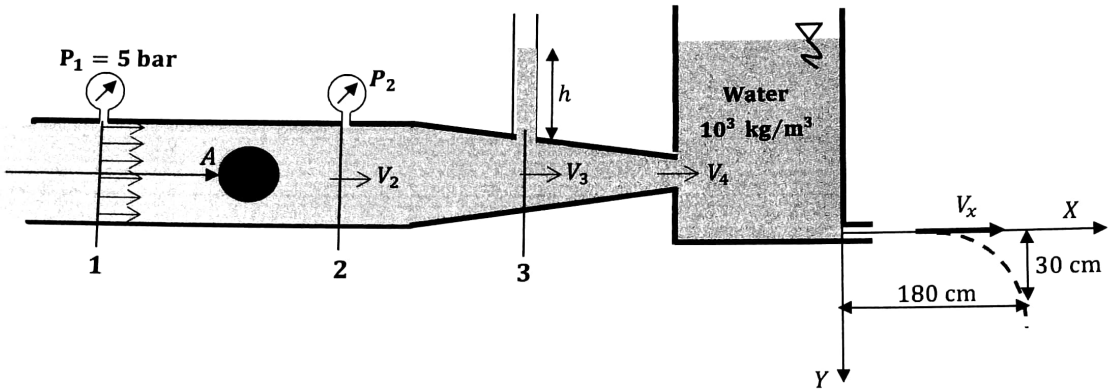
جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
هندسة المعادن/ السنة الثالثة

امتحان في مقرر نظرية التدفقات
للفصل الدراسي الثاني 2022- 2023

الدرجة: 70 سبعون
المدة: ساعتان
التاريخ: 23.07.2023

المسألة الأولى: 40درجة



في الشكل المبين أعلاه نلاحظ جريان ماء بتدفق $0.1\ m^3/min$ في أنبوب مؤلف من جزأين: الأول أسطواني قطره $20\ cm$ والجزء الثاني مخروطي قطره عند نهايته $8\ cm$ حيث يتصل بالخزان الموضح بالشكل الذي يحتوي ماء على ارتفاع $3\ m$ ومساحة مقطع هذا الخزان $4\ m^2$. **المطلوب:**

1- تحديد نوع الجريان في هذا الأنبوب إذا علمت أنّ لزوجة الماء الحركية $\vartheta = 10^{-6}\ m^2/s$.

2- إذا علمت أنّ الضغط عند المقطع 1 يبلغ $5\ bar$, يُطلب حساب الضغط عند المقطع 2 في الحالتين التاليتين:
❶ الأولى : عدم وجود ضياعات. ❷ الثانية: وجود ضياعات مقدارها $30\ m$.

3- حساب الضغط عند النقطة A نقطة تلاشي خط التيار نتيجة اصطدامه بالكرة التي تعترض الجريان في الجزء الأسطواني من الأنبوب

4- تحديد ارتفاع الماء h في الأنبوب البيزومتري المثبت عند المقطع 3 حيث قطره $12\ cm$ وذلك بإهمال كافة الضياعات.

5- رسم مخطط تدرج السرعة عند المقطع 2.

6- حساب القوة المؤثرة على قاع الخزان.

7- إذا علمت أنّه يتم تفريغ الخزان من فتحة مستديرة قطرها $5\ cm$ موجودة في أسفل الجدار الشاقولي للخزان ومعامل تدفقها 0.72 كما هو مبين بالشكل أعلاه. **المطلوب:**

7.1- حساب التدفق الحجمي الحقيقي لخروج الماء من هذه الفتحة.

7.2- إيجاد معادلات الحركة للماء الخارج من هذه الفتحة.ثم أوجد معامل السرعة C_v إذا كان $(x = 180\ cm\ ,\ y = 30\ cm)$

7.3- حساب الزمن اللازم لتفريغ نصف كمية الماء الموجودة في الخزان.

المسألة الثانية: 30درجة

يتألف الجدار الخارجي لمستودع تبريد من أربع طبقات مُرتبة من الداخل إلى الخارج كما يلي: طبقة بورسلان سماكته $5\ mm$ ومعامل توصيلها الحراري $1.16\ W/m.K$ طبقة بيتون سماكتها $50\ mm$ ومعامل توصيلها الحراري $0.78\ W/m.K$ ثمّ طبقة عازلة سماكتها $100\ mm$ ومعامل توصيلها الحراري $0.06\ W/m.K$ وبعدها طبقة أخرى من البيتون سماكتها $50\ mm$ ومعامل توصيلها الحراري $0.97\ W/m.K$. إذا علمت أن درجة حرارة مستودع التبريد الداخلية $-20\ °C$ وعامل الحمل الداخلي $8\ W/m^2.K$ ودرجة الحرارة الخارجية $25°C$ وعامل الحمل الخارجي $23\ W/m^2.K$. **المطلوب:**

1. تعريف وحساب معامل انتقال الحرارة الكلي U.
2. حساب شدة السيالة الحرارية $\dot{q}$.
3. رسم مخطط تغير درجات الحرارة كامل طبقات الجدار مع حساب هذه الدرجات.
4. عند أي موقع تنعدم درجة الحرارة.

انتهت الأسئلة

تمنياتي لكم بالتوفيق الدائم

د. محمد حسين عباس

د. م. محمد علي

الطلب الأول:

- حساب السرعة في الجزء الأسطواني عند المقطع 1:

$$V_1 = \frac{Q}{A} = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \frac{4 \times (\frac{0.1}{60})}{\pi.0.2^2} = 0.053 \ m/sec$$

- يتم تحديد نوع الجريان عن طريق حساب رقم رينولدز Re

$$\mathrm{Re} = \frac{v.d}{\vartheta} = \frac{0.053 \times 0.2}{10^{-6}}$$

$Re = 10600 > 4000 \Rightarrow$ الجريان مضطرب

- حساب السرعة في نهاية الجزء المخروطي عند المقطع 4:

$$V_4 = \frac{Q}{A} = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \frac{4 \times (\frac{0.1}{60})}{\pi.0.08^2} = 0.33 \ m/sec$$

يتم تحديد نوع الجريان عن طريق حساب رقم رينولدز Re

$$\mathrm{Re} = \frac{V.d}{\vartheta} = \frac{0.33 \times 0.08}{10^{-6}}$$

$Re = 26400 > 4000 \Rightarrow$ الجريان مضطرب

الجريان في كلا الجزأين مضطرب لذلك يتدفق الماء بجريان مضطرب في كامل الأنبوب لكن تتغير حدة الاضطراب نتيجة تضيق الأنبوب في الجزء المخروطي حيث تزداد السرعة وهذا يفسر الارتفاع في قيمة رقم رينولدز

الطلب الثاني:

❖ حساب الضغط عند المقطع 2 بإهمال الضياعات:

نطبق معادلة برنولي بين المقطعين (1) و (2)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$Z_1 = Z_2$$

$$V_1 = V_2 = 0.053 \ m/sec$$

$$\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = 0$$

$$P_1 = P_2 = 5bar$$

❖ حساب الضغط عند المقطع2 بوجود ضياعات مقدارها 30 m:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \sum \Delta h$$

$$V_1 = V_2 = 0.053 \ m/sec$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + 30$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 20.9 \Rightarrow P_2 \cong 2bar$$

الطلب الثالث:

النقطة A هي نقطة توقف حيث يتلاشى عندها التيار وبالتالي تنعدم عندها السرعة ($V_A = 0$) وتتحول الطاقة الحركية لطاقة ضغط ويسمى الضغط عندها بضغط التوقف, يُحسب كما يلي:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_A}{\gamma}$$

$$\frac{P_A}{9810} = \frac{5 \times 10^5}{9810} + \frac{0.053^2}{2 \times 9.81}$$

$$P_A = 500001.4 \ Pa$$

الطلب الرابع:

- حساب السرعة في الأنبوب المخروطي عند المقطع 3:

$$V_3 = \frac{Q}{A} = \frac{4.Q}{\pi.d^2} = \frac{4 \times (\frac{0.1}{60})}{\pi.0.12^2} = 0.15 \ m/sec$$

❖ حساب الضغط عند المقطع 3 بإهمال الضياعات:

نطبق معادلة برنولي بين المقطعين (1) و (3)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + Z_3$$

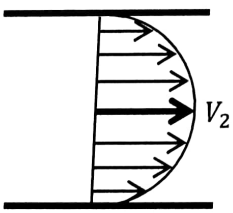
$$\frac{5 \times 10^5}{9810} + \frac{0.053^2}{2 \times 8.81} = \frac{P_3}{9810} + \frac{0.15^2}{2 \times 9.81}$$

$$P_3 = 499990.15 \ Pa$$

$$P_3 = \gamma.h \Rightarrow h = 51 \ m$$

الطلب الخامس:

تدرج السرعة عند المقطع 2



الطلب السادس:

تعطى القوة المؤثرة على قاع الخزان :

$$F = \gamma_{H2o}.h_{H2o}.A$$

$$F = 9810 \times 3 \times 4 = 117.72 \ kN$$

د. محمد عباس

المسـ 30 درجة ـــألة الثانية

الطلب الأول: 10 درجات

يعطى معامل انتقال الحرارة الكلي بالعلاقة:

$$U = 1/R_{tot} = 1/(R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_o)$$

$R_i = \frac{1}{h_i} = 0.125$	$R_1 = \frac{\delta_1}{k_1} = 0.0043$	$R_2 = \frac{\delta_2}{k_2} = 0.064$
$R_o = \frac{1}{h_o} = 0.043$	$R_3 = \frac{\delta_3}{k_3} = 1.667$	$R_4 = \frac{\delta_4}{k_4} = 0.052$

