

Ondes sonores stationnaires à la limite supérieure de perception; leur mesure à l'aide du tube à interférence**Bibliographie:**

Principe: Observation d'ondes sonores stationnaires de faible longueur d'onde au moyen du tube à fil incandescent de Kröncke. Détermination de la longueur d'onde à l'aide du tube à interférence.

Le tube à fil incandescent de Kröncke est une variante du tube de Kundt et sert à rendre visibles des ondes sonores d'une longueur d'onde très courte. Tandis que dans le tube de Kundt on utilise la poudre de lycopode pour mettre en évidence les ondes stationnaires, dans le tube de Kröncke on les rend visibles grâce à un fil métallique qui traverse le tube suivant son axe et qu'un courant électrique porte au rouge sombre. Aux endroits des vibrations d'amplitude maxima, le fil incandescent est refroidi et paraît donc noir. Par contre, aux noeuds de vibration, il reste incandescent. L'existence des ondes sonores stationnaires dans le tube à fil incandescent se reconnaît à une suite de segments du fil alternativement rouges et sombres. La distance de deux segments consécutifs rouges (ou sombres) est égale à la demi-longueur d'onde de l'onde dans le tube.

Pour produire des ondes sonores d'une longueur d'onde d'environ 6 à 1 cm, on emploie le sifflet de Galton alimenté par de l'air à pression constante. Le sifflet de Galton est un petit tube sonore fermé à bouche dont la fréquence est connue en fonction de la position de la vis micrométrique. Cependant la longueur d'onde déterminée à l'aide du tube à fil incandescent diffère de ces valeurs à cause de la température plus élevée à l'intérieur du tube. Combiné avec le tube à interférence, le tube à fil incandescent peut être utilisé, à cause de sa grande sensibilité, comme indicateur d'ondes sonores courtes. Le tube à interférence, dont le principe est dû à Quincke, est constitué par deux tubes recourbés formant deux dérivations, dans lesquelles peuvent se propager, sur des chemins différents, les ondes ultra-sonores émises par le sifflet de Galton, qu'on dispose devant le premier ajutage du tube à interférence. L'un de ces chemins pouvant être varié, la superposition des deux ondes sonores après leur parcours sur ces chemins différents, peut donner lieu aux deux cas suivants:

Lorsque la différence de marche des deux ondes est d'une demi-longueur d'onde ou bien égale à un multiple impair d'une demi-longueur d'onde, les deux sons interfèrent et

aucune onde sonore ne peut sortir du deuxième ajutage dont est muni le tube à interférence. Le tube à fil incandescent, monté de façon que son extrémité ouverte se trouve juste en face de cet ajutage, ne peut donc indiquer la présence d'ondes stationnaires.

Par contre, si la différence de marche des deux ondes qui parcourent les deux dérivations du tube à interférence est égale à une longueur d'onde ou à un multiple pair d'une longueur d'onde, l'énergie acoustique due à la superposition des deux ondes sonores peut sortir du deuxième ajutage et pénétrer dans le tube à fil incandescent, à l'intérieur duquel elle donne naissance à un système d'ondes stationnaires. En faisant coulisser la branche mobile du tube sur la branche fixe, on peut varier la différence de marche des deux ondes sonores. Grâce au tube à fil incandescent, on peut constater si la différence de marche ainsi choisie permet à l'énergie acoustique de sortir du tube à interférence ou non. Cette méthode de mesure de la longueur d'onde est donc indépendante de la température de l'air à l'intérieur du tube à fil incandescent.

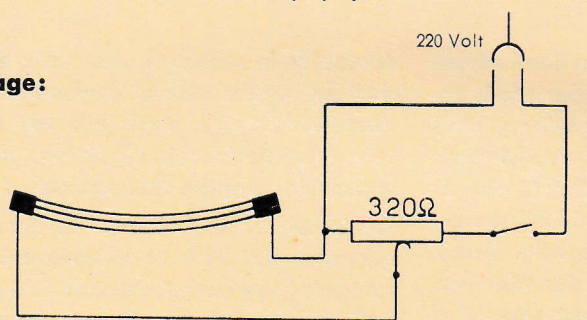
Pour donner au tube mobile successivement deux positions correspondant à l'apparition ou à la disparition des ondes stationnaires à l'intérieur du tube à fil incandescent, il faut tirer la coulisse exactement d'une demi-longueur d'onde. Ceci a pour effet d'augmenter la différence de marche des deux ondes d'une valeur égale au double du déplacement du tube mobile, c.-à-d. d'une longueur d'onde entière. En tirant à fond la coulisse, il est possible d'observer une dizaine de fois l'apparition et la disparition des ondes stationnaires, ce qui permet d'augmenter la précision de la mesure de la longueur d'onde.

Cette méthode de mesure étant indépendante de l'audition des ondes sonores utilisées, on peut s'en servir pour déterminer facilement le seuil supérieur des fréquences perceptibles. La méthode décrite permet de montrer encore l'existence d'interférences et d'ondes stationnaires d'une fréquence allant jusqu'à 30 000 vibrations par seconde, c.-à-d. située au-delà de la limite supérieure de perception.

