

Seconde Générale et Technologique

Physique-Chimie | Chapitre 12 : Emission et perception d'un son

Enoncés des exercices

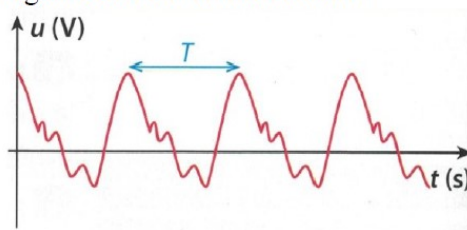
Les exercices sont classés en trois niveaux de difficulté :

- ★ Exercices d'application : comprendre les notions essentielles du cours
- ★★ Exercices d'entraînement : prendre les bons réflexes
- ★★★ Exercices d'approfondissement : aller plus loin

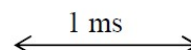
| Exercices gratuits | Exercices sur abonnement* |
|--------------------|----------------------------|
| ★ 1 | ★ 2 – 3 – 4 – 5 – 6 |
| ★★ 7 | ★★ 8 – 9 – 10 – 11 – 12 |
| ★★★ 13 | ★★★ 14 – 15 – 16 – 17 – 18 |

Exercice 1 ★

Voici l'enregistrement du signal sonore d'un instrument :



échelle de représentation :



- 1) Que représente la double-flèche surmontée de la notation T ?
- 2) Déterminer sa valeur en utilisant l'échelle horizontale.

Exercice 2 *★

Avions supersoniques ou subsoniques ?

Le « Rafale » est un avion de chasse utilisé par l'armée française. Sa vitesse moyenne est de 1487 km.h^{-1} (Mach 1,4) avec des pointes possibles jusqu'à 1912 km.h^{-1} (Mach 1,8). Un Airbus A380 vole quant à lui à une vitesse de croisière de 900 km.h^{-1} .



Donnée :

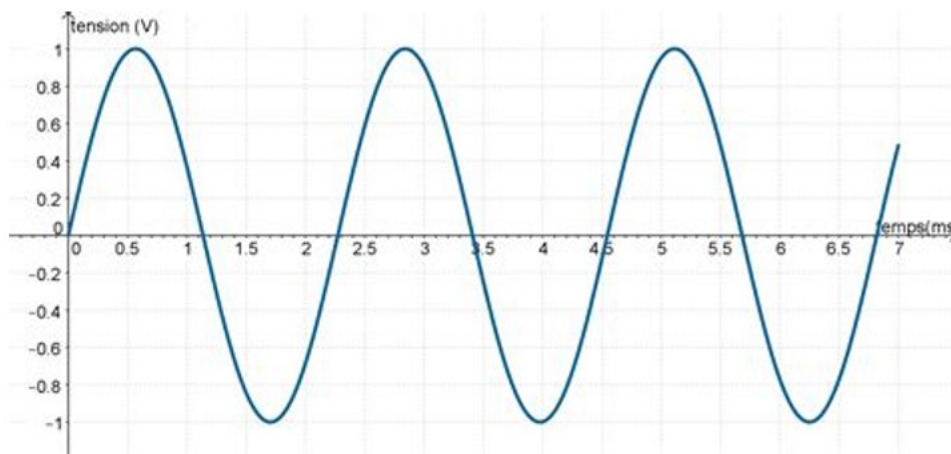
- Le nombre de Mach correspond au rapport entre la vitesse de l'avion et la célérité du son dans le milieu considéré.

1. Donner une approximation de la célérité du son dans l'air à 20°C en m.s^{-1} puis en km.h^{-1} .
2. Préciser si le Rafale et l'Airbus A380 sont supersoniques ou subsoniques.
3. Calculer la vitesse du son à l'altitude moyenne de vol du Rafale.
4. En comparant à la valeur donnée à la question 1, proposer une explication à la différence constatée.
5. Donner une approximation du nombre Mach pour l'Airbus A380.

Exercice 3 * ★

Période d'un signal sonore

On enregistre le son émis par un diapason. On observe la courbe suivante :



Déterminer la période du signal enregistré.

