

Programme de colles de Physique

Compétences exigibles :Phénomènes de propagation unidimensionnels non dispersifs

Ondes de tension et de courant dans un câble coaxial sans pertes : établir les équations de propagation.

Equation de d'Alembert. 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.
- Ondes planes stationnaires harmoniques.

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.

Débits et lois de conservation

- Distinguer les descriptions eulérienne et lagrangienne. Définir une ligne de courant (les calculs des équations des lignes de courant ne sont pas au programme, pas plus que ceux des trajectoires). Définir un tube de courant.
- Distinguer vitesse microscopique et vitesse mésoscopique.
- Dérivée particulaire du vecteur vitesse : terme local ; terme convectif. Associer la dérivée particulaire du vecteur vitesse à l'accélération de la particule de fluide qui passe en un point.
- Citer et utiliser l'expression de l'accélération avec le terme convectif sous la forme $\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}} \vec{v}$
- Écrire l'expression du vecteur densité de courant de masse.
- Définir le débit massique et l'écrire comme le flux du vecteur densité de courant de masse, à travers une surface orientée.
- Écrire les équations bilans, globale ou locale, traduisant la conservation de la masse.
- Définir le débit volumique et l'écrire comme le flux du champ des vitesses à travers une surface orientée.
- Définir un écoulement stationnaire, un écoulement incompressible, un écoulement homogène.
- Exploiter le fait que pour un écoulement homogène et incompressible, le champ des masses volumiques est uniforme et stationnaire, c'est-à-dire indépendant de l'espace et du temps.
- Utiliser l'idée que si un écoulement est incompressible, alors le champ des vitesses est à flux conservatif.
- Établir que si un écoulement est stationnaire, alors le vecteur densité de courant de masse est à flux conservatif.

Modèle de l'écoulement parfait : adiabatique, réversible, non visqueux (très peu d'exercices de faits)

- Définir un écoulement parfait : adiabatique, réversible, non visqueux.
- Établir le lien entre l'énergie interne massique et l'enthalpie massique.
- Énoncer et appliquer la relation de Bernoulli à un écoulement parfait, stationnaire, homogène et incompressible le long d'une ligne de courant.
- Utiliser la conservation de la quantité $P + \rho g z$ (« pression motrice ») au sein d'un écoulement uniforme stationnaire, homogène et incompressible.
- Décrire l'effet Venturi. Décrire les applications classiques et les mettre en équation : tube de Pitot, débitmètre.
- Énoncer et démontrer la formule de Toricelli pour les écoulements quasi-stationnaires (et parfaits, homogènes incompressibles).
- Déterminer la puissance mécanique échangée avec une pompe, hélice ou turbine en écoulement parfait, stationnaire, homogène et incompressible.
- À partir d'une surface de contrôle ouverte vis-à-vis des échanges, définir un système fermé approprié pour réaliser un bilan de grandeur extensive. Applications : bilan d'énergie mécanique dans un écoulement parfait non stationnaire (exemple des oscillations dans un tube en U) ; bilan de quantité de mouvement pour un système fermé, en faisant l'inventaire des forces extérieures (exemple de la fusée à réaction, d'un jet sur une plaque, de l'hélice tractrice).