Correction des exercices 23-25-29-33-34 p.50 à 56

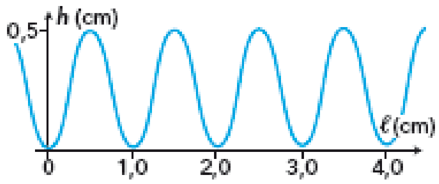
Exercice n°23

1. En mesurant la distance entre un grand nombre de lignes de crêtes consécutives, on limite les imprécisions de mesure.
2. La distance entre neuf lignes de crêtes consécutives correspond à 8 longueur d'onde, cette distance est de 8,1 cm, la longueur d'onde est donc de 1,0 cm, soit 0,010 m.

En effet : $\lambda = \frac{d}{8} = \frac{8{,}1}{8} = 1{,}0\,\text{cm}$

3. D'après la relation :
$v = \lambda \cdot f$
$v = 0{,}010 \times 25 = 0{,}25\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

4. a. La longueur d'onde est la distance entre deux maxima ; on retrouve 1 cm.
b. L'amplitude de l'onde est de 0,5 cm d'après le graphique.
5. a. Au bout de t = 0,04 s (soit une période), on retrouve la même allure de la surface de l'eau puisque l'onde se sera déplacée d'une distance égale à la période spatiale.
b. Au bout de t = 0,06 s, la surface de l'eau a l'allure suivante :



En effet, t=0.06 s correspond à une durée de 1,5xT. Pendant cette durée l'onde se déplace d'une distance égale à 1,5x λ. Ainsi l'onde obtenue est en opposition de phase avec l'onde d'origine (t=0 s).

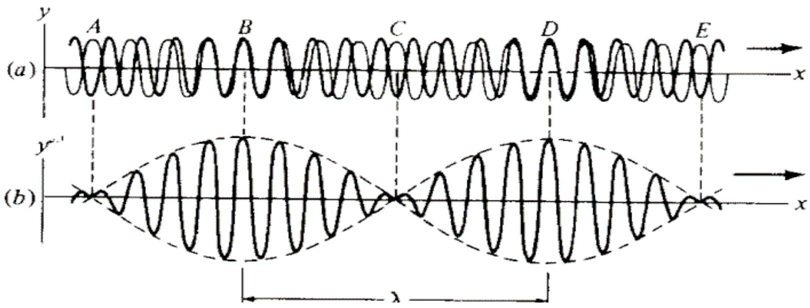
Exercice n°25

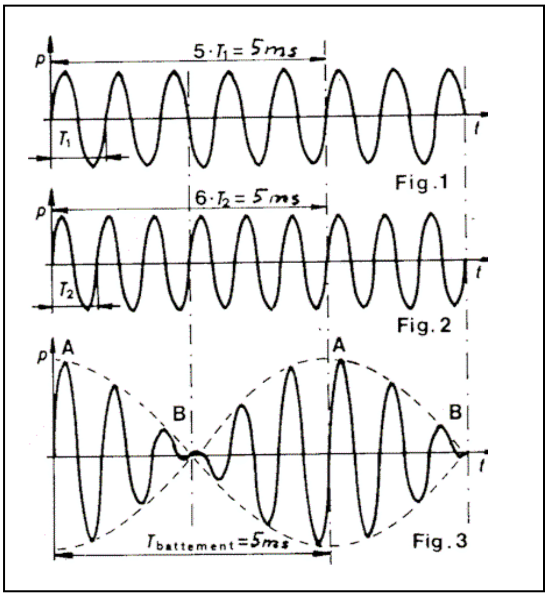
1. La fréquence minimale lue est de 180 Hz, les autres sont de 360 et 540 Hz.
2. Ces fréquences sont des multiples de 180 Hz.
3. a. Le signal sinusoïdal associé à la plus basse fréquence est appelé fondamental.
b. Les autres signaux, avec le fondamental, constituent les harmoniques.
4. Ces sons n'ont pas le même timbre, car ils ne contiennent pas les mêmes harmoniques. Le son de la corde en acier possède une harmonique supplémentaire (rang n=4). De plus les harmoniques communes ne sont pas associées aux mêmes amplitudes vibratoires.

Exercice n°29

1. Pour la note émise par la guitare, le fondamental a une fréquence de 107 Hz et les autres harmoniques ont pour fréquences 214 Hz, 321 Hz et 428 Hz. Ces valeurs étant des multiples de 107 Hz. On a : $f_k = k \times f_1$
2. Le son du diapason a une fréquence de 440 Hz.
3. L'amplitude de la tension enregistrée n'est pas constante, on observe des variations à l'origine des battements que l'on peut entendre.
4. La fréquence de la note émise par la guitare est de 107 Hz alors qu'elle devrait être de 110 Hz. La corde n'est pas accordée.
5. La fréquence du fondamental est de 110 Hz, les autres harmoniques ont pour fréquences 220 Hz, 330 Hz et 440 Hz. L'harmonique à 440 Hz se superpose avec le signal du diapason.
6. La corde est accordée, car elle émet un son à 110 Hz. De plus, il y a correspondance entre la fréquence du diapason et celle de l'harmonique de rang 4 de la guitare.

