

Mademoiselle Physique

mademoisellephysique.com

Exercices — Émission, propagation et perception du son

Classe de Seconde

12 exercices progressifs, du cours à l'application

Exercice 1 — La cloche à vide

En cours de physique, on réalise un dispositif expérimental pour faire le vide sous une cloche en verre contenant un réveil qui sonne.

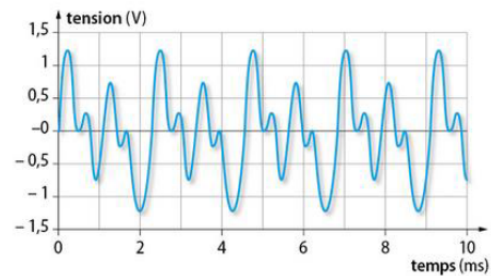
1. Que constate-t-on quand l'air se raréfie sous la cloche ?
2. Comment expliquer cette observation ?

Exercice 2 — Analyse d'un signal sonore au microphone

À l'aide d'un microphone branché à un ordinateur et d'un logiciel de traitement, on peut « visualiser » l'enregistrement d'un signal sonore perçu au niveau du microphone. On observe la courbe ci-dessous :

A l'aide d'un microphone branché à un ordinateur et d'un logiciel de traitement, on peut « visualiser » l'enregistrement d'un signal sonore perçu au niveau du microphone. On observe la courbe ci-contre :

- 1) Peut-on affirmer qu'il s'agit d'un signal sonore périodique ?
- 2) Déterminer la période T du signal en utilisant la méthode la plus précise possible. Indiquer les lectures graphiques sur la représentation ci-contre.
- 3) En déduire la fréquence f du signal.



Exercice 3 — Mesure de la vitesse du son dans l'air

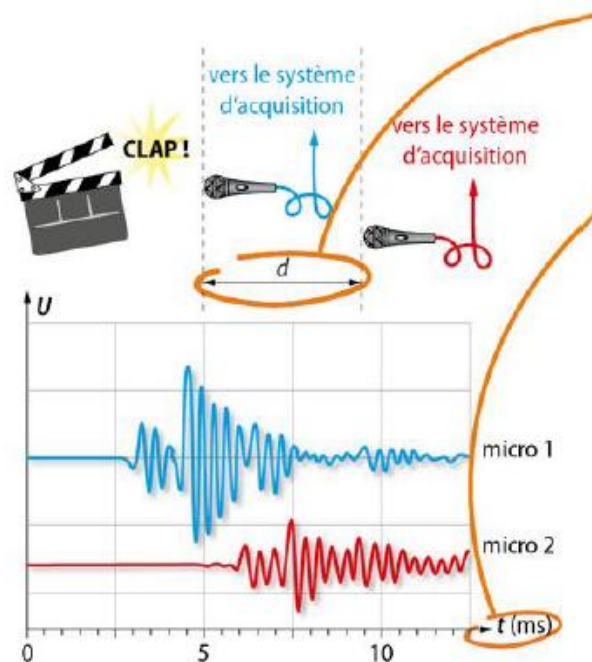
Afin de déterminer la vitesse du son dans l'air, on réalise le dispositif expérimental ci-dessous. Les deux microphones sont séparés d'une distance d . On enregistre le signal sonore perçu à l'aide des microphones et d'un logiciel de traitement.

Donnée : $d = 1,00 \text{ m}$.

Afin de déterminer la vitesse du son dans l'air, on réalise le dispositif expérimental ci-contre. Les deux microphones sont séparés d'une distance d . On enregistre le signal sonore perçu à l'aide des microphones et d'un logiciel de traitement.

Donnée : $d = 1,00 \text{ m}$.

1. **Expliquer** ce qui est observé au niveau de l'enregistrement.
2. **Déterminer** la vitesse du son dans l'air et la **comparer** à la valeur donnée comme référence qui est de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à 20°C .



1. Expliquer ce qui est observé au niveau de l'enregistrement.
2. Déterminer la vitesse du son dans l'air et la comparer à la valeur donnée comme référence qui est de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à 20°C .

