มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558

วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559 เวลา 9.00 -12.00 น.

วิชา 215-643 Heat Convection หัวหุ่น

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ 3 หน้าให้ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. อนุญาตให้ใช้หนังสือหรือเอกสารใดๆในการสอบได้
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้

ผู้ออกข้อสอบ ดร. ภาสกร เวสสะโกศล

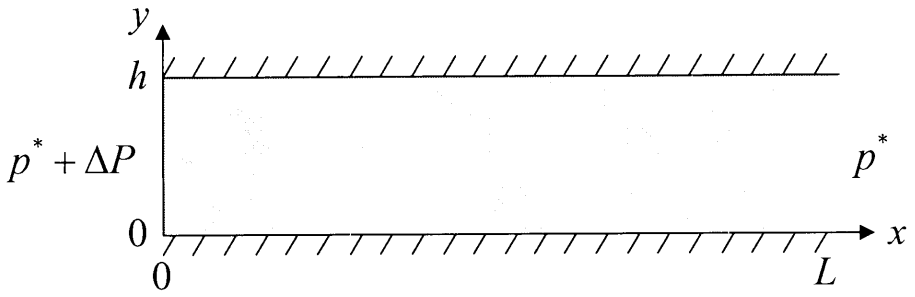
ผศ. ดร. ชยุต นันทดุสิต

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
รวม	80	

1. จงหาการกระจายความเร็วและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของของไหลนิวโทเนียนอัดตัวไม่ได้ ในสภาวะ steady state ความหนืดสัมบูรณ์ของของไหลคือ μ ผ่านช่องแคบซึ่งอยู่ระหว่างแผ่นคู่ขนาน (parallel plates) วางตัวตามแนวเส้นตรง และยาวมากดังรูป ความดันที่ปลายด้านซ้ายของช่องแคบมีค่าสูงกว่าความดันที่ปลายด้านขวาเท่ากับ ΔP ความยาวของ ช่องแคบคือ L ช่องว่างระหว่างแผ่นคู่ขนานคือ h ความหนาแน่นของของไหลคือ ρ จงใช้สมการ เงื่อนไขขอบเขตที่เหมาะสม และการแสดงคำตอบอย่างละเอียดสำหรับ

ก) ความเร็วในแนวแกน x

ข) อัตราการไหลเชิงปริมาตรผ่านช่องแคบซึ่งมีความกว้าง w



2. จงแสดงให้เห็นว่าสมการพลังงานสำหรับการพาความร้อนภายในท่อกลมภายใต้เงื่อนไขฟลักซ์ความร้อนคงที่ซึ่งอยู่ในรูปแบบ (a) สามารถเขียนใหม่ ในรูปแบบ (b) ได้

$$\frac{u(r)}{\alpha}\frac{\partial T}{\partial x}=\frac{\partial^2 T}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r} \qquad \text{(a)}$$

เมื่อ T คืออุณหภูมิภายในท่อ, r คือพิกัดเชิงรัศมีของท่อ, x คือพิกัดซึ่งขนานกับแนวท่อ, $u(r)$ คือความเร็วปรับตัวเต็มที่ภายในท่อกลมซึ่งเป็นฟังก์ชันของรัศมีท่อเท่านั้นและ α คือ thermal diffusivity ของของไหลนิวโทเนียนอัดตัวไม่ได้

$$-2\mathrm{Nu}(1-r_*)=\frac{\partial^2 \phi}{\partial r_*^2}+\frac{1}{r_*}\frac{\partial \phi}{\partial r_*} \qquad \text{(b)}$$

เมื่อ Nu คือ Nusselt number ของการพาความร้อนผ่านท่อกลม , r_* คือพิกัดเชิงรัศมีไร้มิติ (r/r_0) , ϕ คืออุณหภูมิไร้มิติ $\left((T_0-T)/(T_0-T_m)\right)$, r_0 คือรัศมีของท่อกลมและ T_m คือ bulk mean temperature ของของไหล

3. จงแสดงให้เห็นการกระจายอุณหภูมิภายในท่อกลมเมื่อปรับตัวเต็มที่แล้วภายใต้เงื่อนไขฟลักซ์ความร้อนคงที่เป็นตามสมการ (c)

$$T = T_0 - \left(T_0 - T_m\right)\mathrm{Nu}\left(\frac{3}{8} - \frac{r_*^2}{2} + \frac{r_*^4}{8}\right) \tag{c}$$

นิยามของตัวแปรในข้อ 3 เหมือนกับนิยามของตัวแปรในข้อ 2 ทุกประการ

4. จงแสดงให้เห็นว่าสมการของ heatline ในรูปแบบ (d)

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial y} &= \rho c_P u\left(T - T_{ref}\right) \\ -\frac{\partial H}{\partial x} &= \rho c_P v\left(T - T_{ref}\right) - k\frac{\partial T}{\partial y} \end{aligned} \tag{d}$$

สามารถเขียนใหม่ในรูปแบบ (e) ได้เช่นกัน

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{H}}{\partial \tilde{y}} &= f'\theta \\ -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial \tilde{x}} &= \frac{1}{2}\tilde{x}^{-1/2}\left(\eta f' - f\right)\theta - \frac{1}{\mathrm{Pr}}\frac{\partial \theta}{\partial \tilde{y}} \end{aligned} \tag{e}$$

นิยามตัวแปรต่างๆ เป็นไปตามหนังสือ convective heat transfer ของ Adrian Bejan หน้า74