Exercice 4 * ★

Trop foort !

En sciences, l'intensité sonore I permet de mesurer si un signal sonore est plus moins fort mais dans la vie quotidienne, on lui préfère le niveau d'intensité sonore L notamment pour prévenir des risques sonores liés à l'utilisation de certains appareils :



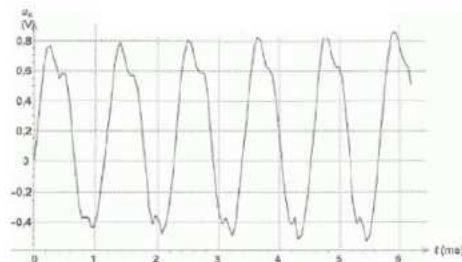
- 1) Quelle information complémentaire manque-t-il à l'affiche précédente pour que l'utilisateur soit protégé des risques sonores ?
- 2) Lorsque l'intensité sonore I double, le niveau d'intensité sonore L augmente de 3 décibels. Compléter alors le tableau suivant :

| | | | | | |
|-------------------------------|----|---------------------|---------------------|----|---------------------|
| $I \text{ (W.m}^{-2}\text{)}$ | | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | | $8,0 \cdot 10^{-5}$ |
| $L \text{ (dB)}$ | 64 | 67 | 70 | 73 | |

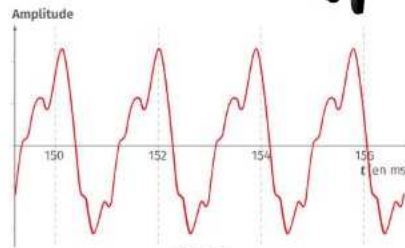
Exercice 5 * ★

Comparaison de sons musicaux

On enregistre le son produit par 2 instruments différents : une flûte et un piano.
La flûte joue une note plus haute que celle jouée au piano.



SON 1



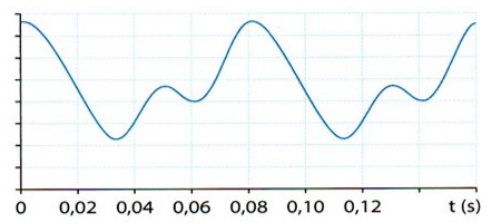
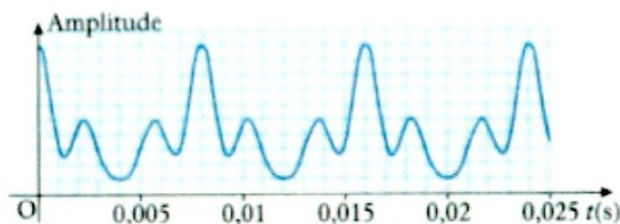
SON 2

1. Déterminer la période pour chacun des 2 sons.
2. En déduire les fréquences correspondantes.
3. Identifier le son joué par la flûte.

Exercice 6 * ★

La communication chez les éléphants

Les éléphants communiquent par le biais de sons ou de vocalisations connus sous le nom de grondements. Ces grondements contiennent de fréquences fondamentales dans le domaine infrasonore qui ne peuvent être entendus par les humains. Ces infrasons peuvent être détectés sur des distances allant jusqu'à 10 km au-delà desquels ils sont trop atténués. Les éléphants utilisent aussi le barrissement, lorsqu'ils sont proches les uns des autres, qui lui est audible par l'homme car les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 12 kHz, mais dont la portée ne dépasse pas 1,0 km. Un microphone a enregistré les signaux périodiques suivants :

