Correction TD ex 3 et 6

3. Battements☺

On frappe simultanément deux diapasons vibrant à la même fréquence $f_0=264Hz$ correspondant à la note de musique *do3*. On enregistre le signal reçu grâce à un microphone situé à égale distance des deux diapasons (figure ci-contre).

1) Quel phénomène présente le signal reçu ? Que peut-on en déduire ?

2) Calculer l'écart relatif de fréquence des 2 signaux.

Données : $t_1 = 0{,}26s$; $t_2 = 3{,}73s$; $t_3 = 7{,}24s$.

Solution

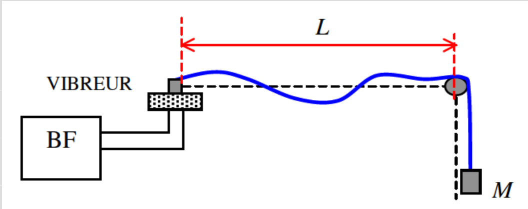
1. On observe un phénomène de battement. L'un des diapasons est déréglé.

2. La période des battement est $\boxed{T_{bat}=\frac{t_3-t_1}{2}=\frac{7{,}24-0{,}26}{2}=3{,}49\ s}$.

On en déduit $\boxed{f_{bat}=\Delta f=\frac{1}{T_{bat}}=\frac{1}{3{,}49}=0{,}29\ Hz}$ et l'écart relatif : $\boxed{\frac{\Delta f}{f}=\frac{1}{3{,}49\times 264}=10^{-3}=0{,}1\,\%}$.

6. Expériences avec une corde de Melde

Lors d'une expérience avec la corde de Melde, schématisée ci-contre, on observe les résultats suivants, pour une même longueur L de la corde et une même masse M accrochée à celle-ci:



- fréquence de résonance $f_2 = 19\,Hz$ pour deux fuseaux ;
- fréquence de résonance $f_3 = 28\,Hz$ pour trois fuseaux ;

On note c la vitesse de propagation de l'onde.

1. Faire un schéma de la corde dans chaque cas en précisant les longueurs d'onde notées λ_2 et λ_3 respectivement.

2. Ces valeurs numériques des fréquences sont-elles compatibles entre elles ?

3. Exprimer les fréquences de résonance suivantes en fonction d'un entier n. On donnera la relation numérique qui ne dépendra que de n.

4. Exprimer la fréquence f_1 du mode fondamental en fonction de L et c.

5. On cherche à déterminer c. Pour cela, on fait varier L et on mesure la fréquence f_1 du mode fondamental. On obtient le tableau de valeurs ci-dessous :

L en cm	117	120	123	126	130	133
f_1 en Hz	9,50 Hz	9,16	8,94	8,73	8,46	8,27

En déduire c ainsi que son incertitude-type de type A en utilisant les données du tableau. Justifier la validité du modèle utilisé.

6. La masse M accrochée à la corde est égale à 25,0 g.

6.1. Quelle est la tension de la corde ? Faire l'application numérique.

6.2. En déduire un ordre de grandeur de la masse linéique de la corde. Quelle autre méthode peut-on utiliser pour faire cette détermination ?

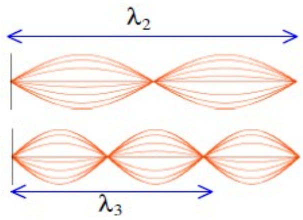
<u>Données :</u> intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\,m.s^{-2}$.

Si on réalise N fois le même protocole pour obtenir l'ensemble des points expérimentaux $\{x_i\}$.

Le résultat de l'expérience est : $\boxed{\bar{x} \pm u(\bar{x})}$ avec $\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$, $u(\bar{x}) = \frac{u(x)}{\sqrt{N}}$ et $u(x) = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}$

Solution

1. Schéma de la corde dans chaque cas (voir ci-contre):



2. Les longueurs d'onde vérifient, à la résonance, $\boxed{L = \lambda_2 = \frac{3}{2}\lambda_3}$. Or $\boxed{\lambda = \frac{c}{f}}$ on en déduit la relation théorique $\boxed{\frac{f_3}{f_2} = \frac{3}{2} = 1{,}5}$. Les valeurs expérimentales donnent $\boxed{\frac{28}{19} = 1{,}47}$.. Les valeurs obtenues sont compatibles entre-elles à 2% près .

3. La fréquence du mode fondamental est $\boxed{f_1 = \frac{f_2}{2} = 9{,}5\,Hz}$. Les fréquences de résonance suivantes vérifient la relation $\boxed{f_n = n\,f_1 = 9{,}5\,n}$ avec n > 3.

4. $\boxed{f_1 = \frac{c}{2L}}$

5. Les fréquences du mode fondamental vérifient l'équation de droite $Y = a\,X$ en posant $Y = f_1$ et $X = \frac{1}{L}$. Dans ce cas $a = \frac{c}{2}$. Le modèle est validé si les points de coordonnées (X,Y) sont alignés.

Pour chaque couple de valeurs, on calcule la vitesse. On fait ensuite la moyenne, on obtient : $\boxed{c = 22.033366\,m.s^{-1}}$. On détermine l'incertitude-type de type A grâce à l'écart-type des valeurs de c divisé par racine de n(le nombre de mesures) : $\boxed{u(c) = 0{,}039\,m.s^{-1}}$ d'où l'expression du résultat de l'expérience : $\boxed{c = 22.033 \pm 0{,}039\,m.s^{-1}}$

6. La tension de la corde est $\boxed{T = m\,g = 25.10^{-3} \times 9{,}81 = 0{,}245\,N}$.

6.1. La célérité vérifie la relation : $\boxed{c=\sqrt{\frac{T}{\mu}}}$ d'où $\boxed{\mu=\frac{T}{c^2}=\frac{0,24525}{23,033}=4,62.10^{-4}\,kg.m^{-1}}$. Une autre méthode pour déterminer μ consiste à peser une longueur L de corde, ainsi $\boxed{\mu=\frac{m}{L}}$.