มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2557 เวลา 9:00 – 12:00 น.

วิชา 215-653 Computational Fluid Dynamics ห้อง S201

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้นำหนังสือ An Introduction to Computational Fluid Dynamics ของ H. K. Versteeg and W. Malalasekera เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำ dictionary เข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลข
5. ให้เขียนคำตอบในสมุดคำตอบ

<u>ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา</u>

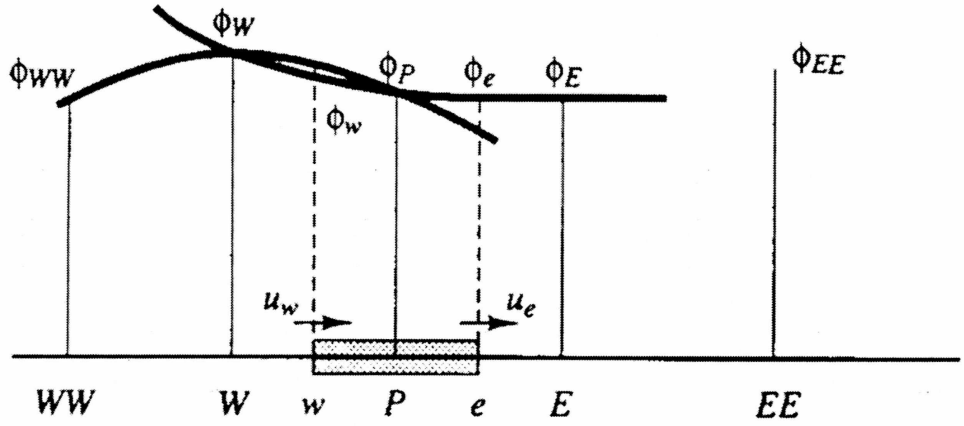
ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	35	
3	30	
4	20	
5	20	
รวม	125	

อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

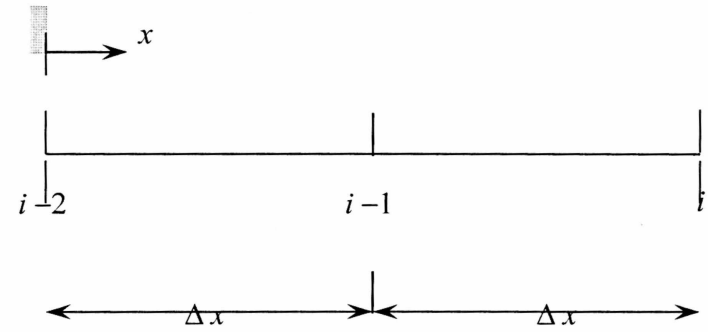
อาจารย์ ภาสกร เวสสะโกศล

(ผู้ออกข้อสอบ)

ข้อที่ 1. ในหัวข้อ Quadratic Upstream Interpolation for Convective Kinetics (QUICK) scheme ได้กล่าวไว้ว่า $\phi_{face} = \frac{6}{8}\phi_{i-1} + \frac{3}{8}\phi_i - \frac{1}{8}\phi_{i-2}$ ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางการไหลของของไหลดังรูป หาก *face* หมายถึง ผิวปริมาตรควบคุมด้านตะวันตก (*w*) ตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ *i*-2 หมายถึง Node WW ,*i*-1 หมายถึง Node W และ *i* หมายถึง Node P จงพิสูจน์สมการ $\phi_{face} = \frac{6}{8}\phi_{i-1} + \frac{3}{8}\phi_i - \frac{1}{8}\phi_{i-2}$ นี้



แนะนำให้เริ่มต้นพิกัด *x* ที่จุด *i*-2 ดังนี้ หรือสามารถใช้วิธีอื่นได้ตามความถนัด



และใช้ quadratic interpolation function เช่น $\phi = Ax^2 + Bx + C$ เมื่อ *A,B* และ *C* คือค่าคงที่ของฟังก์ชันซึ่งต้องใช้ในการ interpolation ตัวแปร ϕ ที่ตำแหน่ง *x* ที่ต้องการทราบค่า

ข้อที่ 2. ให้เขียนตอบเป็นภาษาไทย (ห้ามลอกภาษาอังกฤษจากหนังสือ)

2.1 จงอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในการไหลแบบปั่นป่วน โดยใช้ keywords ที่กำหนดให้ทั้งหมดดังนี้ vortex stretching, large eddies, energy cascade, anistropic และ isotropic

