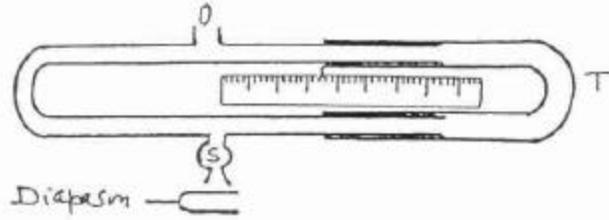


EXERCICES SUR ONDES SONORES

Exercice 1 : calculer la vitesse du son dans l'air à la température $\theta_1 = 40^\circ \text{C}$, puis la température θ_2 à laquelle la vitesse du son dans l'air vaut $c_2 = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

On donne $c_0 = 330 \text{ m.s}^{-1}$ à la température $\theta_0 = 0^\circ \text{C}$.

Exercice 2 : une oreille placée près de l'ouverture d'un trombone de KOENIG n'entend plus le son produit par un diapason en S, pour une position donnée de la coulisse T.



1. Expliquer le phénomène. Que se passe-t-il si on déplace la coulisse de façon régulière toujours dans le même sens ? Qu'entend l'oreille placée en O ?

2. L'appareil contient de l'air sec à la température $\theta_0 = 0^\circ \text{C}$ et est réglé de telle sorte que l'oreille en O n'entende rien. On tire sur la coulisse T et le son est à nouveau nul lorsque T a été déplacée de $L_0 = 33 \text{ cm}$. Calculer la fréquence du diapason. (On donne la célérité du son dans l'air : $c_0 = 330 \text{ m.s}^{-1}$ à la température $\theta_0 = 0^\circ \text{C}$)

3. On entoure maintenant le trombone d'une enceinte portée à la température θ_1 . Pour obtenir 2 intensités consécutives nulles on tire sur la coulisse d'une longueur $L_1 = 36,3 \text{ cm}$. Calculer la température θ_1 .

Exercice 3 :

1. Calculer le niveau sonore maximum N_{max} correspondant au seuil de douleur pour l'oreille :

$$I_{\text{max}} = 10^2 \text{ W.m}^{-2}.$$

2. Calculer l'intensité acoustique I correspondant au niveau sonore $N = 68 \text{ dB}$.

3. En utilisant le diagramme de FLECHTER et MUNSON, déterminer le niveau acoustique de sensation L à la fréquence $f = 200 \text{ Hz}$ correspondant à un son qui possède un niveau $N' = 60 \text{ dB}$ à $f_0 = 1000 \text{ Hz}$

Exercice 4 :

Une source sonore a une intensité $I_1 = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$ à une distance $R_1 = 10 \text{ m}$ de cette source.

1. Calculer le niveau sonore N_1 .

2. Déterminer la puissance P de la source, sachant qu'elle émet dans toutes les directions de l'espace.

3. Calculer le niveau sonore N_2 à la distance $R_2 = 100 \text{ m}$ de la source.

4. Sachant que le niveau sonore ambiant est $N_a = 50 \text{ dB}$, calculer la distance R_a à laquelle la source devient inaudible.

Exercice 5 : Quelle pression p faut-il exercer sur une membrane de surface $s = 2 \text{ cm}^2$ pour que le niveau acoustique de sensation soit $L = 40 \text{ dB(A)}$ pour $f = 2048 \text{ Hz}$ (u_6) ? Quelle est alors l'intensité F de la force pressante s'exerçant sur la membrane ?

Exercice 6 : Un son possède une pression sonore $P_s = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$.

1. Calculer le niveau sonore N correspondant.

2. Calculer l'intensité sonore I correspondante.

Exercice 7 : Une source sonore est placée à la surface d'un lac. Elle émet ainsi, dans l'air, des ondes sphériques au dessus de cette surface que l'on considérera comme parfaitement réverbérante (réfléchissante en acoustique). On supposera que la propagation se fait sans transformation d'énergie en chaleur. On donne le niveau d'intensité de référence $N_0 = 0 \text{ dB}$ pour $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Dans ces conditions, la source crée à une distance $R_1 = 10 \text{ m}$ un niveau sonore $N_1 = 70 \text{ dB}$.

