Physique PC*

Programme de colle – Semaine 8

D.Malka – PC* 2026-2027 – Lycée Jacques Decour

16-11-2026 → 22-11-2026

Un petit moment de culture – Musique

https://www.youtube.com/watch?v=aiSSz0snWzA&list=RDaiSSz0snWzA&start_radio=1

MF4 - Modèle de l'écoulement parfait

Questions de cours

- Savoir que la couche limite est voisine des obstacles et parois.
- Savoir que les effets de viscosité et les gradients de vitesse ne sont appréciables que dans la couche limite.
- Savoir qu'à haut nombre de Reynolds, la couche limite est très fine et que le modèle de l'écoulement parfait est applicable en première approche loin des parois et des obstacles.
- Savoir qu'en écoulement parfait les particules de fluide évoluent de façon adiabatique et réversible.
- Savoir qu'un écoulement parfait est nécessairement non visqueux.
- Équation d'Euler déduite de l'équation de Navier-Stokes.
- Savoir citer le théorème de Bernoulli et les hypothèses d'application pour un écoulement irrotationnel et pour écoulement tourbillonnaire.
- Savoir établir le théorème de Bernoulli pour un écoulement irrotationnel et pour écoulement tourbillonnaire.

Exercices

- Applications directes du théorème de Bernoulli : formule de Torricelli, effet Venturi, sonde Pitot.

MF3 - Écoulements visqueux parallèles

Questions de cours

- Savoir interpréter le nombre de Reynolds comme le rapport en ordre de grandeur de la dérivée convective sur l'équivalent volumique des forces de viscosité

$$\mathcal{R}_e = \frac{\left|\mu(\vec{v}\cdot\overrightarrow{\text{grad}})\vec{v}\right|}{\left|\eta\vec{\Delta}\vec{v}\right|} = \frac{\mu U L}{\eta}$$

- Connaître les relations de continuité cinématique pour un fluide visqueux : continuité de toutes les composantes de la vitesse.
- Connaître les relations de continuité cinématique pour un fluide visqueux : continuité des contraintes

tangentielle (force visqueuse) et normale (pression).
- Savoir résoudre l'écoulement de Couette Couette plan en postulant un écoulement parallèle.
- Savoir résoudre l'écoulement de Poiseuille plan ou cylindrique en postulant un écoulement parallèle.
- *Complément : savoir que la dérivée convective – terme non linéaire de l'équation de Navier-Stokes – est à l'origine d'éventuels instabilités / de turbulence au sein de l'écoulement.
- *Complément : savoir que les forces visqueuses tendent à stabiliser et lisser l'écoulement.

Exercices
- Tout exercice.

MF2 - Actions de contact au sein d'un fluide

Questions de cours
- Force pressantes : expression en fonction de la pression, établir l'équivalent volumique des force de pression, identifier la poussée d'Archimède à la résultante des forces de pression en statique des fluides.
- Établir l'expression de l'équivalent volumique des forces de viscosité dans le cas d'un écoulement de cisaillement à une dimension et utiliser sa généralisation admise pour un écoulement incompressible quelconque. L'expression $\mathrm{d}\vec{F} = \eta \dfrac{\partial v}{\partial y}\,\mathrm{d}S\vec{e}_x$ doit être fournie.
- Nombre de Reynolds : savoir que $\mathcal{R}_e = \dfrac{\mu U L}{\eta}$ avec U et L la vitesse et la longueur caractéristique du problème, savoir l'interpréter comme le rapport du transport de quantité de mouvement par convection et du transport de quantité de mouvement par diffusion :

$$\mathcal{R}_e = \frac{\left|\vec{j}_{\mathrm{p,conv}}\right|}{\left|\vec{j}_{\mathrm{p,diff}}\right|}$$

- Équation de Navier-Stokes : savoir identifier les différents termes de l'équation.
- Savoir choisir le modèle de force de traînée suivant la valeur du nombre de Reynolds : $\mathcal{R}_e \lesssim 1$ force de Stokes ; $1\times10^3 \lesssim \mathcal{R}_e \lesssim 1\times10^5$, force de traînée quadratique.

Exercices
- Tout exercice.

MF1 - Description du mouvement d'un fluide

Questions de cours
- Établir l'expression de la dérivée particulaire de la masse volumique en coordonnées cartésiennes.
- Débit volumique et débit massique ; densité de flux correspondantes.
- Établir l'équation locale de conservation de la masse dans le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne + citer l'expression générale.
- Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère incompressible d'un écoulement : $\mathrm{div}\vec{v} = 0$.
- Savoir que pour un écoulement incompressible, le débit volumique se conserve le long d'un tube de courant.
- Traduire localement, en fonction du champ de vitesses, le caractère irrotationnel d'un écoulement et en déduire l'existence d'un potentiel des vitesses : $\tilde{\mathrm{rot}}\vec{v} = \vec{0} \implies \vec{v} = \tilde{\mathrm{grad}}\phi$.

Exercices

— Tout exercice.

Programme du DS

Tout depuis le début de la de 1ère année mais en particulier

— Mécanique des fluides : MF0, MF1, MF2, MF3 + théorème de Bernoulli.

— Onde : PO1 + programme de 1ère année