

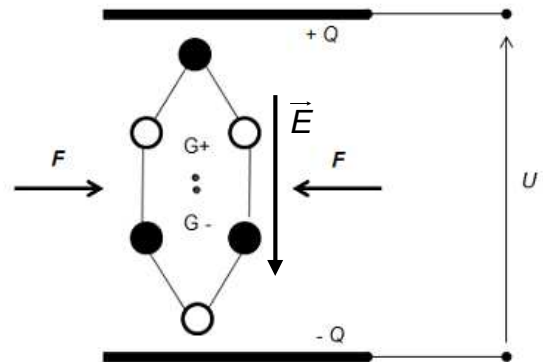
**Questions préalables :**

1. Champ électrique macroscopique généré par l'apparition des charges électriques sur les faces extérieures du cristal :

*non demandé*

*Méthode : on imagine une charge positive fictive placée entre les plaques.*

*Elle est attirée par la plaque chargée négativement, ce qui donne le sens du vecteur champ électrique.*



2. Par définition  $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ , or d'après le sujet  $I = \frac{p^2}{2\rho.c}$

$$\text{Alors } L = 10 \log \frac{\frac{p^2}{2\rho.c}}{\frac{p_0^2}{2\rho.c}} = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

MATHS :  $\log a^n = n \log a$

$$\text{Finalement } L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

**Problème**

Évaluer l'ordre de grandeur de la tension électrique  $U$  affichée par le voltmètre quand le capteur piézoélectrique est soumis à un son d'intensité sonore  $L = 50 \text{ dB}$ , placé à 50 cm d'une source sonore ?

- La charge électrique est proportionnelle à la tension électrique :  $Q = C.U$

donc  $U = \frac{Q}{C}$  avec  $C = 125 \times 10^{-12} \text{ F}$  (farad).

- Le module  $F$  de la force et la charge  $Q$  sont proportionnels :  $F = \beta.Q$  ou alors  $Q = \beta.F$  ? Comme  $\beta$  est exprimé en  $\text{C.N}^{-1}$ , on en déduit qu'il faut retenir  $Q = \beta.F$  avec  $\beta = 5 \times 10^{-5} \text{ C.N}^{-1}$  (Équation aux unités  $C = \text{C.N}^{-1} \cdot \text{N}$ )

On obtient  $U = \frac{\beta.F}{C}$ .

- Il faut exprimer la valeur de la force exercée par l'onde acoustique sur le capteur.

En seconde !!!, on a vu que la pression est définie  $p = \frac{F}{S}$  où  $S$  est la surface de ce capteur.

Alors  $F = p.S$ .

- Il faut accéder à la pression acoustique du son de niveau d'intensité sonore  $L = 50$  dB.

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

$$\frac{L}{20} = \log \frac{p}{p_0}$$

$$10^{L/20} = \frac{p}{p_0}$$

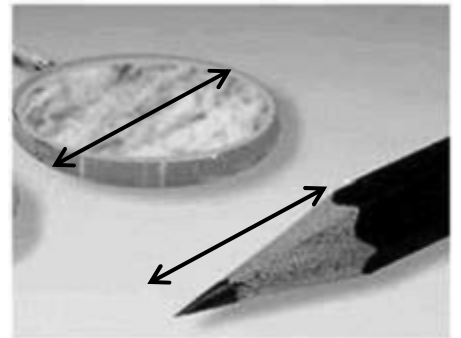
$$p = p_0 \cdot 10^{L/20} \quad \text{avec } p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

donc  $F = p_0 \cdot 10^{L/20} \cdot S$  et la tension devient 
$$U = \frac{\beta \cdot p_0 \cdot 10^{L/20} \cdot S}{C}$$

- Il reste à évaluer la surface  $S$  du capteur. Pour cela, nous disposons de la photo du doc. 2

Le diamètre du capteur possède un rayon proche de la taille de la pointe d'un crayon.

