



TP10 | Physique des ondes



Mesure de la vitesse du son dans l'air

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons "Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International".



Nom et prénom :

Nom et prénom du/des binôme/s :

.....

Notions abordées	Questions	Évaluation
Rea Utilisation d'un GBF et d'un oscilloscope en autonomie.	M1 & M2	
Ana Traiter des données expérimentales, calculer une incertitude de type B et l'EN Val	Q2, 3, 5, 6, 7	
Val Confronter les résultats d'une expérience à une autre expérience	Q8	

Remarques générales :

 Salle : chimie A07

 Paillasse élèves : liste du matériel pour les élèves

10 postes

Informatique :☐ Ordinateur + souris + chargeur**Ondes :**☐ Emetteur / récepteur HF [x3]☐ GBF☐ Oscilloscope☐ Fiches bananes [x3]☐ Fils rouges et fils noirs [x3]☐ Réglet 50 cm [x1]☐ Thermomètre

Objectif : L'objectif de ce TP est de mesurer la vitesse de propagation du son dans l'air par deux méthodes différentes :

↔ déphasage de l'onde ;

↔ temps de vol.

Nous comparerons cette mesure avec le modèle théorique.

1 Calibration de l'émetteur et mesure de la fréquence de l'onde f

Manipulation

M1

 Calibration de l'émetteur.

1. brancher un émetteur au GBF à l'aide du câble coaxial ;
2. brancher le récepteur à l'oscilloscope ;
3. régler le GBF sur 5 V en amplitude crête à crête ;
4. la fréquence de travail de l'émetteur HF se situe aux alentours de 40 kHz ;
5. en positionnant le récepteur et l'émetteur à une position fixe, faire varier la fréquence sur le GBF jusqu'à avoir un maximum d'amplitude pour le récepteur
6. noter la valeur de la fréquence lue sur le GBF ;
7. mesurer la période reçue par l'émetteur (utiliser les curseurs du GBF).

À noter : valeur lue sur le GBF f_{GBF} , la période de l'onde reçu par le récepteur sur l'oscilloscope T , en déduire la fréquence du signal f ainsi que la pulsation ω .

espace élève

Question

[Bonus - à traiter en fin de TP]

Q1

 Quelle est la différence entre l'amplitude et l'amplitude crête à crête ?

2 Mesure de la longueur d'onde λ

Nous souhaitons mesurer la longueur d'onde émise par l'émetteur HF. Pour cela, nous vous proposons de suivre le protocole suivant.

Manipulation

M2 Mesure de la longueur d'onde :

1. brancher le second récepteur sur la voie 2 de l'oscilloscope ;
2. positionner le récepteur 1 à la position 0 du réglet ;
3. placer l'émetteur 2 au même niveau que l'émetteur 1, les deux récepteurs sont à la même distance si les signaux sont en phases ;
4. déplacer le récepteur 2 en l'éloignant du générateur ;
5. à chaque fois les deux signaux sont de nouveau en phase, vos deux récepteurs se sont éloignés d'une longueur d'onde ;
6. relever la distance mesurer à chaque fois que vous êtes en phase ;
7. quelle-est l'incertitude sur une mesure de distance ?
8. Sur ©Regressi, tracer le numéro de la distance entre les deux émetteurs en fonction du numéro de la mesure
9. modéliser la courbe par une droite affine : $y = a * x + b$;
10. commenter les résultats sur les valeurs de a et b obtenus.

À noter : incertitude sur la distance entre les deux récepteurs $u(d)$, valeurs de a et b avec leurs incertitudes. À qui correspondes physiquement les grandeurs a et b .

3 Traitement des données

Question

- Q2 Donner la formule liant la célérité, la longueur d'onde et la fréquence.
- Q3 Par un calcul de composition des incertitudes, déterminer l'incertitude sur la mesure de vitesse du son dans l'air. Comme l'oscilloscope est très précis, nous supposons qu'il n'y a pas d'incertitude sur la mesure de fréquence.

espace élève

4 Analyse des données

Manipulation

Mesurer la température de l'air à l'aide du thermomètre fourni. Nous supposons que le thermomètre à une incertitude de $u(T) = 0,5 \text{ K}$.

Noter la valeur de la température de la pièce T .

espace élève

Question

[Bonus - à traiter en fin de TP]

- Q4 Comment peut-on faire pour connaître l'incertitude sur la mesure de la température ? La déterminer.

espace élève

Question

La thermodynamique et la dynamique des fluides propose une valeur théorique de la célérité du son dans l'air :

$$c_s = \sqrt{\gamma \frac{R}{M} T}$$

où $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ est la constante des gaz parfait, $\gamma = 1,400$ est l'indice d'adiabaticité et M la masse molaire de l'air.

Q5 Calculer la masse molaire de l'air sachant que la masse molaire de l'oxygène vaut $M_O = 16,00 \text{ g mol}^{-1}$ et la masse molaire de l'azote est $M_N : 14,01 \text{ g mol}^{-1}$.

Q6 Calculer à son tour la vitesse théorique.

espace élève

Question

Q7 Comparer votre résultat avec la valeur attendue (il est attendu un calcul d'écart normalisé).

espace élève

5 Mesure par temps de vol

Une autre méthode pour mesurer la vitesse du son dans l'air est d'émettre une impulsion avec le générateur et d'observer quand est-ce que ce signal arrive sur le récepteur. Avec la distance entre l'émetteur et le récepteur et la mesure du temps à l'aide de l'oscilloscope, vous en déduisez la vitesse du son.

Manipulation

M3 Réaliser l'expérience de la mesure par temps de vol. Mesure la distance l'émetteur et le récepteur ainsi que la distance qui les sépare. Estimer les incertitudes.

espace élève

Question

Q8 Comparer votre nouvelle mesure à votre première mesure puis à la valeur théorique (un calcul d'EN est attendu). Commenter vos résultats.

espace élève