

Interrogation n°2 de SPC

Calculatrices autorisées

Exercice 1 : Contrôle de vitesse

Un radar pédagogique contrôle par effet Doppler la valeur de la vitesse instantanée des véhicules automobiles. Un élève cherche à modéliser le principe de la mesure. Son expérience est schématisée ci-dessous (fig 1).

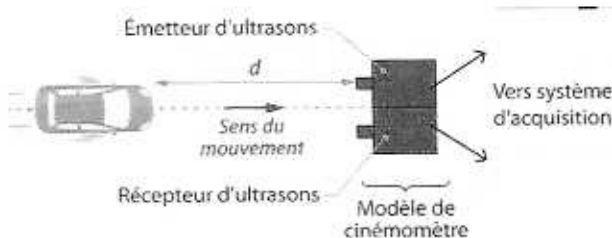


Fig 1

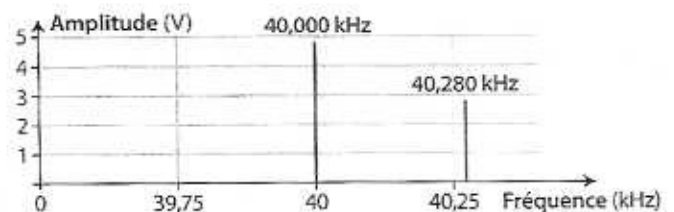


Fig 2

1 – Expliquer le fonctionnement de ce dispositif.

2 –a) On note f_E la fréquence de l'onde émise et f_R celle de l'onde reçue par le récepteur. Lors d'un tel mouvement, f_E est-elle supérieure ou inférieure à f_R ?

b) On réalise l'acquisition informatisée des signaux émis et reçus. Le logiciel permet de repérer les fréquences de chacun des signaux (fig2). Déterminer f_E et f_R .

3 – Déterminer, parmi les relations ci-dessous, celle qui donne la valeur de la vitesse v de la voiture, mesurée par rapport au sol et inférieure à celle de l'onde notée v_s . Justifier pour chaque proposition.

a) $f_R = f_E \times \left(2v + \frac{v}{v_s}\right)$

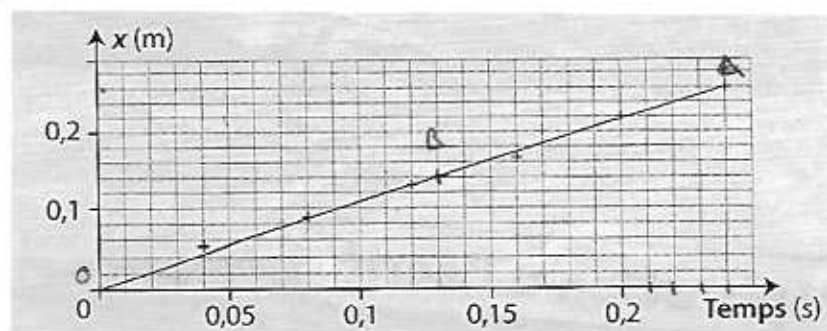
b) $f_R = v \times \left(f_E - \frac{2v}{v_s}\right)$

c) $f_R = f_E \times \left(1 - \frac{2v}{v_s}\right)$

d) $f_R = f_E \times \left(\frac{2v}{v_s} + 1\right)$

4 – La célérité des ondes ultrasonores v_s est égale à 340 m.s^{-1} . Calculer la vitesse v de la voiture.

5 – Le déplacement de la voiture a été filmé, puis on a représenté l'évolution de sa position x en fonction du temps.



a) En déduire la vitesse $v_{\text{vidéo}}$ de la vitesse de la voiture.

b) Conclure en comparant v et $v_{\text{vidéo}}$.

Exercice 2 : Enceintes connectées

Les enceintes connectées permettent d'écouter de la musique plus facilement qu'auparavant. En effet, elles sont déplaçables à l'envie car elles ne nécessitent pas d'alimentation électrique externe ou de connecteur filaire pour recevoir le signal numérique du son à émettre.

