 \cdot \rho \cdot c}}{\frac{p_0^2}{2 \cdot \rho \cdot c}} \right) = 10 \times \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 10 \times \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \times \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$

PROBLÈME

- D'après l'énoncé, la charge électrique est proportionnelle à la tension électrique et $Q = C \times U$ donc $U = \frac{Q}{C}$ avec $C = 125 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 125 \text{ pF}$
- Toujours d'après l'énoncé, la norme de la force F est proportionnelle à la charge Q avec $Q = \beta \times F$ car β s'exprime en $\text{C} \cdot \text{N}^{-1}$. On obtient alors la relation $U = \frac{\beta \times F}{C}$
- Par définition, la pression p est la force F divisée par la surface S sur laquelle s'exerce cette force, soit $p = \frac{F}{S}$ d'où $F = p \times S$ où S est la surface du capteur piézoélectrique. On obtient alors l'expression suivante pour la tension électrique U recherchée : $U = \frac{\beta \times p \times S}{C}$. Dans cette relation, seules p et S sont à déterminer, les autres valeurs étant fournies par l'énoncé.
- Pour ce qui est de la pression p , on utilise la question préliminaire dans laquelle on a démontré que $L = 20 \times \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$ d'où $\log \left(\frac{p}{p_0} \right) = \frac{L}{20}$ donc $\frac{p}{p_0} = 10^{L/20}$ soit, pour finir, $p = p_0 \times 10^{L/20}$.
- Pour ce qui est de la surface du capteur, l'échelle de la figure 3 est donnée par la pointe du crayon qui mesure environ 1 cm (il s'agit d'un ordre de grandeur). On en déduit que le diamètre d du capteur est proche de 1 cm et que sa surface est donc donnée par $S = \pi \times \left(\frac{d}{2} \right)^2$
- On obtient donc $U = \frac{\beta \times p_0 \times 10^{L/20} \times \pi \times (d/2)^2}{C} = \frac{5,0 \cdot 10^{-5} \times 2,0 \cdot 10^{-5} \times 10^{50/20} \times \pi \times \left(\frac{10^{-2}}{2} \right)^2}{125 \cdot 10^{-12}}$
donc $U = 2 \cdot 10^{-1} \text{ V} = 0,2 \text{ V}$
- En faisant l'application numérique pour 30 dB, on obtient $U(30 \text{ dB}) = 0,02 \text{ V}$ et pour 130 dB, on obtient $U(130 \text{ dB}) = 2000 \text{ V}$; cette dernière valeur est bien trop élevée pour un sonomètre, appareil de mesure courant. Il est d'ailleurs peu probable que cette valeur soit réaliste, les modèles utilisés n'étant sans doute plus valables pour de trop grands niveaux sonores.