CAPLP
CONCOURS EXTERNE ET CAFEP

Section : mathématiques-sciences physiques

Epreuve sur dossier (sciences physiques)

© Ministère de l'Education nationale > www.education.gouv.fr

CAPLP Mathématiques et sciences physiques

Épreuve sur dossier
Session 2011

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Production, propagation et perception des sons

L'épreuve consiste en la présentation et la résolution d'un problème, d'une série d'exercices, ou en une réflexion structurée sur le thème scientifique énoncé ci-dessus.

Au cours de son exposé, d'une durée de vingt minutes au maximum, le candidat présentera les résultats de sa réflexion, en motivant les choix techniques et scientifiques qu'il effectue, et en s'appuyant obligatoirement sur une phase expérimentale exploitée.

Exercice 1.

Partie A : Diapason

Un diapason émet un son pur d'une seule fréquence. L'intensité de ce son est amorti au cours du temps. On place un microphone devant le diapason et on enregistre la tension recueillie aux bornes du microphone grâce à un dispositif d'acquisition de données adapté.

1. Réaliser le montage présenté ci-dessus et réaliser l'acquisition. Déterminer la fréquence du signal sonore émis par le diapason.
2. On admet que la célérité du son dans l'air, noté $c_S = 340$ m.s^{-1}. En déduire la longueur d'onde λ_S de ce son.
   On éloigne le microphone du diapason d'une distance telle que : d=1,50 m. Combien de temps faudra-t-il au son pour parcourir cette distance ?

Partie B : Sonomètre.

On place maintenant un sonomètre à une distance d_1 du diapason précédent. Lorsque le diapason est en train d'émettre un son, à un instant t donné, le sonomètre indique 80 dB.

1. Quelle est l'intensité acoustique du son émis par le diapason ?
2. Calculer combien il faudrait de diapasons identiques jouant ensemble pour obtenir un son de 86 dB.
3. On utilise un sonomètre situé initialement à la distance d_1 du diapason telle que : $d_1 = 5{,}0$ cm.
   a) Etablir la relation donnée ci-dessous, permettant de relier l'affaiblissement A d'un signal et les positions initiale d_1 et finale d_2 du capteur par rapport à la source :
   $$A = 20 \log \left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$
   b) Calculer la distance x dont il faut reculer le sonomètre pour que celui-ci n'indique plus que 65 dB.

   Donnée : Intensité minimale audible : $I_0 = 10^{-12}$W.m^{-2}

D'après sujet BTS TP

Exercice 2.

Partie A : Propagation d'un son dans l'air et dans l'eau

Un signal sonore émis d'une même source est transmis simultanément par l'air et par l'eau. A une distance x, on mesure l'intervalle de temps Δt qui s'écoule entre les deux réceptions du signal.

1. Etablir la relation donnant la distance x en fonction de la vitesse du son dans l'eau, de la vitesse du son dans l'air et de Δt.
2. Application numérique :
   Vitesse du son dans l'air : c = 340 m.s^{-1}
   Vitesse du son dans l'eau : $v_m = 1500$ m.s^{-1}
   $\Delta t = 2$ s.

Partie B : Vitesse du son dans l'air.

La célérité du son dans un gaz de masse volumique μ et à la pression p se calcule par la relation : $c = \sqrt{\frac{\gamma p}{\mu}}$

1. Cette relation s'écrit également : $c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M(gaz)}}$ si on admet que le gaz se comporte comme un gaz parfait.
   Expliquer le lien entre les deux relations.

2. a) Calculer la célérité du son, dans l'air, dans les conditions normales.
   b) Comment varie la vitesse du son lorsque la température augmente ?
   c) Comment varie la vitesse du son lorsque la masse volumique de l'air diminue mais sans variation de température (comme par exemple, dans un air humide) ?

3 Réaliser une manipulation permettant de déterminer expérimentalement la vitesse du son dans l'air dans les conditions normales.

D'après exercices de BTS http://nicole.cortial.net/physbts.html

Exercice 3

On s'intéresse à l'acoustique d'un atelier comportant plusieurs machines à bois, chacune d'elles se comportant comme une source considérée comme ponctuelle qui émet la même intensité dans toutes les directions de l'espace.

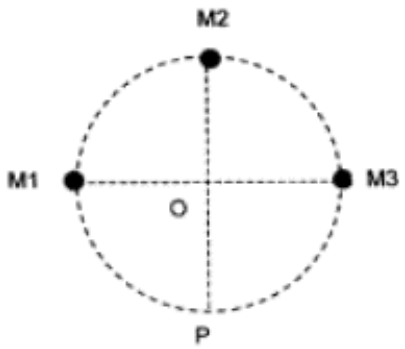
On néglige dans le problème le phénomène de réverbération des ondes sonores.

