

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2018

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 est  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

**Question 1** (20 points)

De l'eau coule vers le bas dans une conduite verticale de 10 mm de diamètre et faite d'acier galvanisé (*galvanized iron*). La vitesse moyenne dans la conduite est de 4 m/s. De plus, au bout de la conduite, l'eau sort à l'air libre et donc à pression atmosphérique.

Un petit trou est percé à 5 m au-dessus de la sortie de la conduite. Dans ces conditions, on vous demande de déterminer si l'eau sortira par ce trou ou si plutôt l'air ambiant entrera dans la conduite. Justifiez quantitativement votre réponse.

**Question 2** (20 points)

Un mât circulaire de 20 m de hauteur et de 15 cm de diamètre est exposé à un vent de 25 m/s. On vous demande de déterminer a) la force de traînée exercée par le vent sur ce mât et b) le moment exercé par cette force à la base du mât. Encore une fois, prenez soin de bien identifier les hypothèses faites.

Suite au verso

**Question 3 (20 points)**

Une sphère lisse tombe (très) lentement dans un fluide visqueux. On cherche à déterminer la vitesse terminale de chute, à l'équilibre, de cette particule au moyen de l'analyse dimensionnelle.

En supposant donc que la vitesse terminale de chute  $U$  dépende du diamètre  $D$  et de la masse volumique de la sphère  $\rho_s$ , de la masse volumique  $\rho_f$  et de la viscosité dynamique  $\mu_f$  du fluide, de même que de l'accélération gravitationnelle  $g$  ; 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  $\rho_f$ ,  $\mu_f$  et  $D$  comme variables répétées.

**Question 4 (20 points)**

Une prise de pression totale est placée dans un écoulement supersonique. À partir de cette prise de pression on mesure une pression totale absolue de 500 kPa ainsi qu'une température totale de 500 K. De plus, on estime la pression statique de l'écoulement, en amont de l'onde de choc qui est formée par la sonde, à 100 kPa.

À partir de ces données, on vous demande d'estimer le nombre de Mach ainsi que la vitesse de l'écoulement.

**Question 5 (20 points)**

Un filet circulaire d'eau s'écoule verticalement, de façon continue, d'un robinet. On observe que le diamètre du filet d'eau diminue de 15 mm à 5 mm sur une hauteur de 40 cm. À partir de ces données, on vous demande de déterminer le débit d'eau.