Exercice 4 — Corde de violoncelle

Un violoncelliste frotte avec son archet l'une des cordes de son instrument de musique appelée « corde de sol ». Le son produit par la corde est enregistré à l'aide d'un microphone branché à un ordinateur. À l'aide d'un logiciel de traitement du son, on visualise le signal sonore enregistré A.

Par une autre technique appelée « pizzicato », le violoncelliste pince maintenant la corde de sol pour la mettre en vibration. On visualise alors un signal différent B.

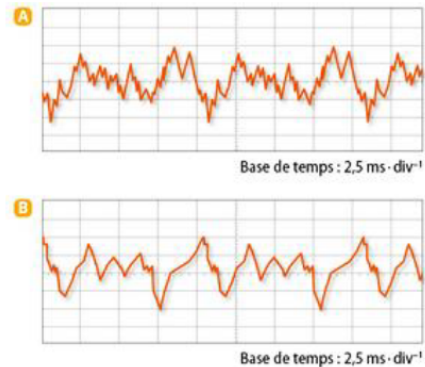
L'échelle verticale est la même pour les deux enregistrements.

Exercice 9 : Corde de violoncelle

Un violoncelliste frotte avec son archet l'une des cordes de son instrument de musique appelée « corde de sol ». Le son produit par la corde est enregistré à l'aide d'un microphone branché à un ordinateur. À l'aide d'un logiciel de traitement du son, on visualise le signal sonore enregistré A.

Par une autre technique appelée « pizzicato », le violoncelliste pince maintenant la corde de sol pour la mettre en vibration. On visualise alors un signal différent B.

L'échelle verticale est la même pour les deux enregistrements.



- 1) L'intensité sonore est-elle différente entre ces deux enregistrements ? Justifier la réponse.
- 2) Indiquer si la hauteur du son est modifiée.
- 3) Quelle caractéristique du son a été modifiée ?

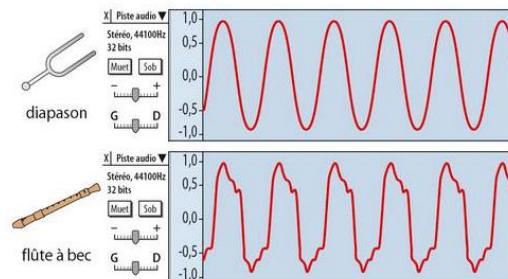
Exercice 5 — Et pourtant, c'est la même note

On enregistre la même note, mais jouée par deux instruments de musique différents. Un logiciel d'acquisition nous permet de les comparer.

Exercice 12 : Et pourtant, c'est la même note

On enregistre la même note, mais jouée par deux instruments de musique différents. Un logiciel d'acquisition nous permet de les comparer.

- 1) Pourquoi dit-on que ces deux sons ont la même hauteur mais qu'ils ont un timbre différent ?
- 2) Ont-ils la même intensité sonore ?



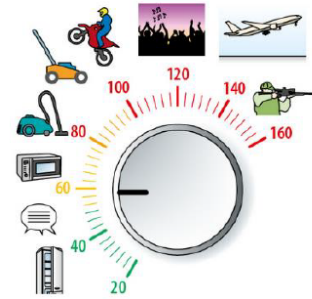
Exercice 6 — Échelle de niveaux d'intensité sonore

Le schéma ci-dessous représente une échelle de niveaux d'intensité sonore.

Exercice 14 : Echelle de niveaux d'intensité sonore

Le schéma ci-contre représente une échelle de niveaux d'intensité sonore.