2.2 ให้อธิบายปรากฏการณ์ Transition ที่เกิดขึ้นใน Jet flow และ Boundary layer flow over flat plate (เขียนรูปประกอบคำอธิบาย)

2.3 จงอธิบายการไหลใน Flat plate boundary layer ว่าแบ่งได้กี่ชั้น จงเขียนสมการความเร็วของแต่ละชั้น และใน boundary layer มี fluctuating velocity ในแต่ละแกนเป็นอย่างไร มีคุณสมบัติ isotropic หรือไม่

2.4 จงอธิบายแนวคิดของการใช้ Reynolds-averaged Navier-Stokes equation ในการแก้ปัญหาการไหลแบบปั่นป่วน มีข้อแตกต่างกับวิธีการแก้สมการ Navier-Stokes equation อย่างไร

2.5 Reynolds Stresses คืออะไร? ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน 3 มิตินั้น มีเทอมของ Reynolds stress กี่เทอม

2.6 ในการแก้ปัญหาการไหลแบบปั่นป่วนทำไมมีความจำเป็นต้องใช้ Turbulence modeling และมีแนวคิดในการโมเดลเทอม Reynolds Stresses อย่างไร

2.7 แบบจำลองแบบ Zero-equation model (Mixing Length model), Two-equation model, Reynolds Stress model และ Algebraic Stress model แต่ละแบบมีจุดเด่น และมีจุดด้อยหรือข้อจำกัดในการใช้งานอะไรบ้าง?

ข้อที่ 3. ให้เขียนตอบเป็นภาษาไทย (ห้ามลอกภาษาอังกฤษจากหนังสือ)

3.1 จงอธิบายคุณสมบัติ Conservativeness, Boundedness, Transportiveness ของ Schemes และเงื่อนไขของแต่ละคุณสมบัติเพื่อให้การคำนวณ convergent และให้คำตอบที่ถูกต้อง

3.2 Peclet number คืออะไร เป็นตัวแปรที่บ่งบอกอะไร

3.3 ปรากฏการณ์ Wiggles คืออะไร เกิดขึ้นเมื่อใด

3.4 จงอธิบายถึงปรากฏการณ์ False diffusion เกิดได้อย่างไรและเกิดขึ้นเมื่อใด

3.5 จงอธิบายแนวคิดของ Central differencing scheme, Upwind differencing scheme, Hybrid differencing scheme, Power-law scheme, QUICK scheme ในการหาค่าที่ผิวของ control volume และจงวิจารณ์แต่ละ schemes ในแง่ของคุณสมบัติ Conservativeness, Boundedness, Transportiveness และความถูกต้องในการคำนวณ

3.6 จงอธิบายข้อดีและข้อเสียของการใช้ High order differencing schemes

ข้อที่ 4, ให้เขียนตอบเป็นภาษาไทย (ห้ามลอกภาษาอังกฤษจากหนังสือ)

4.1 จงอธิบายปัญหาในการแก้สมการโมเมนตัมและสมการมวลเพื่อหาสนามความเร็ว และแนวคิดของ algorithm ในการแก้ปัญหาอย่างคร่าวๆ

4.2 จงอธิบายที่มาของการใช้ staggered grid แทนระบบกริด scalar grid แบบเดิม และจงเขียน u-cell, v-cell และ scalar cell ในระบบกริดแบบสองมิติ

4.3 ในการใช้โปรแกรม CFD จำเป็นต้องใส่ค่า Underrelaxation ที่เหมาะสมเสมอเพื่อให้การคำนวณ convergent ถามว่า Underrelaxation คืออะไร ใช้ในการคำนวณอะไร การใส่ค่าที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปมีผลต่อการคำนวณอย่างไร

4.4 SIMPLER, SIMPLEC และ PISO algorithm แต่ละ algorithm มีกระบวนการอะไรที่แตกต่างจาก SIMPLE algorithm

ข้อที่ 5. จงหาสมการเชิงพีชคณิตของสมการนำความร้อนแบบ 1 มิติ

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

โดยใช้วิธี Finite Volume method (เขียนในรูปของ T_{i-1}, T_i, T_{i+1} ที่เวลา n, n-1)

(ก) กรณีใช้ระเบียบวิธี Explicit scheme และเงื่อนไขของ time step

(ข) กรณีใช้ระเบียบวิธี Fully implicit scheme และเงื่อนไขของ time step

(ค) จงอธิบายถึงจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละระเบียบวิธี