

## Epreuve Moyen Durée

### Propagation des MO acoustiques dans les solides piézoélectriques

- Date : 19 .01. 2020
- Durée : 1h 30 m
- Documentation non autorisée

#### Questions N°1 (5points)

- 1°) Donner l'équation de propagation du son dans les fluides. En déduire la célérité du son.
- 2°) Trouver la célérité dans le cas gaz parfaits
- 3°) Si on prend un cas particulier L'air est un mélange d'environ 20 % de  $O_2$  et de 80 % de  $N_2$   
On donne  $R = 8.134 J \cdot mol^{-1} K^{-1}$ ,  $\gamma_{air} = 1.41$ , donner l'expression de la célérité dans l'air  
Quelle est la valeur du célérité aux températures,  $0^\circ C$ ,  $20^\circ C$  ? que peut-on conclure ?

#### Questions N°2 (4points)

- Une explosion émet un son de puissance acoustique estimée à 12,5 watts.  
On suppose les ondes sonores de forme sphérique.
1. Calculer l'intensité acoustique (en  $W/m^2$ ) à une distance de 100 mètres.
  2. Calculer le niveau acoustique correspondant .
  3. A quelle distance le niveau acoustique est-il de 60 dB ?

#### Questions N°3 (4points)

On donne les impédances acoustiques

air:  $Z_1 = 0.04 \times 10^3 g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$  ; os compact  $Z_2 = 6.10 \times 10^5 g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$  ; os spongieux :  
 $Z_3 = 2.55 \times 10^5 g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$ .

1°) calculer le coefficient de transmission pour une onde ultrasonore passant de l'air à os compact puis de l'os compact à os spongieux.

2°) Déduire coefficient réflexion que peut on conclure

#### Questions N°4(7 points)

- a) Comment se propage Une onde acoustique ? (1.5 pts).
- b) Donnez définition onde longitudinal. (1.5pts).
- c) Quel type d'onde utilisé lors d'une échographie ? (1 pt).
- d) Qu'a appelle t'on le phénomène utilisé pour fonctionnement d'échographie ? donnez son principe de base de ce phénomène(3pts)

19 janvier 2020

Module: Propagation des MO  
acoustiques dans les solides  
piézoélectriques

Campes type Master 2 Telecom

Question N° 1

Equation de propagation

$$\frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial x^2} = \rho \chi_s \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial t^2} \quad \rightarrow \quad (0,15 \text{ Pt})$$

d'où  $c = \sqrt{\frac{1}{\rho \chi_s}} \quad \dots (1) \quad \rightarrow \quad (0,15 \text{ Pt})$

$\rho$ : masse volumique  $\chi_s$  coeff de compressibilité  
( $\text{Pa}^{-1}$ )

- Cas des gaz parfaits

$$\chi_s = \frac{1}{\gamma P} \quad \dots (2) \quad \rightarrow \quad (0,25 \text{ Pt})$$

- d'autre part

$$PV = RT \quad \dots \rightarrow \quad (0,25 \text{ Pt})$$

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (M: \text{masse molaire du gaz})$$

$v = \text{volume}$

$$\frac{\rho}{\rho^2} = \frac{RT}{M} \quad \dots (3) \quad \rightarrow \quad (0,25 \text{ Pt})$$

finalment (1), (2), (3)

$$C = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \dots \dots \dots \rightarrow (1 Pt)$$

• Cas de l'air

$$M_{air} = \frac{20 \times M(O_2) + 80 \times M(N_2)}{100}$$

$$M_{air} = \frac{20 \times 32 + 80 \times 28}{100} = 29 \frac{g}{mole} \dots \dots \dots \rightarrow (0,25 Pt)$$

$$\gamma_{air} = 1,4 \quad C = \sqrt{\frac{1,41 \times 834}{29 \times 10^{-3}} \cdot T(^{\circ}K)}$$

$$C_{air}(m/s) = 20 \sqrt{T(^{\circ}K)} \dots \dots \dots \rightarrow (0,5 Pt)$$

$$T = 0^{\circ}C = 273^{\circ}K$$

$$C_{air} = 20 \times \sqrt{273} = 330 \text{ m/s} \dots \dots \dots \rightarrow (0,25 Pt)$$

$$T = 20^{\circ}C, \quad C_{air} = 20 \times \sqrt{293} = 342 \dots \dots \dots \rightarrow (0,25 Pt)$$

Conclusion : quand T augmente la célérité augmente - - - (1)

Question N° 2.

$$1) \quad I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad \text{---} \quad (1 \text{ Pt})$$

$$I = \frac{12.5}{4\pi (100)^2} = 10^{-4} \text{ W/m}^2 \quad \text{---} \rightarrow (0.5 \text{ Pt})$$

$$2) \quad L = 10 \lg_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right) = 10 \lg_{10} \left( \frac{10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 80 \text{ dB} \quad \text{---} \quad (0.5 \text{ Pt})$$

$I_0: 10^{-12} \text{ W/m}^2$  intensité de référence.

3) on convertit 60 dB en échelle linéaire

$$G_0 = 10^{-6} \text{ W/m}^2 \quad \text{---} \quad \rightarrow (0.25 \text{ Pt})$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{12.5}{4\pi \times 10^{-6}}} = 1 \text{ km} \quad (0.5 \text{ Pt})$$

↓  
(0.75 Pt)

Question N° 3

10) Calcul de coefficient de transmission

a/ de l'air à os compact

on sait que  $R = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$  ----- (0,5 Pt)

où  $Z_1 =$  impédance de l'air,  $Z_2 =$  impédance acoustique

de os compact.

$T = 1 - R$  ----- (0,5 Pt)

$T = 1 - \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$  ----- (0,2 Pt)

$T \approx 0$      $R \approx 1$  ----- (0,5 Pt)

b/ Calcul de coefficient de transmission de l'os compact à os spongieux,

$R = \frac{(Z_2 - Z_3)^2}{(Z_2 + Z_3)^2}$  ;  $T = 1 - R$

$T = 0,832$  et  $R = 0,168$  ----- (0,5 Pt)

- Conclusion

a/ Réfléchié total ----- (0,25 Pt)

b) Partiellement Réfléchié ----- (0,5 Pt)

## Question 4

a) une onde acoustique est la propagation d'une perturbation sans transport de matière dans un milieu matériel. ——— (1,5 Pt)

b) une onde longitudinale lorsque la direction du mouvement des points du milieu est la même que celle de la propagation de l'onde (1,5 Pt)

c) type onde utilisé lors d'une échographie onde acoustique ultrasonores ——— (1 Pt)

d) phénomène est le ~~piezo~~ <sup>(1)</sup>électrique piezo-électrique, son principe de fonctionnement est lorsque une contrainte est imposée aux matériaux ce qui fait apparaître une différence de potentiel. Ce phénomène est réversible. ——— (2 Pt)