On mesure à la règle la pointe d'un de nos crayons, on en déduit que le diamètre du capteur est proche de un centimètre.



$$S = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad \text{avec } d \text{ en m}^2.$$

$$U = \frac{\beta \cdot p_0 \cdot 10^{L/20} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2}{C}$$

$$U = \frac{5 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-5} \times 10^{50/20} \times \pi \times \left(\frac{1 \times 10^{-2}}{2}\right)^2}{125 \times 10^{-12}} = 0,2 \text{ V} = 2 \times 10^{-1} \text{ V} \quad \text{donc de l'ordre de } 10^{-1} \text{ V}$$

Peut-on prévoir d'utiliser ce capteur pour réaliser un sonomètre ?

Le sonomètre doit être capable de mesurer des niveaux d'intensité sonore allant de 30 dB à 130 dB. Calculons les tensions électriques correspondantes avec la formule précédente

$$U = \frac{\beta \cdot p_0 \cdot 10^{L/20} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2}{C}$$

Pour  $L = 30$  dB :

$$U = \frac{5 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-5} \times 10^{30/20} \times \pi \times \left(\frac{1 \times 10^{-2}}{2}\right)^2}{125 \times 10^{-12}} = 0,02 \text{ V}$$

Pour  $L = 130$  dB :

$$U = \frac{5 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-5} \times 10^{130/20} \times \pi \times \left(\frac{1 \times 10^{-2}}{2}\right)^2}{125 \times 10^{-12}} = 2 \times 10^3 \text{ V}$$

Pour les forts niveaux d'intensité sonore, le capteur fournit une tension électrique bien trop élevée pour le voltmètre. Ce capteur **n'est pas adapté** pour réaliser un sonomètre.

### **Méthode générale pour une résolution de problème :**

Identifier la problématique. Si elle n'est pas évidente, analyser les documents et revenir ensuite à la problématique.

Il est impératif d'utiliser un brouillon.

Pour chaque document, extraire les données :

Attribuer une notation à chaque grandeur, noter sa valeur **avec ses unités**.

Noter chaque relation et la transformer en expression littérale si nécessaire.

Placer toutes ces informations sur votre brouillon, comme une carte mentale. (voir <https://bubbl.us> ).

Tenter de relier les informations.

Faire les calculs qui semblent accessibles. Stocker ces résultats en mémoire de la calculatrice et bien noter la lettre de la mémoire utilisée (STO→ A ou B, etc.). Noter une valeur arrondie sur le brouillon.

Indiquer l'objectif de chaque calcul.

**Travailler au maximum avec des expressions littérales**, plus faciles à manier que des nombres forcément arrondis.

Si la problématique est résolue, répondre de façon ordonnée sur la copie.

Regard critique : Si le résultat obtenu semble faux, il faut reprendre les étapes suivies sur le brouillon et tenter d'identifier la cause.

Si l'erreur n'est toujours pas visible, il faut signaler que votre résultat semble faux et pourquoi.

Si la problématique n'est pas résolue. Ce n'est pas dramatique !

Reporter tous les raisonnements même incomplets sur la copie. Faire part de vos difficultés par écrit.

Tous les calculs doivent être écrits, il ne faut pas se contenter de donner des résultats.

### Exercice III (spécialité) : l'effet piézoélectrique (5 points)

La grille suivante (n°1) permet d'apprécier, selon quatre niveaux de maîtrise, les compétences développées par le candidat pour traiter l'exercice. Cette appréciation se fonde sur des indicateurs de réussite constitués des connaissances, capacités ou attitudes dont doit faire preuve le candidat.

