

Détermination de la longueur d'onde d'ondes sonores stationnaires

Objectifs expérimentaux

- Mise en évidence des ventres et noeuds de vibration d'une onde sonore stationnaire avec un microphone.
- Détermination de la longueur d'onde λ d'après l'écartement des ventres de vibration pour différentes fréquences d'excitation f .
- Détermination de la vitesse du son c

Notions de base

Dans le cas d'une onde stationnaire, l'écartement de deux ventres de vibration correspond à une demi-longueur d'onde. A partir de la distance d entre le premier et le n ème ventre, on obtient la longueur d'onde λ à l'aide de

$$\lambda = 2 \cdot \frac{d}{n-1} \quad (I).$$

Pour une fréquence d'excitation f connue de l'onde, on a à partir du rapport universel pour les ondes

$$c = \lambda \cdot f \quad (II)$$

pour la vitesse d'onde

$$c = 2 \cdot \frac{d}{n-1} \cdot f \quad (III).$$

Dans l'expérience, un haut-parleur qui émet une onde sonore harmonique (son simple) de fréquence f sélectionnable est situé devant une paroi plane réfléchissante à une distance tellement grande que la paroi est atteinte par des ondes quasiment planes. Une onde retour qui se superpose à l'onde aller pour ainsi former une onde stationnaire est générée par réflexion sur la paroi. Pour la mise en évidence des ondes

stationnaires, on utilise un microphone dont le signal de sortie redressé est mesuré avec un voltmètre.

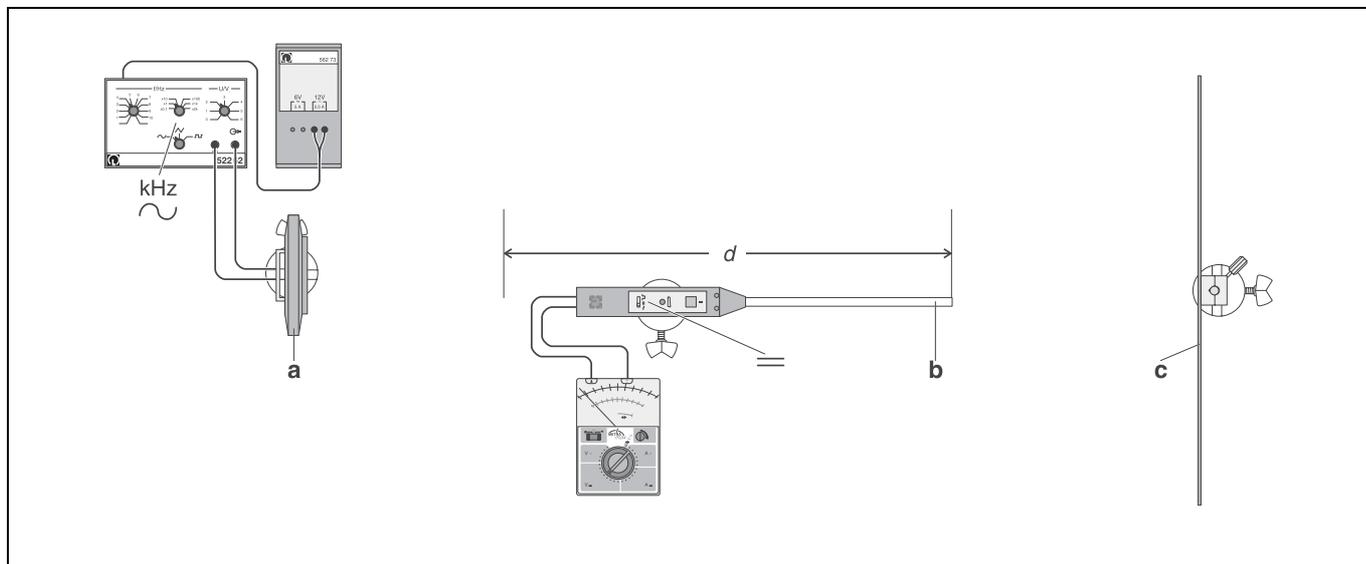
Montage

N.B.:

Les réflexions des ondes sonores sur des objets environnants et aussi sur l'expérimentateur ainsi que l'éventuelle radiation de dispositifs expérimentaux voisins risquent d'occasionner des superpositions perturbatrices des ondes sonores stationnaires à étudier.

Réaliser le montage expérimental dans un endroit le plus dégagé possible et si besoin est, le protéger par des chiffons à absorption acoustique.

Fig. 1 Montage expérimental pour la détermination de la longueur d'onde d'ondes sonores stationnaires (vue de dessus)
a Haut-parleur à large bande avec générateur de fonctions
b Microphone universel avec voltmètre



Matériel

1 microphone universel	586 26
1 haut-parleur à large bande	587 08
1 plaque réfléchissante	587 66
1 générateur de fonctions, type S12	522 62
1 transformateur, 6 V~, 12 V~/30 VA	562 73
1 voltmètre, U < 3 V- p.ex.	531 100
1 mètre à ruban métallique, 2 m	311 77
3 socles	300 11
Câbles d'expérience	

Eloigner le microphone de la paroi tout en surveillant les maxima et les minima de tension et en marquant les positions des maxima de tension.