Données : Intensité acoustique de référence : $I_0 = 10^{-12} W.m^{-2}$
Puissance acoustique de référence : $P_0 = 10^{-12} W$
Aire de la surface d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$

L'atelier est une pièce carrée de 10 m de côté, classé dans la réglementation comme un « atelier de taille moyenne » :

Réglementation en vigueur de protection contre le bruit dans l'industrie :
Le niveau d'exposition sonore quotidien à partir duquel l'employeur est obligé de mettre à disposition des protecteurs individuels (casques ou bouchons d'oreilles) est 85 dB.
Le niveau d'exposition sonore quotidien à partir duquel l'employeur est obligé de faire porter des protecteurs individuels est 90 dB.

Les trois machines M_1, M_2, M_3 sont réparties dans l'atelier sur un cercle de rayon R = 4,0 m.



Lorsqu'elles fonctionnent, ces machines sont des sources sonores d'intensités acoustiques respectives mesurées en O, centre du cercle : $I_1 = 3{,}0.10^{-4}$ W.m^{-2}, $I_2 = 4{,}0.10^{-4}$ W.m^{-2} et $I_3 = 3{,}0.10^{-4}$ W.m^{-2}. La mesure est réalisée en 3 étapes successives : une seule des machines étant en fonctionnement, les deux autres étant à l'arrêt. On rappelle la relation : $L = 10\log\frac{I}{I_0}$.

1. Calculer les puissances acoustiques P_1, P_2 et P_3 émise par chaque source.

2. Calculer le niveau sonore en O, L_1, L_2 et L_3 relatif à chacune des machines fonctionnant seule.

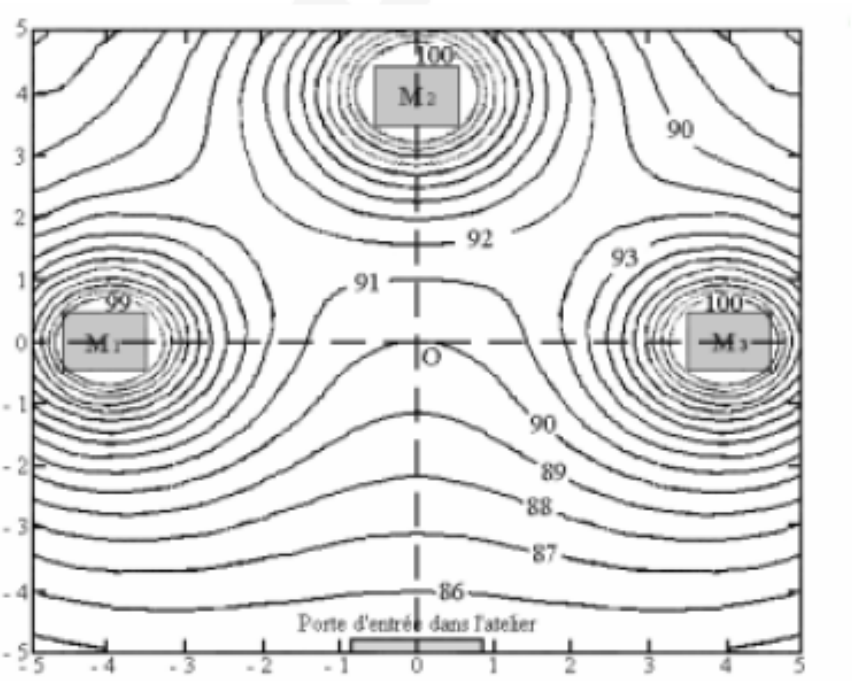
3. Quel appareil permet de mesurer un niveau sonore ? Quelles sont les unités de la grandeur mesurée ?

4. Déterminer les niveaux sonores L_0 en O puis L_P en P lorsque les 3 machines fonctionnent simultanément ?

5. Sur le document ci-dessous, sont représentées les lignes de même niveau (indiqué en dB). Les coordonnées horizontales de chaque point de l'atelier peuvent être repérées par rapport à l'origine O relativement aux graduations (en mètre) indiquées sur les bordures du graphique.

a) En regard à la réglementation en vigueur, quelle est l'obligation de l'employeur si les techniciens assurant la maintenance dans l'atelier sont susceptibles de s'approcher jusqu'à 2 m des machines pour les arrêter ?

