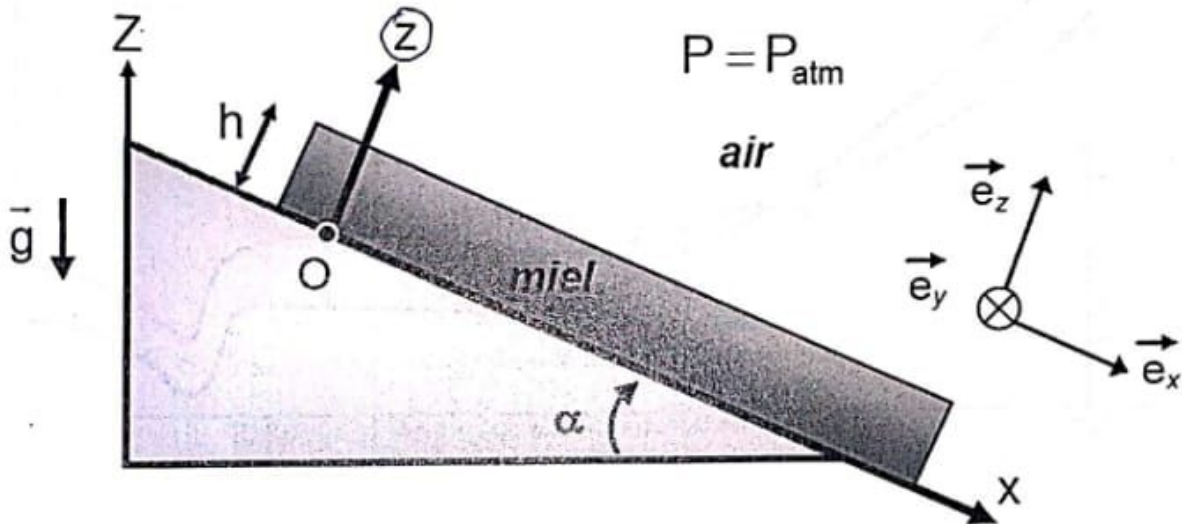


Examen en Mécanique des Fluides Avancée (02heures)

Exercice 1

Nous nous intéressons à l'étude de l'écoulement d'une couche de miel, sur une plaque plane inclinée. Le miel est considéré comme fluide visqueux newtonien incompressible de viscosité dynamique μ et de masse volumique ρ .

La couche de miel, ayant une épaisseur constante h , s'écoule dans le champ de pesanteur supposé uniforme, sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale (Figure ci-dessous).



Le support plan incliné a pour équation $\underline{z} = 0$ et la surface libre correspond à $z = h$. Les forces de viscosité exercées par l'air sur la surface supérieure de la couche de miel sont négligées. À l'interface air/miel, la pression est uniforme et égale à la pression atmosphérique. Les dimensions du système dans les directions Ox et Oy sont très supérieures à l'épaisseur h de la couche de miel.

On suppose que l'écoulement est permanent et que la contrainte tangentielle exercée à la surface libre (A la surface libre, sur le plan d'équation $z = h$) par la couche d'air sur la couche de miel est nulle.

1. Préciser l'orientation des lignes de courant dans la couche de miel.
2. Admettant que l'écoulement est unidirectionnel. Montrer que le champ de vitesses s'écrit sous la forme : $\underline{V}(M) = V(z) \underline{e}_x$.
3. Dans les conditions qui viennent d'être décrites, donner l'expression simplifiée de l'équation vectorielle générale de NAVIER-STOKES.
4. Montrer que pression dans le miel ne dépend que de z , puis donner son expression.
5. Déterminer l'expression du champ de vitesse.
6. Donner les conditions aux limites relatives à la vitesse.
7. Représenter le champ de vitesse sur la figure.
8. Donner l'expression de la vitesse maximale V_{max} . Donner sa valeur.

