

SIG1 - TD

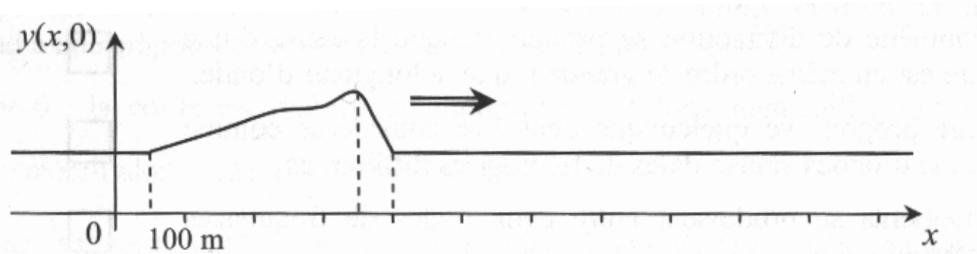
Exercices d'application directe du cours

Exercice n°1 Mascaret

Un mascaret est une vague solitaire remontant un fleuve au voisinage de son estuaire, et provoquée par une interaction entre son écoulement et la marée montante. Ci-contre : photographie d'un mascaret à proximité du Mont Saint-Michel.

On considère ici un mascaret se déplaçant à la vitesse $c = 20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ le long d'un fleuve rectiligne, et on définit un axe (Ox) dans la direction et le sens de propagation.

Profil de niveau de l'eau du fleuve à l'instant $t_0 = 0$:



- Q1. Faire un schéma du profil de niveau du fleuve à $t = 1,0 \text{ min}$, en supposant que l'onde se propage sans déformation.
- Q2. Un surfeur attend avec sa planche de surf à l'abscisse $x_S = 2,0 \text{ km}$. À quel instant va-t-il recevoir la vague ?
- Q3. Un détecteur fixe, enregistrant la hauteur du fleuve en fonction du temps, est placé à l'abscisse $x_d = 1,4 \text{ km}$. Dessiner l'allure des variations $y(x, t)$ en fonction de t .
- Q4. En réalité, l'onde se déforme petit à petit car la vitesse de propagation augmente avec la profondeur. Comment évolue le profil de la vague ?

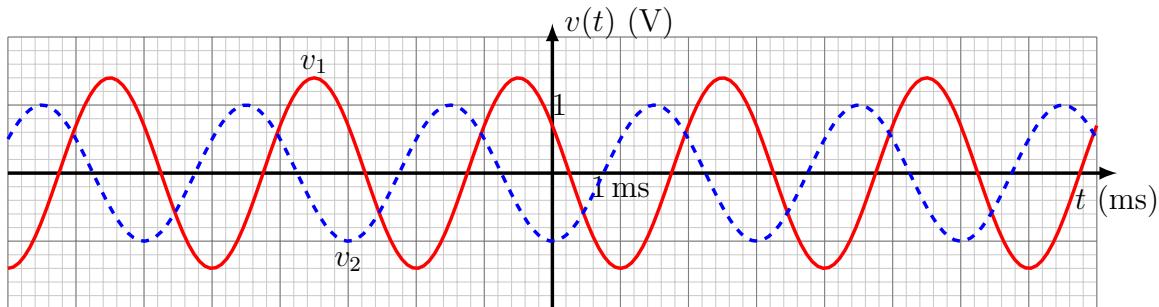
Exercice n°2 Reconnaître une onde progressive

Parmi les fonctions suivantes, identifier lesquelles représentent des ondes progressives unidimensionnelles, et préciser, le cas échéant, le sens de propagation et la célérité c .

