

DS1

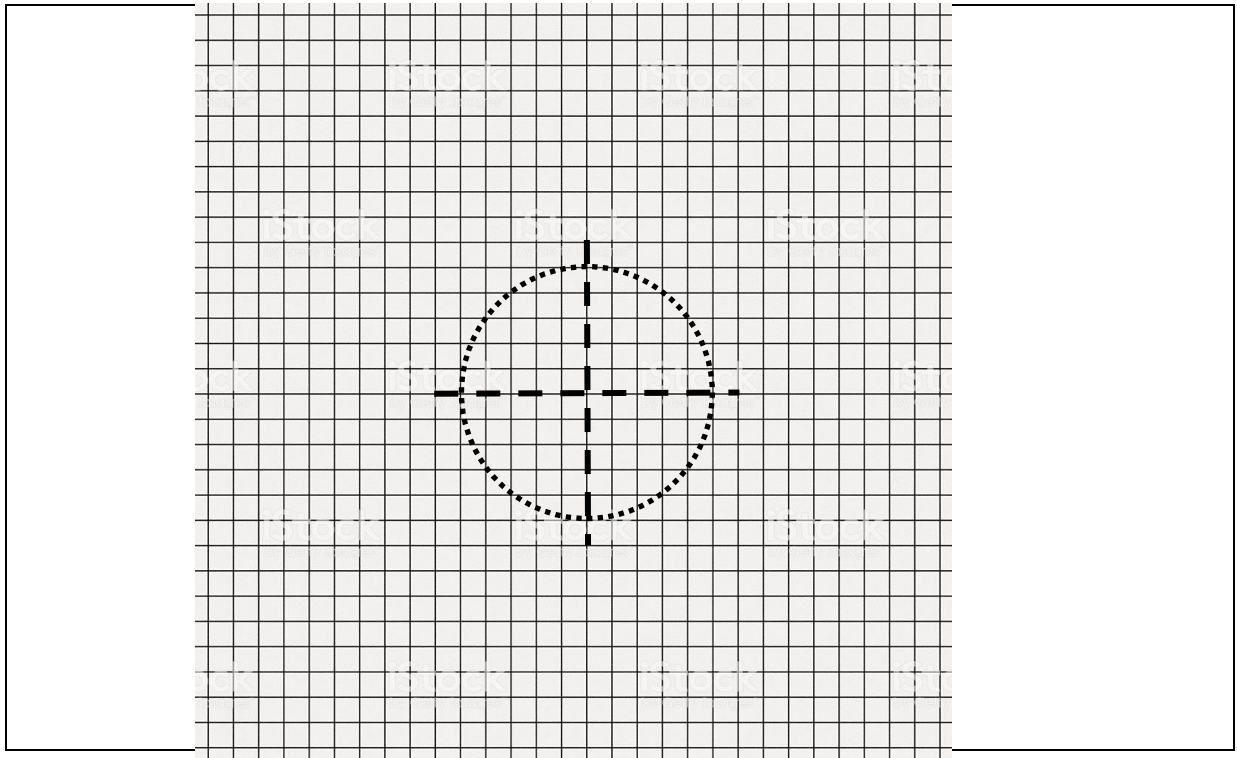
1) Combinaison d'ondes

Calculer $\xi_t(x, t)$, onde résultante de la superposition des trois ondes suivantes par les deux méthodes, algébriques et de Fresnel.

