

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2019

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-MC-B3 Mécanique des fluides avancée

REMARQUE IMPORTANTE : Pour chaque question, il est fortement recommandé 1) de débiter en traçant un schéma du problème en y identifiant bien chacune des variables et 2) de bien identifier toutes les hypothèses faites ainsi que les simplifications utilisées. Soyez aussi complets et détaillés que possible dans l'élaboration de votre solution.

Question 1 (20 points)

Une conduite d'acier (*commercial steel*) de 1500 m de longueur et de 30 cm de diamètre relie deux réservoirs d'eau. La surface libre du réservoir « 1 » est située à une hauteur de référence $H_1 = 160$ m, celle du réservoir « 2 » est située à $H_2 = 190$ m. On prévoit pomper un débit de $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ de « 1 » vers « 2 ».

On vous demande de déterminer la hauteur de charge h_p de la pompe nécessaire pour fournir ce débit si celle-ci est située immédiatement en sortie du réservoir « 1 ». On vous demande également de déterminer la puissance hydraulique \dot{W}_h correspondante fournie à l'écoulement.

Pour vos calculs, vous pouvez supposer que la conduite est horizontale et est située à une hauteur de référence de 155 m. Vous pouvez considérer que la masse volumique de l'eau est de $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ et sa viscosité cinématique est de $\nu = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Question 2 (20 points)

On cherche à mesurer la hauteur de liquide H dans un tube capillaire en fonction du temps t . On sait que la hauteur dépend aussi de la tension de surface σ , de la masse volumique ρ , de l'accélération gravitationnelle g , de la viscosité cinématique ν et bien entendu du diamètre du tube D .

On vous demande de déterminer les différents nombres adimensionnels qui définissent ce problème ainsi que la forme fonctionnelle qui les relie.

Question 3 (20 points)

Une antenne de transmission est située sur le toit d'un gratte-ciel. L'antenne est d'une hauteur de 30 m et a un diamètre de 30 cm.

On vous demande de déterminer la force aérodynamique d'un vent de 125 km/h sur cette antenne. On vous demande également de déterminer le moment exercé par cette force à la base de l'antenne. On vous demande finalement de reprendre ces deux calculs mais pour cette fois un vent de 15 km/h. Comparez les résultats ainsi obtenus.

Pour vos calculs, vous pouvez supposer que l'antenne a une forme cylindrique, que les effets de bouts sont négligeables et que la vitesse du vent est uniforme. Vous pouvez également considérer la masse volumique de l'air comme étant $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ et sa viscosité cinématique comme étant $\nu = 1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Question 4 (20 points)

Un système de propulsion de fusée utilise une tuyère convergente-divergente. La tuyère possède une aire au col de $A^* = 10 \text{ cm}^2$. La pression totale (absolue) des gaz de propulsion est de $P_0 = 1.0 \text{ MPa}$ et leur température absolue est de $T_0 = 1000 \text{ K}$; les propriétés de ces gaz sont telles que $k = 1.2$ et $R = 400 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

On vous demande de déterminer l'aire de sortie de la tuyère A_e pour que les gaz soient idéalement détendus (écoulement isentropique) à une pression externe de $P_e = 100 \text{ kPa}$. Quel serait le nombre de Mach (Ma_e) correspondant ?

Question 5 (20 points)

Une conduite circulaire d'eau de 15 cm de diamètre est connectée à une conduite de 5 cm de diamètre. Le débit d'eau dans la conduite est 10 litres/s.

On vous demande de déterminer la variation de pression correspondante à ce changement de section.

Pour vos calculs, vous pouvez supposer que les variations de hauteurs ainsi que le frottement sont négligeables. Vous pouvez également considérer la masse volumique de l'eau comme étant de $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.