جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
هندسة المعادن
السنة الثالثة

امتحان في مقرر نظرية التدفقات
الدورة الفصلية الثانية للعام 2024

اسم الطالب:
الدرجة: 70 سبعون
المدة: ساعتان
التاريخ: 15.07.2024

حل المسائل الأربعة التالية :

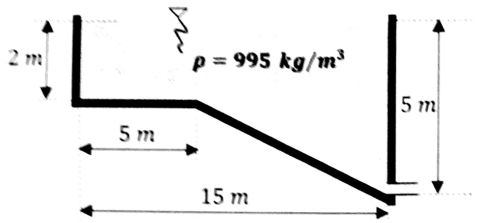
المسألة الأولى: 15 درجة

يُبين الشكل جانباً حوضاً للسباحة مملوء بماء دافئ. **المطلوب:**

1- حساب القوة التي يؤثر بها الماء على أرضية هذا المسبح.

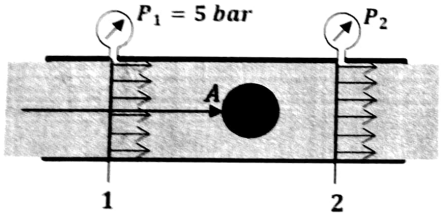
2- حساب التدفق الحجمي الحقيقي لخروج الماء من الفتحة السفلية الدائرية الشكل الموجودة في أسفل نقطة من الخزّان حيث قطرها $3\ cm$ ومعامل تدفقها 0.65.

(بُعد المسبح في الاتجاه العمودي على الورقة $10\ m$)



المسألة الثانية: 20 درجة

في الشكل المبين جانباً نلاحظ جريان ماء بتدفق $0.2\ m^3/min$ في أنبوب أسطواني قطره $20\ cm$ حيث يعترض هذا الجريان كرة نحاسية قطرها $10\ cm$ تعمل كمنبع حراري داخلي بهدف تسخين الماء المتدفق. إذا علمت أنّ لزوجة الماء الحركية $\vartheta = 10^{-6}\ m^2/s$ وأنّ الضغط عند المقطع 1 يبلغ $5\ bar$. **المطلوب:**



1- تحديد نوع الجريان في هذا الأنبوب.

2- حساب الضغط عند المقطع 2 في الحالتين التاليتين:
- الأولى : عدم وجود ضياعات.
- الثانية بوجود ضياعات مقدارها $30\ m$.

3- حساب الضغط عند النقطة A نقطة تلاشي خط التيار نتيجة اصطدامه بالكرة.

4- حساب الطاقة الحرارية الحجمية للمنبع الداخلي $\left(\dot{q}\ \frac{W}{m^3}\right)$ إذا علمت أن مقدار ارتفاع درجة حرارة الماء $20°C$, علماً أنّ السعة الحرارية الكتلية للماء $c_w = 4.186\ kJ/kg.K$.

المسألة الثالثة: 20 درجة

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. حساب المقاومة الحرارية الكلية R_{tot}.
2. حساب شدة السيالة الحرارية $\dot{q}$.
3. رسم مخطط تغير درجات الحرارة كامل طبقات الجدار مع حساب هذه الدرجات.
4. حدد الموقع التي تكون فيه درجة الحرارة مساوية $10\ °C$.

المسألة الرابعة: 15 درجة

أخرجت كرة من الفولاذ وزنها $15\ kg$ من الفرن بدرجة حرارة $250\ °C$. تمّ تسقيتها (تبريد سريع) في حمام مائي درجة حرارته $20\ °C$ ومعامل انتقاله الحراري بالحمل $70\ W/m^2.K$. **المطلوب: حساب المدة الزمنية اللازمة حتى تصبح درجة حرارة سطح الكرة $50\ °C$ علماً أنّ الخواص الفيزيائية للفولاذ:** $c_{st} = 560\ J/kg.K$, $k_{st} = 50\ W/m.K$, $\rho_{st} = 7830\ kg/m^3$

انتهت الأسئلة

د. م. محمد علي

تم تسليمها لسلم معمل رئيس الجامعة
د.م. خالد أسعد عروة

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
هندسة المعادن / السنة الثالثة

سلم تصحيح امتحان نظرية التحدهام
للدورة الحصلية الثانية العلم 2024

د.م. محمد علي
التاريخ:15.07.2024

المسـ 15 درجة ـألة الأولى:

الطلب الأول: 9 درجات

❖ قوة الدفع F_1 المؤثرة على الأرضية في الجزء لأفقي (OA):

$$F_1 = P_1 . A$$
$$F_1 = \rho . g . h_{c1} . A$$

- إرتفاع مركز التأثير h_{c1} للقوة المؤثرة على الأرضية في الجزء لأفقي:

$$h_{c1} = 2 \text{ m}$$

$$F_1 = 995 \times 9.81 \times 2 \times (5 \times 10)$$
$$F_1 = 976 \text{ kN}$$

❖ قوة الدفع F_2 المؤثرة على الأرضية في الجزء المائل:

$$F_2 = \rho . g . h_{c2} . A$$

- إرتفاع مركز التأثير h_{c2} للقوة المؤثرة على الأرضية في الجزء المائل:

$$h_{c2} = 2 + 1.5 = 3.5 \text{ m}$$

$$F_2 = 995 \times 9.81 \times 3.5 \times (10.44 \times 10)$$
$$F_2 = 3566.65 \text{ kN}$$

الطلب الثاني: 6 درجات

- تعطى سرعة خروج الماء من الفتحة السفلية:

$$V_{th} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 5} = 9.9 \ [m/sec]$$