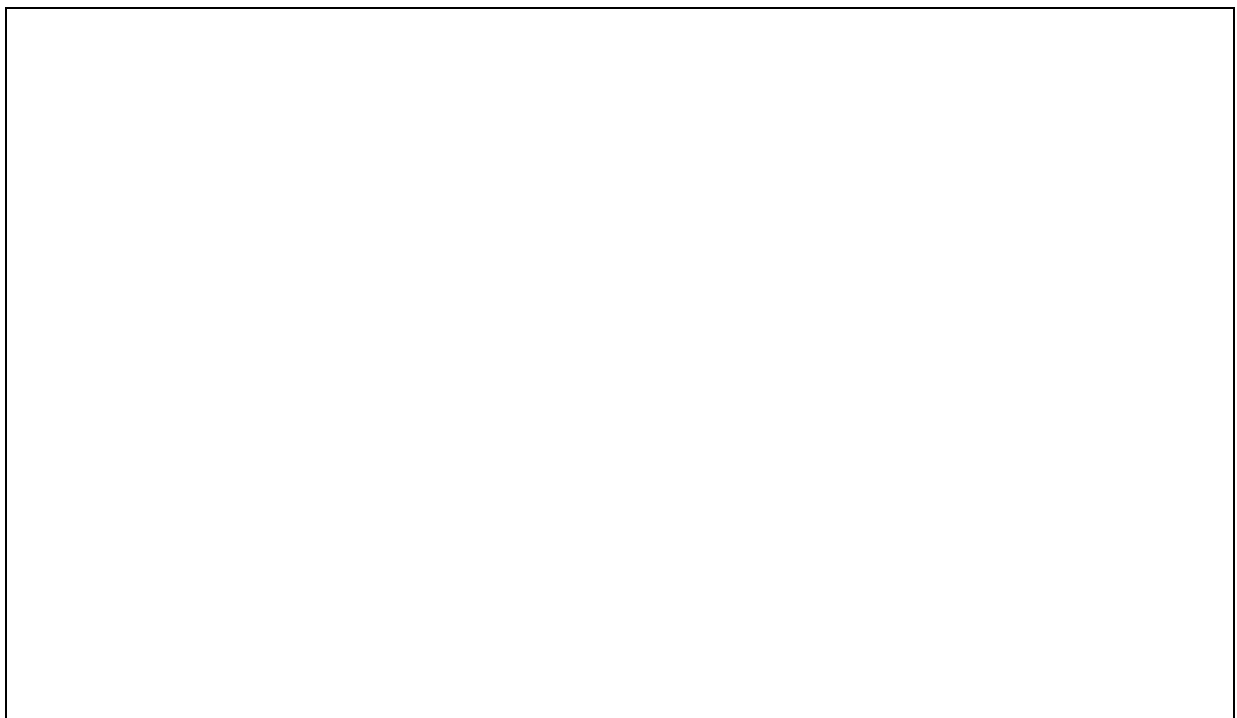
2)

$$\xi_1(x, t) = \sqrt{3} \cdot \xi_0 e^{i(\omega t - kx)}, \quad \xi_2(x, t) = \xi_0 e^{i\left(\omega t - kx + \frac{5\pi}{6}\right)}, \quad \xi_3(x, t) = \xi_0 e^{i\left(\omega t - kx + \frac{7\pi}{6}\right)}$$

3)



4) En déduire l'expression de $\xi_w(x,t) = \xi_1(x,t) + \xi_3(x,t)$

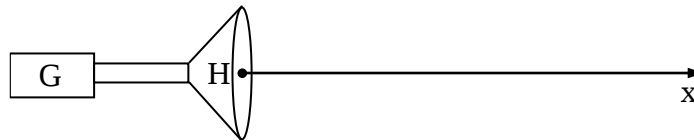


II) Problème

Les deux parties du problème sont indépendantes

Partie I

Un haut-parleur H situé à l'origine d'un axe Hx (figure) émet un signal de pulsation ω et d'amplitude P_0 . Le sens des x croissants est choisi selon la direction de propagation de l'onde.



figure

On appelle φ la phase à l'origine.

- 1) Exprimer, en notation complexe $\tilde{P}_H(t)$, l'équation horaire décrivant la surpression au niveau de la membrane H au cours du temps, puis $P_H(t)$ cette même équation horaire en notation réelle.

- 2) On choisit l'origine temporelle telle que la valeur de la surpression soit nulle l'instant $t=0$ et qu'elle soit positive pour les temps t tel que $0 < t < \frac{T}{2}$, T = période temporelle du signal

En déduire la valeur de φ et réécrire les deux équations précédentes (on justifiera les réponses).

3) L'onde sonore progressive se propage alors le long de l'axe Ox dans le sens des x croissants (la membrane est positionnée à $x = 0$ et on conserve la même origine temporelle). Exprimer l'équation de cette onde en notation complexe et en notation réelle. Préciser la dimension de l'amplitude de l'onde.

