มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ 7 ตุลาคม 2558 เวลา 9:00 – 12:00 น.

วิชา 215-653 Computational Fluid Dynamics ห้อง A203

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ ในสมุดคำตอบ
2. อนุญาตให้นำหนังสือ H. K. Versteeg & W. Malalasekera, "An Introduction to Computational Fluid Dynamics" และหนังสือ J.D. Anderson, " Computational Fluid Dynamics : The Basics with Applications" เข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	15	
2	20	
3	20	
4	10	
5	30	
6	15	
รวม	110	

อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

(ผู้ออกข้อสอบ)

ข้อที่ 1. จงอธิบายขั้นตอนของกระบวนการของ CFDs เพื่อการจำลองการไหล และข้อดีของการใช้ CFDs เมื่อเทียบกับวิธีการทดลอง และข้อควรระวังในการใช้ CFDs

ข้อที่ 2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จงอธิบายความหมายทางกายภาพของ Substantial derivative

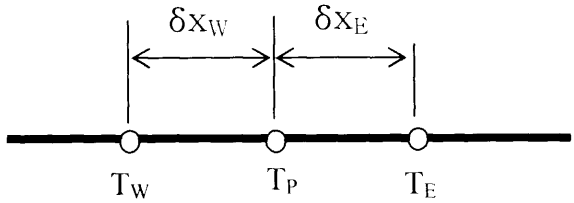
2.2 เงื่อนไขสำคัญในการใช้สมการ Navier-Stokes คืออะไร จงอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ

2.3 จงอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ General transport equations

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

2.4 ill-posed problem เกิดขึ้นเมื่อใด มีผลต่อการคำนวณอย่างไร

ข้อที่ 3. จงอธิบายหลักการของระเบียบวิธีการแก้ปัญหาทางพลศาสตร์ของไหลโดยใช้ Finite Difference Method, Finite Volume Method แต่ละวิธีมีจุดเด่นหรือจุดด้อยอะไร และจงหาสมการเชิงพีชคณิตของสมการ $k\frac{d^2T}{dx^2} = 0$ ในรูปของตัวแปรที่แสดงในรูปข้างล่างโดยใช้ Finite Difference Method และ Finite Volume Method (ให้เขียนรูป Control Volume ประกอบ)



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 4. โดยทั่วไปแล้วสมการอนุพันธ์จะต้องใช้เงื่อนไข Initial condition หรือ Boundary condition ในการหาคำตอบ ซึ่งสามารถแบ่งปัญหาออกได้เป็น 3 ประเภท คือ Elliptic problem, Hyperbolic problem และ Parabolic problem

4.1 จงแสดงว่าสมการ

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

เป็น Parabolic problem

4.2 จงแสดงว่าระบบสมการ

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$$
$$\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$$

เป็น Elliptic problem

ข้อที่ 5. พิจารณาการนำความร้อนที่สภาวะคงตัวใน slab หนา L ภายใน slab มีการผลิตความร้อนในอัตราคงที่ g W/m^3 พื้นผิว x=0 มีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ f_0 ในขณะที่พื้นผิว x=L **สูญเสียความร้อน**ให้กับการพา (convection) ให้กับอากาศที่มีheat transfer coefficient h และอุณหภูมิ T_∞ กำหนดให้แบ่งโดเมนออกมาเป็น 5 ส่วนเท่าๆกัน ให้เขียนสมการพีชคณิตสำหรับการหาคำตอบให้กับจุดต่างๆด้วย**วิธี finite volume** สำหรับปัญหาการนำความร้อนโดยกำหนดให้สมการของปัญหา และเงื่อนไขขอบเขตของปัญหาคือ

$$\frac{d}{dx}\left(k\frac{dT}{dx}\right) + g = 0 \quad \text{in } 0 < x < L$$
$$T = f_0 \qquad \text{at } x = 0$$
$$k\frac{dT}{dx} + hT = hT_\infty \qquad \text{at } x = L$$

ข้อที่ 6. จงบรรยายเกี่ยวกับการแก้ปัญหา Unsteady one-dimensional heat conduction ด้วย**วิธี** Explicit และ Implicit ใช้ Finite Difference Method ทั้งสองวิธีมีหลักการคิดอย่างไรและมีจุดเด่นจุดด้อยอะไรในการใช้งาน