

I. Soit une onde plane sinusoïdale dont le déplacement s'écrit sous la forme : $u(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$. Elle se propage à la vitesse c dans un milieu fluide de masse volumique ρ .

On définit l'intensité acoustique I par la relation $I = \frac{1}{T} \int_0^T p v dt$

où $p = p(x, t) = P(x, t) - P_0$, T est la période

1. Explicitez clairement la définition physique de I . En déduire son unité.
2. Comment appelle-t-on p ? Quelle est la relation qui le lie à la vitesse c , la masse volumique ρ et à la dilatation ?

3. Montrer que $I = \frac{p_{\max}^2}{2\rho c}$ où p_{\max} est l'amplitude maximale de la surpression

4. Application numérique : Comparez les intensités acoustiques pour un son ayant même pression acoustique, même fréquence et même amplitude de déplacement dans l'air et dans l'eau

$$\rho_{\text{air}} = 1,29 \text{ kg.m}^{-3} \quad c_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg.m}^{-3} \quad c_{\text{eau}} = 1480 \text{ m.s}^{-1}$$

II. On considère deux milieux fluides d'impédance respective : $Z_1 = \rho_1 c_1$ et $Z_2 = \rho_2 c_2$ avec $\rho_1 \neq \rho_2$, $c_1 \neq c_2$ et $Z_1 \neq Z_2$. Ces deux milieux ont une frontière commune à l'abscisse, $x = 0$, dans le plan xOy . Nous adoptons dorénavant la notation complexe. Une onde plane progressive incidente dont le déplacement s'écrit sous la forme $u_i = A_i e^{i(\omega t - k_1 x)}$ se propage dans le milieu (1) ($x < 0$). Il se crée alors une onde réfléchie et une onde transmise.

1. Complétez l'expression du déplacement de ces deux ondes (en fonction de k_1 et k_2) :

(a) $u_r = A_r e^{i(\omega t \dots)}$

(b) $u_t = A_t e^{i(\omega t \dots)}$

2. En déduire l'expression du déplacement u_1, u_2 , de l'onde résultante dans chaque milieu.
3. En déduire l'expression de la surpression p_1, p_2 , de l'onde résultante dans chaque milieu.
4. En déduire l'expression de la vitesse v_1, v_2 , de l'onde résultante dans chaque milieu.
5. Nous avons vu que l'onde transmise conserve la même fréquence f . Donnez cette fréquence et dite pourquoi la longueur d'onde, par contre, change ?
6. Quelles sont les conditions que nous observons à l'interface $x = 0$? Commentez les.
7. En déduire les expressions des coefficients de transmission (t_v) et de réflexion (r_v) de la vitesse en fonction de Z_1 et de Z_2 .
8. En déduire les expressions des coefficients de transmission (t_p) et de réflexion (r_p) de la surpression en fonction de Z_1 et de Z_2 .
9. En déduire les expressions des coefficients de transmission (T) et de réflexion (R) de l'énergie en fonction de Z_1 et de Z_2 . (Rappel : en notation complexe : $I = \frac{1}{2} \text{Re}(p \cdot \bar{v})$)
10. Que signifie la relation $R + T = 1$?
11. Application numérique : Calculez les coefficients T et R dans les deux cas suivants :

- (a) Milieu 1 : Air, milieu 2 : eau
(b) Milieu 1 : eau, milieu 2 : Air
Qu'en concluez vous ?