

Donnée nécessaire à la résolution de certains exercices

La célérité v d'une onde le long d'une corde de masse linéique μ (rapport de la masse de la corde en kg sur la longueur de la corde en m) tendue entre deux points par une force de valeur F s'écrit :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

1 Superposition de deux ondes

a. Laquelle des ondes a, b ou c correspond à la superposition des ondes 1 et 2 ?



b. Dessiner l'allure de l'onde résultant de la réflexion sur un obstacle fixe de l'onde 1.



2 Onde stationnaire

Une onde mécanique sinusoïdale de période $T = 10,0$ ms se propage le long d'une corde avec la célérité $v = 12,0$ m · s⁻¹.

a. Donner l'expression de la longueur d'onde de l'onde sinusoïdale puis la calculer.

b. L'onde se réfléchit sur un obstacle fixe.

Comment s'appelle le phénomène résultant de la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchi ?

c. Définir un ventre et un nœud de vibration pour cette situation.

d. Calculer la distance séparant deux nœuds de vibration consécutifs.

e. Calculer la distance séparant un nœud de vibration d'un ventre de vibration adjacent.

3 ★ Corde de contrebasse

Une corde de contrebasse de longueur $L = 102$ cm vibre selon son mode fondamental à la fréquence $f_1 = 109$ Hz.



a. Quelle est la fréquence correspondant au mode de rang 2 ?

b. En appuyant un point de la corde contre le manche, le contrebassiste en réduit la longueur. Celle-ci ne vaut plus que 90 cm. Quelle est alors la nouvelle fréquence f'_1 du mode fondamental ?

c. Une mesure de cette nouvelle fréquence donne la valeur :

$$f''_1 = 126 \text{ Hz.}$$

Comment interpréter ce résultat, sachant que la corde tendue se trouve à une distance de plus d'un centimètre du manche de l'instrument ?

4 Un diapason qui a de la caisse

Expliquer pourquoi les caisses de résonance sur lesquelles sont montés les diapasons sont d'autant plus grandes que la fréquence de la note émise par le diapason est plus basse.

5 Corde de banjo

a. Calculer la célérité d'une onde dans une corde de banjo de masse $m = 1,1$ g et de longueur 54 cm tendue par une force de 71 N.

b. En déduire la fréquence de son fondamental.



6 Une corde bien excitée

On tend une corde métallique entre deux points. Parcourue par un courant sinusoïdal de fréquence f , elle est soumise aux forces de Laplace créées par l'aimant en U qui la surmonte. Pour observer des fuseaux, il faut choisir les valeurs de f adéquates. Lorsque $f = 200$ Hz, on observe cinq fuseaux.

a. Combien de nœuds et de ventres observe-t-on alors ?

b. Que se passe-t-il si l'on pince l'un des nœuds avec un objet de petite dimension ?

c. La longueur de la corde vaut $L = 65$ cm. Calculer la célérité de l'onde.

d. Quelle valeur f' de la fréquence permet d'obtenir six fuseaux ?

7 Longueur des tuyaux d'orgue

La fréquence du son émis par un tuyau d'orgue de longueur L vibrant dans son mode fondamental est donnée par la relation :

$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

où v désigne la célérité du son dans l'air, $v = 340$ m · s⁻¹.

a. Calculer la longueur des tuyaux pour chacune des fréquences suivantes :

55,0 Hz ; 110 Hz ; 220 Hz ; 330 Hz ; 440 Hz ; 1 320 Hz.

b. La hauteur des tuyaux étant limitée dans une église à 6,0 m par la voûte sous laquelle l'instrument est placé, quelle est la fréquence émise par le tuyau le plus grand ?

8 ★ Tube de Kundt

Un tube de Kundt est composé d'un tube horizontal dans lequel repose une poudre fine et légère. Le tube est fermé à ses deux extrémités par des bouchons dont l'un est relié à une tige métallique. En frottant cette dernière, on crée une onde sonore dans l'air du tube et la poudre, agitée par l'onde, se répartit alors en petits tas régulièrement espacés.



a. Les tas correspondent-ils à des nœuds ou des ventres de vibration ? Expliquer.

b. Les tas sont séparés de 11,0 cm. La célérité du son dans l'air valant $v = 340$ m · s⁻¹, calculer la fréquence de l'onde.

http://lefevre.pc.free.fr

9 Orgues d'église

Pour jouer de l'orgue d'église, on utilise les deux mains et les deux pieds. Les mains actionnent, entre autres, les touches du clavier associées aux tuyaux les plus courts alors que les pieds commandent les sons issus des tuyaux les plus longs.