4) La fréquence du générateur est $\nu = 990$ Hz. On rappelle que la vitesse du son dans l'air est $c = 330$ m/s. Exprimer en notation réelle, l'équation horaire de la surpression aux points M_1 d'abscisse $x = 1$ m et M_2 d'abscisse $x = 3,5$ m. Calculer le déphasage de la surpression entre ces points et l'origine. Que peut-on dire de l'état vibratoire de ces points par rapport à l'origine ? (Conseil : conserver π dans les expressions des différentes grandeurs de la phase)

Partie II

On modifie la fréquence du haut-parleur. L'onde acoustique se propage toujours selon la même direction des x croissants. On positionne sur cet axe deux transducteurs piézo-électrique séparés d'une distance d (figure 2). Chaque transducteur génère un signal proportionnel à la valeur de l'intensité qu'il mesure localement ($I(t)$).

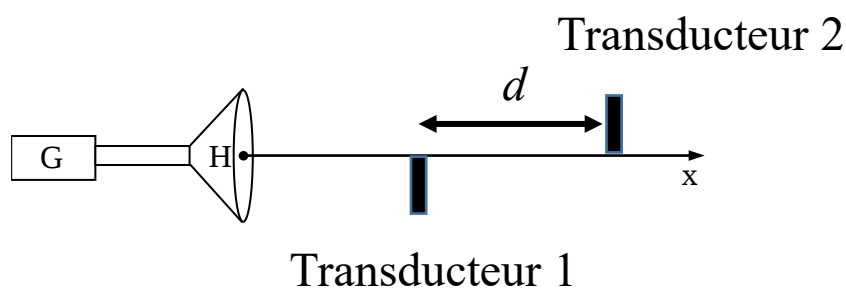


Figure 2

On rappelle la relation entre l'intensité d'une onde sonore I et P_0 , l'amplitude de la surpression : $I = \frac{P_0^2}{2Z}$, Z étant l'impédance du milieu. Chacun de ces signaux sont visualisés en temps réel par un oscilloscope comme le montre la figure 3. On donne les caractéristiques suivantes pour l'air :

densité $= \rho_a = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$; vitesse du son $= c_a = 340 \text{ m.s}^{-1}$

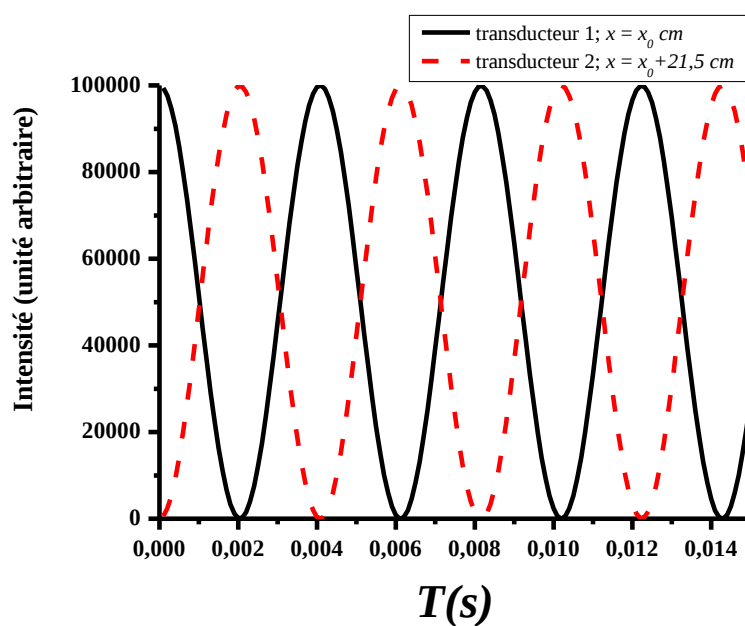


Figure 3

En déduire

- a) L'amplitude maximale de la surpression
- b) La fréquence de l'onde émise
- c) La longueur d'onde
- d) Le déphasage de l'onde de surpression entre les deux transducteurs
- e) La valeur minimale de la distance d pour que les deux transducteurs mesurent une intensité en phase

