

TUBE DE KUNDT ELECTRONIQUE

Réf. 003 018

1. Description :

Le tube de Kundt est constitué d'un tube transparent en plexiglas faisant office de tuyau sonore gradué. Un haut-parleur alimenté par un générateur de fonctions (non fourni) est fixé sur l'une des extrémités du tube. L'autre extrémité du tube est fermée à l'aide d'un bouchon amovible en mousse. Le bouchon équipé de pastilles en velcro peut être déboîté du tube sonore et fixé au boîtier d'alimentation. Il est ainsi possible d'utiliser le tube avec une extrémité ouverte.

Un microphone à électret fixé sur l'extrémité d'une tige métallique coulissant à l'intérieur du tuyau sonore selon son axe, permet de mesurer l'intensité sonore (un arrêt empêche la sortie de la tige hors du boîtier d'alimentation).

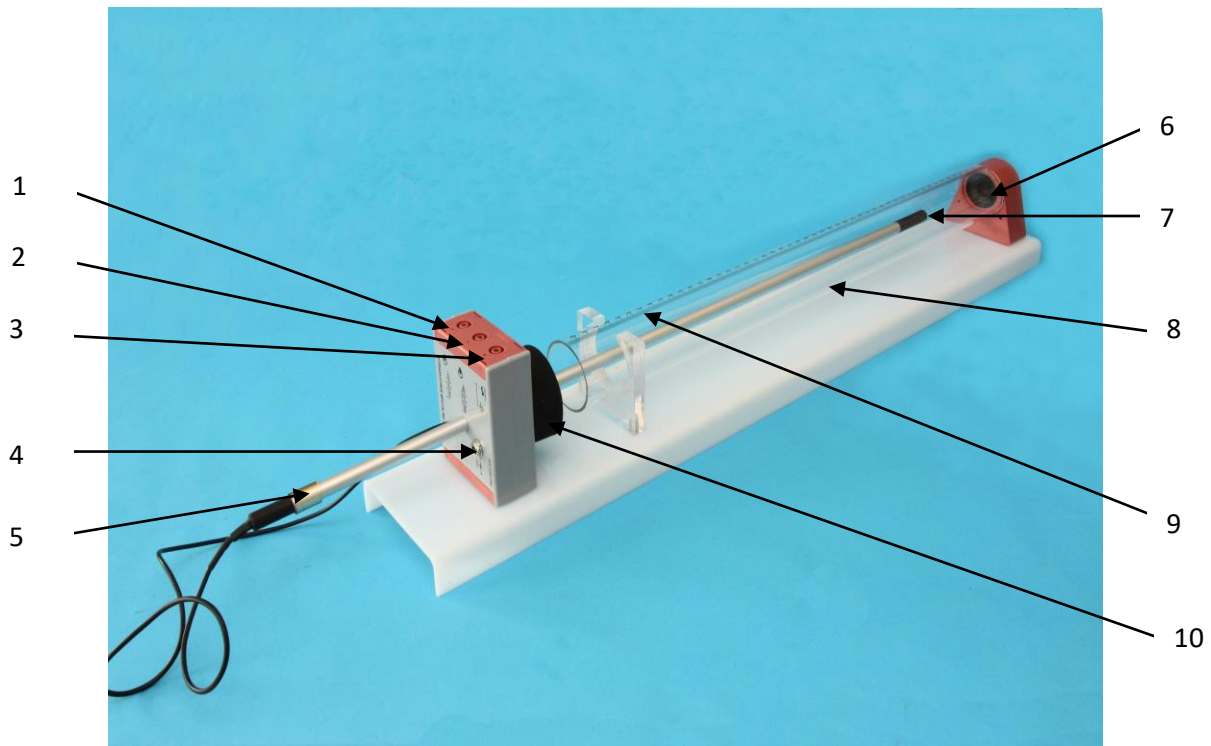


Photo 1 – vue générale

1 – signal brut	7 – micro à électret
2 – signal courbe enveloppe	8 – tube sonore
3 – masse commune	9 – graduations
4 – jack d'alimentation	10 – bouchon amovible
5 – butée d'arrêt de la tige coulissante	11 – douilles d'alimentation du haut-parleur
6 – haut-parleur	