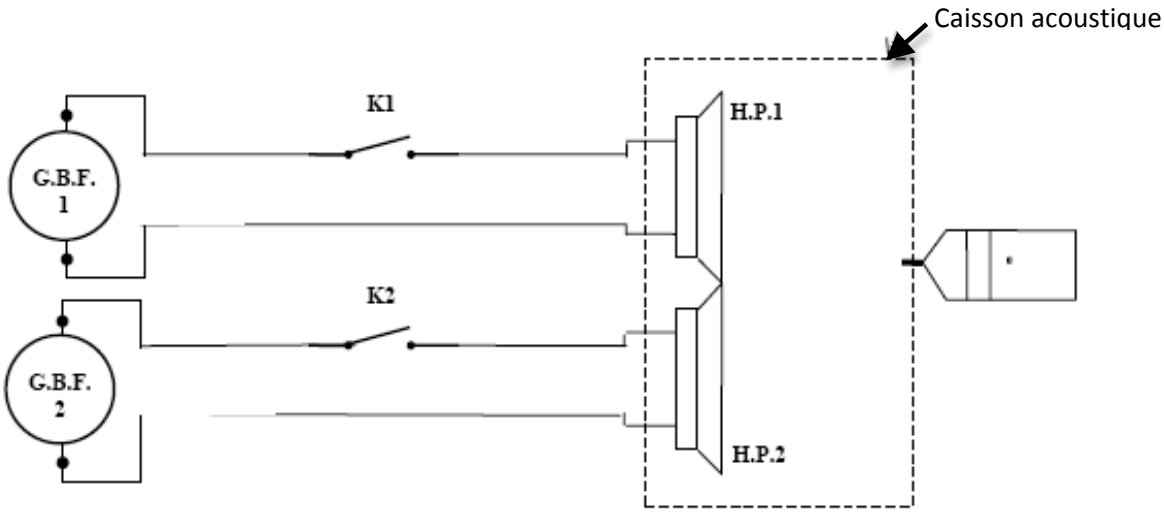
b) L'employeur souhaite placer une barrière de protection parallèle à une ligne joignant (M_1,M_3) pour permettre aux ouvriers n'étant pas chargés d'une intervention sur les machines, d'accéder occasionnellement à l'atelier. A quelle distance de la porte d'entrée doit-elle être placée ?



D'après sujet BTS Productique Bois

<u>Document 4</u> : Travaux Pratiques : Combinaison d'ondes sonores

1. Après avoir réaliser le montage ci-dessous, régler le niveau d'intensité sonore de le HP1 à 75 dB (choisir une fréquence médium).



2. Régler le HP2 à 75 dB et à la même fréquence que le premier HP (après avoir éteint le premier HP)

3. Mesurer le niveau d'intensité sonore L_3 lorsque les deux HP sont branchés.

4. Faire la même mesure L_3' en faisant varier la fréquence d'un HP, mais en maintenant le niveau sonore de chacun constant.

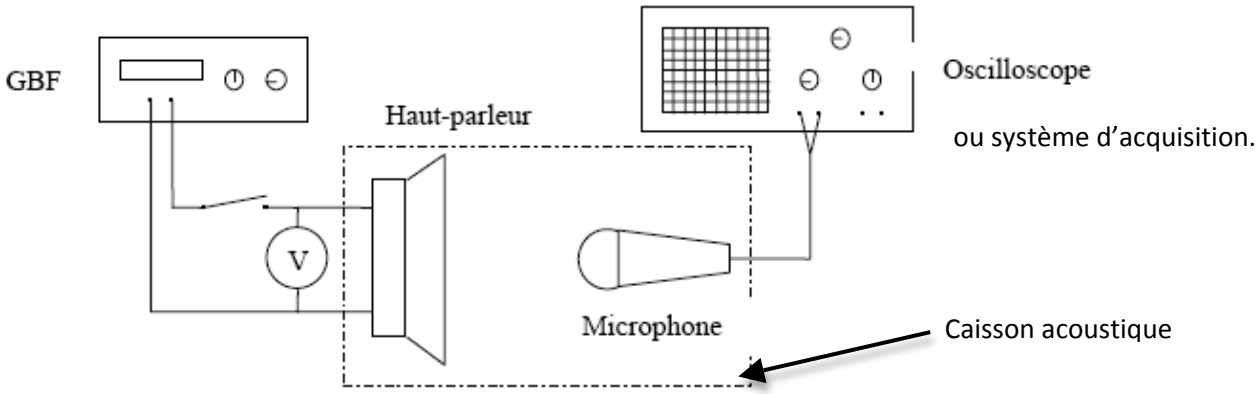
5. Que constate-t-on pour L_3 et L_3' ?

D'après Bac Pro Sciences Physiques Edition Gallée

<u>Document 5 :</u> Travaux Pratiques : Isolation acoustique

Partie A

1. Réaliser le montage expérimental ci-dessous :



2. Régler le GBF afin qu'il délivre une tension d'une fréquence de 400 Hz et une tension maximale de 0,8 V. Placer le microphone à 10 cm du haut-parleur.