**Niveau A** : Les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi) totalité.

**Niveau B** : Les indicateurs choisis apparaissent partiellement.

**Niveau C** : Les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante.

**Niveau D** : Les indicateurs choisis ne sont pas présents.

#### Grille n° 1

Compétence <b>S'APPROPRIER</b>	Indicateurs de réussite							
Extraire des informations. Mobiliser ses connaissances. Identifier un problème, le formuler.	Représentation du vecteur $\vec{E}$ La relation liant $L$ à $I$ est explicitement donnée par le candidat. Identifier $U$ comme grandeur à exprimer en fonction de $p$ ou $L$ . Mobiliser $S = d^2/4$							
<b>Niveau de maîtrise global de la compétence S'APPROPRIER</b>					<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Compétence <b>ANALYSER</b>	Indicateurs de réussite							
Organiser et exploiter ses connaissances et les informations extraites. Construire les étapes d'une résolution de problème.	La relation exprimant $U$ en fonction de $F$ puis de $p$ ou $L$ est clairement annoncée. La relation $Q = F$ est identifiée à l'aide des unités de $p$ Le choix de considérer toute la surface du capteur comme utile est évoqué. $p$ Le diamètre du capteur piézoélectrique doit être évalué graphiquement. Étendre l'analyse critique aux autres valeurs de $L$ susceptibles d'être mesurées.							
<b>Niveau de maîtrise global de la compétence ANALYSER</b>					<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Compétence <b>RÉALISER</b>	Indicateurs de réussite							
Effectuer des calculs littéraux et numériques. Choix d'une échelle. Construire un tableau. Exprimer les résultats.	$p$ La relation entre $L$ et $p$ est correctement établie jusqu'à $L = 20 \log(p/p_0)$ . La résolution littérale ou numérique qui permet d'obtenir $U$ en fonction de $p$ ou $L$ est correctement accomplie. La transformation de $L = f(p)$ en $p = f^{-1}(L)$ est assurée. $p$ La détermination de l'échelle de la photographie conduit à : $d$ (capteur) $\in [1,8 \text{ cm} ; 2 \text{ cm}]$ . $p$ Les applications numériques ( $U$ , éventuellement $p$ ) sont justes. $p$ Les unités sont correctes (pico = $10^{-12}$ , $d$ en m pour obtenir $U$ en V). Associer une tension électrique à chaque valeur de $L$ (dans un tableau ou pas).							
<b>Niveau de maîtrise global de la compétence REALISER</b>					<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>

Compétence <b>VALIDER</b>	Indicateurs de réussite						
Discuter de la signification d'un résultat au regard de normes. Faire preuve d'esprit critique.	La valeur de U obtenue par le calcul (250 mV) incite à répondre positivement à la question posée. La discussion doit cependant s'étendre à l'ensemble de la gamme possible des niveaux d'intensité sonore susceptibles d'être mesurés, pour <i>in fine</i> conclure qu'en l'état l'association capteur-voltmètre n'est pas adaptée.						
<b>Niveau de maîtrise global de la compétence VALIDER</b>				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Compétence <b>COMMUNIQUER</b>	Indicateurs de réussite						
Décrire la démarche suivie.	La démarche est exprimée clairement et cohérente avec les calculs effectués, même si elle est incomplète ou erronée.						
<b>Niveau de maîtrise global de la compétence COMMUNIQUER</b>				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>

Pour cette résolution de problème, les cinq compétences sont affectées des coefficients suivants : S'APPROPRIER (2), ANALYSER (3), RÉALISER (3), VALIDER (1), COMMUNIQUER (1). La grille suivante (n°2) permet de reporter les niveaux de compétences de la grille 1 en prenant en compte ces différents coefficients.

### Grille n° 2

Compétence	A	B	C	D
S'approprier				
Analyser				
Réaliser				
Valider				
Communiquer				

Le regard porté sur la grille n°2 de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à produire une **note au demi-point** évaluant la production de l'élève.

#### **Repères pour convertir la grille n° 2 en note :**

- |  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
| • Majorité de A et éventuellement un ou deux B : 5 | • Majorité de B avec quelques C ou D : 3 | • Forte majorité de C : 2 |
| • Majorité de B (sans C ou D) : 4                  | • Équilibre entre (A, B) et (C, D) : 2,5 | • Forte majorité de D : 1 |
|  |  | • Seulement des D : 0     |