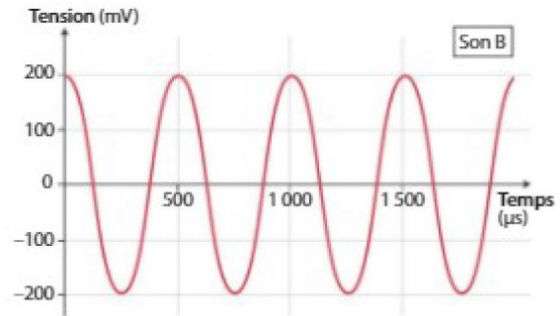
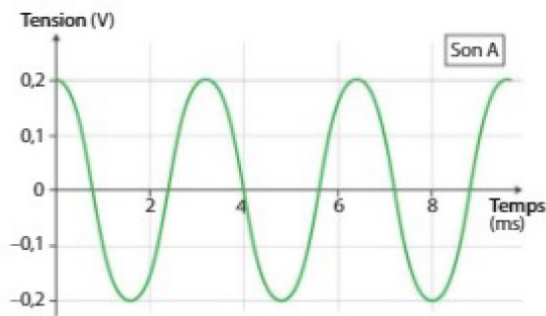


- 1° Déterminer la valeur de la période du signal puis en déduire la fréquence pour chacun des enregistrements.
- 2° Lequel des deux sons est-il audible par les humains?
- 3° A quel domaine de fréquence appartient l'autre son?

Exercice 7 ★★

Hein...Qu'est-ce que tu dis ?

L'audiométrie tonale est un examen médical qui permet de mesurer l'audition d'un patient. Les sons utilisés lors de ce test ont une fréquence comprise entre 125 Hz et 8000 Hz.



- 1) Déterminer la période de chaque son.
- 2) Un patient a une perte d'audition pour des sons de fréquence inférieure à 1000 Hz. Quel son A ou B n'entend-il pas ?

Exercice 8 * ★★★

Vitesse de propagation du son

Afin de déterminer la vitesse de propagation du son dans un métal, on réalise l'expérience suivante :
A l'instant $t = 0$, on frappe l'extrémité d'un long tuyau de canalisation métallique.

On mesure ensuite le décalage temporel entre la réception du son qui se propage dans le métal et celui qui se propage dans l'air.



Données :

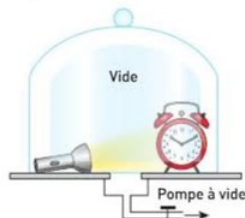
- Longueur du tuyau en acier : $L = 950 \text{ m}$
- Vitesse du son dans l'air dans les conditions de l'expérience : $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- Décalage temporel mesuré : $\tau = 2,6 \text{ s}$

1. Quel son parvient le premier à l'autre extrémité du tuyau ? Justifier.
2. Calculer l'instant t_2 correspondant à l'arrivée du 2^{ème} son à l'autre extrémité du tuyau.
3. En déduire l'instant d'arrivée du 1^{er} son.
4. Calculer alors la vitesse de propagation du son dans le métal de la canalisation.

Exercice 9 * ★★

La cloche à vide

Un réveil qui sonne et une lampe allumée sont placés dans une cloche, reliée à une pompe.

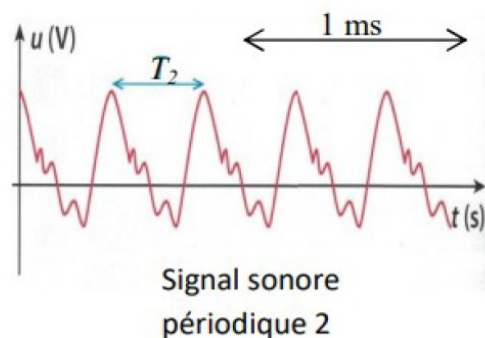
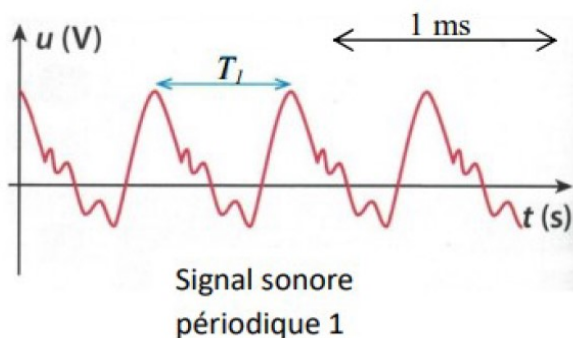


- 1° Que constate-t-on quand on actionne la pompe à vide ?
- 2° Décrire une différence fondamentale entre la lumière et le son.