- حساب التدفق الحجمي النظري لخروج الماء من الفتحة السفلية الدائرية:

$$Q_{th} = V_{th} . a = \pi \frac{0.03^2}{4} . \sqrt{2gh} = 6.998 \times 10^{-3} [m^3/sec]$$

- حساب التدفق الحجمي الحقيقي لخروج الماء من الفتحة السفلية الدائرية:

$$Q_a = Q_{th} . c_d = 4.548 \times 10^{-3} \ [m^3/sec]$$

المسـ 20 درجة ـألة الثانية:

الطلب الأول: 6 درجات

- حساب السرعة في الأنبوب الأسطواني:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4.Q}{\pi . d^2} = \frac{4 \times (\frac{0.2}{60})}{\pi . 0.2^2} = 0.106 \ m/sec$$

- يتم تحديد نوع الجريان عن طريق حساب رقم رينولدز Re

$$\text{Re} = \frac{v.d}{\vartheta} = \frac{0.106 \times 0.2}{10^{-6}}$$

$Re = 21200 > 4000 \Rightarrow$ الجريان مضطرب

الطلب الثاني: 6 درجات

❖ حساب الضغط عند المقطع 2 بإهمال الضياعات:

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

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$
$$Z_1 = Z_2$$
$$v_1 = v_2 = 0.106 \ m/sec$$
$$\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = 0$$
$$P_1 = P_2 = 5bar$$

❖ حساب الضغط عند المقطع2 بوجود ضياعات مقدارها 30 m:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \sum \Delta h$$
$$v_1 = v_2 = 0.106 \ m/sec$$
$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + 30$$
$$\frac{P_2}{\gamma} = 20.9$$
$$P_2 \cong 2bar$$

الطلب الثالث: 4 درجات

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:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_A}{\gamma}$$

$$\frac{P_A}{9810} = \frac{5 \times 10^5}{9810} + \frac{0.106^2}{2 \times 9.81}$$

$$P_A = 500005.2 \ Pa$$

الطلب الرابع: 4 درجات

من معادلة التوازن الحراري نجد:

الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء= الطاقة الحرارية التي يقدمها المنبع الحراري

$$\dot{Q} = \dot{m} . C_P . \Delta T$$

$$\dot{q} \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \dot{m} . C_P . \Delta T$$

$$\dot{q} \times \frac{4}{3} \times \pi \times 0.05^3 = \frac{0.2}{60} \times 1000 \times 4.186 \times 20$$

$$\dot{q} = 0.53 \left[\frac{MW}{m^3}\right]$$

المسـ 20 درجة ـألة الثالثة:

الطلب الأول: 5 درجات

يُعطى المقاومة الحرارية الكلية بالعلاقة:

$$R_{tot} = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_o$$

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

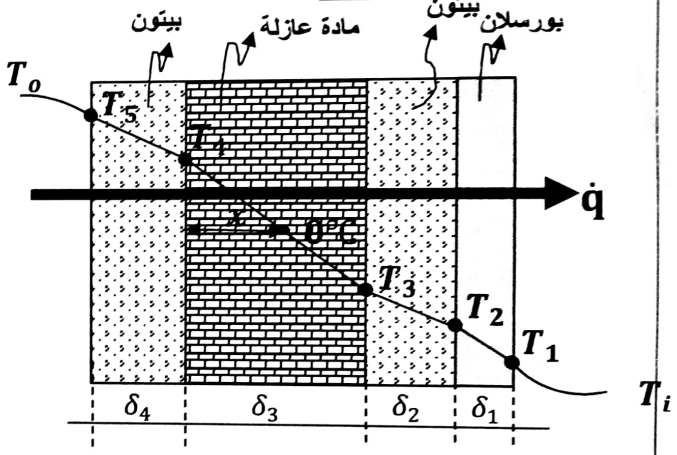
$$\mathbf{R_{tot} = 1.955 \quad m^2.K/W}$$

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: 6 درجات



- مخطط يوضح كيفية توزع درجات الحرارة ضمن الجدار المركب -

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

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

الطلب الرابع:

نلاحظ أن $T = 10\ ^\circ C$ تقع في الطبقة العازلة بين (T_4, T_3)

4 درجات

$$\dot{q} = \frac{T_4 - T_x}{\frac{x}{k_3}} = \frac{22.81 - 10}{\frac{x}{0.06}} = 23.02$$

$$x = 33.4\ mm$$

المسـ 15 درجة ـألة الرابعة:

حساب درجة حرارة سطح كرة الفولاذ بعد ساعة من الزمن.

إيجاد رقم بيوت اللابعدي Bi : 3 درجات

$$r_o = 0.077\ m$$

$$Bi = \frac{h.r_o}{3k} = \frac{70 \times 0.077}{3 \times 50} = 0.0366$$

$Bi < 0.1$ المقاومة الحرارية الداخلية للنظام مهملة ...الحل وفق Lumped System كما يلي:

$$T_s = 50\ ^\circ C$$

$$\ln\left(\frac{T_s - T_\infty}{T_i - T_\infty}\right) = -F_0.Bi$$

3 درجات

$$\frac{T_s - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \frac{50 - 20}{250 - 20} = 0.1304348$$

$$F_0.Bi = \frac{\alpha.t}{L_c^2}.\frac{h.L_c}{k} = \frac{3h.\mathbf{t}}{\rho.c.r_o}$$

$$F_0.Bi = \frac{3 \times 70 \times t}{7830 \times 560 \times 0.077} = 6.22 \times 10^{-4} \times t$$

3 درجات

$$\mathbf{t = 54.58\ min}$$

سلم تصحيح الامتحان النظري لمقرر نظرية التدفقات

د. م. مجد علي

15.07.2024

عميد الكلية :

د. محمود الأسعد