

ONDES

OD1 : Phénomènes de propagation, Équation de d'Alembert, COURS et EXERCICES

Chaîne d'oscillateurs couplés

1. Chaîne discrète d'oscillateurs couplés :
 - ✓ Oscillateur unique, pulsation propre, pulsation de résonance.
 - ✓ Système de deux oscillateurs couplés, modes propres, pulsations propres, pulsations de résonance.
 - ✓ Système de N oscillateurs couplés.
2. Chaîne d'oscillateurs couplés dans l'approximation des milieux continus :
 - ✓ **Démonstration de l'équation de propagation** (Équation de d'Alembert), célérité.
 - ✓ Application aux ondes élastiques dans les solides.
 - ✓ Relation entre la raideur équivalente des ressorts et l'énergie potentielle d'interaction.
3. Modèle mésoscopique du solide, module de Young :
 - ✓ Loi de Hooke, module de Young.
 - ✓ **Démonstration de l'équation de propagation** (Équation de d'Alembert), célérité.

Autres exemples

1. Équation de propagation des ondes de courant et de tension dans un câble coaxial ou une ligne bifilaire à partir du modèle des constantes réparties.
2. Équation de Propagation des ondes électromagnétiques dans le vide.

Solutions de l'équation de d'Alembert

1. Solutions à une dimension :
 - ✓ Forme générale des solutions.
 - ✓ Interprétation physique : OPP(+), OPP(-), surface d'onde.
 - ✓ Grandeurs couplées, notion d'impédance caractéristique.
2. Solutions à 3 dimensions : Exemple des ondes sphériques, passage en O , onde localement plane.
3. Ondes planes progressives monochromatiques OPPM.
 - ✓ Vecteur d'onde, phase, lieux équiphases, période temporelle T , période spatiale λ , pulsation ω , vecteur d'onde.
 - ✓ Vitesse de phase, vitesse de groupe, relation de dispersion.
 - ✓ Notation complexe.
4. Solutions à variables séparées : Ondes stationnaires.
 - ✓ **Recherche de solutions à variables séparées.**
 - ✓ Propriétés des ondes stationnaires, nœuds, ventres.
 - ✓ Les ondes stationnaires, comme les OPPM($\pm$), constituent une base à partir de laquelle on peut construire une réponse quelconque.

OD2 : Cordes vibrantes, COURS et EXERCICES

Équation de propagation, solutions

- ✓ **Démonstration de l'équation de propagation.**
- ✓ Ondes planes progressives : OPP(+), OPP(-), grandeurs couplées, impédance d'une corde ; OPPM.
- ✓ Ondes stationnaires, taux d'onde stationnaire
- ✓ Aspect énergétique : puissance transmise dans la corde, énergie cinétique linéique, énergie potentielle linéique, applications aux OPP.

Corde de Melde

1. Solutions de l'équation d'onde : Modes propres, solution générale.
2. Régime libre : Détermination des coefficients de Fourier à partir des conditions initiales, utilisation des fonctions $f(x) = y(x, 0)$ et $g(x) = \frac{\partial y}{\partial t}(x, 0)$ et de leurs transformées $\tilde{f}(x)$ et $\tilde{g}(x)$ fonctions périodiques ($2L$), impaires coïncidant avec $f(x)$ et $g(x)$ sur $[0, L]$.
3. Régime forcé, résonance.

OD3 : Ondes électromagnétiques dans le vide illimité, COURS et EXERCICES

Structure d'une onde électromagnétique dans le vide illimité (OPP)

- ✓ Transversalité et orthogonalité des champs
- ✓ Relation de structure
- ✓ OPPM, relation de dispersion

Polarisation

- ✓ Définition, polarisation elliptique, rectiligne, circulaire gauche et droite.
- ✓ Lames retard : Propagation dans les milieux LHI d'indice n (résultat admis) : on remplace c par c/n et donc k_0 par nk_0 ..., lames $\lambda/2$ et $\lambda/4$. Effets des lames retard sur les différentes polarisations, analyse et production de lumière polarisée.

Représentation complexe

- ✓ Nouvelle écriture des opérateurs différentiels, nouvelle écriture des équations de Maxwell,
- ✓ polarisation
- ✓ *L'aspect énergétique de la propagation n'a pas été encore vue.*

Question de cours des Mines

-
- ✓ Ondes de compression dans les solides.
 - ✓ Modèle des constantes réparties.
 - ✓ Impédance caractéristique d'un câble coaxial.
 - ✓ Ondes transversales sur une corde vibrante.
 - ✓ Modes propres d'une corde vibrante.
 - ✓ Structure d'une onde électromagnétique plane progressive dans le vide.
 - ✓ Polarisation d'une onde électromagnétique.