Insérer, dans le montage précédent entre le haut-parleur et le microphone, une plaque d'un matériau d'une épaisseur de 5 à 10 mm. Les matériaux peuvent être du plexiglas, verre, liège, bois, médium, Placoplatre, … Qu'observez-vous au niveau de la période, de la fréquence et de l'amplitude ? Réaliser cette manipulation avec plusieurs matériaux. Conclure.

Partie B

1. Remplacer le microphone du montage par un sonomètre (le réglage du GBF reste identique : 400 Hz et 0,8 V). Mesurer le niveau d'intensité acoustique.

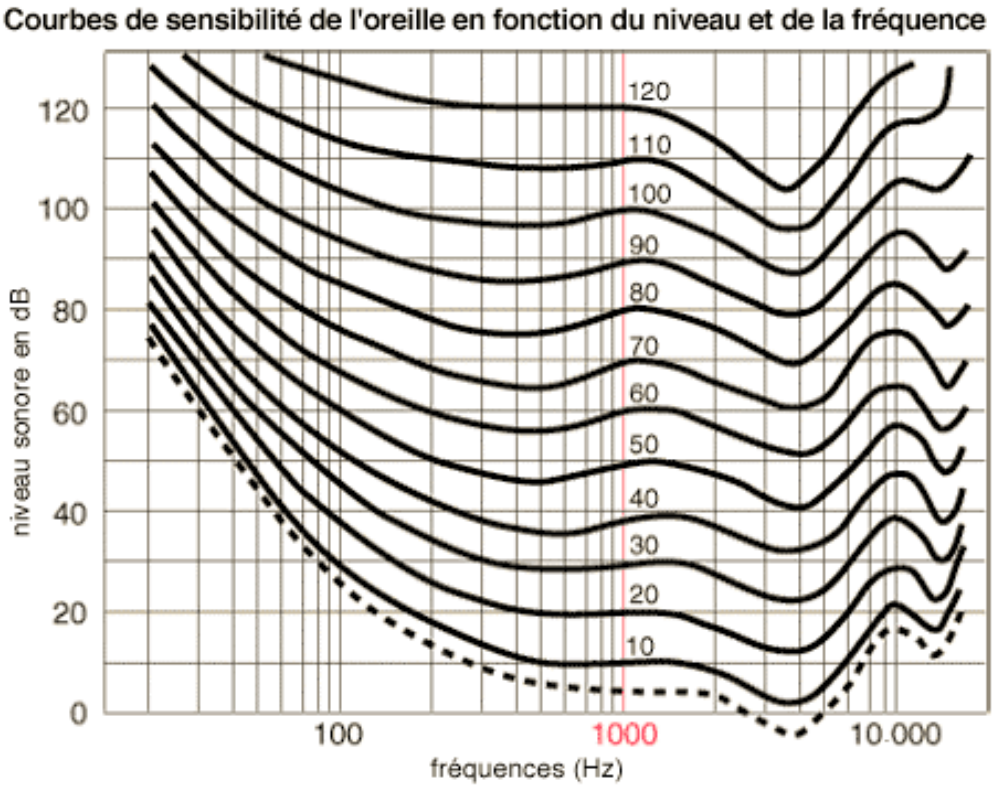
2. Insérer les plaques une à une entre le haut-parleur et le sonomètre. Mesurer le niveau d'intensité acoustique. Conclure en comparant le pouvoir isolant des matériaux.

D'après sujet Bac Pro

<u>Document 6 :</u> Documentation trouvée sur Internet sur la perception du son

L'oreille est l'organe de la perception des sons. Elle les transcrit en messages électriques qui sont interprétés par le cerveau. Comme tout organe de perception, l'oreille à ses limites : il est communément admis que l'oreille saine perçoit les sons compris entre 20 Hz et 20 kHz.

L'oreille humaine n'est pas aussi sensible aux sons graves (basses fréquences) qu'aux sons médium ou aiguës (hautes fréquences) émis à la même pression acoustique. Le schéma ci-dessous reproduit les courbes de Fletcher et Munson (1918). Elles traduisent comment les sons graves demandent à être entendus à un niveau sonore plus élevé que les sons aigus pour être perçus avec la même intensité.



Nous pouvons remarquer que l'oreille perçoit au même niveau sonore un son de fréquence 30 Hz émis à 80 dB et un son de fréquence 500 Hz émis à 35 dB. On en déduit donc que l'oreille n'est pas aussi sensible aux basses fréquences qu'aux fréquences moyennes ni même aux hautes fréquences.

(http://www.son-video.com/Conseil/HomeCinema/Sub/Sub4.html)