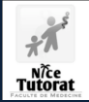


LES ONDES



ONDES MECANIQUES (acoustiques, sismiques, surface eau, corde) milieu élastique pour se propager
ONDES EM peut se propager dans le vide
Onde transporte de l'énergie mais pas de matière

MODE PROPAGATION LONGITUDINAL: vibration parallèle sens de propagation. Compression (ressort, son air)
MODE PROPAGATION TRANSVERSAL: Vibration perpendiculaire au sens de propagation. Cisaillement (corde, oem)

VITESSE DE PROPAGATION

Onde longitudinale $v = \sqrt{\frac{KL}{\mu}}$

Onde Transversale $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ (K raideur, L allongement, μ masse linéique)

DIRECTION PROPAGATION

Si milieu HTI ts points st atteints en même tps s/ sphère → surface onde
 (Densité énergie onde proportionnelle à son amplitude)

DESCRIPTION MATHÉMATIQUE

$$\Psi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{v}\right) \left(\text{resp } f\left(t + \frac{x}{v}\right)\right) \quad (x \text{ croissant droite, décroissant})$$

Equation de d'Alembert aux dérivées partielles : $\frac{\delta^2 \psi}{\delta x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\delta^2 \psi}{\delta t^2}$ avec $v = \sqrt{\frac{1}{k}}$

Solution générale de l'équation : $\Psi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{v}\right) + g\left(t + \frac{x}{v}\right)$

EFFET MILIEU : IMPEDANCE (mesure facilité déformation milieu) Plus Z est grand, plus v est faible

Mécanique : $Z = \frac{Fy}{\delta \psi} = \frac{T}{c} = \sqrt{T\mu}$

OEM : $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \mu_0 c$

EFFET MILIEU : REFLEXION ET TRANSMISSION

• $Z_2 > Z_1$ $\mu_2 > \mu_1$ $c_2 < c_1$ → Réflexion partielle avec changement de signe. **t et r** ↘
 • $Z_2 < Z_1$ $\mu_2 < \mu_1$ $c_2 > c_1$ → Réflexion partielle sans changement de signe. **t ↗ et r** ↘

$$r = \frac{A_r}{A_t} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$t = \frac{A_t}{A_i} = \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_2}$$

• **Extrémité fixe** $Z_2 = \infty$ → Réflexion totale avec changement de signe
 • **Extrémité libre** $Z_2 = 0$ → Réflexion totale sans changement de signe

ONDES PROGRESSIVES SINUSOIDALES

$$\Psi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{v}\right) = A \sin\left[\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi\right]$$

Puissance moyenne transportée par onde

progressive sinusoïdale : $P = \frac{1}{2} Z A^2 \omega^2$

Discontinuité entre 2 milieux : $P_i = P_t + P_r$

$$\frac{P_r}{P_i} = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}\right)^2 \quad \frac{P_t}{P_i} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

ONDES STATIONNAIRES

Quand un OPS rencontre Z ∞ en x=0 une onde réfléchie se superpose à l'onde incidente et l'onde totale s'écrit :

$$\psi = \psi_i + \psi_r$$

$$\psi = A \sin(\omega t + kx) - A \sin(\omega t - kx) = 2A \sin kx \cos \omega t$$

2 points d'amplitude nulle (nœuds) consécutifs sont séparés de

$$d = \frac{\lambda}{2} \quad \text{Fréquence propre : } \nu = \frac{nc}{2L} = n\nu_1$$

OEM (propagation champ E et B dans le vide)

Vitesse dans la matière $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$

Vitesse dans milieu non magnétique $v = \frac{c}{\epsilon_r} = \frac{c}{n}$

Réflexion et réfraction $\frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2$

Loi Snell-Descartes $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ $n_2 < n_1$ réflexion totale à partir d'un certain angle d'incidence i_m tel que $\sin i_m = \frac{n_2}{n_1} < 1$

MOMENT MAGNETIQUE PARTICULE CHARGEE

$$\vec{\mu} = \frac{q}{2m} \vec{L}$$

Cas électron, magnéton Bohr $\mu_e = \frac{eh}{2m_e}$

MOMENT MAGNETIQUE INTRINSEQUE

Electron : $\vec{\mu}_s = -g_e \frac{e}{2m_e} \vec{S}$ (S spin)

Proton : $\vec{\mu}_s = -g_p \frac{e}{2m_p} \vec{S}$ $g_p = 5,58$