

EFFET DOPPLER ET ULTRASONS : EXERCICES

1. Klaxon

La fréquence du son émis par le klaxon vaut 880 Hz.

Le véhicule se déplace à la vitesse de 100 km.h⁻¹.

La célérité du son dans l'air est de 340 m.s⁻¹.

Calculer la fréquence entendue par un observateur immobile :

Lorsque la voiture se rapproche

Lorsque la voiture s'éloigne

L'observateur perçoit-il une note vraiment différente ???

note	Do 3	Ré 3	Mi 3	Fa 3	Sol 3	La 3	Si 3	Do 4
Fréquence (Hz)	261,6	293,7	329,6	349,2	392	440	493,9	523,5

2. Battements.

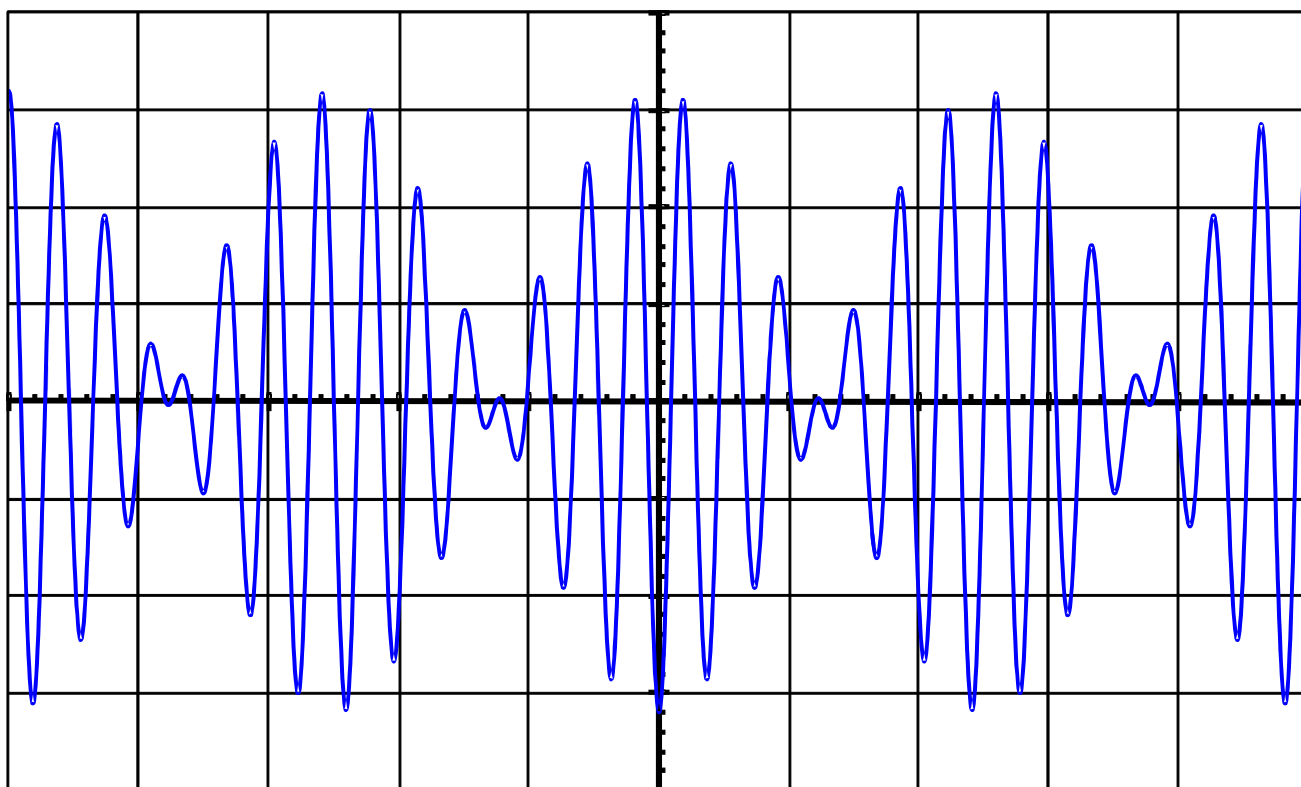
2.1. L'oscillogramme montre l'addition d'un signal de fréquence $f_1 = 27$ kHz avec un signal de fréquence f_2 inconnue, mais de même amplitude.

On rappelle que $\cos a + \cos b = 2 \cos\left(\frac{a+b}{2}\right) \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$

Montrer que l'addition de ces deux signaux donne naissance à un signal de fréquence $f = (f_1 + f_2) / 2$ et d'amplitude modulée à une fréquence $f' = (f_1 - f_2) / 2$.

Mesurer sur l'oscillogramme (sensibilité horizontale 100 μ s / div) la "période" du signal ainsi que celle de son enveloppe.

Calculer les fréquences f et f' correspondantes ; en déduire la valeur de la fréquence f_2 .



3. Diapasons

Un diapason émet un La de fréquence 440 Hz ; il vibre en même temps qu'un second diapason identique, mais sur une des branches duquel on a ajouté une surcharge ; on entend des "ouin-ouin" dont la période vaut 0,25 s.

Calculer la valeur de la fréquence du son émis par le second diapason.

4. Sirène

Un bateau s'éloigne du port en direction d'une falaise à une vitesse de 8 m.s^{-1} .

Sa sirène émet un son de fréquence 440 Hz.

Calculer la fréquence du signal perçu par un observateur resté au port.

Le son se réfléchit sur la falaise ; calculer la fréquence de l'écho :

Pour un observateur situé sur le bateau.

Pour l'observateur resté au port.

Pendant quelques instants, l'observateur du port perçoit simultanément les signaux venant directement du bateau et via la falaise ; quel type de son entend-il ?

5. Les ambulances.

Une ambulance se déplaçant sur une route rectiligne est animée d'un mouvement uniforme de vitesse V_1 .

Elle actionne sa sirène qui émet un son de fréquence F_0 . Un observateur immobile au bord de la route entend un son de fréquence F_1 .

Donner la relation entre F_1 , F_0 , V_1 et la célérité C de propagation des ondes sonores.

Comment varie le son perçu par l'observateur quand l'ambulance se rapproche ou s'éloigne de lui ?

L'observateur entend d'abord un son de fréquence $F_1 = 1100 \text{ Hz}$ quand l'ambulance se rapproche de lui puis un son de fréquence $F_1 = 900 \text{ Hz}$. Que s'est-il passé ?

La célérité des ondes sonores vaut 330 m.s^{-1} .

Calculer la vitesse de l'ambulance en km/h.

Calculer les fréquences et les périodes vraies de la sirène.

Une deuxième ambulance suit l'ambulance 1, en actionnant à son tour une sirène identique à la première.

Sa vitesse V_2 est légèrement inférieure V_1 .

L'observateur perçoit un son modulé dont l'intensité varie avec une période de une seconde.

Calculer la vitesse de la seconde ambulance (en km/h).

Calculer la hauteur du son résultant perçu.

6. Vélocimétrie Doppler ; ordre de grandeurs

Rappeler l'expression de la fréquence reçue par le récepteur en fonction de la fréquence émise ; donner l'expression de la variation de fréquence, puis celle de la variation relative de fréquence.

La fréquence utilisée vaut environ 4 MHz ; l'angle fait par la sonde avec le faisceau vaut environ 30° .

Le débit sanguin vaut environ 5 cm / s. La célérité des ondes sonores dans ce milieu vaut environ 1500 m.s^{-1} .

Évaluer le décalage en fréquence mesuré dans ces conditions.