

EMD 01 : Hydraulique

Question de cours : Coucher la (les) bonne réponse :

1/ $P_M = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$, Cette expression représente : هذه العبارة تمثل

- ☐ L'expression de la pression effective.
- ☒ L'expression de la pression absolue.
- ☐ L'expression de la pression atmosphérique.

2/ Lesquels des dispositifs suivants servent à mesurer la pression : أي من الأجهزة الآتية يستعمل لقياس الضغط

- ☐ Tube de Bernoulli.
- ☒ Manomètre en U.
- ☒ Manomètre mécanique.

3/ Dans le cas d'une surface plane verticale, le point d'application de la force de pression (centre de poussée) se trouve à : في حالة السطح المسطح العمودي تكون نقطة تطبيق قوة الضغط عند :

- ☐ 1/3 de la profondeur H. 3/1 من العمق
- ☒ 1/2 de la hauteur du centre de gravité par rapport au fond du réservoir. مركز الثقل بالنسبة إلى قاع (قعر) الخزان
- ☒ 2/3 de la profondeur du liquide H. 3/2 من عمق السائل

4/ Dans la loi de Pascal, la pression d'un liquide en un point est : في قانون باسكال ضغط السائل على نقطة معينة يكون

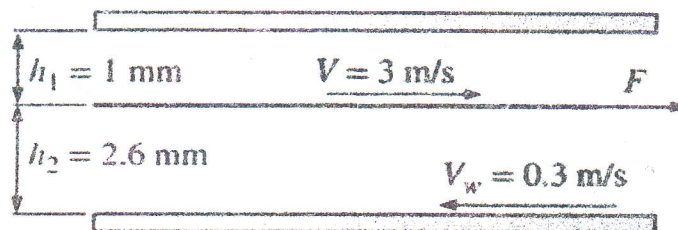
- ☐ Variable selon la température du liquide. متغير حسب درجة حرارة السائل.
- ☐ La même quelque soit la profondeur du point considéré. نفس الشيء بغض النظر عن عمق النقطة المعتبرة
- ☒ La même dans toutes les directions. نفس الشيء في كل الاتجاهات.

5/ Les caractéristiques physiques d'un liquide sont : *masse volumique ; poids volumique ; densité ; viscosité*

6/ Quelle est la différence entre un liquide et un gaz ? ماهو الفرق بين السائل والغاز ؟

Exercice 01 : *4 point*

Une fine plaque plate de 20cm*20cm est tirée à 3 m/s horizontalement à travers une couche d'huile de 3,6 mm d'épaisseur prise en sandwich entre deux plaques, l'une fixe et l'autre se déplaçant à une vitesse constante de 0,3 m/s, comme le montre la figure. La viscosité dynamique de l'huile est de 0,027 Pa.s

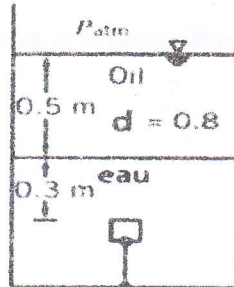


a/ Tracez le profile de vitesse ?

b/ Déterminer la force qui doit être appliquée sur la plaque pour maintenir cette mouvement.

Exercice 02 : **6.5 points**

Un cube de $125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ de chêne massif ($d=0.77$) est maintenu submergé par une attache illustré. تم وضع مكعب بحجم $125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ مصنوع من خشب البلوط ($d=0.77$) مغمور بمشبك (حبل) كما هو موضح في الشكل



- 1/ Citer les différentes forces appliquées sur le cube ? اذكر مختلف القوى المؤثرة على المكعب **(1)**
 - 2/ Calculez la pression à l'interface du liquide ? احسب الضغط عند الفاصل بين السائلين **(1)**
 - 3/ Calculez la force réelle de l'eau sur la surface inférieure du cube ? احسب القوة الحقيقية للماء على السطح السفلي للمكعب **(2.5)**
 - 4/ Calculez la tension du file sur le cube ? احسب قوة شد الحبل (الخيوط) **(2.5)**
- Données : $P_{atm} = 101300 \text{ Pa}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3$

Exercice 03 : **4 points**

On considère l'écoulement bidimensionnel définit, en variables de Lagrange, par :

$$X = X_0 * e^{t/\tau}$$

$$Y = Y_0 * e^{-t/\tau}$$

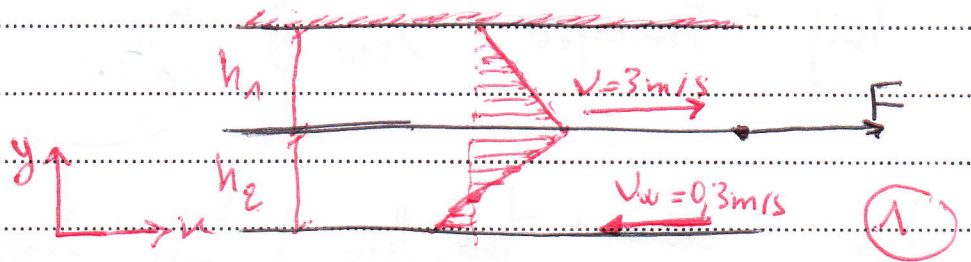
$$Z = 0$$

- 1/ Exprimer les composantes de la vitesse et de l'accélération en variable d'Euler, ensuite écrivez le résultat obtenu en termes de X et Y.
- 2/ L'écoulement est-il permanent ? Justifier votre réponse.
- 3/ Déterminer les équations des trajectoires de cet écoulement ?
- 4/ Déterminer, par calcul, les équations des lignes de courant ?

Bonne Chance !