Exercice 10 * ★★

Comparer les fréquences

Voici l'enregistrement de deux signaux sonores périodiques :

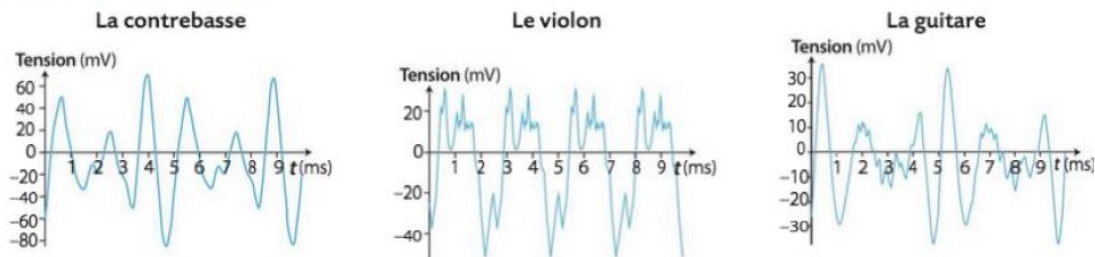


- 1) Déterminer la fréquence des signaux sonores périodiques 1 et 2 et les comparer.
- 2) Pourrait-on s'attendre « visuellement » à ce résultat ? Justifier.

Exercice 11 * ★★

Comparaison d'instruments :

On enregistre le son produit par 3 instruments différents. On obtient les représentations temporelles ci-dessous.



Données :

- Une note de musique est caractérisée par sa hauteur.
- Fréquence des notes du 3^{ème} octave : $f(\text{Do3}) = 264 \text{ Hz}$ – $f(\text{Ré3}) = 297 \text{ Hz}$ – $f(\text{Mi3}) = 330 \text{ Hz}$ – $f(\text{Fa3}) = 352 \text{ Hz}$ – $f(\text{Sol3}) = 396 \text{ Hz}$ – $f(\text{La3}) = 440 \text{ Hz}$ – $f(\text{Si3}) = 495 \text{ Hz}$
- 2 notes « à l'octave » ont des fréquences dont le rapport est égal à 2.
Par exemple $f(\text{La3}) = 440 \text{ Hz}$ et $f(\text{La4}) = 880 \text{ Hz}$.

1. Déterminer la période des sons émis par chacun des 3 instruments.
2. Sans calcul, indiquer l'instrument qui joue la note la plus haute ?
3. Déterminer les notes jouées par les différents instruments.
4. Comparer le timbre et le niveau d'intensité sonore des sons émis par la contrebasse et la guitare.

Exercice 12 * ★★

Le sonar

Un sonar utilise un émetteur-récepteur qui envoie de brèves impulsions d'ondes de fréquence 40 kHz. La vitesse de propagation de ces ondes dans l'eau de mer est égale à $1\,480 \text{ m.s}^{-1}$.

- 1° Quelle est la nature des ondes utilisées par le sonar. Justifier.
- 2° Ce type d'onde se propagerait-il plus vite, moins vite ou à la même vitesse dans l'air?
Le sonar reçoit un signal réfléchi 0,50 s après l'émission.
- 3° A quelle distance se trouve-t-il de l'obstacle?
- 4° Un banc de poissons peut-il être détecté par cette technique :
 - a. La nuit ?
 - b. Par temps de brouillard ?
 - c. Derrière un gros rocher ?
 - d. A plusieurs centaines de kilomètres de distance ?
- 5° Pour quelle technique de diagnostic médical un tel type d'onde est-il utilisé ?

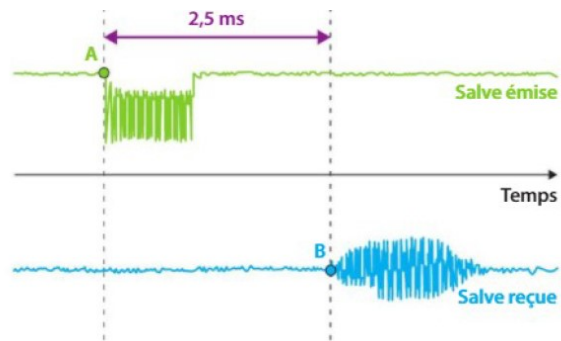
Exercice 13 ★★★★★

Ultrarapide... ?

