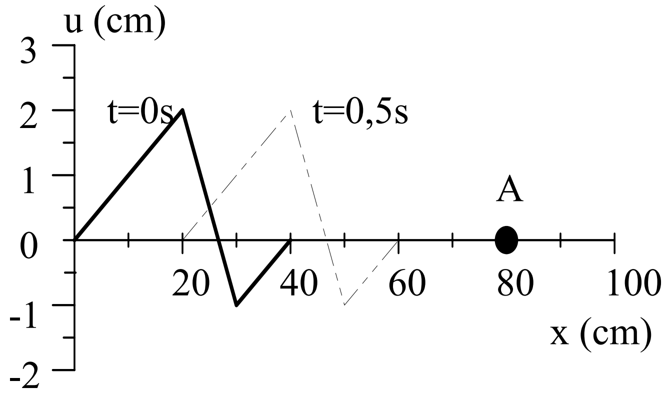
GENERALITES SUR LES ONDES

Exercice 1 : Une corde est excitée par un ébranlement transversal qui se propage le long de Ox à la vitesse v. Les formes de la corde à t = 0 et t = 0,5s sont données sur les figures ci-contre.



1/ Déterminer la vitesse de propagation de l'onde.

2/ Représenter en fonction du temps le déplacement $u(x_A, t)$ du point A ainsi que la vitesse de déplacement. $\dot{u}(x_A, t)$ du point A tel que x_A =80 cm.

N.B.: Il est recommandé de résoudre le problème graphiquement.

Exercice 2 : Vérifier que les fonctions suivantes:

a/ $u(x,t) = A\sin\left(\omega\left(t - x/V\right)\right)$ d/ $u(x,t) = A\exp\left(j\omega\left(t - x/V\right)\right)$

b/ $u(x,t) = A\cos(k(x - Vt))$ e/ $u(x,t) = A\exp\left(j\omega\left(t + x/V\right)\right)$

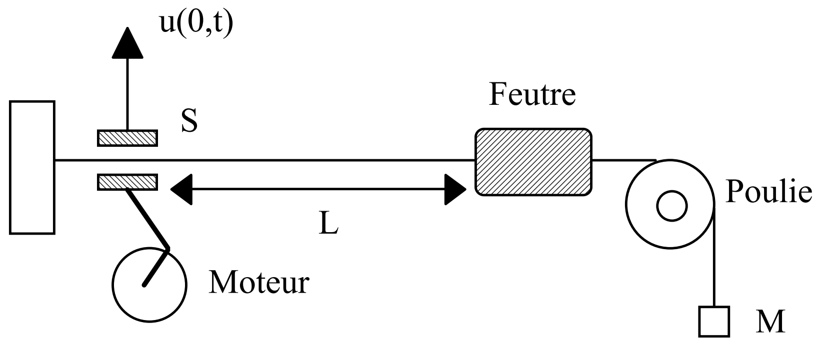
c/ $u(x,t) = \alpha(x + Vt)^2$

sont solutions de l'équation: $\partial^2 u / \partial t^2 = V^2\, \partial^2 u / \partial x^2$, si x,t et V représentent respectivement la position, le temps et la vitesse de propagation. Déterminer les dimensions des constantes A, ω, k et α.

Exercice 3 : On étudie la propagation d'un ébranlement transversal sur une corde. Cet ébranlement se propage dans le sens des x croissants avec une vitesse V. A l'instant t=0s, la forme de la corde est donnée par: $u(x,0) = Ae^{-\alpha x^2}$. Donner l'expression de la forme u(x,t) de la corde à un instant t. Représenter graphiquement cette corde aux instants t=0s, et t=0.3s pour: A=1cm, α=0.5cm^{-2}, V=20cm.s^{-1}.

Exercice 4 *:*

Le dispositif représenté sur la figure ci-contre permet de communiquer à l'extrémité S d'une corde tendue horizontalement, une vibration verticale sinusoïdale entretenue : $u(0,t) = 5\sin(\omega t)$ (en cm).



1/ La longueur totale de la corde est L=5m et sa masse est m=100g. Sachant que la vitesse de propagation des ondes transversales dans une corde de masse linéique μ et tendue par une tension T est donnée par : $V = \sqrt{\dfrac{T}{\mu}}$ .Quelle doit être la valeur de la masse M qui tend la corde pour que la longueur d'onde des vibrations transversales de pulsation ω soit λ = 1m lorsque le moteur tourne à la vitesse de 3600 tr/mn.

2/ Juste avant la poulie P, la corde est pressée à frottement doux entre deux plaques de feutre, empêchant toute réflexion de se produire.

a/ Ecrire l'expression en fonction du temps de l'élongation u(x,t) du point A tel que SA=x.

b/ Donner les abscisses des points qui vibrent en phase avec S et de ceux qui vibrent en opposition de phase avec S.

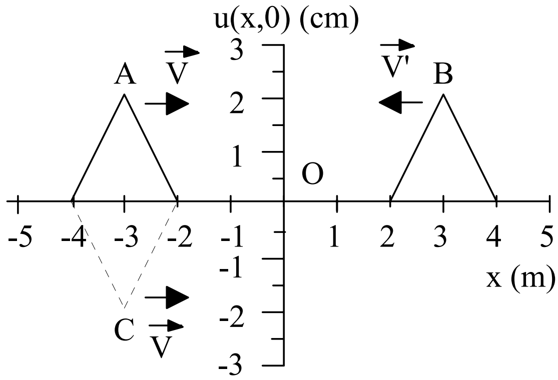
c/ Représenter sur un même graphique le mouvement de S entre les instants t=0 et t=1/30 s et le mouvement du point A tel que x=2,75m.

d/ Représenter l'aspect de la corde sur un même graphique aux instants t=0 et t=1/600s, entre x=0 et x=4m.

Exercice 5 :

1/ On considère deux ébranlements A et B se propageant le long de l'axe Ox aux vitesses V=V'=1m/s. Représenter le déplacement du point O en fonction du temps. On conseille une étude graphique).

2/ Répondre à la même question pour les ébranlements C et B.



Exercice 6 : Une onde sonore se propageant dans un tuyau est donnée par:

$$u_x(x,t) = 10^{-4} \sin\left[2\pi\left(\frac{t}{10^{-4}} - \frac{x}{3.14\ 10^{-2}}\right)\right]$$

où le déplacement de particules $u_x(x,t)$ s'exprime en mm, x en m et t en s.

1/ Quelle est la direction de propagation? Expliquer pourquoi on peut dire que cette onde est plane. Quelle est la nature de l'onde (longitudinale ou transversale)? Quelle est l'amplitude A de cette onde? Calculer la pulsation ω, la vitesse de propagation V et le module du vecteur d'onde k.

2/ Quels sont les points du tuyau où l'onde est déphasée de $\pi/3$ par rapport à la source située à l'origine (x=0)?, Exprimer la distance de ces points à la source en fonction de la longueur d'onde λ.

3/ Quelle différence de phase existe-t-il entre deux points du tuyau distants de $3\lambda/4$?

4/ On superpose à cette onde, une deuxième onde progressive de même amplitude A, de même pulsation ω, de même vitesse de propagation V et se propageant dans le même sens mais déphasée de φ par rapport à la première.

Donner l'expression de l'onde résultante (amplitude et phase en fonction de A et φ). Que devient l'onde résultante lorsque $\varphi = \pi$? Quel son peut-on alors entendre?