11

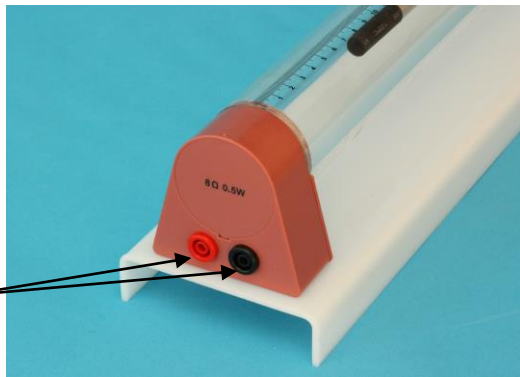


Photo 2 – Boîtier haut-parleur

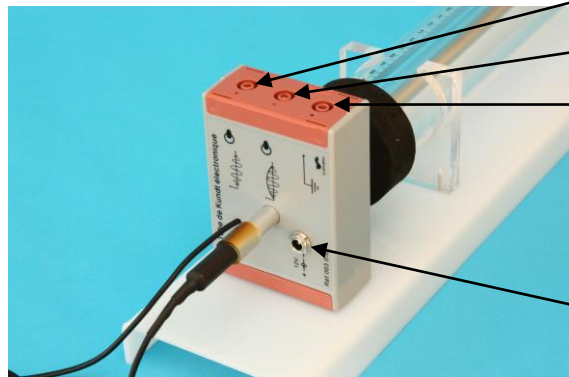


Photo 3 – Boîtier alimentation

2. Composition :

L'appareil est composé du tube de Kundt électronique et de son adaptateur secteur.

⚠ N'utiliser que l'adaptateur secteur fourni avec l'appareil ou un adaptateur secteur présentant des caractéristiques similaires. L'utilisation d'un adaptateur secteur non approprié peut entraîner une destruction irréversible de l'appareil.

3. Utilisation :

a) Configuration du tube sonore

Comme indiqué ci-dessous, le tube de Kundt électronique peut être utilisé en configuration tube ouvert ou tube fermé, en emboîtant ou en déboîtant le bouchon en mousse de l'extrémité du tube sonore.

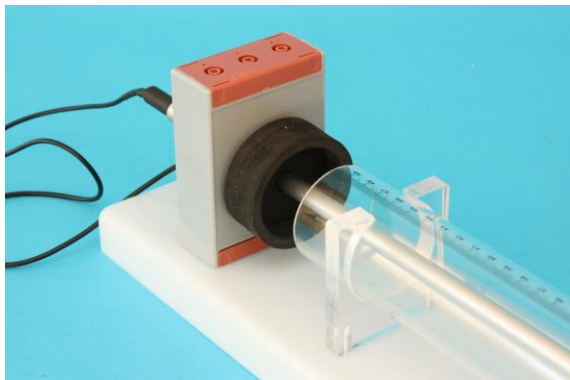


Photo 4 – Configuration tube ouvert

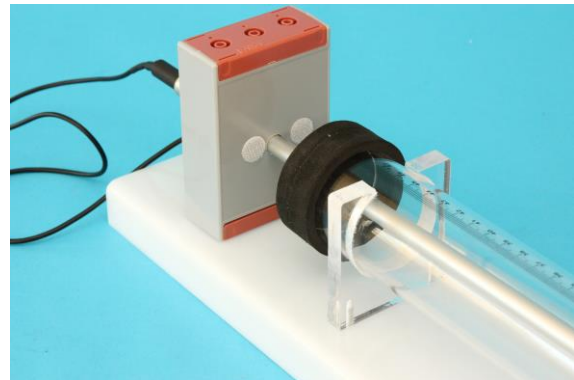
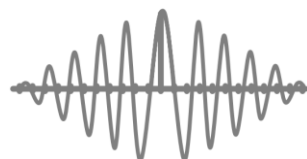


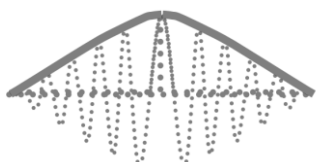
Photo 5 – Configuration tube fermé

b) Branchement du boîtier :

Les sorties analogiques du boîtier d'alimentation permettent de récupérer le signal de deux façons :



Sous forme du signal brut capté par le microphone facilement observable à l'oscilloscope.



