

Dans chacune des parties ci-dessous, il vous est demandé la rédaction d'un protocole. Quelques conseils à ce sujet :

- Il doit être clair et synthétique.
- Privilégier, dès que possible, un schéma plutôt qu'un long paragraphe d'explications textuelles.
- Définir clairement, par l'attribution d'un symbole littéral :
 - la grandeur dont on cherche la valeur numérique (par exemple Y)
 - les grandeurs directement mesurées (par exemple X₁, X₂ et X₃)
- Exprimer clairement (formule littérale) la grandeur recherchée en fonction des grandeurs mesurées :

$$Y = f(X_1, X_2, X_3)$$

Par ailleurs cet effort est nécessaire pour pouvoir évaluer correctement les incertitudes. Cette évaluation des incertitudes pourra se faire par les méthodes suivantes :

- parties A et B : incertitude de type B en utilisant les formules de propagation des incertitudes (voir fiche méthodologique sur cahier-de-prépa)
- partie C : incertitude de type A

Note : /10

COMPÉTENCES ÉVALUÉES

(S'approprier et analyser) Extraire les valeurs grandeurs physique à partir des résultats expérimentaux	
(S'approprier) établir un protocole en identifiant les grandeurs physiques d'intérêt	
(Réaliser 1) Mettre en œuvre le protocole en utilisant le matériel de façon adapté.	
(Réaliser 2) Effecteur une représentation à partir des données.	
(Valider) Exploiter des mesures en calculant des incertitudes (type B)	
(Valider) Exploiter des mesures en calculant des incertitudes (type A)	

PARTIE A : Fréquence d'un diapason

Le diapason est couramment utilisé par les musiciens. Il produit un son presque pur (c'est-à-dire sinusoïdal) à une fréquence donnée. Un diapason peut donc jouer le rôle d'étalon pour accorder un instrument.

Vous disposez de 2 diapasons, et leurs caisses de résonance, accordés sur le La440 (f=440 Hz) ainsi que d'un marteau pour les faire vibrer.

Une masselotte vous permet de désaccorder un des deux diapasons.



L'objectif est de déterminer la fréquence du diapason désaccordé par deux méthode différentes (il est donc déconseillé de bouger la masselotte entre la 1ère et la 2ème méthode).

I. Par observation sensorielle

Le matériel est dans un premier temps restreint à :

- votre oreille
- un chronomètre

Q1 *Établir un protocole expérimental vous permettant de d'estimer la fréquence du diapason désaccordé.*

➤ *Mettre en œuvre ce protocole on ne cherchera pas à estimer l'incertitude*

II. Vérification par acquisition de battements

Vous pouvez désormais utiliser le microphone sur le téléphone pour réaliser l'acquisition des battements avec l'oscilloscope ou avec l'ordinateur.

Vous pouvez utiliser l'application phyphox (aller dans **mesure de son**)

➤ *En réalisant une acquisition soigneuse des battements, déterminer la fréquence du diapason désaccordé. Q1*
Q2 *Estimer l'incertitude sur cette mesure. Vous êtes certain(e) que la bonne valeur est dans l'intervalle....*

Vous joindrez à votre compte-rendu la courbe obtenue, légendée si besoin. (vous pouvez vous envoyer par mail une capture d'écran de la courbe obtenue avec phyphox)

III. Prolongements

Analyse spectrale du signal obtenu :

- Quelle allure attend-on pour le spectre du signal dont on vient de faire l'acquisition ?

Pour visualiser le spectre du signal acoustique reçu par le micro avec phyphox :

- ✓ aller dans **spectre audio** puis dans **paramètres** choisir **32768** pour le nombre d'échantillons
- ✓ **Retourner sur le spectre, cliquer sur le spectre, en bas à droite de l'affichage dans autres outils (...)**
décocher échelle logarithmique pour l'axe y

Faire varier la fréquence du signal.

-Il faudra ensuite zoomer sur le spectre vers 440 Hz

- Le spectre obtenu peut-il servir à mesurer la fréquence recherchée ? Est-ce précis ?

Mesure directe :

Q3 Peut-on mesurer directement la fréquence du diapason désaccordé, c'est-à-dire sans utiliser le diapason de référence ?

- Qu'obtient-on ? Est-ce plus précis ?

PARTIE B : Mesure de la célérité d'une onde acoustique

Vous disposez de :

- un GBF
- un oscilloscope
- 2 modules MODUSON pouvant être utilisés à la fois en émetteur et en récepteur
- un rail vous permettant de faire des mesures de longueurs



L'objectif est de mesurer la vitesse de propagation des ultrasons. Les émetteurs-récepteurs fonctionnent en ultrasons, autour de 40 kHz.

Contrainte imposée : l'émetteur doit délivrer un signal sinusoïdal.

- Afficher sur la voie 1 de l'oscilloscope le signal émis par l'émetteur.
- Afficher sur la voie 2 le signal reçu par le récepteur.
- Que constate-t-on en déplaçant le récepteur ?
- Passer en mode XY. Que constate-t-on en déplaçant le récepteur ?

Q4

- *Établir un protocole expérimental permettant de mesurer la célérité des ultrasons. (conseil : utiliser $c=\lambda.f$).*
- *Mettre en œuvre ce protocole et évaluer l'incertitude sur le résultat obtenu.*

PARTIE C: Mesure de la célérité des ondes sur une corde

Vous disposez de :

- une corde de Melde et son vibreur
- des masses marquées permettant de tendre la corde



Données :

- La théorie prévoit que la célérité d'une onde progressive sur une corde vaut $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ où T est sa force de tension (**ici cette tension est égale au poids de la masselotte suspendue à l'extrémité du fil**) et μ sa masse linéique (indiquée sur la bobine de fil).

- Lorsque l'on fait vibrer une corde de longueur L fixée à ses deux extrémités, on observe des ondes stationnaires. Les fréquences propres de la cordes sont telles que $f_n = \frac{nc}{2L}$ où n est un entier positif. Si un vibreur, alimenté par une tension sinusoïdale, impose une fréquence de vibration égale à f_n , on observe un phénomène de résonance sur le mode n et il y a n fuseaux visibles.

→ Choisir une masse afin de fixer c .

Votre objectif est de déterminer expérimentalement la valeur de cette célérité c .

Q5 calculer la valeur $c_1 = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ prévue par la théorie ainsi que son incertitude $u(c_1)$ par une évaluation de type B

$$u(c_1) = c_1 \times \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{u(T)}{T} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{u(\mu)}{\mu} \right)^2}$$

➤ Établir ensuite un protocole expérimental permettant d'obtenir la célérité par la mesure des différentes fréquences de résonance de la corde. Le mettre en œuvre. On notera c_2 et $u(c_2)$ les valeurs obtenues par une approche statistique (type A).

➤ Commenter la compatibilité des résultats obtenus pour c_1 et c_2 (utiliser l'écart normalisé). **voir cahier de prépa**

Votre compte-rendu devra comporter des schémas légendés, vos résultats de mesure et vos calculs.

→ **Arrêter le vibreur**

Q6 : choisir T et L de façon à générer une onde stationnaire sur la corde telle que le mode propre fondamental possède une fréquence de 300 Hz .

Exciter la corde avec votre doigt et mesurer le spectre audio avec phyphox . Représenter l'allure du spectre obtenu et commenter