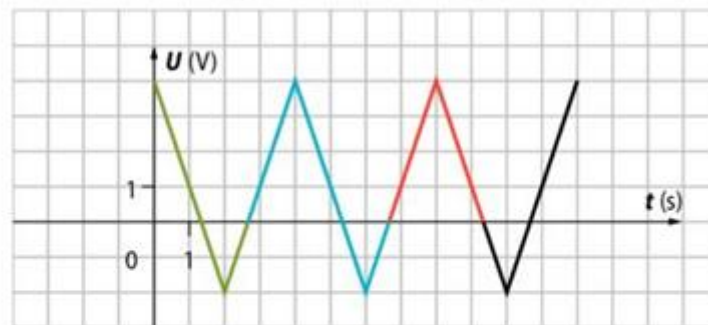
- 1) Quelle est l'unité et le symbole de cette grandeur ?
- 2) Y a-t-il un lien avec l'intensité sonore ? Quelle différence fait-on ?
- 3) A quel objet correspond le son au seuil de danger ?
- 4) Rappeler les risques lorsque cette grandeur est trop importante.
- 5) Citer un ou deux exemples de protections qui permettent de protéger les oreilles du bruit en diminuant les nuisances sonores.



Exercice 7 — Enregistrement d'un signal

On considère l'enregistrement d'un signal suivant :

On considère l'enregistrement d'un signal suivant :



1. a. S'agit-il d'un signal périodique ?
b. Parmi les motifs vert, bleu et rouge, lequel se répète ?
2. La période de ce signal est :
a. 12 s b. 4 s c. 2 s
3. La fréquence de ce signal est :
a. 0,25 Hz b. 0,5 Hz c. 2 Hz

Exercice 8 — La vitesse du son dans l'acier

Dans les westerns, les braqueurs collent souvent leur oreille sur les rails en acier pour entendre et prévoir le passage du train.

Doc. 1 — Mesure de la vitesse du son dans l'acier

Dans une tige en acier de longueur $AB = 50 \text{ cm}$, une impulsion est générée en A avec un marteau. En B, un microphone relié à un oscilloscope enregistre les signaux sonores ayant parcouru la tige. En se réfléchissant aux extrémités de la tige, le son effectue des allers-retours dans la tige.

Doc. 2 — Oscillogramme obtenu lors de l'expérience

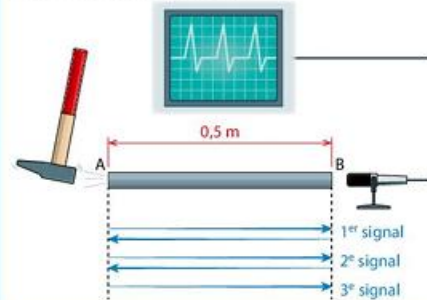
Balayage de l'oscilloscope : $0,10 \text{ ms/div.}$

Dans les westerns, les braqueurs collent souvent leur oreille sur les rails en acier pour entendre et prévoir le passage du train.



Doc. 1 Mesure de la vitesse du son dans l'acier

Dans une tige en acier de longueur $AB = 50 \text{ cm}$, une impulsion est générée en A avec un marteau. En B, un microphone relié à un oscilloscope enregistre les signaux sonores ayant parcouru la tige. En se réfléchissant aux extrémités de la tige, le son effectue des allers-retours dans la tige.



Doc. 2 Oscillogramme obtenu lors de l'expérience

Balayage de l'oscilloscope : $0,10 \text{ ms/div}$



► À l'aide des documents, justifier qu'il est plus judicieux d'écouter le son du train par l'intermédiaire des rails que dans l'air.

1. À l'aide des documents, justifier qu'il est plus judicieux d'écouter le son du train par l'intermédiaire des rails que dans l'air.

Exercice 9 — L'orage

Lors d'un orage, Marion compte 5 s entre l'observation de l'éclair et le grondement du tonnerre.

Lors d'un orage, Marion compte 5 s entre l'observation de l'éclair et le grondement du tonnerre.