- Utiliser le mètre à ruban pour mesurer la distance d entre le premier et le n ème maximum; noter cette distance.
- Recommencer la mesure pour les fréquences 7, 5, 3, 2 et 1 kHz.

Exemple de mesure et exploitation

Tab. 1: Valeurs mesurées pour la distance d entre le premier et le n ème ventre avec longueurs d'onde λ calculées selon (I) et vitesse d'onde c calculée selon (III) en fonction de la fréquence d'excitation f

$\frac{f}{\text{kHz}}$	n	$\frac{d}{\text{cm}}$	$\frac{\lambda}{\text{cm}}$	$\frac{c}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$
1	5	69,5	34,8	348
2	7	50,0	16,7	334
3	7	33,5	11,2	336
5	13	43,0	7,2	360
7	17	37,5	4,7	329
9	21	36,5	3,65	329

Le montage expérimental est représenté sur la fig. 1.

- Placer le haut-parleur à large bande environ 1,5 m devant la plaque réfléchissante, le brancher au générateur de fonctions (mode de fonctionnement: sinus, gamme de fréquence: kHz) et l'orienter vers la paroi réfléchissante.
- Brancher le microphone universel (mode: «=>») au voltmètre (plage de mesure: 3 V-), l'installer légèrement décalé sur le côté entre le haut-parleur à large bande et la plaque réfléchissante et l'orienter vers la plaque réfléchissante.

Réalisation

- Régler une fréquence d'excitation $f = 9$ kHz sur le générateur de fonctions.
- Mettre en marche le microphone et le voltmètre puis chercher un maximum de tension avec le microphone.
- Par variation de l'amplitude de sortie du générateur de fonctions, régler le volume de manière à ne pas dépasser un affichage de 3 V.

Résultat

Si une onde sonore plane incide sur une paroi réfléchissante, il se forme une onde stationnaire. L'onde stationnaire se caractérise par des noeuds et des ventres, la distance entre deux noeuds ou ventres correspondant à une demi-longueur d'onde.

Fig. 2 Longueur d'onde λ des ondes sonores en fonction de la fréquence d'excitation f

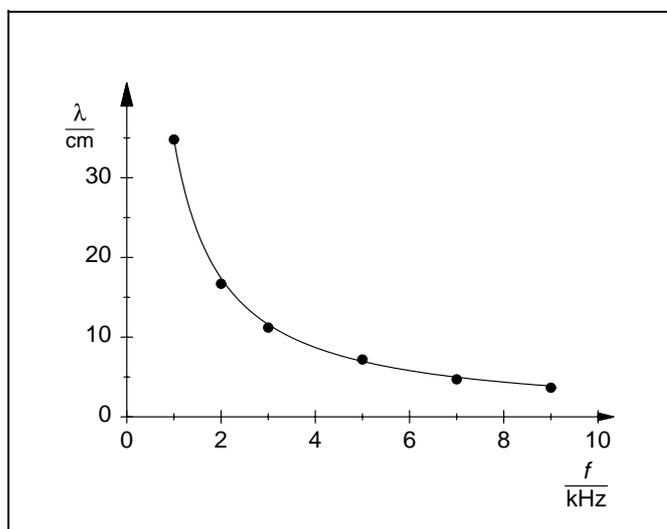
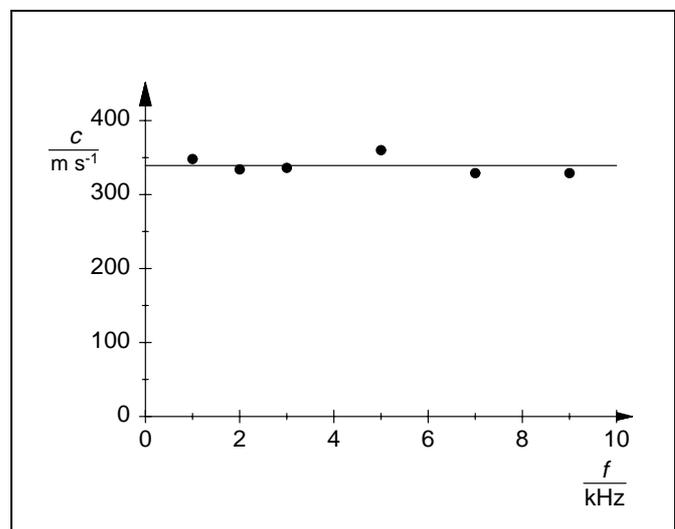


Fig. 3 Vitesse d'onde c des ondes sonores en fonction de la fréquence d'excitation f



La longueur d'onde λ des ondes sonores augmente au fur et à mesure que la fréquence f augmente. Conformément à l'équation (II), les valeurs sont sur une hyperbole (voir fig. 2). La vitesse d'onde c (vitesse du son) ne dépend pas de la fréquence f . Elle vaut environ 340 m s^{-1} à température ambiante (env. $20 \text{ }^\circ\text{C}$).