

Conditions d'examen

Professeur responsable : Christophe ANCEY

Documentation autorisée : aucune documentation sauf formulaire A4

Matériel autorisé : calculatrice simple

Durée de l'examen : 1 h 45 (14 h 15–16 h 00)

Date et lieu : 16 avril 2012 salle CM 1

1. Lisez bien les données, tout ce dont vous avez besoin pour résoudre les exercices y figure !
2. **Écrivez vos noms et prénom(s) en lettres capitales.**
3. L'examen comporte 6 exercices. **Aucun document n'est autorisé, à l'exception d'un formulaire recto-verso au format maximal A4.**
4. **Le résultat des calculs devra être encadré et écrit de façon très lisible. Les calculs seront éventuellement joints sur des feuilles au propre.** Les feuilles mal écrites ou écrites avec un crayon papier seront considérées comme des brouillons et ne seront pas prises en compte. Pour les applications numériques, ne pas oublier les unités.
5. Pour les applications numériques, on prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$. Pour les calculs de pression, on supposera que la pression atmosphérique est $P_0 = 0 \text{ atm}$.

Problème 1 Un cylindre de rayon $r_1 = 1$ cm et de hauteur $h = 10$ cm tourne à l'intérieur d'un autre cylindre de rayon $r_2 = 2$ cm (voir figure 1). L'entrefer est rempli d'un fluide newtonien de viscosité $\mu = 1$ Pa·s. Calculer la force de frottement, puis le couple qu'il faut exercer pour déplacer le cylindre à la vitesse $\Omega = 10$ rad/s (on négligera le frottement au fond). Calculer le nombre de Reynolds associé à l'écoulement dans l'entrefer et préciser dans quel régime est l'écoulement.

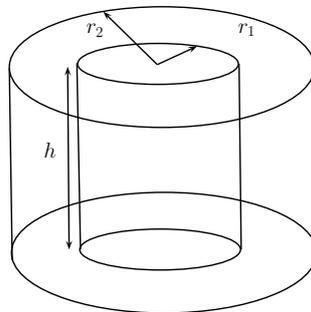


Figure 1 : cisaillement d'un fluide entre deux cylindres.

Problème 2 On utilise un tensiomètre de Noüy de rayon extérieur $R_2 = 10$ cm et de largeur $\Delta R = R_2 - R_1 = 5$ mm. On le place à la surface d'un fluide dont on veut mesurer la tension de surface (voir figure 2). Pour soulever le tensiomètre, on doit exercer une force $F = 10$ mN (en plus du poids propre du tensiomètre). Calculer la tension de surface du liquide. (On pourra faire l'approximation $\pi = 3$ dans l'application numérique).

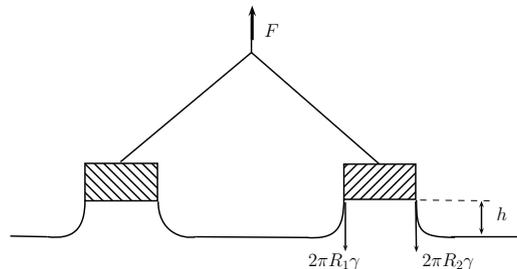


Figure 2 : tensiomètre de Noüy.

Problème 3 Convertir 10 daN/mm^2 dans le système d'unités international (kg s m).

Problème 4 Un projet prévoit la construction d'une galerie (fermée) sur le fond du lac Léman (voir figure 3). Le sol au fond du lac est un milieu poreux (la pression du fluide interstitiel dans les pores est égale à la pression de l'eau dans le lac). En considérant que cette galerie est un tuyau de section carrée (côté $a = 10$ m), long de 20 km, à une profondeur moyenne de $h = 150$ m, calculer la force d'Archimède qui s'exerce sur ce tunnel. Quelle est la force de pression qui s'exerce sur le toit de la galerie? Faire les applications numériques.

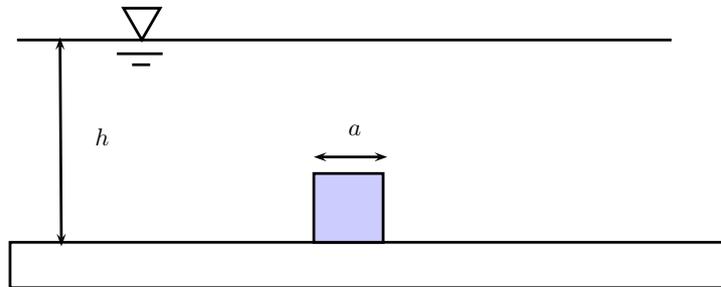


Figure 3 : tunnel sous le lac Léman.

Problème 5 Au fond d'une retenue d'eau, dont la profondeur est $h = 10$ m, est aménagée dans le mur de retenue une trappe de forme carrée (côté $a = 1$ m), qui sert à vidanger l'eau (voir figure 4). Calculer la distribution et la force de pression qui s'exerce sur cette trappe. Faire l'application numérique.

Problème 6 On reprendre la question précédente. La trappe est une plaque en métal, articulée autour d'un axe (supposé de petit diamètre) de telle sorte que les moments de forces de pression se contrebalancent (voir figure 4). Calculer la distance b optimale, qui permet l'équilibre des moments des forces de pression de part et d'autre de l'axe de rotation de la plaque. Faire l'application numérique.

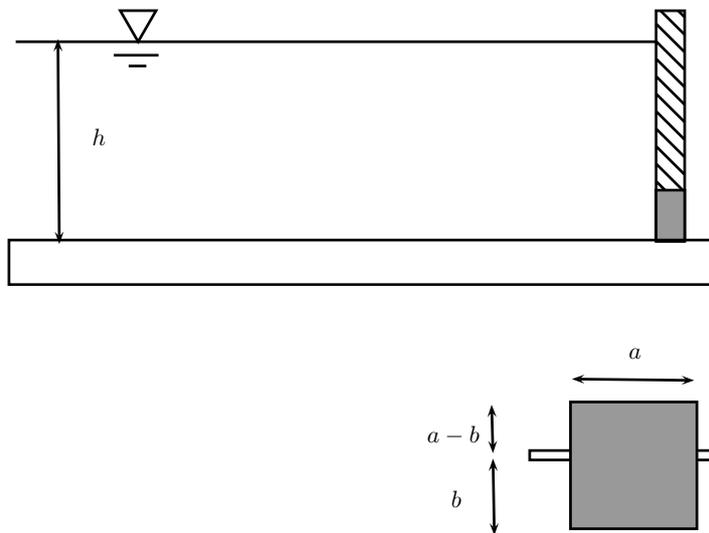


Figure 4 : *trappe de vidange.*