حمص
ه الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة البترولية
اسم المقرر: ميكانيك الموائع

السنة: الثانية
الدورة : الأساسية
العام الدراسي: 2024-2025
الدرجة العظمى: 70 سبعون

أجب عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول: تعتبر عملية تحديد الخصائص الفيزيائية للموائع من أولويات مهندس البترول، **والمطلوب:** [15 **درجة**]

1) عرّف الكثافة والكثافة النسبية للسائل، ثمّ استنتج واحدتها في الجملة التقنية مستعيناً بمعادلة الواحدات العامة؛

الأجابة: (7 **درجة**)

تعرف الكثافة المادية لمائع بأنها كتلة واحدة الحجم، ويرمز لها عادة بـ (ρ):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

واحدة قياسها في الجملة التقنية:

انطلاقاً من معادلة الواحدات العامة:

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]}$$

من معادلة المقاس لدينا:

$$[m] = \frac{F \cdot t^2}{L}, \quad [V] = L^3$$

بالتعويض في معادلة الواحدات الخاصة نجد:

$$[\rho] = \frac{F \cdot t^2}{L^4}, \quad \frac{Kp \cdot s^2}{m^4}$$

الكثافة النسبية: وهي بالتعريف النسبة بين الوزن النوعي للسائل عند درجة حرارة القياس إلى الوزن النوعي للماء عند درجة الحرارة ($+4\ ^{\circ}C$)، أي:

$$S_g = \frac{\rho_{Liquid}}{\rho_{water,+4^{\circ}C}}$$

وليس لها واحدة.

++++++++++++++++++++++++++++++++

2) اشرح طريقة قياس كثافة سائل ما باستخدام البكنومتر (*Pycnometer*).

الأجابة: (8 **درجة**)

يجب اتباع الخطوات التالية:

1. يتم وزن حوجلة قياسية حجمها معروف ($50\ cm^3$ أو $100\ cm^3$) وهي فارغة W_{empty} ؛
2. يتم ملء الحوجلة القياسية بالسائل المراد تحديد كثافته وذلك إلى الخط الذي يشير إلى ($50\ cm^3$ أو $100\ cm^3$)؛
3. يتم وزن الحوجلة وهي ممتلئة W_{full}؛
4. عندئذ يكون وزن السائل في الحوجلة:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$W_{Liquid} = W_{full} - W_{empty} = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{W_{Liquid}}{g}$$

د. عندئذ يمكن حساب كثافة السائل من العلاقة:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

++

السؤال الثاني: تعتبر المعادلة الهيدروستاتيكية الأساسية من أساسيات علم سكون الموائع، و**المطلوب**: [20 **درجة**]

1) عرّف السائل المتجانس، واكتب الشكل العام للمعادلة الهيدروستاتيكية الأساسية الموافقة له.

الأجابة: (6 **درجات**)

السائل المتجانس هو السائل الذي تكون كثافته واحدة في كل نقطة من نقاطه [$\rho = const$]؛

$$p = p_o + \gamma \cdot h$$

حيث إنّ:

p : الضغط المطلق في النقطة المدروسة؛

p_o : الضغط الخارجي؛

γ: الوزن النوعي للسائل؛

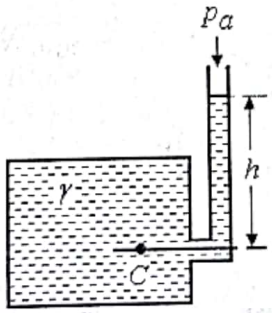
h: عمق النقطة المدروسة عن السطح الحر للسائل.

++++++++++++++++++++++++++++++++

2) كيف يمكن قياس الضغط في نقطة ما من سائل وذلك في حالتي الخزانات ذات الضغوط القليلة والكبيرة.

الأجابة: (14 **درجة**)

عندما يراد قياس الضغوط الصغيرة يمكن استخدام الأنبوب البيزومتري الذي يتألف من أنبوب زجاجي شاقولي مفتوح من الأعلى، يوصل في النقطة (C) التي يراد قياس الضغط عندها



فإذا كان ارتفاع السائل في الأنبوب البيزومتري عن مستوي تساوي الضغوط المار من النقطة (C) هو (h) الذي يمكن قياسه مباشرة باستخدام مسطرة مدرجة يكون:

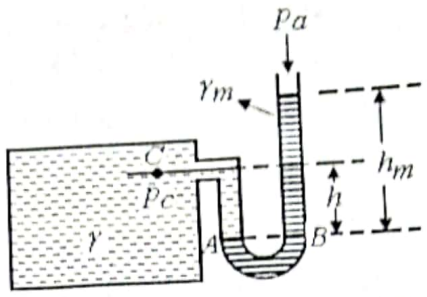
$$p_c = p_a + \gamma \cdot h$$

$$p_{co} = \gamma \cdot h$$

من أجل الضغوط الكبيرة مانومترات سائلية بشكل حرف (u) تحتوي على سائل وزنه النوعي (γ_m) كبيراً يتم اختياره حسب قيمة الضغط المراد قياسه وغالباً مايكون الزئبق.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أحد فرعي المقياس في النقطة (C) التي يراد قياس الضغط عندها ويبقى الفرع الآخر مفتوحاً ومعرضاً للضغط الجوي من شكل (2.15)).



نأخذ مستوي تساوي الضغوط عند السوية السفلية للزئبق:

$$p_A = p_B$$

$$p_c + \gamma \cdot h = p_a + \gamma_m \cdot h_m$$

ومنه:

$$p_c = p_a + \gamma_m \cdot h_m - \gamma \cdot h$$

فعندما تكون (γ) صغيرة جداً بالمقارنة مع (γ_m) فإنه يمكن إهمال الحد ($\gamma \cdot h$) وعندئذ تأخذ المعادلة السابقة الشكل التالي:

$$p_c = p_a + \gamma_m \cdot h_m$$

++

السؤال الثالث: تعتبر عملية تعيين قوى الضغط على السطوح من أولويات علم ميكانيك الموائع، و**المطلوب**: [15 **درجة**]

1) علّل لماذا يجب دراسة تأثير الضغط الزائد فقط عند إجراء الحسابات السكونية للجدار المستوي الشاقولي؛

الأجابة:

(5 **درجات**)

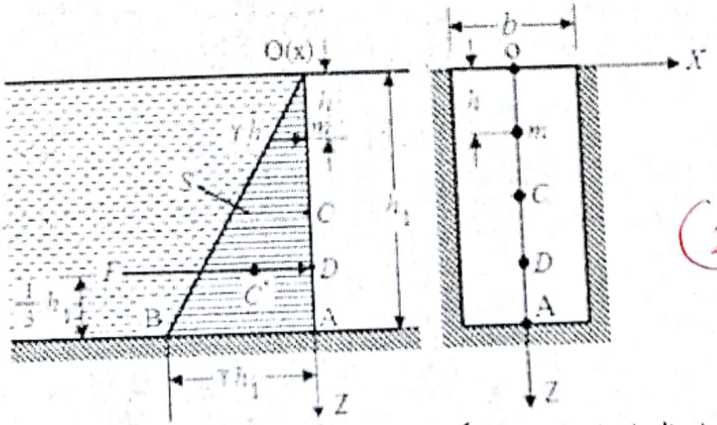
عند الحسابات السكونية للجدار يدرس الضغط الزائد فقط لأن الضغط الجوي الذي ينتقل تأثيره عبر السائل إلى الجدار من الداخل يتعادل كلياً مع الضغط الجوي الذي يؤثر على نفس الجدار من الخارج.

++++++++++++++++++++++++++++++++++

2) حدّد عناصر قوة الضغط المؤثرة على جدار مستوي شاقولي عرضه [b]، موضّحاً ذلك بالرسم المناسب.

الأجابة:

(10 **درجات**)



1) جهة القوة: عمودية على الجدار الشاقولي وتمر من مركز ثقل مثلث الضغط؛

2) الحامل: المستقيم المار من مركز ثقل مثلث الضغط والعمودي على الجدار؛

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نقطة التأثير: يتضح أن مركز تأثير قوة الضغط (النقطة D) يجب أن يقع على بعد $[\frac{1}{3}h_1]$ من قاعدة الجدار العمودي؛

) شدة القوة: وهي حاصل جداء مساحة مثلث الضغط [OAB] بعرض الجدار $[b]$، أي:

$$F = S.b = \frac{1}{2}h_1^2 \cdot \gamma \cdot b$$

++

السؤال الرابع: حل المسألة التالية: [20 درجة]

1) **تحديد عناصر قوة الرفع الهيدروستاتيكية المؤثرة على الكرة المطاطية الطافية والمغمورة كلياً؛** (4 درجات)

الأجابة:

- نقطة التأثير: مركزثقل الحجم المزاح؛
- الجهة: تؤثر شاقولياً من الأسفل للأعلى؛
-) الحامل: تؤثر شاقولياً من الأسفل للأعلى، ويمر من مركز ثقل الحجم المزاح.
- الشدة: وتساوي وزن السائل المزاح، أي $F_r = \gamma \cdot V$

++++++++++++++++++++++++++++++++

2) **كتابة شرط التوازن المستقر للأجسام الطافية؛** (4 درجات)

الأجابة:

"إن الشرط اللازم والكافي لتوازن جسم طاف مغمور جزئياً أو كلياً يتطلب أن تكون دافعة أرخميدس مساوية لوزن الجسم وأن يكون محور الطفو شاقولياً".

++++++++++++++++++++++++++++++++

3) **تعيين قطر الكرة المطاطية الطافية؛** (6 درجات)

الأجابة:

من الواضح أن حجم الكرة يساوي حجم السائل المزاح الذي يمكن حسابه من العلاقة التالية:

$$V = \pi r^3 \cdot h$$

$$V = \pi(0.6)^3 \cdot (0.23) = 0.26\, m^3$$

يعطى حجم الكرة من العلاقة التالية:

$$V_{ball} = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3V_{ball}}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 0.26}{4\pi}} = 0.4m \Rightarrow D = 0.8m = 80\ cm$$

4) **تعيين الوزن النوعي للمادة المطاطية المصنوعة منها هذه الكرة.** (6 درجات)

الأجابة:

من شرط التوازن، ينتج:

$$F_G = F_r \Rightarrow W = \gamma \cdot V = 950 \times 10 \times 0.26 = 2470N$$

ومنه:

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{2470}{0.26} = 9500\ N/m^3$$

++

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner