สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจำลองการไหลแบบราบเรียบผ่านท่อที่มีหน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน

SIMULATION OF LAMINAR FLOW THROUGH A SUDDEN CONTRACTION AND EXPANSION DUCT

นาย พรพล ศรีมันทยามาศ
MR.PORNPOL SRIMANDHYAMAS
นาย วสันต์ ทวีชาตกุล
MR. WASAN THAWEECHATAKUL
นายสุรสาร เทพศิริ
MR. SURASARN THEPSIRI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36834
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIMULATION OF LAMINAR FLOW THROUGH A SUDDEN CONTRACTION AND EXPANSION DUCT

MR.PORNPOL SRIMANDHYAMAS
MR.WASAN THAWEECHATAKUL
MR.SURASARN THEPSIRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KINGMONGKUT'SINSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การจำลองการไหลแบบราบเรียบผ่านท่อที่มีหน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน
SIMULATION OF LAMINAR FLOW THROUGH A SUDDEN CONTRACTION AND EXPANSION DUCT

ชื่อนักศึกษา นาย พรพล ศรีมันทยามาศ รหัสประจำตัว 39014351
นาย วสันต์ ทวีชาตกุล รหัสประจำตัว 39014468
นาย สุรสาร เทพศิริ รหัสประจำตัว 39014613

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(ผศ.ดร. พงษ์เจต พรหมวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจำลองการไหลแบบราบเรียบผ่านท่อที่มีหน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน
นักศึกษา	นาย พรพล ศรีมันทยามาศ นาย วสันต์ ทวีชาตกุล นาย สุรสาร เทพศิริ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. พงษ์เจต พรหมวงศ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2542

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จะทำการศึกษาถึงการจำลองการไหลแบบราบเรียบผ่านท่อที่มีหน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลันโดยนำวิธีที่เรียกว่าวิธีไฟไนต์โวลุ่ม โดยมีข้อสมมุติฐานเป็นการไหลแบบคงตัว เป็นการไหลแบบราบเรียบ เป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ และเป็นการไหลแบบมีความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	SIMULATION OF LAMINAR FLOW THROUGH A SUDDEN CONTRACTION AND EXPANSION DUCT
Student	Mr.Pornpol Srimandhyamas
	Mr.Wasan Thaweechatakul
	Mr.Surasarn Thepsiri
Thesis Advisor	Dr. Pongjet Promvonge
Degree	Bachelor of Engineering in Mechanical Engineering
Year	1999