Malgré cet avantage, certaines difficultés déjà présentes avec les systèmes classiques persistent, et en particulier, la réflexion des ondes sonores sur les murs a pour conséquence l'existence d'un phénomène d'interférences entre l'onde incidente et l'onde réfléchie.

L'objet de cet exercice est d'étudier les conditions de ces interférences.

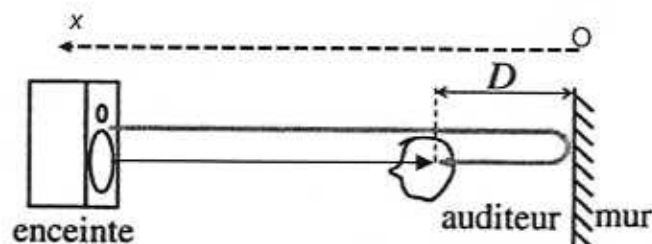


Figure 1. Schéma de principe de la situation.

La flèche noire en trait plein représente la trajectoire de l'onde sonore incidente issue d'une enceinte. La flèche grisée représente la trajectoire de l'onde sonore réfléchie sur le mur. La flèche en pointillés correspond à l'axe Ox. Une distance D sépare l'auditeur et le mur.

Donnée : célérité du son dans l'air : $c = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Q1. Rappeler les conditions d'observation d'interférences entre deux ondes.

Q2. On définit δ , la différence de marche entre l'onde directement reçue par l'auditeur et celle reçue après réflexion sur le mur. Exprimer δ en fonction de D .

Q3. Identifier parmi les deux représentations de superpositions d'ondes présentées en figure 2, celle correspondant à une situation d'interférences destructives. Justifier.

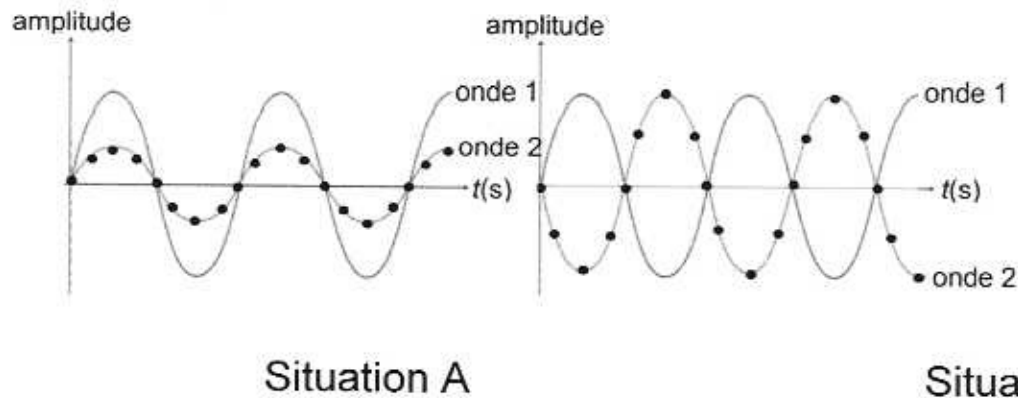


Figure 2. Superpositions de deux ondes

Q4. a) Rappeler la relation liant δ et λ , la longueur d'onde de l'onde acoustique considérée, dans le cas d'interférences destructives ; on introduira k , un nombre entier positif.

b) On définit D_k , la distance entre le mur et une position correspondant à une situation d'interférences destructives le long de l'axe Ox. En déduire l'expression reliant la distance D_k et la longueur d'onde λ .

Q5. Montrer que la distance D_k peut être exprimée sous la forme :

$$D_k = \frac{c}{2f} \left(k + \frac{1}{2} \right)$$

avec f la fréquence de l'onde émise, et k un nombre entier positif.

Q6. Le piccolo est un des instruments de musique capable de produire les sons les plus aigus, comme le Si₆ de fréquence $f_a = 3\,951$ Hz.

a) Calculer la valeur de D_0 pour la fréquence f_a .

b) On définit d_a la distance entre deux points consécutifs le long de l'axe Ox où ont lieu des interférences destructives pour la fréquence f_a . Déterminer la valeur de d_a pour la fréquence f_a .

Q7. L'ajout d'un rideau en tissu sur le mur améliore la qualité sonore. Proposer une interprétation à ce phénomène.