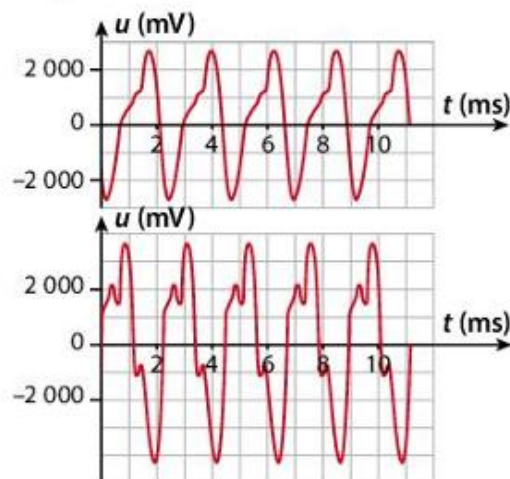


1. Évaluer la distance séparant Marion de l'orage en mètres puis en kilomètres.
2. Calculer la durée mise par la lumière pour parcourir la distance entre l'orage et Marion.
3. Justifier par un calcul la raison pour laquelle la durée de propagation de la lumière peut être négligée.

Exercice 10 — Comparer deux sons enregistrés

À l'aide d'un dispositif d'acquisition, deux signaux sonores ont été enregistrés en utilisant les mêmes réglages d'acquisition.

20 Aide p. 240 À l'aide d'un dispositif d'acquisition, deux signaux sonores ont été enregistrés en utilisant les mêmes réglages d'acquisition.



1. Comparer le timbre des deux sons.
2. Comparer la hauteur des deux sons.
3. Identifier le son le plus intense.
4. S'agit-il du même instrument de musique ?

Exercice 11 — QCM bilan — Le son

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

	A	B	C
Émission et propagation d'un signal sonore 📌 Cours 1 p. 217			
1 Pour émettre un signal sonore, il faut :	un objet vibrant.	une caisse de résonance.	un microphone.
2 Un signal sonore peut se propager :	dans le béton.	dans l'eau.	dans le vide.
Vitesse de propagation d'un signal sonore 📌 Cours 2 p. 217			
3 La valeur de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air à $\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, est environ égale à :	$340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.	$3,00 \times 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.	$1\,500\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
4 Pour calculer la valeur de la vitesse de propagation d'un signal sonore, on mesure la durée de propagation de ce signal :	plusieurs fois pour plus de précision.	entre un émetteur et un récepteur.	lors d'un aller-retour entre deux émetteurs.
Période et fréquence d'un signal sonore 📌 Cours 3 p. 218			
5 La période d'un signal sonore périodique est :	la durée d'un motif élémentaire.	exprimée en Hz.	la plus petite durée au bout de laquelle le signal se répète identique à lui-même.
6 La fréquence d'un signal sonore périodique est :	égale à l'inverse de la période.	multipliée par 2 si sa période est multipliée par 2.	divisée par 2 si sa période est divisée par 2.
Perception d'un son 📌 Cours 4 p. 219			
7 La fréquence des sons audibles est :	supérieure à la fréquence des ultrasons.	supérieure à la fréquence des infrasons.	comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz.
8 La hauteur d'un son est liée à :	son amplitude.	la forme du signal sonore.	sa fréquence.
9 Le timbre d'un son est lié à :			
10 Un son dont le niveau d'intensité sonore est trop élevé :	peut provoquer une douleur voire une perte d'audition.	est sans danger pour l'oreille humaine.	n'est pas perceptible par l'oreille humaine.

Exercice 12 — Le son chez les baleines

Selon leur espèce, les grands mammifères marins comme les baleines utilisent des infrasons (sons de très basse fréquence) ou des ultrasons (sons de très haute fréquence). Ces deux types de signaux offrent des avantages spécifiques adaptés au mode de vie et à l'environnement de ces animaux marins.

Pour communiquer avec leurs congénères, certaines baleines privilégient l'utilisation des infrasons qui ont la propriété de se propager sur de très grandes distances dans l'environnement aquatique.

D'autres baleines utilisent les ultrasons pour détecter avec grande précision leurs proies grâce au principe de l'écholocation. Une onde ultrasonore est alors envoyée par le mammifère vers l'avant. Quand cette onde rencontre un obstacle assez gros, elle peut se réfléchir sur lui, revenir vers la baleine qui la reçoit alors avec un délai par rapport à son émission. La baleine peut alors localiser l'objet.

