

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2017

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 de 1) 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.

NOTE : La valeur de l'accélération gravitationnelle peut être fixée à $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Question 1 (20 points)

De l'eau est pompée dans un réservoir sur le toit d'un bâtiment industriel. La pompe est connectée au réservoir par un tuyau vertical de 10 cm de diamètre fait d'acier neuf. À la sortie de la pompe on mesure un débit de 20 litres/s, une pression relative de 1600 kPa et une température de 20 °C.

À partir de ces données, on vous demande d'estimer la pression dans le tuyau à une hauteur de 80 m au-dessus de la pompe.

Question 2 (20 points)

Un avion possède un coefficient de portance maximal (immédiatement avant le décrochage) de 1.4 et un coefficient de portance en configuration normale d'atterrissage de 1.2. Sachant que la vitesse d'atterrissage est de 10 m/s plus élevée que la vitesse de décrochage, on vous demande de déterminer quelles sont les vitesses de décrochage et d'atterrissage de cet avion.

Suite au verso

Question 3 (20 points)

L'effet Magnus produit une force latérale de portance sur une balle en mouvement et en rotation.

En supposant que cette force aérodynamique F est fonction du diamètre de la balle D , de la vitesse de déplacement U , de la masse volumique de l'air ρ et de sa viscosité μ , de la rugosité de la balle k_s et de sa vitesse angulaire de rotation ω ; on vous demande de déterminer tous les nombres adimensionnels pertinents à ce problème d'écoulement ainsi que la forme fonctionnelle générale qui les relie.

Note : on vous suggère d'utiliser ρ , U et D comme variables répétées.

Question 4 (20 points)

Un système de propulsion de fusée est conçu pour fonctionner au niveau de la mer avec une pression atmosphérique de 100 kPa. Les pression et température totales du fluide (gaz) de propulsion sont évaluées à 2.0 MPa et 3000 K respectivement ; la constante du gaz est 400 J/(kg·K) et le ratio des chaleurs spécifiques est quant à lui de 1.2.

- 4.1) On vous demande d'abord de déterminer quel devrait être le ratio des aires (sortie/col) de cette tuyère pour avoir un jet idéal (c.-à-d. un écoulement entièrement isentropique).
- 4.2) On vous demande ensuite de déterminer la force de poussée de ce système en supposant que l'aire au col est de 10 cm².

Question 5 (20 points)

Un réservoir d'eau sous pression est rempli jusqu'à une hauteur de 5 m. Un manomètre situé sur le dessus du réservoir indique une pression relative de 200 kPa. Un trou est perforé à la base du réservoir. On vous demande d'estimer quelle serait la vitesse initiale de sortie de l'eau.