ABSTRACT

The project concerns about a study of the simulation of larminar flow through a sudden contraction and expansion duct. The numerical technique that is referred to as the finite volume method is utilized in determining the solution. The solution comprises of the pressure and the velocity in each nodes of the configuration. The steady, laminar, incompressible and viscous fluid flows are assumed throughout the calculation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับ การประยุกต์วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลข แบบ Finite Volumeกับการไหลในท่อจาก ผศ. ดร. พงษ์เจต พรหมวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ทีมงานวิจัยต้องขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อ. มณฑล ใจกุศล ที่ให้ความกรุณาอื้อเฟื้อด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยที่ทันสมัย อีกทั้งยังให้คำแนะนำที่ดีแก่ทีมงานวิจัยซึ่งรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่คอยช่วยเหลือแก้ไขปัญหาบางจุดแก่ทีมงานวิจัย ซึ่งมีส่วนช่วยให้เข้าใจในปัญหานั้นๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆและChiasa Aonuma อีกทั้งทีมงาน CM3ที่คอยให้กำลังใจต่อทีมงานวิจัยอย่างใกล้ชิด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ได้สนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทีมงานวิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นาย พรพล ศรีมันทยามาศ
นาย วสันต์ ทวีชาตกุล
นาย สุรสาร เทพศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	2
กิตติกรรมประกาศ	3
บทที่1 บทนำ	4
1.1 การประยุกต์วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลขแบบ finite volume	4
1.2 สมการที่เกี่ยวข้องของการไหลของของการไหล	4
1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา	5
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	5
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
บทที่2 การนำสมการพื้นฐานมาประยุกต์กับวิธีของ finite volume	6
2.1 สมการพื้นฐานที่นำมาใช้กับวิธี finite volume	6
2.2 Equations of state	8
2.3 สมการ Navier-stokes สำหรับของไหลแบบ Newtonian	9
2.4 รูปแบบอนุรักษ์ของสมการที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล	10
บทที่3 การประยุกต์สมการกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลข	11
3.1 การนำสมการพื้นฐานมาประยุกต์ใช้กับวิธีการของ finite volume	11
3.2 Pressure-Velocity coupling in steady flows	13
3.3 The staggered grid	13
3.4 The momentum equation	14
3.5 The SIMPLE algorithm	15
3.6 ลำดับขั้นตอนของวิธี SIMPLE algorithm	16
3.7 Overrelaxation and underrelaxation	18
3.8 The tri-diagonal matrix algorithm(TDMA)	18
บทที่4 การคำนวณและผลการคำนวณ	21
บทที่5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	26
บรรณานุกรม	27
ภาคผนวก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดง stress components ในทิศทาง X	7
3.1	การไหลในทิศทาง Positive	12
3.2	การแนะนำการใช้เครื่องหมายโดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นกริดและพื้นผิวเซล	14
3.3	ระเบียบวิธี SIMPLE	17
3.4	ขั้นตอนการหาคำตอบโดยวิธี TDMA	20
4.1	แสดงลักษณะของท่อที่ได้ทำการศึกษา	21
4.2	แสดงถึงพิกัดขอบเขตทางเรขาคณิต	21
4.3	flow chart แสดงขั้นตอนการคำนวณโปรแกรม	21
4.4	กราฟแสดงการไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน แบบVectorของความเร็ว	22
4.5	กราฟแสดงContour Plot ของความเร็ว u	23
4.6	กราฟแสดงการไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลันแบบStreamline	24
4.7	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ากับผลเฉลยแม่นตรง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 การประยุกต์วิธีวิเคราะห์เชิงตัวเลขแบบ Finite volume

การใช้ Computational fluid dynamics (CFD) เพื่อที่จะทำนายการไหลของของไหลทั้งภายในและภายนอกได้ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในช่วงที่ผ่านมาโดยอาศัยวิธี Finite volume ที่เป็นการมอง cell เป็นปริมาตรต่อเนื่องและในช่วงปี 1980 การใช้ CFD เพื่อแก้ไขปัญหาการไหลได้เป็นหัวข้อหลักที่สำคัญในการศึกษา ตลอดจนการวิจัยต่างๆ เป็นเวลานาน. เนื่องจากว่า CFD เป็นการวิเคราะห์ระบบที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล ,การถ่ายเทความร้อน และปรากฏการณ์ต่อเนื่อง เช่นปฏิกิริยาทางเคมี เป็นต้น โดยการใช้วิธี Computer-based Simulation . เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพมากและขอบเขตการใช้งานก็สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางทั้งใน Industrial และ Non-industrial areas เช่น

- Aerodynamics
- Hydrodynamics
- Power plant
- Turbomachinery
- Electrical และ electronic engineering
- External and internal environment

สำหรับการคำนวณการไหลของของไหลและการถ่ายเทความร้อน เราสามารถที่จะสร้างสมการหลักจากสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยใช้หลักการพื้นฐานของ Conservation of mass , Momentum equation , Energy equation ซึ่งจะนำไปสู่สมการที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล.

1.2 สมการที่เกี่ยวข้องของการไหลของของไหล

1. มวลของของไหลต้องคงที่
2. อัตราการเปลี่ยนแปลงของ momentum เท่ากับผลรวมของแรงบนอนุภาคของของไหล (กฎข้อที่ 2 ของ นิวตัน)
3. อัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจะเท่ากับผลรวมของการเปลี่ยนแปลงความร้อนและงานที่ทำบนอนุภาคของของไหล (กฎข้อที่ 1 ทาง Thermodynamics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ของของไหลใน 2 มิตินี้ อธิบายโดยสมการ Partial differential equation 4 สมการ คือ mass conservation , X- and Y- momentum equation และ energy equation ที่ได้กล่าวข้างต้น.