I. Utilisation des signaux sonores par les baleines

- Q1.** Citer les valeurs du domaine de fréquences des sons audibles par l'homme.
Préciser où sont situés, par rapport à ce domaine les infrasons et les ultrasons.
- Q2.** Le signal électrique représenté ci-dessous correspond à l'onde sonore émise par une baleine.
Déterminer **le plus précisément possible** sa période.

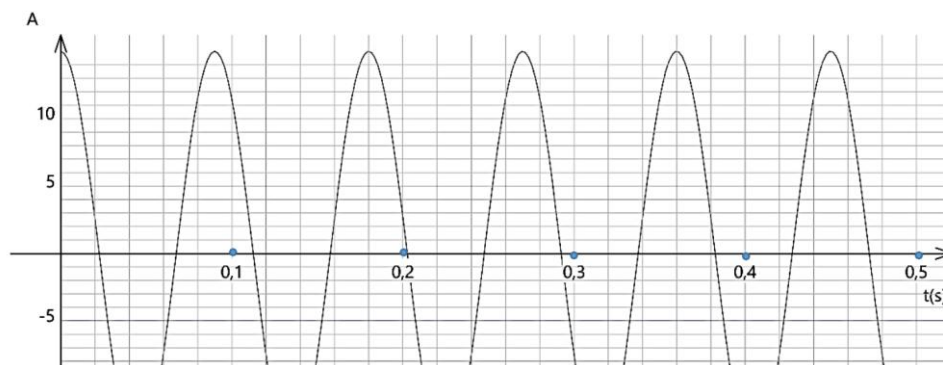


Figure 1 : Enregistrement correspondant au signal émis par une baleine.

- 3.** En déduire si le son correspondant au signal électrique précédent est utilisé par les baleines pour la communication ou pour l'écholocation. Justifier.

II. Détermination de la vitesse de propagation des ondes sonores dans l'eau

Une expérience est réalisée au laboratoire pour mesurer la vitesse des ultrasons dans l'eau. Un émetteur E et un récepteur R étanches sont introduits dans une cuve remplie d'eau et connectés à un système d'acquisition. Connaissant la distance séparant émetteur et récepteur, et le retard entre l'onde émise et l'onde reçue, la vitesse des ultrasons peut être calculée.

L'expérience est réalisée en laboratoire et reproduite à dix reprises. Les valeurs $v(\text{eau})$ pour la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau obtenues lors de ces expériences sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Expérience	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
$v(\text{eau})$ en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	1453	1465	1455	1455	1458	1467	1457	1462	1459	1453

Incertitude-type

Pour évaluer l'incertitude-type $u(X)$ associée à l'expérience, on utilise l'écart-type expérimental σ_{n-1} , calculé avec la calculatrice. Pour n mesures indépendantes, l'incertitude-type $u(X)$ vaut : $u(X) = \sigma_{n-1} / \sqrt{n}$. La valeur de l'incertitude-type est arrondie à un chiffre.

Écriture du résultat de la mesure

La valeur retenue de la grandeur X est la valeur moyenne arrondie pour que son dernier chiffre corresponde au même rang (dizaine, unité, dixième...) que celui de l'incertitude-type $u(X)$.

Critères de compatibilité entre une valeur de référence et une valeur expérimentale

Le résultat est considéré comme compatible avec la valeur de référence si celle-ci est comprise entre $X - 2 \times u(X)$ et $X + 2 \times u(X)$.

- 4.** L'écart-type calculé à partir des valeurs du tableau est $\sigma_{n-1} = 4,880801 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Vérifier que la valeur de l'incertitude $u(v(\text{eau}))$ associée à l'expérience décrite est de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 5.** Calculer la valeur moyenne de la vitesse $v(\text{eau})$ de l'eau. Écrire le résultat de la mesure en respectant la règle énoncée ci-dessus.

La valeur de référence de la vitesse de propagation du son dans l'eau pure est de $1480 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 6.** Conclure sur la compatibilité avec la valeur expérimentale obtenue notée $v(\text{eau})$.