Sous forme d'une tension continue correspondant à l'enveloppe du signal redressé. Cette sortie permet de mesurer le signal à l'aide d'un oscilloscope ou d'un multimètre (mesure de la tension en fonction de la position du micro)

La masse est commune aux deux branchements possibles.

c) Montage

- Brancher le tube de Kundt électronique avec son adaptateur secteur,
- Connecter les douilles d'alimentation du haut-parleur (photo 2-11) à un générateur de fonctions (attention à ne pas régler le niveau sonore du haut-parleur à un niveau trop élevé, cela risque de saturer le microphone).
- Connecter les sorties analogiques (voir paragraphe III-b) suivant le type de signal que l'on souhaite mesurer au multimètre, à oscilloscope ou avec un système d'acquisition ExAO.

d) Lecture des valeurs

L'intensité sonore captée par le micro à électret est convertie en tension (la tension est proportionnelle à l'intensité sonore. La valeur de l'intensité est lue directement sur l'appareil de mesures utilisé.

La position du microphone est mesurée sur la graduation sérigraphiée sur le tube en plexiglass (Photo 1-9). Prendre garde aux erreurs de parallaxe, lors de la mesure de la position du microphone.

4. Exemples de manipulations et résultats expérimentaux :

a) Etats vibratoires

Les états vibratoires observés dans le tube présentent des points immobiles appelés nœuds de déplacement et des points de vibrations maximales appelés ventres de déplacement. Les ventres de déplacements présentent une pression constante que l'on appelle nœuds de pression.

De même, les nœuds de déplacement correspondent à des zones de variation de pression maximale que l'on nomme ventres de pression.

La particularité du microphone à électret tient du fait qu'il est sensible à la pression de l'air. Il détecte donc les nœuds et les ventres de pression.

Au niveau du haut-parleur qui constitue la source sonore, la vibration de la membrane génère une zone de déplacement maximal de l'air. Il s'agit d'un ventre de déplacement et donc un nœud de pression.

b) Configuration tube ouvert

Lorsque l'extrémité du tube est ouverte, la pression y est constante et égale à la pression atmosphérique. Il s'agit d'un nœud de pression.

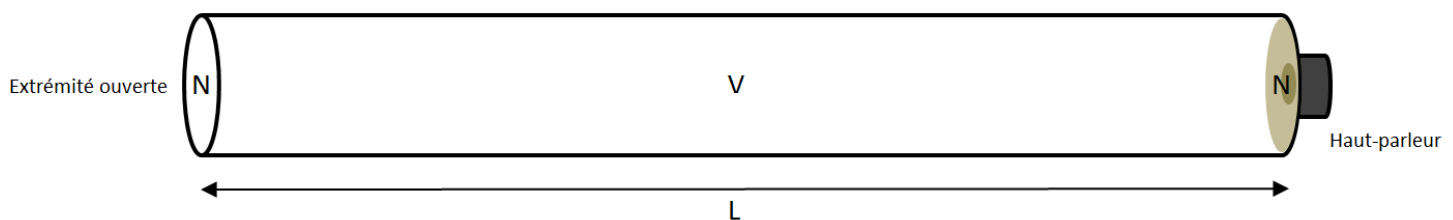


Schéma 6

Conditions d'existence d'ondes stationnaires :

Sous certaines conditions particulières les nœuds de pression ont des valeurs quasi nulles et les ventres de pression une amplitude maximale.

Ce phénomène correspond à un état de résonance de l'air du tuyau avec la membrane du haut-parleur.

