ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2554

วันที่ 24 ธันวาคม 2554 เวลา 13:30 – 16:30 น.

วิชา 215-653 Computational Fluid Dynamics ห้อง หัวหุ่นยนต์

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะหนังสือของ H.K. Versteeg & W. Malalasekera เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข
4. ให้เขียนคำตอบในสมุดคำตอบ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	30	
4	30	
5	30	
รวม	130	

อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

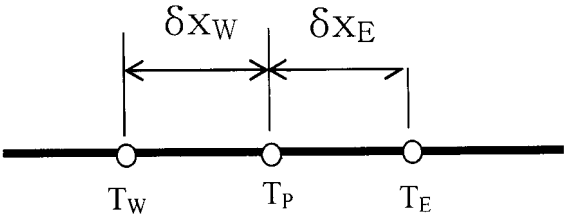
อาจารย์ ภาสกร เวสสะโกศล

(ผู้ออกข้อสอบ)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 1. จงอธิบายขั้นตอนของกระบวนการของ CFDs เพื่อคำนวณพลศาสตร์ของไหล และข้อดีของการใช้ CFDs เมื่อเทียบกับวิธีการทดลอง และคิดว่าการศึกษาโดยวิธีการทดลองยังมีความจำเป็นต่อไปหรือไม่ เพราะอะไร

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

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

ข้อที่ 3. จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 จงอธิบายความหมายของ Substantive derivative (D/Dt) และจงเขียนสมการในรูปสนามการไหลและอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ

3.2 สมการควบคุมการไหลสามารถสร้างจากกฎอนุรักษ์มวล โมเมนตัม และพลังงาน ด้วยวิธีการโมเดลทั้งแบบ control volume และแบบ control mass จงอธิบาย concept ของทั้ง 2 วิธี

3.3 จงอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการควบคุมการไหล และแต่ละสมการอยู่ในรูปแบบของ Conservative หรือ Non-conservative

Continuity equation

$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0$	(1)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

Momentum equation

x component:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + \rho f_x$$

y component:

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + \rho f_y$$

z component:

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho w \mathbf{V}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} + \rho f_z$$

(2)

Energy equation

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[\rho\left(e + \frac{V^2}{2}\right)\right] + \nabla \cdot \left[\rho\left(e + \frac{V^2}{2}\right)\mathbf{V}\right] = \rho \dot{q} + \frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial T}{\partial z}\right) - \frac{\partial(up)}{\partial x} - \frac{\partial(vp)}{\partial y} - \frac{\partial(wp)}{\partial z} + \frac{\partial(u\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(u\tau_{yx})}{\partial y} + \frac{\partial(u\tau_{zx})}{\partial z} + \frac{\partial(v\tau_{xy})}{\partial x} + \frac{\partial(v\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial(v\tau_{zy})}{\partial z} + \frac{\partial(w\tau_{xz})}{\partial x} + \frac{\partial(w\tau_{yz})}{\partial y} + \frac{\partial(w\tau_{zz})}{\partial z} + \rho \mathbf{f} \cdot \mathbf{V} \quad (2$$

(3)

3.4 จงอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ General transport equations

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

และแสดงให้เห็นว่าสมการควบคุมการไหลแต่ละสมการ สามารถจัดให้อยู่ในรูปทั่วไปได้อย่างไร

เวคเตอร์ความเร็ว $\vec{u} = u\vec{\imath} + v\vec{\jmath} + w\vec{k}$

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 4. จงตอบคำถามต่อไปนี้

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

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

4.3 ข้อจำกัดในการใช้ Standard k-epsilon model คืออะไร

4.4 คุณสมบัติ Anisotropic ของการไหลแบบ Turbulence คืออะไร

4.5 Wall function คืออะไร มีข้อจำกัดการใช้งานหรือไม่ ถ้ามีอะไรคือข้อจำกัด

ข้อที่ 5. A composite wall consists of three different layers in the sketch below. The left wall is kept at constant temperature T_{wall}=400°C and the right wall is an adiabatic. The thickness l_i and the thermal conductivity k_i for i=1, 2, 3 of each layer are also specified. Write the finite volume equations for unknown temperature on each node.

One-dimension heat conduction equation: $\frac{d}{dx}\left(k\frac{dT}{dx}\right) = 0$