III. Mesure de la distance à un obstacle par écholocation

Une baleine émet un « clic » pour déterminer la distance à laquelle elle se trouve d'un bateau. L'onde émise par la baleine se réfléchit sur le bateau et lui revient au bout d'une durée $\Delta t = 50 \text{ ms}$.

Donnée : vitesse du son dans l'eau de mer à cette température : $v(\text{mer}) = 1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

7. Schématiser la situation et représenter le parcours de l'onde sonore lorsque la baleine utilise l'écholocation pour détecter le bateau.
8. Déterminer la distance d séparant la baleine du bateau.

IV. Protection des baleines

Les collisions avec les navires représentent une menace majeure pour les baleines. Des mesures ont été mises en place pour atténuer ces risques : il est par exemple demandé aux navires de réduire leur vitesse dans les zones fréquentées par les baleines.

On considère que diminuer de 10 % la vitesse des navires pourrait réduire d'environ 50 % les risques de collision entre les bateaux et les baleines.

9. Proposer une explication du fait que la réduction de la vitesse des navires permet de limiter les risques de collision entre les bateaux et les baleines. Rédiger une réponse argumentée de 5 à 10 lignes.

Système Whale Safe

Le système Whale Safe est un outil de cartographie et d'analyse technologique qui affiche en temps réel des données relatives aux baleines et aux navires, permettant de prévenir les collisions mortelles dans les zones de trafic maritime dense.

Le système est fondé sur plusieurs méthodes de détection. Des bouées sont équipées de capteurs acoustiques qui détectent les sons émis par les baleines. Les capteurs de la balise perçoivent ces sons s'ils ont un niveau sonore d'au moins 10 dB au-dessus du bruit de fond.

Absorption acoustique de l'eau de mer

L'eau de mer absorbe les ondes acoustiques : le niveau sonore des signaux diminue au fil de leur propagation dans l'eau. Cette absorption limite la distance maximale à laquelle un signal donné peut être perçu. La courbe ci-dessous représente l'absorption (en dB) du niveau sonore de l'onde par km parcouru, en fonction de sa fréquence.

L'eau de mer absorbe les ondes acoustiques : le niveau sonore des signaux diminue au fil de leur propagation dans l'eau. Cette absorption limite la distance maximale à laquelle un signal donné peut être perçu. La courbe ci-dessous représente l'absorption (en dB) du niveau sonore de l'onde par km parcouru par l'onde sonore en fonction de sa fréquence.

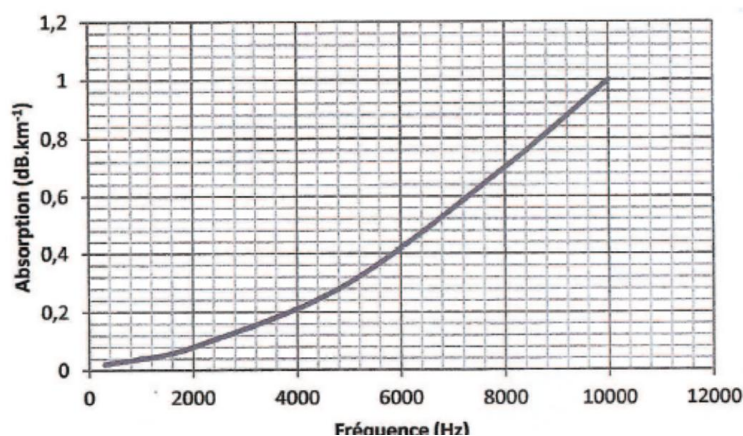


Figure 2 : Absorption acoustique de l'eau de mer.

Données sur la situation étudiée

Niveau sonore des sons émis par la baleine étudiée : 200 dB. • Niveau sonore de perception de la balise : 10 dB au-dessus du bruit de fond. • Niveau sonore du trafic maritime : 180 dB. • Fréquence du son émis étudié : 8 000 Hz.

10. En exploitant les données fournies, déterminer à partir de quelle distance D de la balise une baleine peut être détectée. (Présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti ; des calculs sont nécessaires.)