

Semaine de colle numéro 12 : 16 au 20 décembre 2024.

Chapitre de cours : Propagation d'un signal. Interférences à deux ondes.

Chapitre de TD : Propagation d'un signal. Tout début des interférences si ça vous motive.  
Filtrage si vous en voulez encore...

Liste des questions de cours :

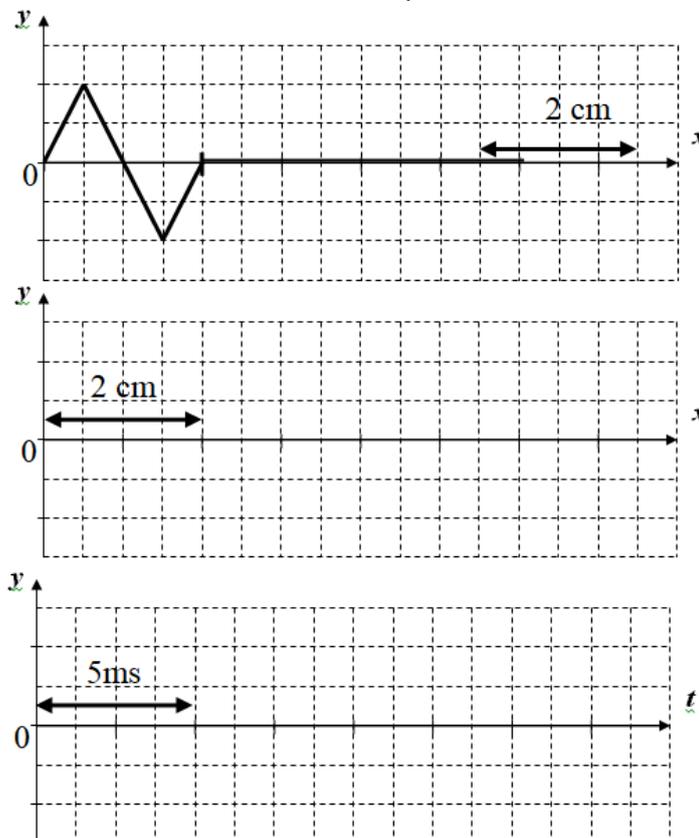
Propagation d'un signal.

1. Donner la définition d'une onde. Définir alors une onde progressive unidimensionnelle non dispersive et donner son expression dans les cas de figures suivants :
  - ✓ Onde dans le sens croissant en fonction de la variable temporelle puis en fonction de la variable spatiale.
  - ✓ Onde dans le sens décroissant en fonction de la variable temporelle puis en fonction de la variable spatiale.
  - ✓ Nommer et caractériser le paramètre introduit dans l'expression de ces variables.

**AD 1 : onde progressive unidimensionnelle non dispersive :**

On donne ci-dessous la représentation graphique d'une OPUND (onde progressive unidimensionnelle non dispersive) dans la direction et dans le sens direct de l'axe (Ox) à l'instant initial  $t=0$ . On donne la célérité de l'onde  $c=2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

1. Effectuer la représentation graphique de l'onde le long de l'axe (Ox) à l'instant  $t_1=20\text{ms}$ .
2. Effectuer la représentation graphique de l'onde en fonction du temps en  $x=3\text{cm}$ .



2. Expliquer ce qu'est une onde progressive sinusoïdale et en déduire son expression. Introduire alors la longueur d'onde et établir son lien avec la période temporelle T et la célérité c de l'onde.
3. Pour une onde progressive sinusoïdale, déterminer l'expression du déphasage introduit par la propagation entre deux points situés à une distance L l'un de l'autre dans la direction et le sens de propagation de l'onde.
4. Pour les signaux acoustiques :
  - ✓ Donner les grandeurs physiques support de l'onde.
  - ✓ Donner le domaine de fréquence des ondes audibles.
  - ✓ Définir l'intensité sonore en dB, faire le lien avec les grandeurs physiques support de l'onde. Donner les ordres de grandeur pour seuil d'audition, discussion, seuil de douleur.

**AD 2 : onde progressive unidimensionnelle non dispersive sinusoïdale :**

On considère l'onde exprimée par :  $s(x, t) = 5 \sin(2,4 \cdot 10^3 \pi t - 7,0 \pi x + 0,7 \pi)$  où  $x$  et  $t$  sont exprimés respectivement en mètres et en secondes.