- | | |
|---|--|
| Q1. $s_1(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi)$ | Q6. $s_6(x, t) = A \sin(\omega t + kx)$ |
| Q2. $s_2(x, t) = A \cos(\omega t) \cos(kx)$ | Q7. $s_7(x, t) = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{2b}\right)\right]$ |
| Q3. $s_3(x, t) = A e^{-\left(\frac{x+ct}{\sigma}\right)^2}$ | Q8. $s_8(x, t) = A e^{-k'x} \cos[k''(x - ct)]$ |
| Q4. $s_4(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(\omega t + kx)$ | Q9. $s_9(x, t) = A e^{-k'(x+ct)} \cos[k''(x - ct)]$ |
| Q5. $s_5(x, t) = A \cos(\omega t - kx) + B \sin(2\omega t - 2kx)$ | Q10. $s_{10}(x, t) = A e^{-k'(y-ct)} \cos[k''(ct - y)]$ |

Exercice n°3 Mesure d'un déphasage 

Un haut-parleur situé à l'origine O de l'axe (Ox) émet une onde sonore sinusoïdale se propageant dans le sens des x croissants. On place en deux points distincts deux micros. Les deux signaux $v_1(t)$ et $v_2(t)$ récupérés en sortie des deux micros sont représentés ci-dessous.



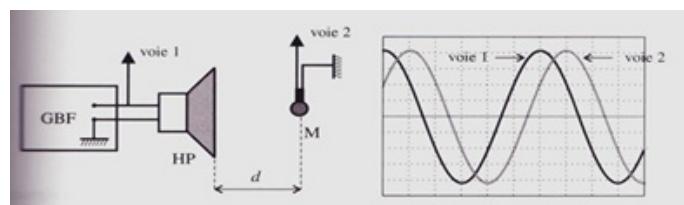
- Q1. Donner par lecture graphique l'amplitude, la valeur moyenne, la période et la fréquence de chacune des tensions. Les deux tensions sont-elles synchrones ?
- Q2. La tension v_2 est-elle en avance ou en retard par rapport à v_1 ? Quel est le décalage temporel associé ?
- Q3. En déduire le déphasage.
- Q4. Déterminer graphiquement la phase à l'origine des deux tensions.

Exercices **Exercice n°4 Trains d'ondes** 

Une onde se propage dans la direction de l'axe (Ox), dans le sens des x croissants avec la célérité c . La source, située en $x = 0$, émet un train d'onde, c'est à dire une oscillation de durée τ limitée :

$$s(0, t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t \text{ est négatif} \\ \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau}\right) & \text{si } 0 \leq t < \tau \\ 0 & \text{si } t \geq \tau \end{cases}$$

- Q1. Exprimer $s(x, t)$ pour x positif quelconque.
- Q2. Représenter $s(x, t = \frac{\tau}{2})$ et $s(x, t = \frac{3\tau}{2})$ en fonction de x pour $x > 0$. On prendra $\tau = 4T$ pour le dessin. Quelle est la longueur du train d'ondes dans l'espace ?

Exercice n°5 Onde sonore 

Un haut-parleur HP est mis en vibration à l'aide d'un générateur de basses fréquences GBF réglé sur la fréquence $f = 1500 \text{ Hz}$. L'onde sonore ainsi créée se propage dans l'air à la célérité $c = 342 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Un microphone M placé à distance d du haut-parleur reçoit le signal sonore et le transforme en un signal électrique. Les signaux du GBF et du micro sont envoyés respectivement sur les voies 1 et 2 d'un oscilloscope.

- Q1. Pour une certaine position de M et un réglage adéquat de l'oscilloscope, l'écran a l'aspect représenté sur la figure. Quel est le déphasage des signaux visualisés ?
- Q2. L'oscilloscope étant synchronisé sur la voie 1, comment évolue la courbe de la voie 2 lorsqu'on éloigne M de HP ?
- Q3. De combien doit-on augmenter d pour voir deux signaux en phase ?

Exercice n°6 Effet Doppler

Un émetteur en E émet une onde sonore se propageant à la vitesse c . Cet émetteur se déplace à la vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_x$ et la position initiale de l'émetteur est $OE = \ell_0$. Un récepteur est fixe en O .

- Q1. Faire un schéma.
- Q2. En imaginant que l'émetteur émet un bip tous les T , trouver les dates de réception des différents bips par le récepteur.
- Q3. Montrer que le récepteur reçoit des bips tous les T' , et exprimer T' en fonction de T , v_0 et c . Ce résultat constitue l'effet Doppler. Commenter le sens physique de l'effet Doppler. Comment faire en sorte que la période T' perçue par le récepteur soit inférieure à la période d'émission T ?