

Exercice n°1 : Doppler.(7 points)

L'inspecteur Clouseau doit déterminer la vitesse d'un fuyard. Le fuyard est parti avec une ambulance, sirène hurlante. Par chance, un témoin a enregistré la fuite avec son téléphone portable. L'ambulance munie d'une sirène se déplace vers la droite à la vitesse v inférieure à c . La sirène retentit et émet un son de fréquence $f = 680$ Hz.

1. Le véhicule se rapproche d'un observateur immobile.

Pendant l'intervalle de temps T , le son parcourt la distance λ . Pendant ce temps, le véhicule parcourt la distance $d = v \cdot T$.



La longueur d'onde λ' perçue par l'observateur à droite de la source S a donc l'expression suivante :

$$\lambda' = \lambda - v \cdot T \quad (1)$$

1.1. Rappeler la relation générale liant la vitesse de propagation, la longueur d'onde et la fréquence.

1.2. En déduire que la relation (1) permet d'écrire

$$f' = f \cdot \frac{c}{c - v} \quad (f' \text{ étant la fréquence sonore}$$

perçue par l'observateur).

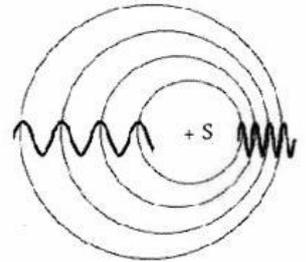
1.3. Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ? Justifier.

2. Dans un deuxième temps, le véhicule s'éloigne de l'observateur à la même vitesse v .

2.1. Donner, sans démonstration, les expressions de la nouvelle longueur d'onde λ'' et de la nouvelle fréquence f'' perçues par l'observateur en fonction de f , v et c .

2.2. Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ? Justifier.

3. Exprimer, puis estimer en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, en arrondissant les valeurs à des nombres entiers, la vitesse du véhicule qui se rapproche de l'observateur sachant que ce dernier perçoit alors un son de fréquence $f' = 716$ Hz.

**Exercice n°2 : La lumière (6 points)**

Cet exercice décrit deux expériences utilisant une lumière de couleur rouge, émise par un laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633$ nm.

1. PREMIÈRE EXPÉRIENCE

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et à quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a . Un écran situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale plus lumineuse que les autres, est la plus large.

L'angle Θ (de la figure 1) est donné par la relation : $\Theta = \frac{\lambda}{a}$

1.1. Exprimer Θ en fonction de la largeur de la tache centrale et de la distance D . L'angle Θ étant faible, on pourra utiliser l'approximation $\tan \Theta \approx \Theta$.

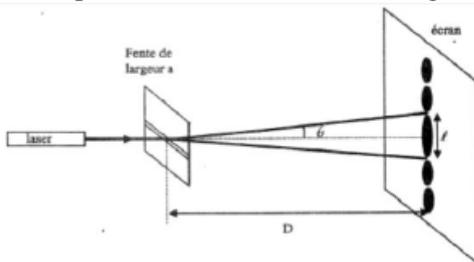


FIGURE N° 1

1.2. En utilisant les relations, montrer que la largeur a de

la fente s'exprime par le relation : $a = \frac{2 \cdot \lambda D}{l}$. Calculer a .

On donne : $l = 38$ mm et $D = 3,00$ m.

2. DEUXIÈME EXPÉRIENCE

On remplace la fente horizontale par deux fentes verticales distantes de $b = 0,40$ mm.

2.1. Quel phénomène observe-t-on ? Schématiser la figure observée sur l'écran.

2.2. L'interfrange est donnée par la relation : $i = \frac{\lambda D}{b}$. Définir l'interfrange i , la calculer, puis la représenter sur le schéma de l'écran réalisé à la question précédente.

2.3. Pourquoi faut-il mesurer expérimentalement six interfranges au lieu d'une ?

Exercice n°3 : Guitare classique ou guitare folk . (7 points)

Une guitare possède en général 6 cordes pouvant être de différents types. Une guitare classique possède trois cordes en nylon pur et trois autres en nylon et métal. Les cordes des guitares folk sont en métal, recouvertes de bronze, d'argent ou de nickel. Les sons émis par ces deux guitares diffèrent donc largement car un son métallique est plus riche en harmoniques qu'un son obtenu avec une corde en nylon : une même note jouée par chaque instrument seul est ressentie différemment par un être humain. Le sol2 (joué par la troisième corde frappée à vide) est ici comparé par les deux types de guitare.

