



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

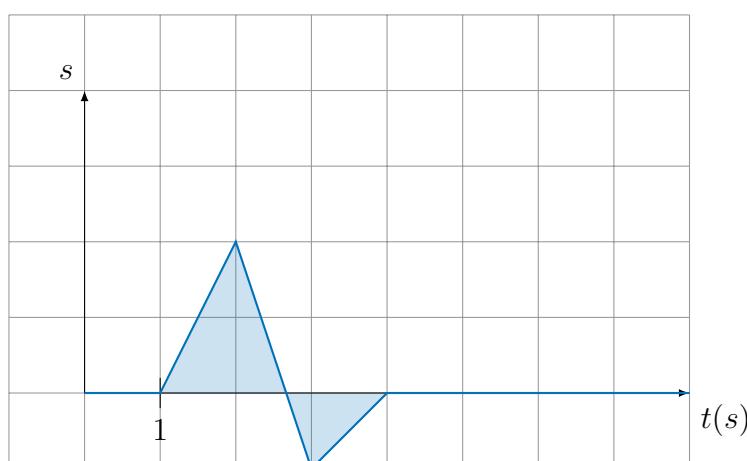
Exercices 2.1 à 2.9 et 2.13 à 2.15 pour s'approprier les éléments du chapitre.

Maîtriser son cours

Exercice 1 : Représentation spatio-temporel 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 $x_1 = 3 \text{ cm}$.
- ② On prend une photo de la corde à l'instant $t_P = 5 \text{ s}$. 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.

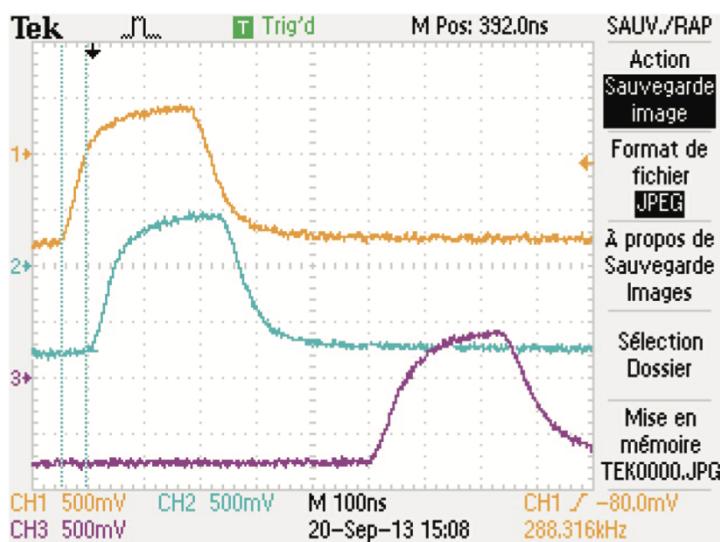


FIGURE 1 – Impulsion électrique dans un câble coaxial

- 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.

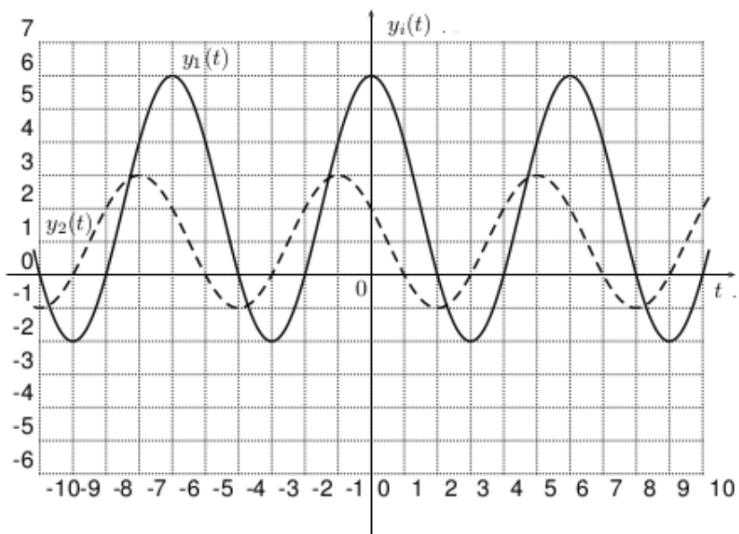


FIGURE 2 – Signaux

- 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 vitesse 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.

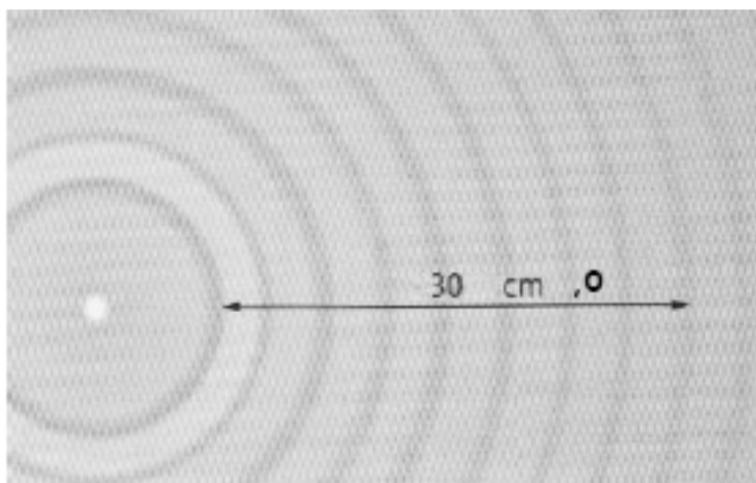


FIGURE 3 – Ondes formées par des gouttes d'eau tombant dans un lavabo

- 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 donné 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 $x_0 = 1 \text{ m}$.

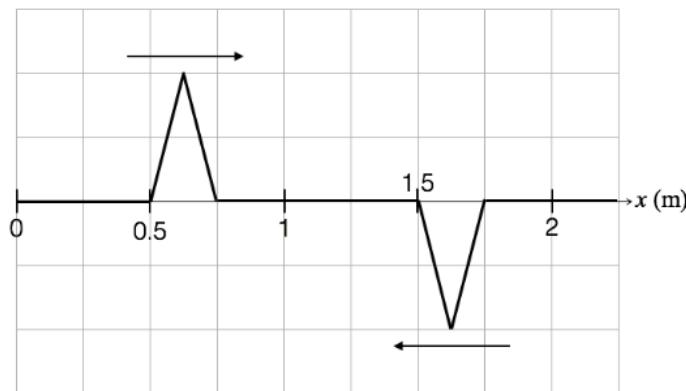


FIGURE 4 – Croisement d'onde

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 ?