

Il est **impératif** que les élèves :

- donnent une réponse structurée à une éventuelle question de cours (avec dessin, ordres de grandeur)
- aient une présentation soignée de leur tableau
- commencent par présenter l'énoncé de leur exercice en soulignant les hypothèses importantes
- fassent une **analyse physique** du problème au début de l'exercice
- à la suite de chaque résultat encadré, commentent physiquement la vraisemblance de la formule trouvée !

Révisions d'hydrostatique de PCSI en référentiel galiléen :

Forces surfaciques et volumiques, statique dans le champ de pesanteur uniforme, facteur de Boltzmann, résultante des forces de pression, **poussée d'Archimède**, équation locale de la statique des fluides

Introduction à la mécanique des fluides

- Description du mouvement d'un fluide : qu'est-ce qu'un fluide ?, qu'est-ce qu'un milieu continu ?, la particule fluide, le champ des vitesses (description eulérienne, lignes de courant et tubes de courant, écoulement stationnaire)
- Actions mécaniques dans un fluide en mouvement : forces agissant sur une particule fluide, équivalent volumique des forces de pression, approche expérimentale de la viscosité, diffusion de la quantité de mouvement, équivalent volumique de la force de viscosité de cisaillement
- Quelques caractéristiques d'un écoulement et conditions aux limites : nombre de Reynolds, écoulements laminaire et turbulent, conditions aux limites (cinématiques, dynamiques, récapitulation), modèle de l'écoulement parfait et notion de couche limite
- Trainée d'un solide dans un fluide : position du problème, expression de la force de trainée pour une sphère, visualisation de l'écoulement autour d'une sphère, compléments sur le décollement de la couche limite
- Tension superficielle : mise en évidence expérimentale et origine, coefficient de tension superficielle, formule de Laplace (HP), mouillage (HP), ascension capillaire : loi de Jurin, lien avec l'enthalpie de vaporisation (HP)
- Exercices de cours : statique des fluides en référentiel non galiléen, cas du véhicule accéléré en translation et de la cuve tournante à vitesse constante.

Cinématique des fluides

- Notion de dérivée particulaire : dérivée particulaire d'un champ scalaire, dérivée particulaire du champ des vitesses
- Conservation de la masse : vecteur densité de courant de masse, débit massique, équation globale de conservation de la masse, équation locale de conservation de la masse
- Écoulement stationnaire : propriétés du vecteur densité de courant, conséquence sur le débit massique
- Écoulement incompressible : débit volumique, définition de l'écoulement incompressible, propriétés du champ des vitesses
- Vecteur tourbillon – Dilatation d'une particule : problématique mathématique, quelques exemples, généralisation, cas de l'écoulement irrotationnel, cas de l'écoulement irrotationnel et incompressible
- Deux exercices de cours : écoulement autour d'une aile d'avion, écoulement dans un dièdre

Dynamique des fluides visqueux (uniquement exercices très proches du cours)

- Equation de Navier-Stokes : équation, transport de quantité de mouvement (diffusif et convectif), nombre de Reynolds
- Ecoulement de Couette plan : dispositif, champ des vitesses
- Ecoulement de Poiseuille : écoulement de Poiseuille cylindrique (dispositif, champ des vitesses), écoulement de Poiseuille plan (dispositif, champ des vitesses)
- Plaque oscillante : résolution d'une équation de diffusion en régime harmonique

Préliminaires mathématiques

- Premières notions d'analyse vectorielle : champs scalaires et vectoriels, ligne de champ et tube de champ, circulation d'un champ vectoriel, flux d'un champ vectoriel à travers une surface, gradient d'un champ scalaire
- Analyse vectorielle : divergence d'un champ vectoriel, (définition, théorème de Green-Ostrogradski, champ à flux conservatif), rotationnel d'un champ vectoriel (définition, théorème de Stokes, champ à circulation conservative et à flux conservatif), Laplaciens scalaire et vectoriel, opérateur « ∇ scalaire gradient », le vecteur symbolique « nabla », relations supplémentaires (opérateurs appliqués à des produits, compositions d'opérateurs, autres formules intégrales)
- Rappels sur les différents systèmes de coordonnées (surfaces et volumes élémentaires)

Travaux pratiques :

- TP sur la tension superficielle : mesure du coefficient de tension superficielle par la méthode d'arrachement (anneau de Nouy) ou par stalagmométrie, étude dynamique de l'ascension capillaire dans un papier buvard (loi de Washburn)
 - TP couplage de bobines : mesures de coefficients d'inductance et de mutuelle inductance ; couplage de deux oscillateurs électriques couplés par mutuelle inductance (régime libre et battements / étude des résonances en régime sinusoïdal forcé)
-