



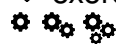
TD PO1 | Physique des ondes

**Propagation d'onde**

exercice sera corrigé en TD ;



exercice classique / important ; à maîtriser pour les concours ;



niveau de difficulté de l'exercice.

Parcours d'entraînement :

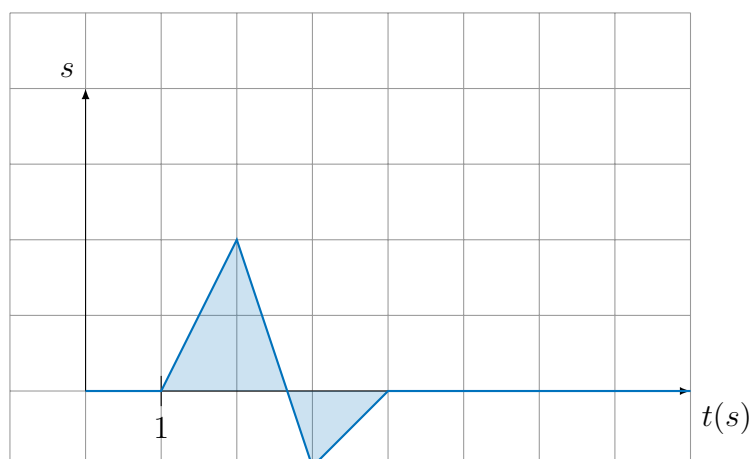
Je suis à l'aise avec le chapitre	Exercices 3 à 7
Je ne suis pas à l'aise	Exercices 1 à 5

Les exercices issus du *cahier d'entraînement* sont à retrouver :**Exercices du cahier d'entraînement**

Exercices 2.1 à 2.9 et 2.13 à 2.15 pour s'appropriier les éléments du chapitre.

Maîtriser son cours**Exercice 1 : Représentation spatio-temporelle d'une onde**

Une onde progressive se propage suivant les x croissants le long d'une corde à la célérité $c = 1 \text{ cm s}^{-1}$. La représentation temporelle du signal associé est tracée ci-dessous à la position $x_0 = 0 \text{ cm}$.



- ① Représenter l'allure du signal à la position $x_1 = 3$ cm.
- ② On prend une photo de la corde à l'instant $t_P = 5$ s. Représenter sur un graphique $s = f(x)$ l'allure de la courbe à l'instant t_P .

Exercice 2 : Tonnerre et éclair



Un éclair fend l'air au loin.

- ① Rappeler la vitesse de la lumière et la célérité du son dans l'air.
- ② Sachant qu'il m'a fallu attendre 3 s entre l'instant où j'ai observé l'éclair et l'instant où je l'ai entendu, à quelle distance se situe l'orage ?

Exercice 3 : Célérité d'une onde électrique



A. Lafrique

La figure 1 est une capture d'écran d'un oscilloscope visualisant trois tensions. De haut en bas de l'écran, on peut voir :

- ↪ sur la voie 1 une impulsion électrique délivrée par un générateur ;
- ↪ sur la voie 2 l'impulsion électrique mesurée au bout d'un câble coaxial de 10 m de long branché au générateur ;
- ↪ sur la voie 3 l'impulsion mesurée au bout d'un câble coaxial de 100 m de long branché à la suite du précédent.

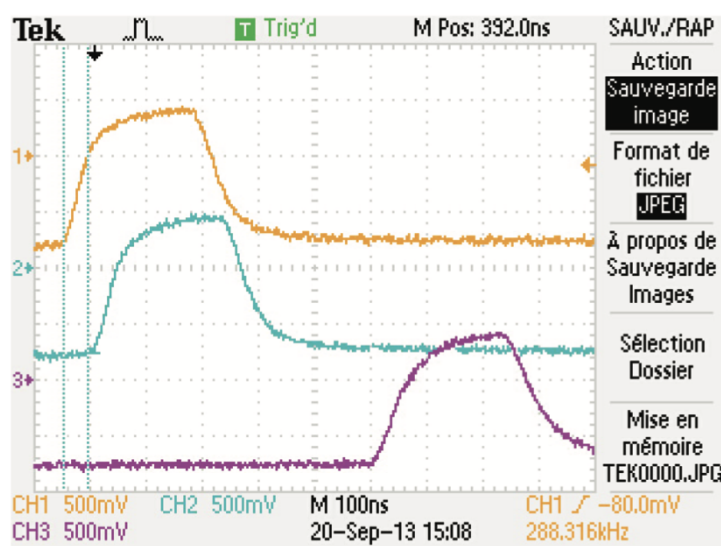


FIGURE 1 – Impulsion électrique dans un câble coaxial

- ① Mesurer la célérité de l'impulsion dans le câble coaxial.

Exercice 4 : Étude de signaux

A. Lafrique

L'évolution temporelle des positions $y_1(t)$ et $y_2(t)$ de deux oscillateurs harmoniques est représentée sur la figure 2. Sur le graphique suivant, les ordonnées sont exprimées en centimètres et les abscisses en secondes.

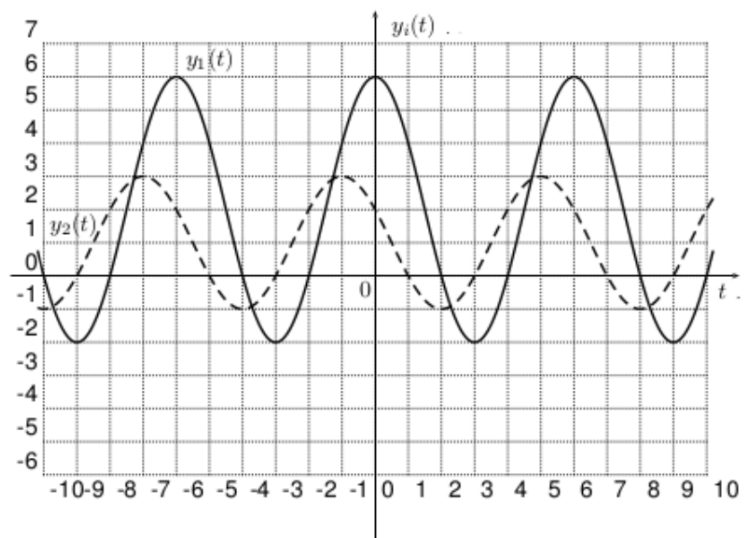


FIGURE 2 – Signaux

- ① Donner la valeur moyenne, l'amplitude, la période, la pulsation et la fréquence pour chaque signal.

Exercice 5 : Propagation d'une onde

O. Keller

On considère une onde mécanique transversale produite à la position $x = 0$. L'émetteur émet en $x = 0$ un signal :

$$s(x = 0, t) = 5 \cos \left(\frac{\pi}{2} t - \frac{3\pi}{2} \right)$$

s s'exprime en centimètres et t est le temps en secondes.

- ① Donner la valeur numérique de l'amplitude s_0 , de la pulsation ω , de la période T et de la fréquence f de l'onde.
- ② Représenter l'allure du signal émis en fonction du temps sur deux périodes.
- ③ Après mise en route de l'émetteur, un observateur situé à la position $x = 20$ m de l'émetteur doit attendre 20 s pour recevoir le signal. Quelle est la célérité c de cette onde ? En déduire la valeur de la longueur d'onde λ et du nombre d'onde k
- ④ Proposer une forme mathématique pour l'onde complète $s(x, t)$.

Approfondir son cours

Exercice 6 : Fuite d'eau

*d'après O. Keller*

Un robinet fuit au-dessus (figure 3) d'un lavabo rempli d'eau et goutte toutes les deux secondes. On donne ci-dessous la photographie de la surface de l'eau. Les zones blanches correspondent à des sommets de vagues tandis que les zones sombres correspondent à des creux.

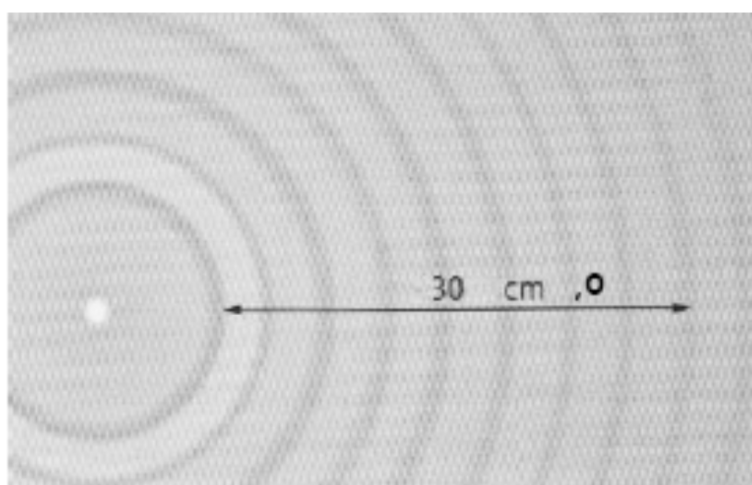


FIGURE 3 – Ondes formées par des gouttes d'eau tombant dans un lavabo

- ① Déterminer, en justifiant soigneusement, la célérité c de l'onde qui se propage à la surface de l'eau.

Exercice 7 : Croisement d'onde

*d'après A. Lafrique*

Deux ondes se propagent dans la même direction et en sens contraire sur une corde, considérée comme un milieu linéaire. La valeur commune de la célérité des deux ondes est $c = 5 \text{ m s}^{-1}$. À l'instant $t_0 = 0$ la corde a l'aspect donnée sur la figure 4.

- ① L'onde est-elle longitudinale ou transverse ?
- ② Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_1 = 0,1 \text{ s}$.
- ③ Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = 0,2 \text{ s}$.
- ④ Représenter la perturbation au cours du temps au point d'abscisse $x_0 = 1 \text{ m}$.

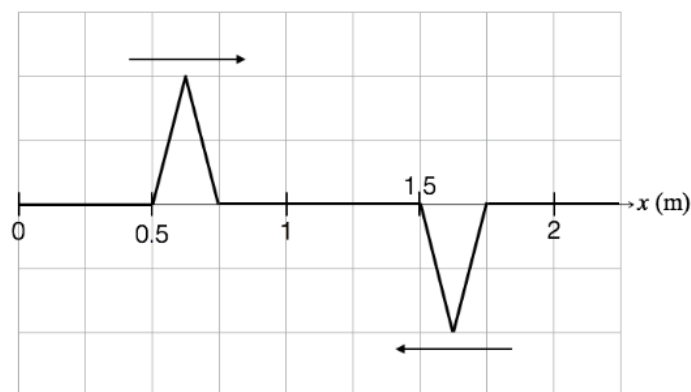


FIGURE 4 – Croisement d'onde

Aller plus loin

Exercice 8 : Effet Doppler



Une onde sinusoïdale de fréquence f est émise par une source fixe et se propage dans la direction de (Ox) dans le sens positif à la célérité c .

① Écrire le signal $s(x, t)$ de l'onde en définissant les notations nécessaires.

Un observateur se déplace parallèlement à (Ox) dans le sens positif à la vitesse v . Pour l'observateur en mouvement, le point d'abscisse x est repéré par une abscisse le long d'un axe (Ox') qui lui est lié telle que $x' = x - vt$.

② Exprimer $s(x', t)$.

③ En déduire l'expression de la fréquence f' pour l'observateur en mouvement. Comparer f' et f selon le signe de v (suivant si l'observateur se rapproche ou s'éloigne de la source).

④ Vous marchez dans la rue et un camion de pompier, sirène en marche, arrive de derrière et vous dépasse. Qu'entendez-vous ?