สำหรับการไหลในท่อแต่ละแบบจะมีวิธีวิเคราะห์แตกต่างกันซึ่งต่อไปจะแสดงถึงสมการเชิงอนุพันธ์ดังกล่าวและวิธีการประยุกต์วิเคราะห์เชิงตัวเลขเพื่อแก้ปัญหา โดยมีข้อสมมติดังนี้

1. การไหลเป็นแบบอัดตัวไม่ได้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ρ สนามการไหลสามารถแก้ปัญหาได้โดยการพิจารณา mass conservation และ momentum equation เท่านั้น.
2. การไหลเป็นแบบคงตัว
3. การไหลเป็นแบบราบเรียบ
4. การไหลเป็นแบบมีความหนืด

1.3 จุดประสงค์ของการศึกษา

เพื่อที่จะคำนวณหาลักษณะการไหลโดยทั่วไป ดังนั้นจำเป็นต้องแก้สมการเชิงอนุพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม.

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ทำการศึกษาระเบียบวิธี finite volume โดยใช้ข้อสมมติฐานเบื้องต้นและใช้พิกัด cartesian เพื่อแก้ปัญหาสมการโมเมนตัมและสมการต่อเนื่อง.
2. ใช้วิธี Upwind scheme ในการประมาณค่าความเร็วที่ตำแหน่งต่างๆ ของ convection term
3. ใช้วิธีการ SIMPLE method เพื่อแก้ปัญหาของความเร็วและความดันควบคู่กัน.
4. นำคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณโดยใช้ภาษาฟอร์แทรนเพื่อหาค่าความดันและความเร็วของของไหลที่ตำแหน่งต่างๆ ที่กำหนดขึ้น.

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ภาคเรียนที่ 1

1. ทำการศึกษาสมการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้แก่ สมการโมเมนตัม , สมการต่อเนื่อง
2. ทำการศึกษาระเบียบวิธี finite volume และวิธีการประมาณค่าในแต่ละ scheme
3. ศึกษาถึงขั้นตอนวิธีการ SIMPLE method และวิธี Tri-diagonal matrix algorithm (TDMA)
4. นำสมการพื้นฐานมาประยุกต์กับวิธี finite volume

ภาคเรียนที่ 2

1. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาฟอร์แทรน.
2. เปรียบเทียบผลที่ได้กับค่า Exact solution และแสดงผลการคำนวณด้วยกราฟ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การนำสมการพื้นฐานมาประยุกต์กับวิธีของ finite volume

2.1 สมการพื้นฐานที่นำมาใช้กับวิธี finite volume

1. สมการอนุรักษ์มวล

Rate of increase of mass in fluid element	=	Net rate of flow of mass into fluid element

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}\,(\rho \mathbf{u}) = 0 \qquad (2.1)$$

สมการ (2.1) เป็น unsteady , three dimensional mass conservation หรือสมการต่อเนื่อง โดยของไหลเป็นของไหลอัดตัวได้ สำหรับของไหลแบบอัดตัวไม่ได้และแบบ steady จะได้สมการใหม่เป็น

$$\text{div}\,(\rho \mathbf{u}) = 0 \qquad (2.2)$$

2. สมการอนุรักษ์โมเมนตัม

Rate of increase of momentum of fluid particle	=	Sum of forces on fluid particle

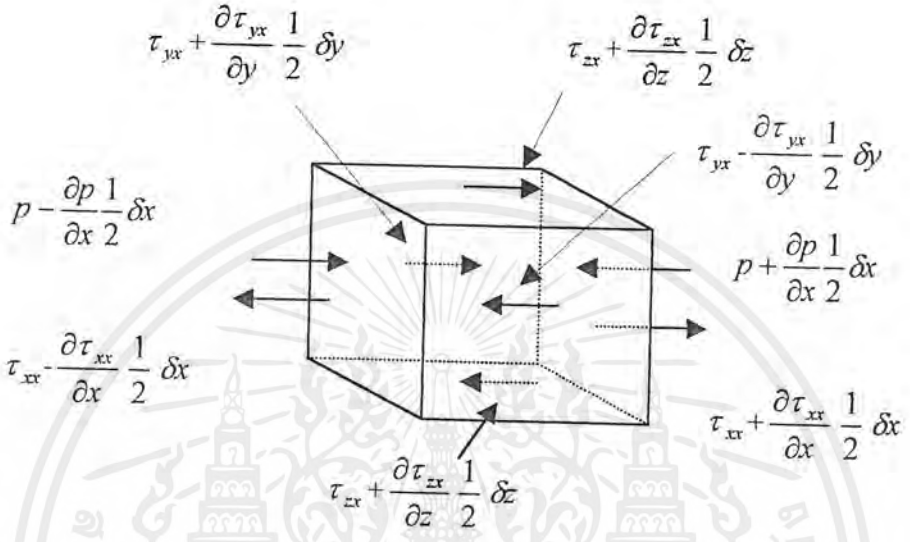
อัตราการเพิ่มขึ้นของ X- , Y- momentum ต่อ ปริมาตรหนึ่งหน่วยของ อนุภาคของของไหล ถูกกำหนดขึ้นโดย

