

Programme de colle n°11 (09/12 au 13/12)

Attention le programme de colle comporte deux pages

Cours

Cinématique des fluides

Champ des vitesses dans un fluide. Notion de particule de fluide. Description eulérienne (et lagrangienne). Écoulement stationnaire, incompressible. Dérivée particulaire sur la masse volumique μ et la vitesse \vec{v} .

Débits volumique et massique. Équation locale de conservation de la masse (démonstration à 1D, généralisation admise). Retour sur les écoulements stationnaires et incompressibles.

Rotationnel du champ de vitesse. Définition, calcul pour un solide, cas d'un fluide. Écoulement irrotationnel. Existence d'un potentiel de vitesse. Cas de l'écoulement irrotationnel et incompressible (φ vérifie l'équation de LAPLACE).

Exemples d'écoulements. Conditions aux limites (obstacle fixe, mobile ou déformable, et interface entre deux fluides). Écoulement incompressible irrotationnel et stationnaire (aile d'avion : équation de LAPLACE et résolution par séparation des variables). Écoulement incompressible et irrotationnel (tourbillon de Rankine - tornade - : utilisation du théorème de STOKES pour déterminer le champ des vitesses).

Actions de contact dans un fluide en mouvement

Actions de contact dans un fluide : forces volumiques et surfaciques, cas des forces de pression et de viscosité, équivalents volumiques.

Équation de NAVIER-STOKES. Diffusion et convection de quantité de mouvement et nombre de REYNOLDS. Notion de couche limite. Écoulement parfait et conditions aux limites.

Étude descriptive de l'écoulement autour d'une sphère : portance et traînée, coefficient de traînée et variation en fonction du nombre de REYNOLDS (l'allure de la courbe en log-log et ses principales caractéristiques doivent être connues). Cas des faibles REYNOLDS (formule de Stokes), ou des grands REYNOLDS (traînée en v^2 ; la notion de crise de traînée a été évoquée). Écoulements laminaire et turbulent.

Statique des fluides

Révisions de PCSI et cas du référentiel non galiléen.

Équations locales de la méca flu

Dynamique des écoulements visqueux : équation de NAVIER-STOKES, exemples (COUETTE plan, POISEUILLE cylindrique en fournissant le laplacien).

Dynamique des écoulements parfaits : équation d'EULER, cas d'un écoulement unidimensionnel (pression hydrostatique).

Théorème de BERNOULLI : cas d'un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène dans un champ de pesanteur uniforme; applications : effet VENTURI, tube de PITOT, formule de TORRICELLI et effet MAGNUS.

Ordres de grandeur

- **Révisions** : masse molaire de l'air : $29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, masse molaire de l'eau $18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, masse volumique de l'air $1,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, masse volumique de l'eau $10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, nombre d'AVOGADRO $\mathcal{N}_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
- **Viscosité** : viscosité dynamique de l'air $\eta = 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, eau $10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ et huile $10^{-1} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, viscosité cinématique (coefficient de diffusion!) $\nu = \frac{\eta}{\mu} = 10^{-6} - 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$.