On réalise une expérience permettant de déterminer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.

Un émetteur envoie des salves vers un récepteur situé à une distance $d = 85 \text{ cm}$.

Ces appareils, reliés à un oscilloscope numérique, permettent d'obtenir les courbes ci-contre :



- 1) Schématiser le montage expérimental.
- 2) Que se passe-t-il aux instants repérés par les points A et B ?
- 3) Exprimer puis calculer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air lors de cette expérience.
- 4) Les ultrasons se propagent-ils plus vite que le son dans l'air ? Justifier.
- 5) Sachant que dans l'eau, les sons parcourent 15 m en $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$, en déduire une propriété du son en fonction du milieu dans lequel il se propage.

Exercice 14 *★★★★★

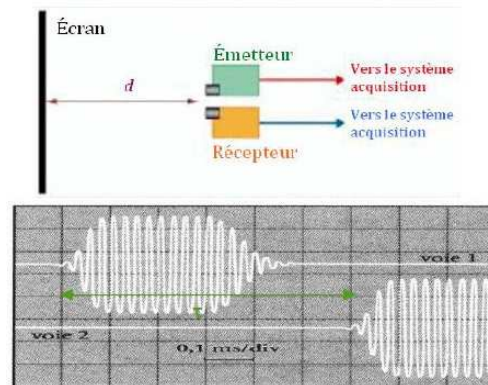
Vitesse des ultrasons dans l'air :

Un émetteur et un récepteur de salves (équivalent de « bip ») ultrasonores, reliés à un système d'acquisition, sont placés côte à côte à une distance d d'un écran métallique.

On obtient l'enregistrement ci-contre :

Donnée :

- Distance $d = 10,0 \text{ cm}$



1. Déterminer approximativement la durée d'une salve.
2. Déterminer la période du signal ultrasonore.
3. En déduire la fréquence correspondante et justifier qu'il s'agit bien d'ultrasons.
4. Déterminer le décalage temporel τ entre le début de l'émission d'une salve et le début de sa réception.
5. En déduire la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air puis comparer cette valeur à celle de la propagation des sons dans l'air.

Exercice 15 *★★★★

Comparer des valeurs vitesses

Dans certaines bandes dessinées, on voit des indiens coller leur oreille sur le rail en acier de chemin de fer pour entendre le train approcher.

1° Pourquoi adopter ce comportement?

2° Vérifier votre hypothèse avec un train qui se trouve à 5 km de l'endroit où l'indien pose son oreille.

Données : Vitesse de propagation du son dans certains milieux : $V_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$; $V_{\text{acier}} = 5\,500 \text{ m/s}$

Exercice 16 *★★★★

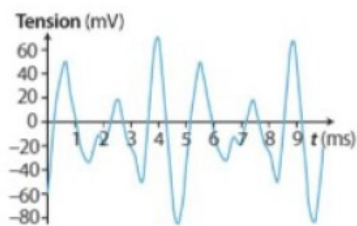
Qui est qui ?

On enregistre séparément trois instruments de musique (une guitare, une contrebasse et un violon) jouant chacun une note.

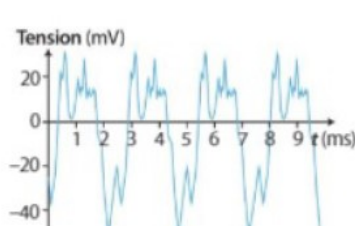
On cherche à identifier chaque enregistrement.



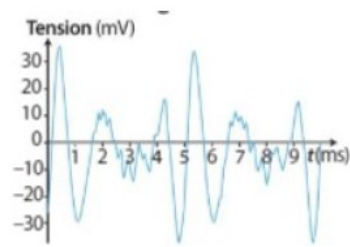
Voici la représentation temporelle des notes jouées :



Enregistrement A



Enregistrement B



Enregistrement C

Données :

Le violon joue la note la plus aigüe ;

La contrebasse joue le plus fort.