$$\rho \frac{Du}{Dt} \qquad \rho \frac{Dv}{Dt}$$

แรงที่กระทำบนอนุภาคของของไหลแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **surface forces** - pressure forces
   - viscous forces
2. **body forces** - gravity force
   - centrifugal force
   - Coriolis force
   - Electromagnetic force



รูปที่ 2.1 แสดง stress components ในทิศทาง X

พิจารณา X- components ของแรงในตัวแปรของความดัน P และ stress components τ_{xx}, τ_{yx} และ τ_{zx} ดังแสดงเอาไว้ในรูปที่ 2.1. แรงสุทธิในทิศทาง X จะเท่ากับผลรวมของแรงที่กระทำในทิศทางนั้นบนอนุภาคของของไหล.

ด้านตะวันออกและตะวันตกของอนุภาค (E,W) จะได้

$$\left[\left(p-\frac{\partial p}{\partial x}\frac{1}{2}\delta x\right)-\left(\tau_{xx}-\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}\frac{1}{2}\delta x\right)\right]\delta y\delta z+\left[-\left(p+\frac{\partial p}{\partial x}\frac{1}{2}\delta x\right)+\left(\tau_{xx}+\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}\frac{1}{2}\delta x\right)\right]\delta y\delta z$$
$$=\left(-\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}\right)\delta x\delta y\delta z \qquad (2.3)$$

แรงสุทธิในทิศทาง X ทางด้านเหนือและใต้ (N,S) คือ

$$-\left(\tau_{yx}-\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}\frac{1}{2}\delta y\right)\delta x\delta z+\left(\tau_{yx}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}\frac{1}{2}\delta y\right)\delta x\delta z=\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}\delta x\delta y\delta z \qquad (2.4)$$

และแรงสุทธิในทิศทาง X ทางด้านบนและด้านล่าง (T,B) ได้แก่

$$-\left(\tau_{zx}-\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}\frac{1}{2}\delta z\right)\delta x\delta y+\left(\tau_{zx}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}\frac{1}{2}\delta z\right)\delta x\delta y=\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}\delta x\delta y\delta z \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงลัพธ์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของของไหลเท่ากับผลรวมของสมการ (2.3), (2.4) และ (2.5) หารด้วยปริมาตร $\delta x \delta y \delta z$:

$$\frac{\partial(-p+\tau_{xx})}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} \qquad (2.6)$$

สำหรับ body forces นั้นไม่ได้พิจารณาในรายละเอียด. ผลกระทบทั้งหมดสามารถถูกรวมเข้าไปโดยการกำหนด source term (S_{Mx}) ของทิศทาง X –momentum

สมการอนุรักษ์โมเมนตัมในทิศทาง X หาได้โดยการให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของ X-momentum ของอนุภาคของของไหล (2.3) เท่ากับแรงรวมในทิศทาง X บนอนุภาคในรูปของความเค้นเฉือน (2.6) บวกอัตราการเพิ่มของ X-momentumในรูปของ source term :

$$\rho\frac{Du}{Dt}=\frac{\partial(-p+\tau_{xx})}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}+S_{Mx} \qquad (2.7)$$

ในทำนองเดียวกับสมการอนุรักษ์โมเมนตัมในทิศทาง Y จะได้

$$\rho\frac{Dv}{Dt}=\frac{\partial(-p+\tau_{yy})}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z}+S_{My} \qquad (2.8)$$

2.2 Equations of state

จากการเคลื่อนที่ของของไหลชนิดใดๆ ใน 2 มิติ ถูกอธิบายโดยสมการ Partial differential ทั้ง 4 สมการนั้น. ตัวแปรที่ไม่ทราบค่าประกอบไปด้วย ρ, p, i, T ซึ่งเป็นตัวแปรทางเทอร์โมไดนามิค.ในการอธิบายอย่างสั้นๆ นี้ เราจะแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรทั้ง 4 นี้. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทาง Thermodynamics สามารถได้รับผ่านการสมมติของความสมดุลทางเทอร์โมไดนามิค.