1. Calculer la puissance P de la source.

2. Calculer les niveaux sonores N_2 à la distance $R_2 = 20 \text{ m}$ et N_3 à la distance $R_3 = 100 \text{ m}$ de la source.

3. Calculer la distance R_4 à laquelle on n'entend plus la source sachant que niveau sonore ambiant est $N_4 = 35 \text{ dB}$.

Exercice 8 :

On analyse, par bande d'octaves, le bruit d'un compresseur avec un sonomètre et on trouve les résultats suivants :

F (en Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
N (en dB)	89,3	75,5	82,3	77	74,3	73

1. En appelant N_1 , N_2 , N_3 , N_4 , N_5 , N_6 les différentes valeurs du niveau d'intensité sonore dans chacune des bandes de fréquence, donner l'expression littérale du niveau d'intensité sonore global N . Montrer que ce niveau peut se mettre sous la forme :

$$N = 10 \log (10^{N_1/10} + 10^{N_2/10} + \dots + 10^{N_6/10})$$

2. Calculer numériquement le niveau sonore N .
3. Quelle est la particularité de deux sons séparés d'une octave ?
4. Quelle différence faites-vous entre dB et dB(A) ?
5. Calculer les niveaux de sensation sonore L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 , L_6 en dB(A) sachant que les atténuations en fonction de la fréquence sont données dans le tableau suivant :

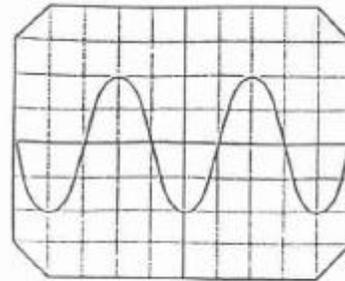
Fréquence en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
N en dB(A)	-16	-9	-3	0	+1	+1

En déduire le niveau global de sensation sonore L .

Exercice 9 :

PROPAGATION D'UNE ONDE SONORE DANS L'AIR

Un haut-parleur est alimenté par une source de tension sinusoïdale. Il émet alors une puissance sonore $P = 1,5 \text{ W}$ uniformément dans toutes les directions de l'espace. On utilise deux micros et un oscilloscope bicourbe pour faire plusieurs expériences.



1. Un micro M_1 est placé devant le haut-parleur à une distance $r_1 = 1 \text{ m}$ et on observe la courbe a) sur la voie Y_1 . Le calibre de balayage est de $500 \mu\text{s/car}$.
Seuil d'audibilité $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$
et $P_{s0} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
 - 1.1. Déterminer la fréquence f du son émis.
 - 1.2. Calculer l'intensité acoustique I_1 , le niveau sonore N_1 et la pression sonore P_{s1} au niveau du micro M_1 .
 - 1.3. Calculer l'intensité I_2 et le niveau correspondant N_2 à une distance $r_2 = 5 \text{ m}$.
2. Un deuxième micro M_2 , identique à M_1 , est placé côte à côte avec M_1 à $r_1 = 1 \text{ m}$ du haut-parleur. On visualise simultanément sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes (voie Y_1 et voie Y_2 : les sensibilités verticales sont identiques).
 - 2.1. Faire une représentation de l'écran.
 - 2.2. On éloigne maintenant M_2 dans l'axe du haut-parleur, M_1 étant maintenu immobile. Que voit-on sur l'oscilloscope : expliquer.
 - 2.3. Pour une position donnée de M_2 les deux courbes visualisées sur l'écran sont en opposition de phase. Il faut déplacer le micro M_2 d'une distance $d = 34,3 \text{ cm}$ pour que les courbes soient à nouveau en phase. Expliquer comment vous allez déterminer la vitesse de propagation c_1 du son dans l'air.
 - 2.4. La température de la salle était $\theta_1 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$. Calculer la vitesse de propagation du son dans l'air à $\theta_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.