

Thème I. Ondes et signaux TP n°8 Résonance mécanique

Vendredi 21 novembre 2025

Compétences exigibles du programme :

✓ Mettre en œuvre un dispositif expérimental autour du phénomène de résonance.

Matériel (pour 3 groupes, dans une salle différente du TP n°7) :

- GBF de résistance interne $50\ \Omega$;
- Une bobine de $36\ \text{mH}$;
- Une pointe en ferromagnétique ;
- Un support de $16\ \text{cm}$ de haut environ ;
- Un diapason à $440\ \text{Hz}$.

Objectif du TP

Étudier la résonance d'un diapason.

Travail préparatoire

- Lire l'ensemble de l'énoncé, y compris les annexes, et y identifier ce qu'il faudra faire pendant la séance.
- Répondre aux questions précédées d'une plume avant la séance de TP.
- Télécharger l'application pour smartphone Phyphox.

I Le diapason

En musique, le diapason est à la fois un instrument matériel produisant un son de référence et cette référence elle-même : un son dont la hauteur est dans presque tous les cas un la. Cette référence permet aux musicien.ne.s d'accorder ensemble leurs instruments de musique.

La note de référence standard est le la 440 , qui fixe la fréquence du la₃ à $440\ \text{hertz}$ à $20\ ^\circ\text{C}$.

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Diapason#/media/Fichier:Tuning_fork_on_resonator.jpg)



FIGURE 1 – Diapason sur son résonateur

II Montage expérimental

Il est très délicat de mesurer directement la position d'une des branches dans les conditions habituelles d'emploi du diapason. On pourrait envisager une méthode optique, mais pour des raisons de simplicité nous préférons nous contenter d'**exploiter l'amplitude de l'onde sonore émise**. Cette amplitude ne constitue une mesure indirecte de l'amplitude angulaire du diapason qu'à la condition expresse que ces deux grandeurs soient proportionnelles. Il n'est guère possible de justifier cette proportionnalité rigoureuse par des arguments physiques. Il nous faut donc poser cette hypothèse comme point de départ de notre étude.

Un électroaimant parcouru par un courant sinusoïdal de fréquence f_e variable est placé au voisinage d'une des branches d'un diapason en acier.

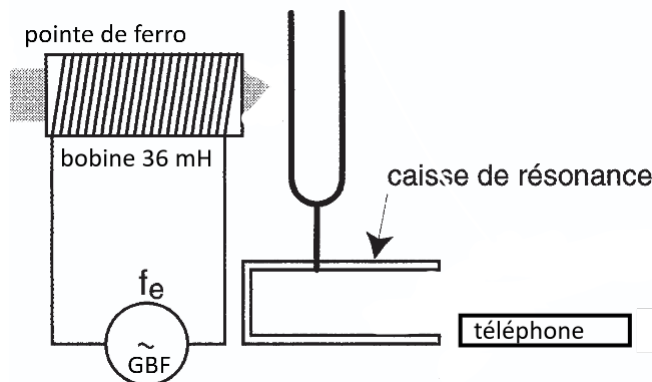


FIGURE 2 – Montage expérimental

Un électroaimant (bobine + point de ferro) parcouru par un courant sinusoïdal de fréquence f_e variable est placé au voisinage du haut d'une des branches d'un diapason en acier.

Un électroaimant attire toujours une masse en fer, peu importe le sens du courant dans la bobine. En conséquence, à la force moyenne exercée se superpose une composante alternative qui a pour fréquence $2f_e$ où f_e est la fréquence de l'intensité du courant parcourant la bobine.

La résonance mécanique du diapason se produira à la fréquence électrique $f_e = \frac{f_0}{2}$ où f_0 est la fréquence propre - de résonance - du diapason.

III Obtention de la courbe

Expérience

- ☞ Mettre en place le dispositif expérimental.
- ☞ La pointe de ferro est placée à l'intérieur de la bobine, pointe dirigée vers la branche du diapason. La pointe devra être située à quelques millimètres d'une branche sans la toucher, et sur le haut de la branche (à 1 cm du haut de la branche).
- ☞ Le GBF alimente la bobine avec une tension sinusoïdale, d'amplitude 10 V (soit $20 V_{pp}$ crête-à-crête : c'est la valeur maximale possible pour nos GBF).
- ☞ Placer le téléphone avec le micro du côté de l'ouverture de la caisse de résonance, au plus près, sans la toucher, et à la hauteur de l'ouverture. On n'y touchera pas de toute la mesure (de l'étalonnage à la fin de la mesure), il ne devra pas être déplacé.
- ☞ Étalonner l'application (cf annexe A).
- ☞ Pour des fréquences f_e comprises entre 219 Hz et 221 Hz, mesurer le niveau acoustique et les renseigner dans un tableau de deux lignes.



À chaque modification de la valeur de la fréquence f_e , un **régime transitoire qui dure quelques secondes** a lieu. Par conséquent, il faut **attendre plusieurs secondes après avoir modifié la fréquence avant de relever la valeur de l'intensité acoustique**.

- ☞ Renseigner les valeurs sur capytale <https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/2a3f-7905155> (Code de partage : 2a3f-7905155).
- ☞ Tracer la courbe
- Q1. ✎ Noter vos observations (notamment auditives).
- Q2. ✎ Reproduire l'allure de la courbe, en plaçant quelques valeurs significatives.

IV Exploitation de la courbe

Exploitation

- Q3. ✎ Écrire un protocole permettant à partir d'une telle courbe de résonance la fréquence propre du système et le facteur de qualité.
- Q4. ✎ Effectuer l'exploitation, et en déduire la fréquence propre du diapason et son facteur de qualité.
- Q5. ✎ Commenter.

Annexes

A Utilisation de l'application Phyphox

- ☞ Ouvrir l'application phyphox.
- ☞ Choisir « Intensité sonore ».
- ☞ Placer le téléphone dans la position pour effectuer la mesure, et ne plus y toucher.
- ☞ Choisir « étalonnage ».
- ☞ Appuyer sur ▷, attendre un peu, et appuyer sur Étalonner.
- ☞ Modifier la valeur Intensité de référence : mettre 0 dB.
- ☞ Revenir « Intensité ».
- ☞ Appuyer sur ▷ le laisser les mesures s'effectuer en continu, vous pourrez noter la valeur en dB appelée « Pression acoustique (SPL) ».

B Résonance type « passe-bande »

On peut décrire la courbe au voisinage de la résonance par

$$U(f) = \frac{U_{\max}}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)^2}}$$

caractéristique des systèmes « passe-bande ».

La largeur de la bande passante est reliée au facteur de qualité Q et à la fréquence de résonance f_0 par

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q}$$