Liste des appareils et accessoires dans l'ordre de leur montage:

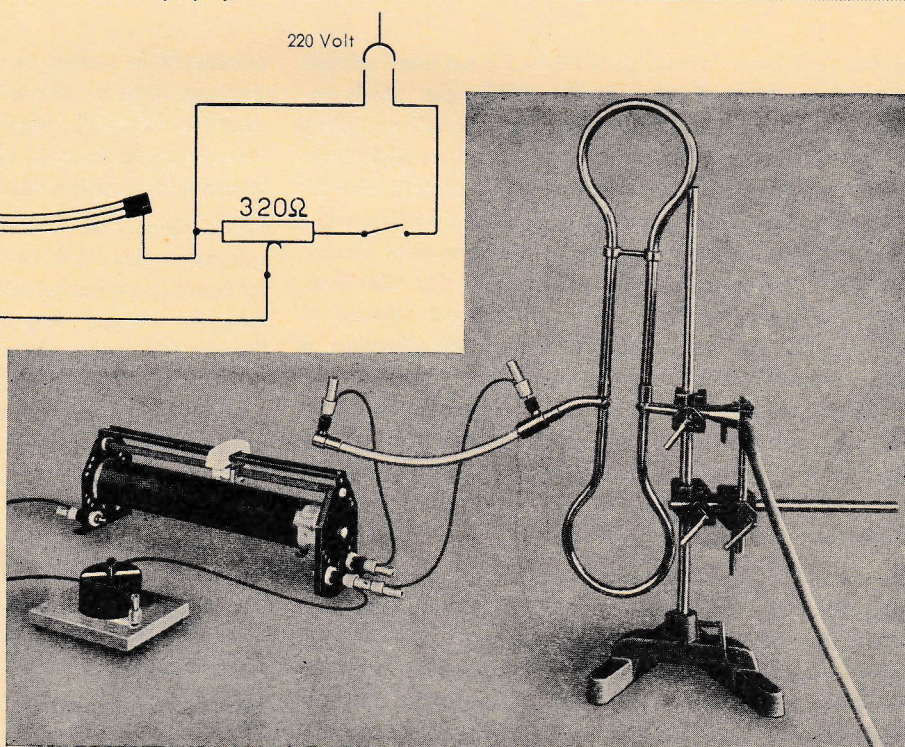
	No. du catalogue
1 pied en V, 20 cm	300 02
1 tige, longueur 50 cm	300 42
3 noix Leybold	301 01
1 tige, longueur 25 cm	300 41
1 tube à interférence	415 05
1 tube à fil incandescent	413 51
1 sifflet de Galton	412 70
1 pompe à lest d'air VP 2 avec moteur	103 22 s
ou bien	
1 pompe à lest d'air D 2 avec moteur	110 12 s
1 tuyau d'alimentation pour le sifflet de Galton	412 73
1 cône femelle NS 19 L	170 63 c
1 tube de caoutchouc pour vide, environ 30 cm	172 02
1 pince pour tubes de caoutchouc	304 00
1 rhéostat à curseur, 320 ohms	537 23
1 interrupteur	504 45
1 fils de connexion	501 92/93/94/95

Schéma du montage:



Conseils pratiques:

1. Les détails concernant l'utilisation de la pompe à lest d'air comme pompe à compression sont donnés dans les Modes d'Emploi 103 22 s et 110 12 s.
2. Au moyen d'un tube en matière plastique fixé solidement à l'aide de brides métalliques, on relie le sifflet de Galton à la tubulure de refoulement de la pompe. En réglant la quantité d'air aspirée par la pompe, la pression d'alimentation du sifflet doit être choisie de façon à dépasser la pression atmosphérique de 0,5 à 1 atm. A cet effet, on passe sur le tube de caoutchouc une pince permettant d'étrangler celui-ci et de régler ainsi l'admission de l'air. Le cône femelle fixé à l'extrémité de ce tube, est monté sur le rodage de la tubulure d'aspiration enduit de graisse Ramsay. Les vapeurs d'huile refoulées par la pompe ne détériorent pas le sifflet. La vanne de lest d'air doit rester fermée.
3. Le tube à interférence étant monté verticalement on glisse un de ses ajutages sur l'extrémité ouverte du tube à fil incandescent. A défaut de tube à interférence on monte le tube à fil incandescent à l'aide d'une pince de fixation (302 62), de façon que son extrémité ouverte se trouve juste en face du sifflet de Galton.
4. Pour chauffer le fil au rouge sombre, on utilise un courant continu ou alternatif d'une intensité de 0,7 à 1 A. La résistance du fil étant de 30 ohms environ, la tension doit être de 20 à 30 V. D'après le schéma du montage donné dans la figure ci-dessus, le rhéostat de



320 ohms, utilisé comme potentiomètre, peut fournir cette tension.

5. La fréquence donnée par le sifflet de Galton peut être variée en tournant la vis micrométrique du sifflet. Il est facile de régler cette vis de façon que plusieurs «nœuds» sombres apparaissent sur le fil incandescent.
6. L'emploi combiné du tube à interférence, du sifflet de Galton et du tube à fil incandescent permet de montrer l'interférence des ondes sonores et de mesurer leur longueur d'onde. La coulisse étant poussée à fond, on commence par ajuster le sifflet de façon qu'on puisse observer nettement des ondes stationnaires dans le tube à fil incandescent. On détermine ensuite les positions successives qu'il faut donner à la branche mobile pour faire disparaître complètement ou bien pour faire réapparaître les ondes stationnaires. L'écart de deux positions successives de la branche mobile, correspondant soit à un maximum soit à un minimum, mesure une demi-longueur d'onde.