Pour chaque guitare, le son est enregistré par un microphone à l'aide d'une interface d'acquisition (doc 1.a et 1.b). Le logiciel permet d'afficher le spectre en fréquences de chaque son (doc 2.a et 2.b). Un sonomètre a permis de mesurer le niveau sonore des deux guitares placées à un mètre de celui-ci : pour la guitare classique $L_1 = 59$ dB et pour la guitare folk $L_2 = 52$ dB.

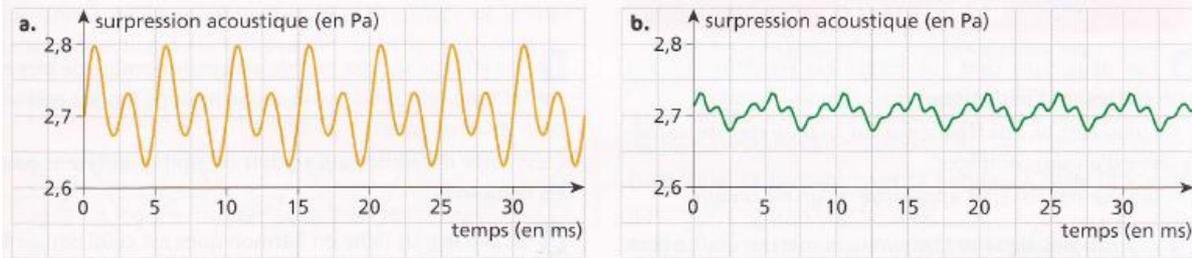


Fig.4 Signal temporel : a. pour la guitare classique. b. pour la guitare folk.

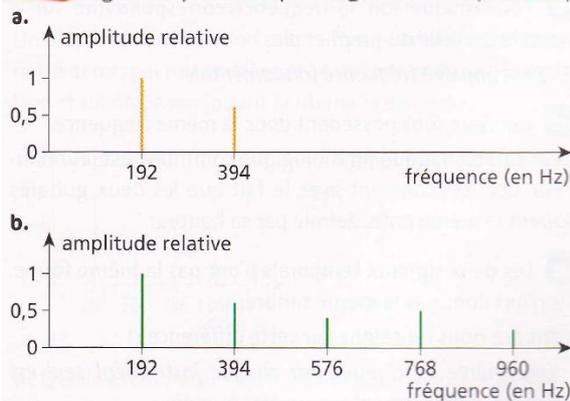


Fig.5 Spectre en fréquences : a. pour la guitare classique b. pour la guitare folk

Doc 1.a Signal temporel pour la guitare classique 1.b pour la guitare folk

Doc 2: Spectre en fréquences:

a. pour la guitare classique

b. pour la guitare folk

1°) a) En analysant les deux signaux temporels, évaluer le caractère pur ou complexe des deux sons enregistrés.

Justifier la réponse.

b) Quelle est la conséquence de ce caractère sur les spectres en fréquences des deux sons?

2°) A l'aide des signaux temporels, mesurer la période T du son émis par chaque guitare. Calculer la fréquence f correspondante.

3°) Où apparaît cette fréquence sur le spectre en fréquences de chaque son? Comment se nomme-t-elle ?

4°) Quel caractère physiologique commun possèdent les deux sons?

5°) a) Qu'est-ce qui différencie les signaux temporels ? Quelle caractéristique physiologique du son cela met-il en évidence ?

b) A quelle phrase de l'énoncé cela se rapporte-il?

6°) Comment cela se traduit-il sur le spectre en fréquence ?

7°) Lequel des deux instruments est le plus riche en harmoniques? L'énoncé est-il en accord avec le résultat trouvé ?

8°) a) On note I_0 l'intensité de référence correspondant à l'intensité minimale audible : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Donner l'expression du niveau sonore, exprimée en décibels, d'une source sonore donnant une intensité I en W.m^{-2} .

b) Calculer les intensités sonores I_1 et I_2 correspondant respectivement aux niveaux sonores L_1 et L_2 .

9°) Si les deux guitares avaient joué en même temps et dans les mêmes conditions que précédemment, quel aurait été le niveau sonore mesuré ?

On fera l'hypothèse qu'en un point les intensités sonores s'additionnent.