1. Déterminer la période  $T$ , la fréquence  $f$ , la pulsation  $\omega$ , la longueur d'onde  $\lambda$ , le nombre d'onde  $k$  et la vitesse de propagation ?

Une onde sinusoïdale se propage dans la direction de l'axe ( $Ox$ ) dans le sens de  $x$  croissant avec la célérité  $c$ .

En  $x = 0$ , on nous donne  $s(0, t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$ .

2. Déterminer l'expression de  $s(x, t)$  et représenter  $s(x, 0)$  en fonction de  $x$ .

Une onde sinusoïdale se propage dans la direction de l'axe ( $Ox$ ) dans le sens de  $x$  décroissant avec la célérité  $c$ .

À  $t = 0$ , on nous donne  $s(x, 0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right)$ .

3. Déterminer l'expression de  $s(x, t)$ . Représenter sur un même graphique les variations en fonction du temps  $t$  de  $s(0, t)$ ,  $s\left(-\frac{\lambda}{4}, t\right)$  et  $s\left(-\frac{\lambda}{2}, t\right)$ . Comment caractérise-t-on le déphasage temporel entre ces signaux ?

**Interférences à deux ondes.**

1. Exprimer les signaux support des deux ondes qui vont engendrer un phénomène d'interférence. Obtenir alors le signal total résultant de leur superposition. Déterminer l'expression de l'amplitude du signal total dans le cas des ondes mécaniques ou acoustiques.
2. Donner les conditions portant sur le déphasage pour observer des interférences parfaitement constructives ou parfaitement destructives. Les traduire en terme d'ordre d'interférence, de décalage temporel, de différence de parcours (les deux derniers cas sont à établir et n'ont pas été fait explicitement en cours).

**AD 1 : interférence entre deux ondes sonores.**

Deux sources sonores  $S_1$  et  $S_2$  en phase génèrent des ondes sinusoïdales de longueur d'onde  $\lambda = 50$  cm et de même amplitude  $A$ .  $S_1$  est placée à l'origine de l'axe  $x$  et  $S_2$  est placée en  $x_2$  sur le demi-axe ( $Ox$ ).

- 1- Déterminer à quel(s) endroit(s) placer  $S_2$  pour qu'il y ait interférences constructives en  $x_1 = 10$  cm. On supposera  $x_2 > x_1$ .
- 2- Même question avec des interférences destructives en  $x_1 = 10$  cm. On supposera  $x_2 > x_1$ .
- 3- On suppose que la seconde source est en  $x_2 = +70$  cm. Déterminer l'interfrange, c'est-à-dire la distance entre deux points successifs dans le même état interférentiel. On étudiera uniquement les interférences sur le domaine  $[0, x_2]$

1. Pour les ondes lumineuses : définir le chemin optique pour une onde, puis la différence de marche. Définir l'intensité lumineuse et faire le lien avec les propriétés des capteurs lumineux.
2. Donner les conditions pour que deux ondes lumineuses engendrent un phénomène d'interférences (liés aux deux termes synchrone et cohérent) et exprimer alors l'intensité lumineuse résultant de la superposition de ces deux ondes.

**Le système des trous d'Young a été traité en cours et peut faire l'objet d'un exercice plutôt que d'une question de cours brute.**

3. Donner la définition d'une onde stationnaire unidimensionnelle en donnant son expression, en précisant les noms des paramètres introduits et la relation qu'ils vérifient.
4. Faire une représentation graphique de l'onde stationnaire, en présentant le fuseau observé sur la corde de Melde en lumière naturelle et l'allure de la corde figée par éclairage stroboscopique. Définir les nœuds et les ventres de vibration, les placer sur votre graphique et indiquer la distance entre deux nœuds successifs, deux ventres successifs et un ventre et un nœud consécutifs.
5. Montrer que pour une corde attachée en deux points distants d'une longueur  $L$ , il existe des ondes stationnaires qu'on nommera qui permettent de respecter les conditions aux limites imposées. Exploiter ces conditions aux limites pour déterminer les valeurs des fréquences et des longueurs d'onde de ces ondes stationnaires particulières.