Complément de la question 3 :





Deux ondes de fréquence légèrement différentes s'ajoutent pour former l'onde résultante.
Ce que nous appelons battement est en fait une conséquence de notre perception particulièrement sensible aux faibles variations. Quelle que soit l'amplitude ou le spectre des différents sons perçus, il suffit que deux sons aient des vibrations voisines pour que notre cerveau perçoive leur faible différence.
En n'importe quel point de l'espace l'air vibre simultanément au rythme des deux sons, f_1 et f_2.
Leur fréquence respective étant peu différente, cela signifie qu'à certains moments et à certains endroits les pressions acoustiques instantanées s'additionnent géométriquement.
Le résultat est une variation périodique, lente, de l'intensité sonore appelée battement tel que
$f_{bat.} = | f_2 - f_1 | = 20Hz$
Si la différence des deux fréquences ou, autrement dit, si le battement est supérieur à 50 Hz environ, notre cerveau distingue les deux sources sonores.
Par contre si le battement est inférieur à 50Hz environ notre cerveau décèle une hauteur sonore intermédiaire entre f_1 et f_2 mais l'intensité perçue semble varier au rythme de la fréquence du battement. C'est une forme d'illusion acoustique. De plus, si le battement vaut de deux à cinq Hertz notre cerveau y est particulièrement sensible et permet de déceler le moindre désaccord entre deux notes. Dans ce cas le battement se produit même entre les harmoniques, qui devraient coïncider.

Exercice n°33

1. A. vrai
B faux : D'après la relation f=v/ λ
Donc f1 = $\dfrac{340}{2.10^{-3}} = 1{,}7.10^{5}\ Hz$ et f2= $\dfrac{340}{2.} = 1{,}7.10^{2}\ Hz$, les fréquences des sons audibles par l'oreille humaine ne doivent pas dépasser 20 kHz.
C faux : D'après la relation f=1/T
Alors f1 = $1/50.10^{-6}$=20 kHz
Et f2 = 2 Hz (cette valeur est inférieure à 20 Hz et ne correspond pas.

2. A. car la hauteur d'un son correspond à la fréquence de l'onde correspondante.
B faux : Une fréquence élevée implique une période faible car T=1/f
C faux : Si f augmente alors λ diminue car λ est inversement proportionnelle à f.

3. A vrai : D'après la relation : $L = 10.\log\dfrac{I}{I_0} = 10.\log\dfrac{10^{-5}}{1.10^{-12}} = 70$ dB
B vrai : Les intensités respectives des deux sons s'ajoutent lorsque les sons sont émis simultanément.
C : faux : Car I'=2.I et $L = 10.\log\dfrac{I'}{I_0} = 10.\log\dfrac{2I}{I_0} = 10.\log\dfrac{I}{I_0} + 10.\log 2 = L + 3$ dB = 73 dB dans notre cas.

4. A vrai : $I = I_0 \times 10^{L/10} = 1.10^{-12} \times 10^{7,5} = 3{,}2.10^{-5}\ W.m^{-2}$
B faux
C faux :
Si L'=L+10 alors L' = $10.\log\dfrac{I'}{I_0} = 10.\log\dfrac{I}{I_0} + 10 = 10.(\log\dfrac{I}{I_0} + 1) = 10.(\log\dfrac{I}{I_0} + \log 10) = 10.(\log\dfrac{I.10}{I_0})$
Alors I' = I x 10

Exercice n°34 : L'oreille humaine en concert

1. La hauteur du son est la sensation liée à la fréquence du fondamental de ce son.
2. T = 2,0 ms, donc f = 500 Hz.
3. L'amplitude de la tension a doublé. L'ingénieur a modifié l'intensité sonore du son. Le son a toujours la même période, donc la même fréquence.
4. Le fondamental sur l'enregistrement 3 a une fréquence de 500 Hz, donc la même fréquence que les sons des enregistrements 1 et 2.
5. C'est le timbre du son qui a été modifié. En effet, il s'agit, sur l'enregistrement 3, d'un son ayant beaucoup d'harmoniques qui correspond à la somme de plusieurs sinusoïdes, alors que les signaux des enregistrements 1 et 2 sont des sinusoïdes, donc des sons purs avec un seul harmonique.

6. À 16 mètres, $I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$

$I = 10^{-12} \times 10^{\frac{98}{10}} = 6{,}3 \times 10^{-3}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

7. $I_2 = 10 \times I = 6{,}3 \times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

$L_2 = 10 \times \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$

$L_2 = 10 \times \log\left(\frac{6{,}3 \times 10^{-2}}{10^{-12}}\right) = 108\ \text{dB}$

8. À 16 mètres, $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$.
À 8 mètres, $I' = 4 \times I$.

$L' = 10 \times \log\left(\frac{4 \times I}{I_0}\right)$

$L' = 10 \times \log 4 + 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 6 + L.$

Le niveau d'intensité sonore augmente de 6 dB lorsque la distance est divisée par 2.
Le son devient douloureux à écouter à partir de 120 dB, c'est-à-dire à partir de 4 mètres.
En effet, 120 dB = (108 + 6 + 6) dB ; la distance a été divisée par 4.

9. Près des enceintes, le niveau sonore peut dépasser le seuil de risques. Cette exposition à un niveau sonore trop élevé peut provoquer des acouphènes, voire engendrer une perte d'audition.