

Il ne faut pas se limiter à des ondes sonores ou ultrasonores. On peut mesurer un taux d'ondes stationnaires.

Les conditions expérimentales dans ce montage doivent être explicitées nettement en lien - ou non - avec la notion de résonance.

Les propagations du son dans un métal et dans un fluide (liquide ou gaz) sont deux phénomènes différents. Les émetteurs ultrasonores les plus couramment disponibles (céramiques) fonctionnent à 40 kHz. Leur bande passante est moins étroite que celle d'un quartz mais elle ne permet pas de s'écarter de cette valeur. Il est donc illusoire d'espérer faire varier la fréquence d'émission avec le matériel précité.

Il faut montrer (ou au moins évoquer) des ondes stationnaires dans différents domaines de la physique et dans des domaines variés de longueur d'onde.

Introduction

Dans le cas d'une onde à une seule dimension on a $f(x,t) = u(x).v(t)$

I Ondes stationnaires en mécanique

1) Mise en évidence du phénomène

Influence d'un obstacle sur une onde progressive plane.

Cette mise en évidence peut se faire simplement à l'aide d'une cuve à ondes.

- Régler la cuve à eau
- Observation de l'onde plane progressive :

Ne pas mettre l'obstacle pour l'instant et commencez par utiliser l'éclairage continu. Réglez la fréquence du vibreur \approx au minimum. Faites affleurer la plaque plane sur la surface de l'eau et réglez l'amplitude du vibreur de façon à voir des franges sombres et brillantes contrastées mais pas trop déformées. On voit les franges se déplacer. L'ébranlement généré par la lame vibrante est une onde plane progressive ; il faut stroboscooper l'image pour observer une figure stable.

- Réglez le vibreur à une fréquence d'environ 15-18 Hz et passez en éclairage stroboscopique. Ajustez la fréquence du stroboscope de façon à stabiliser l'image. Notez sur un papier fixé sur l'écran la position des franges brillantes.

- Influence d'un obstacle : Placez l'obstacle (plaque métallique noire coudée) comme indiqué sur le schéma et remettre l'éclairage continu.

Vous devez encore observer cette fois ci une succession de franges brillantes et sombres mais on a cette fois ci les différences suivantes :

- ces franges ne se déplacent pas : l'onde résultant de l'addition de la vibration incidente et de la vibration réfléchi est une onde stationnaire.

- la distance entre deux franges brillantes successives est deux fois plus petite qu'auparavant (faites du quantitatif en mesurant l'interfrange dans les deux cas de figure). La périodicité spatiale de l'onde stationnaire comparée à l'onde plane progressive vaut $\lambda / 2$

2) La corde de Melde

Lorsque les phénomènes de propagation entrent en jeu, c'est-à-dire lorsque les dimensions du système sont telles que le temps de propagation de l'excitation est comparable à (ou plus grand que) la période, il s'établit un système d'ondes stationnaires et, pour certaines fréquences, il y a un phénomène de résonance.

Pour une fréquence quelconque, l'onde incidente interfère avec l'onde réfléchiée par l'extrémité et un nœud de déplacement se produit à cette extrémité. Un autre nœud se produit $\lambda/2$ avant, etc... , et entre chaque nœud, il y a un ventre de déplacement d'amplitude faible. Il apparaît alors des fuseaux peu marqués. L'onde réfléchiée se réfléchit à nouveau au niveau de la source mais, la longueur de la corde étant quelconque, elle n'est pas en phase avec l'onde incidente. Pour certaines fréquences N, par contre, cette onde réfléchiée deux fois est en phase avec l'onde incidente et le phénomène d'onde stationnaire est amplifié par ces interférences à ondes multiples. Cela se produit lorsque la longueur de la corde est égale à un nombre entier de fuseaux, soit $L = k\lambda/2$. Les fuseaux deviennent alors beaucoup plus marqués.

La longueur d'onde est égale à $\lambda = c/N$ où c est la célérité de l'onde ($c = \text{racine}(T/\mu)$) dans une corde de masse linéique μ soumise à une tension T, d'où les fréquences de résonance :

$$N = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$$

On a donc un résonateur à fréquences multiples.

Plusieurs types de mesures sont possibles suivant ce que l'on fait varier. On propose ici de faire varier la longueur et de mesurer la fréquence de résonance correspondant à l'apparition de un ou deux fuseaux. Effectuez ces mesures pour les longueurs suivantes :

L (m)	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
N1 (Hz)						
N2 (Hz)						

On peut ne faire qu'une série de mesure (avec un ou deux fuseaux).

Déduire des mesures précédentes la masse linéique de la corde de Nylon (l'exploitation peut se faire sous Excel - cf. fichier "corde de Melde"). Vous trouverez dans la boîte du vibreur un échantillon de la corde qui a été mesuré et pesé. Calculez la masse linéique à partir de ces données et comparer au résultat précédent.

II Ondes stationnaires en acoustique

1) Onde sonore dans un tuyau

2) Tube de Kundt

Cf Quaranta I P 225 et 357

Conclusion