Exercice 01:

a. Le profil de vitesse:



b. Détermination de la force F :

$$F = F_{\text{cisaillement bas}} + F_{\text{cisaillement haut}} \quad (0,5)$$

$$F_{\text{bas}} = \tau_{\text{bas}} \times S = \mu \times S \times \frac{du}{dy} = \mu \times S \times \frac{V - V_w}{h_2} \quad (1)$$

$$F_{\text{bas}} = 0,027 \times 0,2 \times 0,2 \times \frac{3 - (-0,3)}{2,6 \times 10^{-3}} = 1,37 \text{ N}$$

$$F_{\text{haut}} = \tau_{\text{haut}} \times S = \mu \times S \times \frac{du}{dy} = \mu \times S \times \frac{V - 0}{h_1} \quad (1)$$

$$F_{\text{haut}} = 0,027 \times 0,2 \times 0,2 \times \frac{3}{1 \times 10^{-3}} = 3,24 \text{ N}$$

$$F = 1,37 + 3,24 = 4,61 \text{ N} \quad (0,5)$$

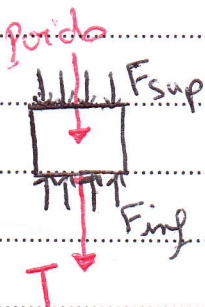
Exercice 02:

1. Les différentes forces: - force supérieure

- force inférieure

- Poids du cube

- La tension du fil (force du câble)



2. La pression à l'interface:

$$P_{\text{int}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{huile}} \cdot g \cdot h_{\text{huile}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{huile}} \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h_{\text{huile}} \quad (1)$$

$$P_{\text{int}} = 101,3 \times 10^3 + 1000 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 105.224 \text{ Pa}$$

3.1 La force de l'eau sur la surface inférieure du cube:

$$P_{\text{inf}} = P_{\text{interface}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h_1 \quad / \quad h_1 = 0,3 + d$$

$$P_{\text{inf}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{huile}} \cdot g \cdot h_{\text{huile}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h_1$$

$$P_{\text{inf}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot \left(\frac{\rho_{\text{huile}}}{\rho_{\text{eau}}} \cdot h_{\text{huile}} + h_1 \right)$$

$$h_1 = d + 0,3 \quad V_{\text{cube}} = d^3 \Rightarrow d = V^{1/3}$$

$$d = (125 \times 10^{-6} \text{ m}^3)^{1/3} = 0,05 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,05 + 0,3 = 0,35 \text{ m}$$

$$P_{\text{inf}} = 101,3 \times 10^3 + 1000 \times 9,81 (0,8 \times 0,3 + 0,35)$$

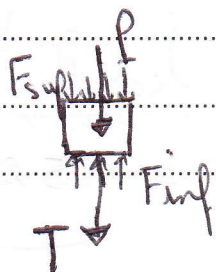
$$P_{\text{inf}} = 108650 \text{ Pa}$$

$$F_{\text{inf}} = P_{\text{inf}} \times S = P_{\text{inf}} \times d^2 = 108650 \times (0,05)^2$$

$$F_{\text{inf}} = 271,625 \text{ N}$$

4.1 La Tension du fil sur le cube:

$$\sum F/y = 0 \Rightarrow F_{\text{inf}} - F_{\text{sup}} - P - T = 0$$



$$F_{\text{sup}} = P_{\text{sup}} \times S = (P_{\text{interface}} + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot h_2) \times S$$

$$F_{\text{sup}} = (105224 + 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,3) \cdot 0,05^2$$

$$F_{\text{sup}} = 270,4 \text{ N}$$

$$P = m \cdot g \quad / \quad m = \rho \cdot V$$

$$P = \rho_{\text{chêne}} \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot V$$

$$P = 0,77 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 125 \cdot 10^{-6} = 0,943 \text{ N}$$

* Application numérique :

$$271,625 - 270,4 - 0,943 - T = 0$$

$$T = 0,282 \text{ N}$$

Exercice 03 :

$$x = x_0 \cdot e^{t/\tau}$$

$$y = y_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

$$z = 0$$

1. Composantes de la vitesse et accélération :

$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{x_0}{\tau} \cdot e^{t/\tau} = \frac{x}{\tau}$$

$$v = \frac{dy}{dt} = -\frac{y_0}{\tau} \cdot e^{-t/\tau} = -\frac{y}{\tau}$$

$$a_n = \cancel{\frac{\partial u}{\partial t}} + u \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial u}{\partial y} + w \cdot \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{u}{\tau^2}$$

$$1) \gamma_y = \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{y}{z^2} \quad (1)$$

2/ Écoulement est-il permanent ?

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \text{ ce qui exprime l'indépendance}$$

du mouvement par rapport au temps $\Rightarrow$ (1)

l'écoulement est donc permanent.

3/ Les équations des trajectoires :

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w} = dt \quad \text{ou } \frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$$

$$\bullet \frac{dx}{u} = dt \Rightarrow dx = u dt$$

$$dx = \frac{x}{z} dt \Rightarrow dx = \frac{1}{z} \cdot x_0 \cdot e^{t/\tau} dt$$

$$\int dx = \frac{x_0}{\tau} \int e^{t/\tau} dt \Rightarrow x = x_0 \cdot e^{t/\tau} + C$$

$$\bullet \frac{dy}{v} = dt \Rightarrow dy = v dt \Rightarrow \int dy = -\frac{y_0}{\tau} \int e^{-t/\tau} dt$$

$$y = y_0 \cdot e^{-t/\tau} + C$$

4/ lignes de courant :

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} \Rightarrow x \int \frac{dx}{x} = -y \int \frac{dy}{y} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \ln x = -\ln y \Rightarrow \ln(x \cdot y) = \text{constante}$$

$$x \cdot y = \text{constante}$$