Programme de khôlle – semaine 14

Du 09 au 13 janvier

I Cours et exercices

Ondes chapitre 1 – Ondes progressives

I **Introduction** : signal, perturbation, onde, propagation.

II **Onde progressive à une dimension** : définition, représentation spatiale, célérité, représentation temporelle, retard, lien entre les représentations, formes mathématiques.

III **Onde progressive sinusoïdale** : définition, double périodicité, rappel spectre électromagnétique, expression mathématique de l'OPS, vitesse de phase.

IV **Milieux dispersifs** : définition, exemples.

II Cours uniquement

Ondes chapitre 2 – Interférences à deux ondes

I **Rappel déphasages** : définition, valeurs particulières, lecture graphique.

II **Superposition d'ondes sinusoïdales de mêmes fréquences** : introduction, signaux de même amplitude, signaux d'amplitudes différentes, bilan.

III **Approximation par une onde plane** : sources ponctuelles, différence de marche, exercice d'application.

IV **Interférences lumineuses** : cohérence, intensité, formule de FRESNEL, chemin optique/

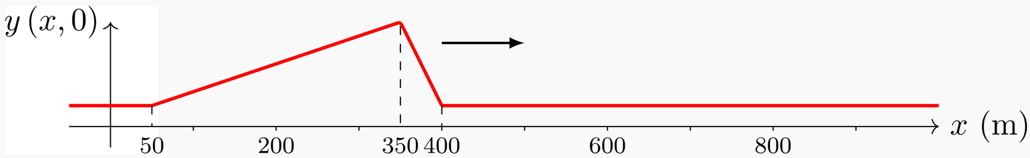
V **Expérience des trous d'YOUNG** : introduction, présentation, détermination de l'interfrange.

III Questions de cours possibles

1) Refaire l'exercice :

Exercice

On considère ici un mascaret qui se déplace à la vitesse $c = 18\,\mathrm{km\,h^{-1}}$ le long d'un fleuve rectiligne, et on définit un axe (Ox) dans la direction du sens de sa propagation.
À l'instant $t = 0$, le profil du niveau de l'eau du fleuve a l'allure suivante :



1 Faire un schéma du profil du fleuve à $\tau = 1\,\mathrm{min}$ en supposant que l'onde se propage sans déformation.

2 À quel instant la vague arrive-t-elle au point d'abscisse $x_1 = 2{,}2\,\mathrm{km}$?

3 Un détecteur fixe, enregistrant la hauteur du fleuve en fonction du temps, est placé à l'abscisse $x_d = 1{,}6\,\mathrm{km}$. Dessiner l'allure des variations $y(x_d,t)$ en fonction du temps à cette abscisse.

2) Présenter ce qu'est une onde progressive sinusoïdale, établir sa double périodicité, indiquer les différentes relations reliant ω et f ou T ; k et λ ; λ, c et f ou T. Définir un milieu dispersif et donner des exemples.

3) Répondre à au moins 2 questions parmi les suivantes (nombre au choix de l'interrogataire) :

a – Soit $f(t)$ la fonction modélisant le signal en $x = 0$. Donner l'expression du signal en M(x) ($x > 0$) en considérant une onde qui se propage vers les x croissants de O à M à la célérité c.

b – Soit $f(t)$ la fonction modélisant le signal en $x = 0$. Donner l'expression du signal en M(x) ($x < 0$) en considérant une onde qui se propage vers les x décroissants de O à M à la célérité c.

c – Soit $g(x)$ la fonction donnant à la date $t = 0$ la valeur d'une grandeur physique en fonction de l'abscisse x du point d'observation. Donner l'expression de cette grandeur en fonction de x à la date t en considérant une onde se propageant vers les x décroissants à la célérité c.

d – Une onde progressive sinusoïdale d'amplitude A_0 et de longueur d'onde λ se propage dans le sens des x décroissants à la célérité c. La phase à $t = 0$ au point A d'abscisse $x_A = \lambda/4$ est nulle. Donner l'expression de la fonction $s(x,t)$ en fonction de A_0, λ, c, x et t. Quel est le déphasage entre A et l'origine O du repère ?

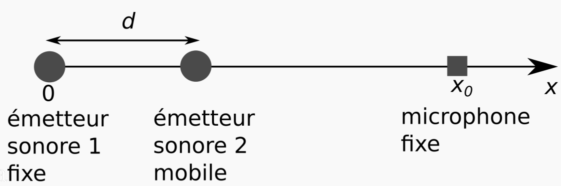
e – Une onde sinusoïdale se propage dans la direction de l'axe (Ox) dans le sens négatif avec la célérité c. On donne : $\boxed{s_2(0,t) = A\sin(\omega t)}$

Déterminer l'expression de $s_2(x,t)$. Représenter graphiquement $s_2(\lambda/4,t)$ et $s_2(\lambda/2,t)$ en fonction de t.

4) Refaire l'exercice :

Exercice

Soient 2 émetteurs sonores envoyant une onde progressive sinusoïdale de même fréquence, amplitude et phase à l'origine. Le premier est fixé à l'origine du repère, l'émetteur 2 est mobile et à une distance d du premier, et un microphone est placé à une distance fixe x_0 de l'émetteur 1 et est aligné avec les deux émetteurs. On néglige l'influence de l'émetteur 2 sur l'émetteur 1 et toute atténuation.



1 Lorsque $d = 0$, qu'enregistre-t-on au niveau du microphone ?

2 On part de $d = 0$ et on augmente d jusqu'à ce que le signal enregistré soit nul. Ceci se produit pour $d = 6{,}0\,\mathrm{cm}$. Expliquer cette extinction.

3 En déduire la longueur d'onde du son émis.

4 Pour $d = 12{,}0\,\mathrm{cm}$, quelle sera l'amplitude du signal enregistré ?

5) Déterminer l'expression du signal somme de deux ondes sinusoïdales de même fréquence **et même amplitude** en introduisant $\Delta\varphi(\mathrm{M})$ et $\varphi_0(\mathrm{M})$. Définir et déterminer son intensité lumineuse. On la mettra sous la forme de la formule de FRESNEL. Exprimer les valeurs de $\Delta\varphi(\mathrm{M})$ correspondant à des interférences constructives ou destructives. On pourra redonner

$$\cos p + \cos q = 2\cos\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

6) Démontrer le lien entre déphasage et différence de marche. Démontrer le lien entre déphasage et chemin optique. Donner les déphasages pour lesquels on a des interférences constructives et destructives. Déterminer les différences de chemin optique correspondant.

7) Trous d'YOUNG : présenter l'expérience et montrer que la différence de chemin $\delta_{2/1}(\mathrm{M})$ s'écrit $\delta = 2ax/D$ avec $2a$ la distance entre les fentes. Donner les conditions sur x pour avoir interférences constructives ou destructives.

   On pourra redonner

$$\sqrt{1+\varepsilon} = 1 + \varepsilon/2 + o(\varepsilon)$$