On donne : $\rho = 1.4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $\mu = 10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ $\alpha = 10^\circ$ $h = 3 \text{ mm}$ $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

La couche de miel possède une largeur l (Suivant Oy) qui demeure très grande par rapport à h .

9. Donner l'expression du débit volumique Q_v et du débit massique Q_m .

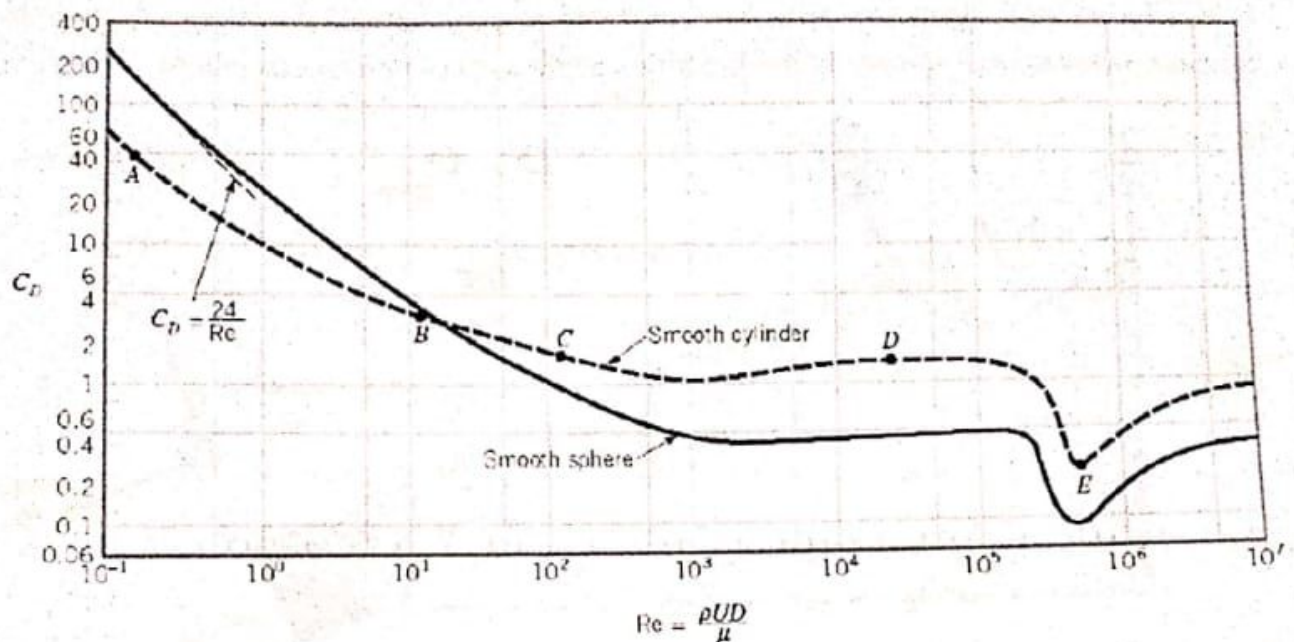
Exercice 2

Une balle de tennis de rayon 3,5 cm est lancée dans l'air à une vitesse de 200km/h.

On donne : Viscosité dynamique de l'air $\mu_{\text{air}} = 18,5 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Masse volumique de l'air $\rho_{\text{air}} = 1,23 \text{ kg/m}^3$

- 1) Calculer le Nombre de Reynolds global Re .
- 2) La figure ci-jointe représente l'évolution du coefficient de traînée C_x en fonction du Nombre de Reynolds Re . Calculer la force de traînée.



Exercice 3

Un conduit horizontal avec diamètre D a une contraction brusque à un diamètre d . Le fluide avec (ρ, μ) est en mouvement avec une vitesse V dans le conduit. On désire établir la chute de pression sans dimension en fonction des autres paramètres du problème. En supposant $\Delta P = f(D, d, \rho, \mu, V)$, déterminez la chute de pression sans dimension.