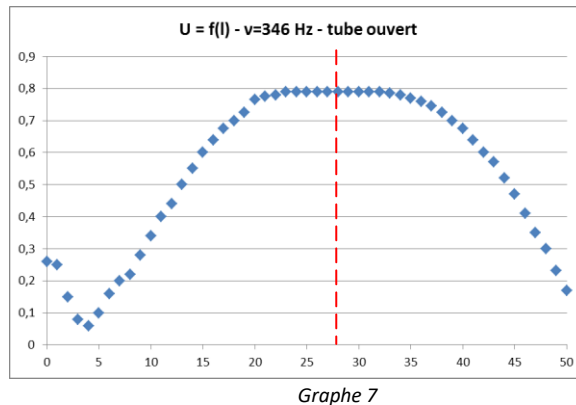
La distance entre deux nœuds est $\lambda / 2$. Si L est la longueur du tuyau, elle doit satisfaire à la relation $L = \lambda / 2$.

Sachant que : $\lambda = v / N$, la longueur du tuyau doit être :

$$L = \lambda / 4 = v / 4N, \text{ soit } N = v / 2L$$

Par exemple, pour $L = 50 \text{ cm}$ et la valeur de $v = 346 \text{ m.s}^{-1}$ (vitesse du son à 25°C) calcule une f fréquence du son émis par le haut-parleur :

$$N = 346 / (2 \times 0,5) = 346 \text{ Hz}$$



On relève des couples de valeurs $U(V)$ et $l(\text{cm})$ U étant, par exemple, mesuré au multimètre et on trace le graphe 7 présenté ci-dessus. Il s'agit de l'état vibratoire le plus simple du tuyau ouvert.

On observe que la courbe est déformée en son maximum. La déformation est due à mauvaise qualité du signal dans les basses fréquences, le haut-parleur étant trop petit pour restituer un signal de bonne qualité dans ces gammes de fréquences.

Ce problème ne se produit pas aux fréquences plus élevées. Le ventre est centré sur la distance de 27-28 cm. Cette mesure est conforme à la théorie, si l'on considère le fait que l'onde sonore n'est pas plane. En effet le rapport entre la longueur du tube et son diamètre est de l'ordre de $1/10$ et l'onde dans ces conditions ne peut être assimilée à une onde plane.

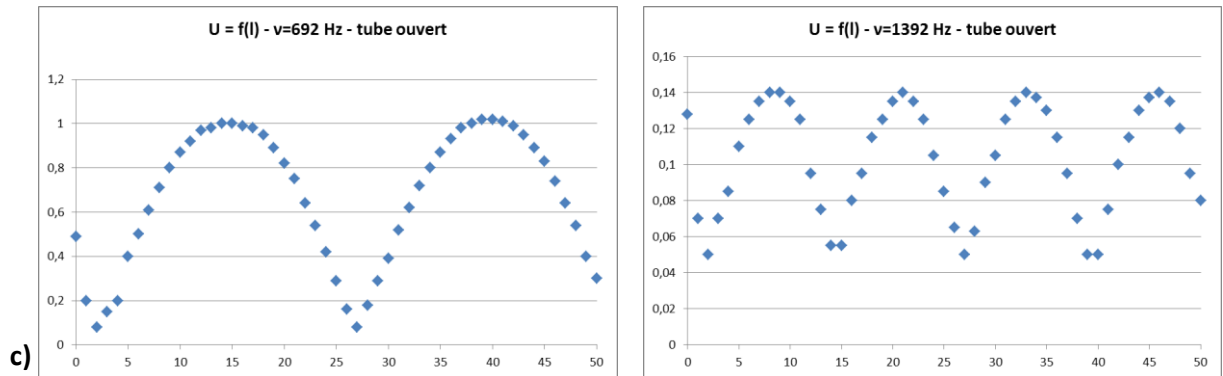
Autres états vibratoires

Il est possible de travailler à d'autres fréquences pour obtenir d'autres états vibratoires.

Par exemple :

à 692 Hz

à 1392 Hz



Lorsque l'extrémité du tube est fermée, le déplacement de l'air au niveau de l'extrémité est nul et on y trouve un ventre de pression.

Conditions d'existence des ondes stationnaires :

La distance entre un nœud et un ventre est $\lambda / 4$. L est la longueur du tuyau et doit satisfaire à l'égalité $L = \lambda / 4$.

La vitesse v du son dans l'air est liée à la longueur d'onde et à la fréquence N de l'onde émise par le haut-parleur par la relation $\lambda = v / N$.

