

Programme de colles de Physique
--

Compétences exigibles :Phénomènes de propagation unidimensionnels non dispersifs

Définir une onde longitudinale et une onde transversale.

Ondes de tension et de courant dans un câble coaxial sans pertes : décrire le modèle (milieu continu avec inductance linéique et capacité linéique), et établir les équations de propagation.

Equation de d'Alembert : identifier une telle équation. Exprimer la célérité en fonction des paramètres de la ligne.

Ondes transversales sur une corde vibrante infiniment souple dans l'approximation des petits mouvements transverses : établir l'équation d'onde en utilisant des systèmes infinitésimaux.

Exemples de solutions de l'équation de d'Alembert 1D :

- Ondes planes progressives harmoniques : définir une onde progressive, établir la relation de dispersion à partir de l'équation de d'Alembert ; utiliser la notation complexe ; définir le vecteur d'onde, la vitesse de phase ; décomposer une onde plane progressive harmonique en ondes stationnaires.
- Ondes planes stationnaires harmoniques : retrouver la distance égale à $\frac{\lambda}{2}$ entre deux nœuds ou deux ventres consécutifs ; décomposer une onde plane stationnaire harmonique en ondes progressives.

Ensemble de 2 oscillateurs couplés ; modes propres.

Conditions aux limites : justifier et exploiter des conditions aux limites pour des cordes (bout fixe, bout libre), pour des lignes coaxiales (court-circuit, circuit ouvert).

Régime libre d'une corde fixée aux deux bouts : définir et décrire les modes propres. Construire une solution quelconque par superposition de modes propres.

Régime forcé : résonances de la corde de Melde ; associer ces résonances aux modes propres.

Etablir l'expression de l'impédance caractéristique d'un câble coaxial.

Etablir le coefficient de réflexion complexe pour la tension dans une ligne coaxiale sur une impédance terminale en régime harmonique.

Coefficient de réflexion réel pour une impédance résistive. Cas particuliers du court-circuit, du circuit ouvert, de la ligne adaptée.

Ondes sonores dans les fluides

Classer les ondes sonores par domaines fréquentiels.

Enoncer les hypothèses de l'approximation acoustique.

Ecrire les équations locales linéarisées (dans le cadre de l'approximation acoustique) : conservation de la masse, équation de la dynamique, équation thermodynamique.

Etablir l'équation de propagation de la surpression formulée avec l'opérateur laplacien.

Exprimer la célérité des ondes sonores dans les fluides, puis dans le cas des gaz parfaits, l'exprimer en fonction de la température. Citer les ordres de grandeur de la célérité pour l'air et pour l'eau.

Utiliser les expressions admises du vecteur densité de courant énergétique et de la densité volumique d'énergie associés à la propagation de l'onde.

Définir l'intensité sonore en W/m^2 et le niveau d'intensité sonore en dB. Citer quelques ordres de grandeur de niveau d'intensité sonore (minimum d'audition, seuil de douleur, conversation).

Ondes planes progressives harmoniques : décrire le caractère longitudinal de l'onde sonore ; établir et utiliser l'impédance acoustique, définie comme le rapport de la surpression sur la vitesse ou comme le rapport de la surpression sur le débit volumique. Utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques pour obtenir une onde plane progressive non harmonique.

Discuter de la validité du modèle de l'onde plane en relation avec le phénomène de diffraction.

Justifier les hypothèses de l'approximation acoustique par des ordres de grandeur.

Ondes sonores sphériques : commenter l'expression de la surpression $p(r, t)$ proportionnelle à $\frac{1}{r} \cos\left(\omega\left(t - \frac{r}{c}\right)\right)$

générée par une sphère pulsante : atténuation géométrique, structure locale d'onde plane.

Réflexion et transmission d'une onde sonore plane sous incidence normale sur une interface plane infinie entre deux fluides : expliciter les conditions aux limites sur l'interface ; établir les expressions des coefficients de transmission et de réflexion en amplitude pour la surpression, pour la vitesse et pour la puissance. Relier l'adaptation des impédances au transfert maximum de puissance.