มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555

วันที่ 20 ธันวาคม 2555 เวลา 9:00 – 12:00 น.

วิชา 215-653 Computational Fluid Dynamics ห้อง R201

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ ในสมุดคำตอบ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะหนังสือของ H.K. Versteeg & W. Malalasekera เข้าห้องสอบ
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขทุกรุ่น

<u>ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา</u>

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	30	
4	30	
5	40	
รวม	140	

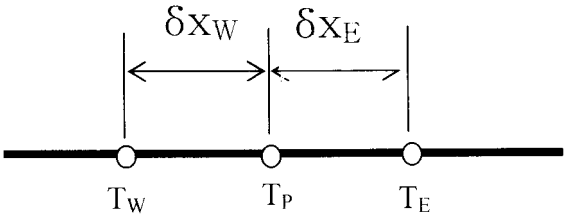
อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

อาจารย์ ภาสกร เวสสะโกศล

(ผู้ออกข้อสอบ)

ข้อที่ 1. จงอธิบายขั้นตอนของกระบวนการของ CFDs เพื่อการจำลองการไหล และข้อดีของการใช้ CFDs เมื่อเทียบกับวิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการใช้ CFDs

ข้อที่ 2. จงอธิบายหลักการของระเบียบวิธีการแก้ปัญหาทางพลศาสตร์ของไหลโดยใช้ Finite Difference Method, Finite Volume Method แต่ละวิธีมีจุดเด่นหรือจุดด้อยอะไร และจงหาสมการเชิงพีชคณิตของสมการ $\frac{d^2T}{dx^2} = 0$ ในรูปของตัวแปรที่แสดงในรูปข้างล่างโดยใช้ Finite Difference Method และ Finite Volume Method



Hint: Taylor's series expansion

$$f(x+\Delta x) = f(x) + \frac{\partial f}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\frac{(\Delta x)^2}{2} + \cdots \frac{\partial^n f}{\partial x^n}\frac{(\Delta x)^n}{n!} + \cdots$$

ข้อที่ 3. จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 จงอธิบายความหมายทางกายภาพของ Substantial derivative

3.2 สมการควบคุมในรูปของ Conservative form และ Non-Conservative form มีที่มาแตกต่างกันอย่างไร มีเงื่อนไขการใช้งานเหมือนกันหรือไม่

3.3 เงื่อนไขสำคัญในการใช้สมการ Navier-Stokes คืออะไร

3.4 ในการแก้สมการอนุพันธ์สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ Elliptic problem, Hyperbolic problem และ Parabolic problem จงแสดงว่า

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

เป็นสมการประเภท Parabolic problem

3.5 จงอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ General transport equations

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \mathrm{div}(\rho\phi\bar{u}) = \mathrm{div}(\Gamma \mathrm{grad}\phi) + S_\phi$$

ข้อที่ 4. จงตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 ถ้า $\varphi = \Phi + \varphi'$ และ $\psi = \Psi + \psi'$ จงพิสูจน์ว่า $\overline{\varphi\psi} = \Phi\Psi + \overline{\varphi'\psi'}$

4.2 จงอธิบายความจำเป็นในการสร้าง Turbulence models สำหรับสมการ Reynolds-averaged Navier-Stokes equations

4.3 ข้อจำกัดในการใช้ Standard k-epsilon model คืออะไร

4.4 Reynolds Stress equation model และ Algebraic stress model แตกต่างกันอย่างไร

4.5 Wall function คืออะไร มีข้อจำกัดการใช้งานหรือไม่ ถ้ามีอะไรคือข้อจำกัด

ข้อที่ 5. แผ่นโลหะมีสภาพการนำความร้อนหรือ Thermal conductivity $\Gamma = 1$ W/(m.°C) หนา 5 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร กว้าง 4 เมตร ไม่มีแหล่งผลิตความร้อนภายในแผ่นโลหะ (S = 0) ผนังด้านซ้ายมีอุณหภูมิเท่ากับ $T = 25y$ °C ผนังด้านขวาไม่มีฟลักซ์ความร้อนไหลผ่าน ผนังด้านบนมีอุณหภูมิเท่ากับ $T = 100(1-(x/4))$°C ผนังด้านล่างไม่มีฟลักซ์ความร้อนไหลผ่าน อยากทราบว่าหลังจากได้รับภาระความร้อนจนถึงสภาวะอยู่ตัว (Steady state) อุณหภูมิภายในแผ่นโลหะกระจายตัวอย่างไร

5.1 จงเขียน Discretized equation จากวิธี finite volume สำหรับทุกเซลล์

5.2 จงเขียนคำตอบในรูปของผลคูณ Matrix สุดท้ายที่ติดตัวแปรอุณหภูมิ (ไม่ต้องแก้ Matrix หาอุณหภูมิแต่ละเซลล์)

<u>หมายเหตุ</u> สมมุติว่าการกำหนดอุณหภูมิมีผลต่อคำตอบมากกว่าการกำหนดฟลักซ์ความร้อน จุดต่อใดที่อาจกำหนดได้ทั้งอุณหภูมิและฟลักซ์ความร้อน***ให้เลือกที่จะกำหนดค่าอุณหภูมิก่อน***