

Programme de kholles

Semaine du 21 novembre au 27 novembre



THMF 1 - Statique des fluides

voir programme précédent.

THMF 2 - Fluides en écoulement permanent

- ◇ Vision Lagrangienne et vision Eulérienne, lignes et tubes de courant.
- ◇ Débit massique et débit volumique : définition, expression intégrale : notion de flux
- ◇ Lois de conservation intégrales
- ◇ Loi de conservation locale de la masse à 1D
- ◇ Modèle du fluide parfait et conditions aux limites
- ◇ Modèle du fluide Newtonien et conditions aux limites. Définition de la viscosité dynamique. Ordre de grandeur.
- ◇ Loi de Poiseuille dans une conduite cylindrique
- ◇ Conséquence de la viscosité sur le caractère réversible de la transformation
- ◇ Nombre de Reynolds et nature de l'écoulement, force de traînée.
- ◇ Hors programme officiel mais introduit pour l'électromag :
 - ★ Divergence d'un champ de vecteur : définition intrinsèque, théorème de Green Ostrogradski, expression en cartésienne, interprétation physique sur les cartes de lignes de courant
 - ★ Loi de conservation locale de la masse à 3D
 - ★ Exemples d'écoulement : uniforme, divergent, rotationnel (expression du rotationnel en cartésienne à mémoriser sans justification à ce stade). Interprétation en termes de particule fluide incompressible (donc gardant son volume) ou non et tournant sur elle même ou non.

THMF 3 - Bilans dans les fluides en écoulement permanent

- ◇ Rappels de mécanique du point et des systèmes fermés : théorème de l'énergie cinétique et de l'énergie mécanique. Puissance des forces intérieures.
- ◇ Rappels de thermodynamique des systèmes fermes : premier principe. Fonction énergie interne et fonction enthalpie. Calculs des échanges : transfert thermique et travail.
- ◇ Système fermé associé à un système ouvert pour les bilans.
- ◇ Relation de Bernoulli et modèle utilisé : écoulement laminaire parfait incompressible adiabatique soumis au seul champ de pesanteur.
- ◇ Applications : Formule de Torricelli, effet Venturi, tubes de Pitot, analyse qualitative de la portance.
- ◇ Relation de Bernoulli généralisée pour un écoulement non parfait : pertes de charges régulières et singulières : lecture d'abaques et démonstration de la loi de Darcy pour un écoulement de Poiseuille.
- ◇ Relation de Bernoulli généralisée pour prendre en compte un élément actif comme une pompe.

$$D_m \left(\left(\frac{v_s^2}{2} + z_s g + \frac{P_s}{\mu} \right) - \left(\frac{v_e^2}{2} + z_e g + \frac{P_e}{\mu} \right) \right) = \mathcal{P}_i + \mathcal{P}_{visc} = \mathcal{P}_i - \frac{D_m}{\mu} \Delta P_c$$

- ◇ Premier principe industriel
- ◇ Application aux éléments de base de thermodynamique industrielle : laminage, compresseur, turbine, échangeur, tuyère.

Objectifs et Capacités exigibles

- ⇒ Savoir déterminer la direction de la force résultante par symétrie
- ⇒ Savoir intégrer la relation fondamentale de la statique des fluides
- ⇒ Savoir trouver les composantes du vecteur gradient dans les différents systèmes de coordonnées à partir de sa définition.
- ⇒ Savoir utiliser les éléments de surface dans les différents systèmes de coordonnées pour calculer une intégrale surfacique.
- ⇒ Savoir lire une carte de lignes de courant. Reconnaître un écoulement uniforme, divergent, rotationnel
- ⇒ Savoir faire un bilan de masse, intégral ou local
- ⇒ Savoir reconnaître un écoulement laminaire d'un écoulement turbulent.
- ⇒ Savoir faire un bilan d'énergie mécanique pour un système fermé
- ⇒ Savoir faire un bilan d'énergie pour un système fermé en prenant en compte l'énergie interne.
- ⇒ Savoir utiliser le système fermé associé à un système ouvert pour faire le bilan d'une grandeur extensive.
- ⇒ Savoir utiliser la relation de Bernoulli sous sa forme simple ou généralisée.
- ⇒ Savoir calculer des pertes de charges à partir d'abaques ou de formules approchées fournies.
- ⇒ Savoir démontrer et interpréter le premier principe industriel

A l'attention des kholleurs

Aucun exercice n'a été fait pour l'instant en révision de méca et de thermo. Aucun exercice corrigé pour l'instant sur Bernoulli hormis les exemples d'application du cours. Donner des exemples simples. La loi de Poiseuille est en limite de programme mais a été traitée car très classique.

Programme prévisionnel de la semaine suivante :

Idem + application différentielle des principes.

Questions de cours : exemples (NON EXHAUSTIF)

- ◇ Equivalent volumique des forces de pression et relation fondamentale de la statique des fluides.
- ◇ Relation fondamentale de la statique des fluides à 1D dans le cas du champ de pesanteur et application aux fluides incompressibles.
- ◇ Atmosphère isotherme et facteur de Boltzmann.
- ◇ Résultantes des forces de pression sur un barrage plan, cylindrique ou sur une sphère au fond d'un récipient.
- ◇ Poussée d'Archimède.
- ◇ Débit massique et débit volumique
- ◇ Equation de conservation de la masse : intégrale, 1D, 3D
- ◇ Divergence d'un vecteur : def, expression, application
- ◇ Exemples d'écoulements
- ◇ Fluide parfait et fluide Newtonien
- ◇ Ecoulement de poiseuille
- ◇ Nombre de Reynolds et nature de l'écoulement.
- ◇ Bilan d'énergies pour un système fermé.
- ◇ Premier principe de la thermo pour un système fermé.
- ◇ Travail des forces de pression.
- ◇ Bilan d'énergie mécanique pour un système ouvert
- ◇ Relations de Bernoulli
- ◇ Applications du théorème de Bernoulli
- ◇ Pertes de charges régulières et singulières. Bilan de puissance.
- ◇ Premier principe industriel.