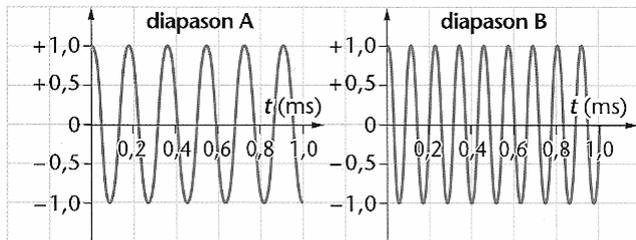
Les sons commandés par les pieds sont-ils les plus aigus ou les plus graves de l'instrument ? Expliquer.



10 Sons et diapasons

Les deux graphiques suivants représentent les signaux enregistrés pour deux diapasons (l'échelle horizontale est la même).

Les deux diapasons émettent-ils la même note ? Sinon, lequel joue la note la plus aiguë ?



11 Seuils d'audibilité et de douleur

D'après le diagramme de Fletcher, le seuil d'audibilité d'un son de fréquence 100 Hz est voisin de $L_{\min} = 35$ dB.

- À quelle intensité sonore I_{\min} ce niveau correspond-il ?
- À quel niveau sonore L_d correspond le seuil de douleur pour ce son dont l'intensité sonore vaut $I_d = 3,16 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$?

Donnée : intensité de référence : $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

12 ★ Préservez vos tympans !

L'écoute de certains morceaux de musique se fait de plus en plus au casque au détriment de nos tympans. En effet, on a mesuré pour des baladeurs des niveaux sonores de plus de 110 dB.

- Calculer l'écart entre cette valeur et le seuil de dangerosité pour une exposition de quelques heures (situé à 100 dB) en décibel, puis en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.
- En divisant par deux la puissance acoustique délivrée par le casque, le niveau sonore est-il repassé sous le seuil de dangerosité de 100 dB ?

13 Concert en plein air

Un orchestre de percussions donne un concert en plein air. Pour être entendus de loin, les musiciens jouent tous simultanément afin d'additionner l'intensité sonore de chaque instrument.

a. En supposant que chaque instrument émet un son de niveau $L = 90$ dB, calculer le niveau sonore de l'orchestre lorsqu'il est composé de seize instruments.

b. Combien d'instruments sont nécessaires pour atteindre un niveau sonore de :

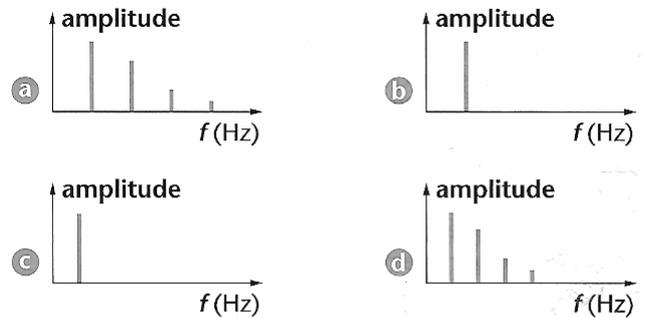
$$L' = 96 \text{ dB} ?$$

14 Spectres mélangés

On enregistre, à la même échelle, quatre spectres correspondant aux situations suivantes :

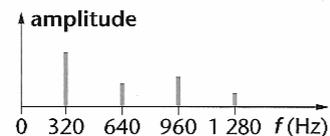
- la_3 joué par une flûte ;
- la_3 joué par un diapason ;
- do_3 joué par une flûte ;
- do_3 joué par un diapason.

Associer à chaque situation le bon spectre parmi les quatre suivants.



15 Gamme tempérée

On enregistre le spectre d'un son dont l'allure est la suivante :



- Quelle est la fréquence du son émis ?
- Quelle est la fréquence du son situé deux degrés au-dessus dans la gamme tempérée ?
- La fréquence de la note à l'octave au-dessus du son étudié en a. dépend-elle du type de gamme utilisé ?