

Admissibilité – session 2022
Epreuve de physique
Sujet de Mécanique des fluides

Aucun document autorisé

Exercice 1 : Dimensionnement de conduites.

On souhaite apporter une puissance de 1 [kW] à un local pour combler ses déperditions de base et maintenir une température intérieure de 20 [°C].

A cette fin, deux systèmes sont à étudier.

1.1 : Cas d'un système de chauffage à eau chaude.

Déterminer le diamètre de la conduite d'alimentation de l'émetteur de chaleur si la différence de température d'eau entre l'entrée et la sortie de cet émetteur est supposée de 10 [K] et si la vitesse moyenne de l'eau dans la conduite est égale à 0,2 [m/s].

1.2 : Cas d'un système aéraulique.

Déterminer le diamètre du conduit aéraulique si on admet une différence de température de 10 [K] entre l'air soufflé et l'air ambiant ainsi qu'une vitesse d'air dans le conduit de 3 [m/s].

1.3 : Analyser les résultats obtenus.

Exercice 2 : Mesure de la densité d'un liquide.

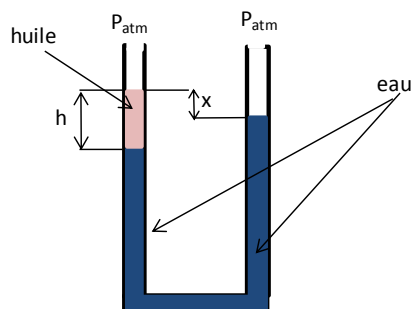
Un tube en U dont les deux branches sont très longues, de section s égale à 1 [cm²], est ouvert aux deux extrémités. Il contient de l'eau.

On verse dans une des branches 10 [cm³] d'huile, la différence de niveau des surfaces libres (notée x) est alors de 15 [mm].

2.1 : Rappeler la définition de la densité d'un liquide.

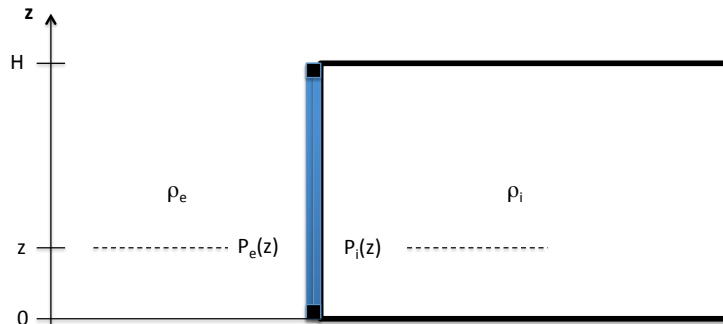
2.2 : A partir de la loi de la statique des fluides appliquée au dispositif décrit ci-dessus, déterminer une expression littérale de la densité de l'huile. Justifier votre démarche.

2.3 : Faire l'application numérique.



Exercice 3 : Etude de la répartition des pressions sur une paroi de bâtiment.

On considère une paroi de bâtiment de hauteur H équipée d'une menuiserie toute hauteur. On souhaite déterminer la répartition des pressions le long de cette paroi due à la différence de masse volumique entre l'air extérieur et l'air intérieur et ce en n'admettant aucun effet de vent.



On considérera dans la suite, les grandeurs suivantes :

- $P_e(z)$: pression dans l'air extérieur à la cote z .
- $P_i(z)$: pression dans l'air intérieur du bâtiment à la cote z .
- ρ_e : masse volumique de l'air extérieur.
- ρ_i : masse volumique de l'air intérieur.

3.1 : Expression de la différence de pression $P_e(z) - P_i(z)$:

Vous exprimerez cette différence de pression en fonction notamment de $P_e(0)$, $P_i(0)$, ρ_e et ρ_i .

3.2 : Prise en compte de la « zone neutre ».

La « zone neutre » correspond à une hauteur notée z_n telle que $P_e(z_n) - P_i(z_n) = 0$.

Déterminer alors l'expression de $P_e(0) - P_i(0)$ en fonction de la cote z_n .

3.3 : On admet $Z_n = H/2$. Déterminer alors une nouvelle expression de $P_e(z) - P_i(z)$.

Analyser alors la répartition des pressions sur la façade en fonction de z , en admettant que ρ_e est supérieur à ρ_i .

Schématiser cette répartition sur la paroi du bâtiment.

Indiquer le (ou les) sens d'écoulement de l'air lors de l'ouverture de la fenêtre.

3.4 : Si on admet une relation de la forme $dQ_v = K (\Delta P)^n dz$, entre le débit d'air et la différence de pression, déterminer l'expression du débit d'air transitant par l'ouverture de la fenêtre si $Z_n = H/2$. Vous préciserez vos hypothèses. Dans la relation précédente, K représente le coefficient de perméabilité à l'air de la baie vitrée et L , la largeur de la baie vitrée.

3.5 : Application numérique.

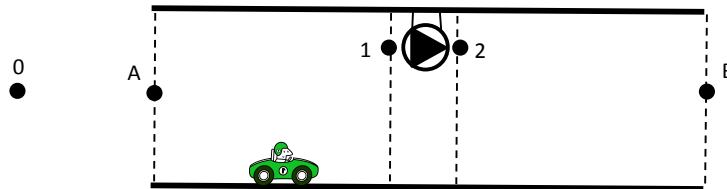
A partir du résultat obtenu dans la question précédente, calculer le débit d'air entrant par infiltration avec les données suivantes :

- Hauteur de la baie vitrée : $H = 2,50\text{m}$
- Coefficient de perméabilité de la baie vitrée : $K = 4 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}]$
- Masse volumique de l'air extérieur : $1,29 [\text{kg m}^{-3}]$
- Masse volumique de l'air intérieur : $1,20 [\text{kg m}^{-3}]$
- Exposant n : 0,67.

Exercice 4 : Ventilation d'un tunnel.

La ventilation d'un tunnel rectiligne ouvert à ses extrémités A et B est assurée par un ventilateur placé directement dans le tunnel comme indiqué sur la figure ci-dessous. Dans ces conditions, la puissance du ventilateur peut être calculée par la relation $P = Q_v \cdot (P_2 - P_1)$ où Q_v est le débit volume assuré par le ventilateur ($[m^3/s]$), P_1 , la pression à l'aspiration du ventilateur exprimé en Pascal, et P_2 , la pression au refoulement du ventilateur exprimée en Pascal. Les pressions P_1 et P_2 sont supposées uniformes dans les sections droites correspondantes.

Dans la suite, on notera V , la vitesse moyenne dans une section droite.



4.1 : Déterminer l'expression analytique de la différence de pression $P_2 - P_1$.

4.2 : En déduire l'expression analytique de la puissance du ventilateur en fonction du débit volume et de l'aire, notée S , de la section du tunnel.

4.3 : Application numérique :

Débit volume : $Q_v = 400 [m^3/s]$

Aire de la section du tunnel : $40 [m^2]$

Masse volumique de l'air : $1,2 [kg/m^3]$