

Examen partiel n° 1

Professeur responsable : Christophe ANCEY

Documentation autorisée : aucune documentation sauf formulaire A4 (recto et verso)

Matériel autorisé : aucun matériel électronique sauf calculatrice simple

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

Date et lieu : 4 avril 2016 salle CM 1

1. L'examen comporte 6 questions.
2. Le barème de chaque question est indiqué au début de chaque question.
3. Les réponses fausses entraînent des pénalités (1 point par réponse fausse).
4. Remplir les cases au stylo noir ou bleu (ne cochez pas, ne barrez pas, en cas d'erreur demandez une nouvelle feuille de réponses).

Exercice 1

Une grande plaque mobile est située entre deux grandes plaques fixes (cf figure 1) et sépare deux couches de fluide. Les fluides sont newtoniens de viscosité $\mu_1 = 2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ et $\mu_2 = 5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Les épaisseurs respectives sont $h_1 = 1 \text{ cm}$ et $h_2 = 2 \text{ cm}$. Faites l'hypothèse que le profil de vitesse au sein de chaque couche de fluide est linéaire.

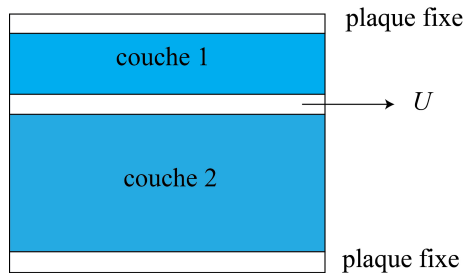


Figure 1 : glissement d'une plaque entre deux plaques fixes. L'indice 1 renvoie au fluide dans l'espace supérieur tandis que l'indice 2 désigne l'espace inférieur.

Question 1 [1] Déterminez la contrainte sur chacune des parois quand la plaque centrale mobile se déplace à une vitesse de $U = 1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ parallèlement aux autres plaques.

- A $\tau_1 = 13 \text{ Pa}$ et $\tau_2 = 13 \text{ Pa}$
- B $\tau_1 = 0,2 \text{ mPa}$ et $\tau_2 = 0,1 \text{ mPa}$
- C $\tau_1 = 1,3 \text{ Pa}$ et $\tau_2 = 2,6 \text{ Pa}$
- D $\tau_1 = 20 \text{ Pa}$ et $\tau_2 = 25 \text{ Pa}$
- $\tau_1 = 2 \text{ Pa}$ et $\tau_2 = 2,5 \text{ Pa}$
-

Exercice 2

Des étudiants ont trouvé les formules suivantes :

- (a) $U^2 = at/\ell$, où U est une vitesse, t un temps, ℓ une longueur, a une accélération
 (b) $F = \rho VU/t$, où F est une force, V un volume, ρ une masse volumique, t un temps de relaxation, U est une vitesse
 (c) $\omega = \sqrt{g/\ell}$, où g est la constante de gravitation, ω une fréquence, ℓ une longueur

Question 2 [1] Identifiez celles qui sont fausses à l'aide d'arguments dimensionnels

- A la (b) et la (c) sont fausses
 B toutes
 C aucune
 D la (a) et la (c) sont fausses
 E la (a) et la (b) sont fausses
 la réponse (a) est fausse

Exercice 3

Le tableau 1 permet de convertir des unités anglo-saxonnes en unités du système international (SI).

Tableau 1 : tableau de conversion
 unités anglaises unités du SI

in (pouce)	$2,540 \times 10^{-2}$ m
lb (livre-force)	4,448 N
ft (pied)	$3,048 \times 10^{-1}$ m

Question 3 [1] Exprimer les quantités suivantes en unités du système international : $u = 10$ in/min ; $a = 70$ ft · s⁻² ; $F = 5$ lb · ft⁻².

- A $u = 4,2$ ms⁻¹, $a = 21,3$ m·s⁻², $F = 239$ Pa
 B $u = 4,2$ mm·s⁻¹, $a = 21,3$ m·s⁻², $F = 239$ kg·m⁻²·s⁻²
 C $u = 4,2$ mm·s⁻¹, $a = 21,3$ m·s⁻², $F = 239$ bar
 D $u = 4,2$ mm·s⁻¹, $a = 21,3$ m·s⁻², $F = 239$ kg·m·s⁻²
 E $u = 4,2$ mm·s⁻¹, $a = 21,3$ m·s⁻², $F = 239$ Pa
 F $u = 4,2$ mm·s⁻¹, $a = 2,13$ m·s⁻², $F = 239$ kg·m·s⁻²

Exercice 4

On étudie un seuil à paroi mince, avec un déversoir de forme triangulaire (angle ϕ) comme le montre la figure 2. Ce déversoir contrôle le débit dans un canal ; l'eau de masse volumique ρ est déversée dans un canal en contrebas, qui n'a aucune action en retour sur l'écoulement amont (seuil dénoyé). La hauteur d'eau au niveau du déversoir est H . Le débit Q transitant est fonction de H , de la vitesse U à l'approche du déversoir de masse volumique ρ_b (resserrement des lignes de courant dû à la contraction de la section d'écoulement), de l'accélération de la gravité g , et naturellement de l'angle d'ouverture ϕ . On introduit le nombre de Froude $Fr = U/\sqrt{gH}$.

Question 4 [1] Selon le théorème de Vashy-Buckingham, combien de nombres adimensionnels décrivent le problème ?

- A 5
 B 2
 C 4
 D 3
 E 1

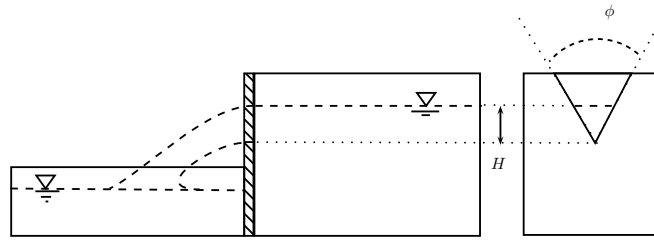


Figure 2 : déversoir mince.

Question 5 [2] Donner sous forme adimensionnelle la relation générique liant le débit aux autres variables du problème :

- $\frac{Q}{H^{5/2}\sqrt{g}} = F(Fr, \phi)$
- $\frac{Q}{HU} = F(Fr, \phi)$
- $Q = F(Fr, \phi)$
- $\frac{Q}{H^{5/2}\sqrt{g}} = F(Fr, Re, \phi, \rho/\rho_b)$
- $\frac{Q}{H^{5/2}\sqrt{g}} = F(Fr, Re, \phi)$

Exercice 5

Un mur poids de largeur $\ell = 5$ m retient une retenue d'eau de profondeur $h = 10$ m comme le montre la figure 3.



Figure 3 : seuil droit de barrage.

Question 6 [1] Quelle est la résultante F des forces de pression exercée sur le mur ?

- $F = 4,9$ GPa
- $F = 2,45$ MN
- $F = 4,9$ MPa
- $F = 24,5 \times 10^6$ Pa
- $F = 24,5 \times 10^7$ N
- $F = 4,9$ kN
- $F = 24,5 \times 10^6$ N