- 1) Sans calcul, identifier l'enregistrement du violon. Justifier.
- 2) Sans calcul, identifier l'enregistrement de la contrebasse. Justifier.
- 3) Comment se nomme la caractéristique physiologique qui permet à l'oreille humaine de distinguer des instruments ? A quoi voit-on que les instruments enregistrés sont différents ?

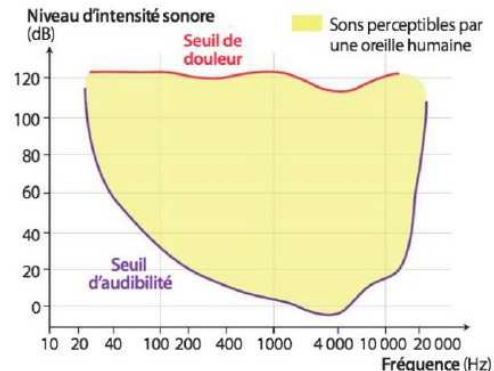
Exercice 17 * ★★★

La perception des sons :

Le graphique ci-contre représente, dans la zone jaune, les sons perceptibles par l'oreille humaine.

Données :

- Le niveau d'intensité sonore augmente de 6 dB chaque fois que la distance à la source est divisée par 2 et inversement.
- La dose de bruit maximale en une journée est par exemple de 8h à 80 dB.
- La durée d'exposition doit être divisée par 2 si le niveau d'intensité sonore augmente de 3 dB.



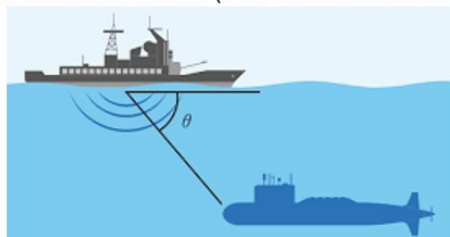
1. Sur un axe gradué en fréquence, rappeler les limites audibles par l'oreille humaine. Quelle information complémentaire apporte ce graphique ?
2. Quelle est approximativement la fréquence pour laquelle l'oreille humaine est la plus sensible ?
3. Indiquer le domaine de fréquence pour lequel l'oreille entend des sons à 40 dB.
4. La hauteur d'un son est-elle un facteur de risque ?
Lors d'un concert qui dure 1h, un spectateur se trouve à 10 m de la scène. Le niveau sonore perçu à cet endroit est 100 dB.
5. Montrer que ce spectateur ne peut rester à cette distance pendant toute la durée du concert.
6. A quelle distance doit-il se déplacer pour préserver ses oreilles ?
7. Que peut-il également faire s'il ne veut pas se déplacer sans endommager son audition ?

Exercice 18 * ★★★

Le sonar

Dans les navires de guerre sont embarqués des sonars. Une onde émise puis reçue et un ordinateur permet de calculer la durée Δt d'un aller-retour entre le sonar et un obstacle ou un sous-marin.

- 1° La fréquence de l'onde émise par le sonar est de 50 kHz. De quel type d'onde s'agit-il ?
- 2° Lors d'essais de ce sonar dans une piscine d'eau de mer, on place un obstacle à une distance $d = 20$ m de l'émetteur-récepteur. L'ordinateur calcule une durée Δt d'aller-retour de 26,67 ms. Calculer la vitesse v de propagation de l'onde dans l'eau de mer.
- 3° Si ce sonar était utilisé dans l'air, quelle serait la durée Δt d'un aller-retour entre le sonar et l'obstacle.
- 4° Un navire à l'arrêt qui utilise ce sonar détecte un sous-marin dans la direction faisant un angle $\theta = 30^\circ$ avec la surface de l'eau (Voir schéma ci-dessous).



La durée Δt entre l'émission et la réception de l'onde délivrée par le sonar est de 6 s.

- a. Calculer la distance d du navire au sous-marin.
- b. Calculer la profondeur h à laquelle se trouve le sous-marin.