La longueur du tuyau doit être :

$$L = \lambda / 4 = v / 4N, \text{ soit } N = v / 4L.$$

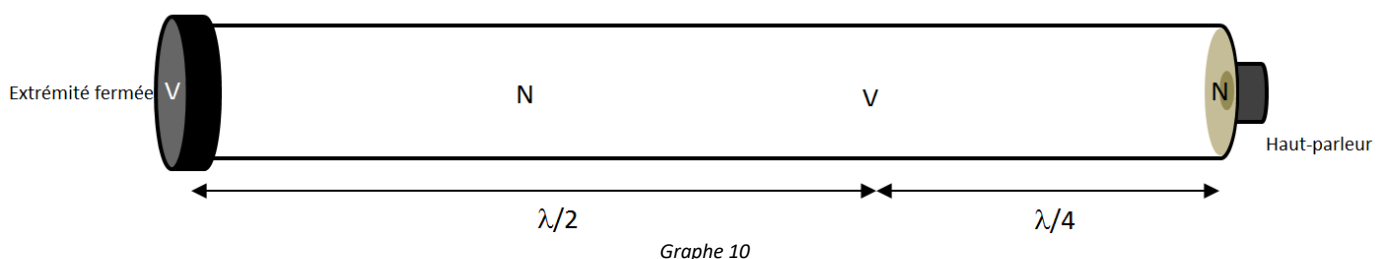
Pour $L = 50 \text{ cm}$ et une valeur de $v = 346 \text{ m.s}^{-1}$ (vitesse du son dans l'air à 22°C).

La fréquence du son émis par le haut-parleur doit être :

$$N = 346 / (4 \times 0,5) = 173 \text{ Hz}$$

Cette fréquence est trop faible pour être émise par un haut-parleur de petit diamètre. L'expérience dans ces conditions n'est pas réalisable.

Le mode de vibration suivant correspond à l'état stationnaire :



La nouvelle longueur d'onde λ est telle que :

$$L = \lambda / 2 + \lambda / 4 = 3 \lambda / 4$$

On obtient une fréquence :

$$N' = v / \lambda' = 3v / 4L = 3N$$

Soit la valeur numérique :

$$N' = 3N = 3 \times 173 = 519 \text{ Hz}$$

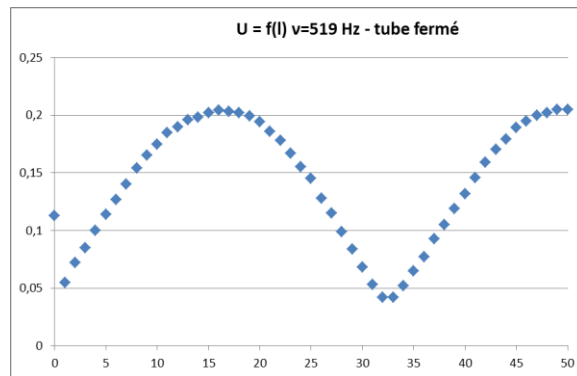


Schéma 11

Autres états vibratoires

Il est possible de travailler à d'autres fréquences pour obtenir d'autres états vibratoires.

Par exemple :

À 865 Hz

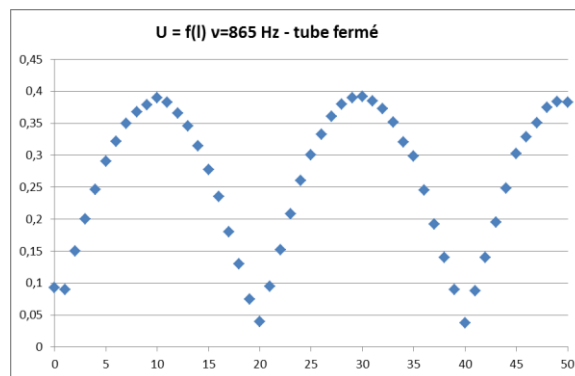


Schéma 12

5. Nous contacter :

Ce matériel est garanti 2ans Pour toutes questions, veuillez contacter :

sav@sciencethic.com

www.sciencethic.com