$$R_{tot} = 1.955 \quad m^2.K/W$$

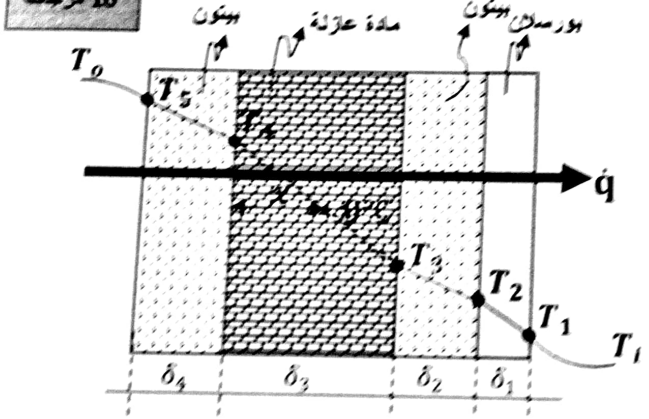
$$U = 0.51 \quad W/m^2.K$$

الطلب الثاني: 5 درجات

حساب شدة السيالة الحرارية المنتقلة من الوسط الخارجي نحو الداخل:

$$\dot{q} = \frac{\Delta T}{R_{tot}} = \frac{T_o - T_i}{R_{tot}} = \frac{25 + 20}{1.955} = 23.02 \quad W/m^2$$

الطلب الثالث: 10 درجات



- مخطط يوضح كيفية توزع درجات الحرارة ضمن الجدار المركب -

حساب درجات الحرارة عند النقاط الفاصلة بين طبقات المولفة لجدار حوض السباحة:

$$T_5 = T_o - \dot{q}.R_o = 24.01\ ^\circ C$$
$$T_4 = T_o - \dot{q}(R_o + R_4) = 22.81\ ^\circ C$$
$$T_3 = T_o - \dot{q}(R_o + R_4 + R_3) = -15.56\ ^\circ C$$
$$T_2 = T_o - \dot{q}(R_o + R_4 + R_3 + R_2) = -17.03^\circ C$$
$$T_1 = T_o - \dot{q}(R_o + R_4 + R_3 + R_2 + R_1) = -17.13\ ^\circ C$$

الطلب الرابع: 5 درجات

نلاحظ أن $t = 0$ تقع في الطبقة العازلة بين (T_4, T_3)

$$q = \frac{T_4 - T_x}{\frac{x}{k_3}} = \frac{22.81 - 0}{\frac{x}{0.06}} = 23.02$$

$$x = 59.45\ mm$$

سرعة خروج الماء النظرية من الفتحة السفلية:

$$V_{th} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 3} = 7.67\ [m.$$

حساب التدفق الحجمي الحقيقي لخروج الماء من الفتحة السفلية الدائرية:

$$Q_a = C_d.V_{th}.a = 0.72 \times 7.67 \times \pi \frac{0.05^2}{4}$$
$$Q_a = 10.84 \times 10^{-3}[m^3/sec]$$

- **إيجاد معادلات الحركة للماء الخارج من هذه الفتحة:**

عند إهمال مقاومة الهواء تكون خطوط التيار للماء الخارج من الفتحة السفلية معرضة فقط لقوى الجاذبية الأرضية. ونتيجة لعدم وجود محصلة للقوى الأفقية المؤثرة عليها $(F_x = 0)$ فإن حركتها الأفقية ستكون منتظمة أي أن مسقط السرعة الأفقية V_x يبقى ثابتاً أثناء الحركة وقيمة السرعة الأفقية V_x تساوي إلى سرعة نفوذ الماء من الثقب.

معادلة الحركة على المحور الأفقي OX :

$$x = V_x.t$$

أما الحركة الشاقولية للتيار المائي فهي متسارعة بانتظام.

معادلة الحركة على المحور الأفقي OY :

$$y = \frac{1}{2}.g.t^2$$

بحذف الزمن من العلاقتين أعلاه نجد معادلة الحركة:

$$y = \frac{g}{2.V_x^2}.x^2$$

ومنه نجد أن خطوط التيار تتبع في مسارها قطعاً مكافئاً عند خروجها من الفتحة الدائرية السفلية. السرعة الأفقية V_x في المعادلات أعلاه هي سرعة تدفق المائع الحقيقية من الفتحة لأنها مقاسة تجريبياً.

- **إيجاد معامل السرعة C_v**

بقياس x, y كما يلي $(x = 180\ cm\ ,\ y = 30\ cm)$ يمكن إيجاد قيمة V_x سرعة تدفق المائع الحقيقية من الفتحة من معادلة الحركة أعلاه كما يلي:

$$V_x = \sqrt{\frac{g}{2.y}}.x = \sqrt{\frac{9.81}{2 \times 0.3}} \times 1.8 = 7.278\ m/sec$$

يُعطى معامل السرعة بالعلاقة التالية:

$$C_V = \frac{V_x}{V_{th}} = \frac{7.278}{7.67} = 0.95$$

- **حساب الزمن اللازم لتفريغ الخزان بالعلاقة:**

$$t = \frac{2.A.\left(h_2^{1/2} - h_1^{1/2}\right)}{c_d.a.\sqrt{2g}}$$

$$t = \frac{2 \times 4 \times \left(\sqrt{3} - \sqrt{1.5}\right)}{0.72 \times 0.00196 \times \sqrt{2 \times 9.81}} = 649.26\ sec$$
$$t \cong 11\ min$$

د. محمد عباس