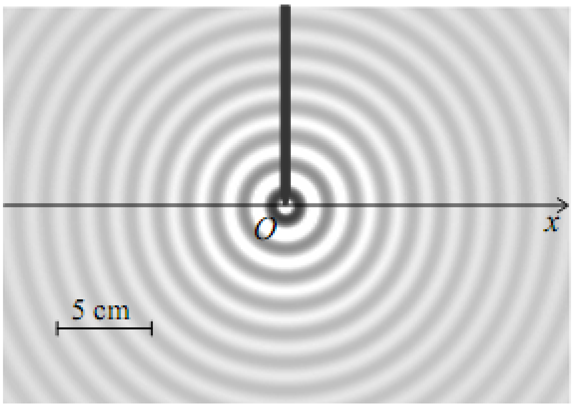
TD SP1 Propagation d'un signal

Exercice n°1. Cuve à ondes

La figure représente la surface d'une cuve à onde éclairée en éclairage stroboscopique. L'onde est engendrée par un vibreur de fréquence $f = 18$ Hz. L'image est claire là où la surface de l'eau est convexe, foncée là où elle est concave.



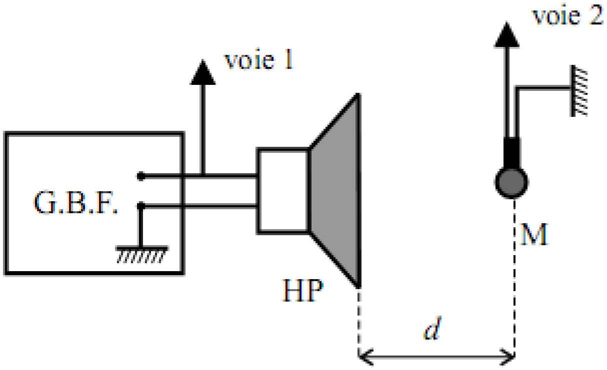
1. En mesurant sur la figure, déterminer la longueur d'onde.

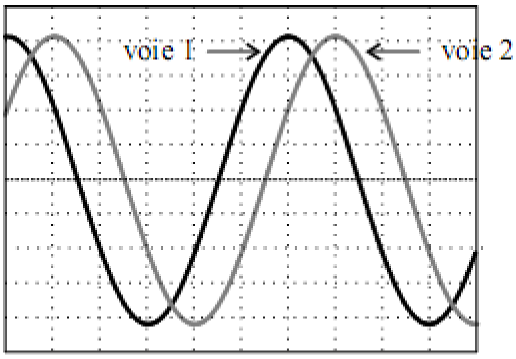
2. En déduire la célérité de l'onde.

3. On suppose l'onde sinusoïdale, d'amplitude A constante et de phase initiale nulle en O. Écrire le signal $s(x,t)$ pour $x > 0$ et pour $x < 0$.

4. Expliquer pourquoi A n'est pas, en fait, constante.

Exercice n°2. Etude expérimentale d'une onde progressive sinusoïdale





Un haut-parleur HP est mis en vibration à l'aide d'un générateur de basses fréquences GBF réglé sur la fréquence $f = 1500$ Hz. L'onde sonore ainsi créée se propage dans l'air à la célérité $c = 342\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$. 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.

1. 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 ?

2. L'oscilloscope étant synchronisé sur la voie 1, comment évolue la courbe de la voie 2 lorsqu'on éloigne M de HP ?

3. De combien doit-on augmenter d pour voir deux signaux en phase ? Quel est le meilleur moyen pour savoir si les signaux sont en phase ?

Exercice n°3. Propagation d'une onde triangle

Une onde se propage sur une longue corde tendue. Une photo à l'instant $t = 0$ de l'élongation y de la corde est représentée sur la figure 11.4. L'onde se propage suivant les x croissants, c'est-à-dire de la gauche vers la droite, en gardant le même profil, à la célérité $c = 50 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

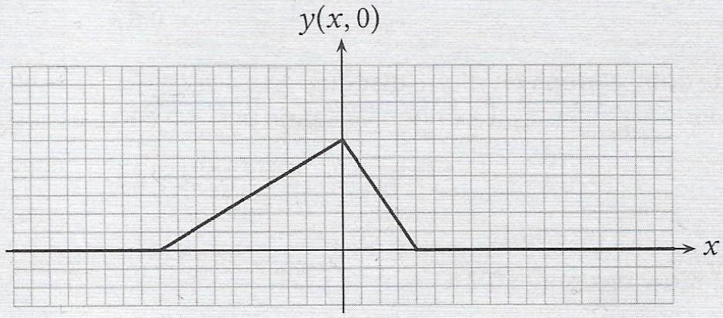


Figure 11.4. Représentation spatiale de l'onde sur la corde à l'instant $t = 0$.
Une graduation d'abscisse représente 5 cm et une graduation d'ordonnée représente 1 cm.

1. Représenter le profil spatial de la corde à l'instant $t = 1$ s.
2. Représenter le profil temporel de l'élongation $y(x_A, t)$ en un point A d'abscisse $x_A = 40$ cm. Même question en un point B d'abscisse $x_B = -40$ cm. On prendra une échelle sur l'axe temporel où une graduation représente 0,2 s.
3. Donner l'expression de la l'élongation $y(x, 0)$ à l'instant $t = 0$ sous forme d'une fonction affine par morceau.
4. En déduire l'expression de l'onde $y(x, t)$.

Exercice n°4. Corde excitée de façon sinusoïdale

L'extrémité S d'une corde élastique est reliée à un vibreur qui lui impose un mouvement oscillatoire vertical, sinusoïdal, de fréquence $f = 100$ Hz et d'amplitude Y_m. Chaque point de la corde est repéré par son abscisse x et son élongation verticale y dans le repère $(Oxyz)$, O désignant la position d'équilibre de S. Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$. Un dispositif amortisseur placé à l'autre extrémité de la corde empêche la réflexion de l'onde issue de S.

1. À l'instant $t = 0$, S passe par sa position d'équilibre avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ verticale ascendante de norme $v_0 = 2{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Donner l'équation horaire du mouvement de S, notée $y_S(t)$, en précisant les valeurs numériques de tous les paramètres.

2. La plus petite distance entre deux points vibrant en opposition de phase étant $d = 6{,}0$ cm, en déduire la longueur d'onde λ et la célérité c des ondes le long de la corde.

3. On considère maintenant un point M de la corde, d'abscisse $x_M = 21$ cm.

a) Quelle est son équation horaire $y_M(t)$? Calculer la valeur numérique de son retard par rapport à S.

b) Comparer les mouvements des points O et M.

c) Calculer les élongations des points O et M à l'instant de date $t_1 = 40$ ms.

4. On étudie maintenant la corde globalement à l'instant $t_1 = 40$ ms.

a) Déterminer la fonction $y_{t_1}(x)$ décrivant l'élongation le long de la corde à cet instant. Quelle est sa période spatiale ?

b) Représenter précisément l'aspect de la corde à cet instant.