ความเร็วของของไหลอาจจะมีค่ามาก,แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าน้อยเพียงพอ,ถึงแม้ว่าคุณสมบัติของอนุภาคของของไหลจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง,ของไหลสามารถปรับตัวมันเองเข้าสู่เงื่อนไขใหม่อย่างรวดเร็วพอกับที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน. ดังนั้นของไหลจะยังคงอยู่ในสมดุลทางเทอร์โมไดนามิคอยู่เสมอ.

ในการอธิบายสภาพของสสารในความสมดุลทางเทอร์โมไดนามิค โดยอาศัยเพียงตัวแปร 2 ตัว. Equation of state แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอื่นๆ ที่มีต่อตัวแปรสภาวะ 2 ค่า. ถ้าเราใช้ ρ, T เป็นตัวแปรสภาวะ จะได้ state equation สำหรับ P และ พลังงานภายใน i

$$P = P(\rho, T) \qquad i = i(\rho, T) \qquad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นสำหรับก๊าซสมบูรณ์ equation of state ได้แก่

$$P = \rho RT \qquad i = C_V T \tag{2.10}$$

การไหลของของเหลวและก๊าซที่มีความเร็วต่ำจะเสมือนกับเป็นของไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ทำให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นมีผลทำให้ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างสมการพลังงานกับสมการอนุรักษ์มวลและสมการอนุรักษ์โมเมนตัม. สนามการไหลสามารถแก้ปัญหาได้โดยการพิจารณาสมการอนุรักษ์มวลและสมการอนุรักษ์โมเมนตัม ก็เพียงพอ. สมการพลังงานจะจำเป็นเพียงการแก้ปัญหาควบคู่กันไปกับสมการอื่นๆ ถ้าปัญหามีส่วนเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน

2.3 สมการ Navier-stokes สำหรับของไหลแบบ Newtonian

สมการที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบของ viscous stress ที่ไม่ทราบค่า τ_{ij}. รูปแบบที่ใช้งานส่วนมากของสมการอนุรักษ์สำหรับการไหลของของไหลจะถูกได้รับโดยการแนะนำต้นแบบที่สะดวกสำหรับ τ_{ij}. ในการไหลของของไหลโดยมาก viscous stress สามารถถูกแทนโดยฟังก์ชั่นของอัตราการเปลี่ยนรูป (หรืออัตราความเครียด).

การประยุกต์สมการโดยภายใต้การสมมติที่ว่าของไหลเป็น isotropic. อัตราการเปลี่ยนแปลงรูปเชิงเส้นของอนุภาคของของไหลมี 9 องค์ประกอบใน 3 ทิศทาง ได้แก่

$$e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad e_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad e_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z}$$
$$e_{xy} = e_{yx} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right), \quad e_{xz} = e_{zx} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right)$$
$$e_{yz} = e_{zy} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right) \tag{2.11}$$

การเปลี่ยนรูปเชิงปริมาตรสามารถหาได้โดยสมการ

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = div\ \mathbf{u} \tag{2.12}$$

สำหรับของไหล newtonian , viscous stress ได้ส่วนต่ออัตราการเปลี่ยนรูป. รูปแบบ 3 มิติของกฎของนิวตันของความหนืดสำหรับการไหลแบบอัดตัวได้เกี่ยวข้องกับความได้สัดส่วนของค่าคงที่ 2 ค่า : ค่าแรกได้แก่ ความหนืด μ ,สัมพันธ์ต่อความเค้นกับการเปลี่ยนรูปเชิงเส้น และความหนืดอย่างที่สอง λ ,สัมพันธ์ต่อความเค้นกับการเปลี่ยนรูปเชิงปริมาตร. องค์ประกอบของ viscous stress 9 ค่า, ซึ่ง 6 ค่า ใน 9 ค่า เป็นอิสระ คือ

$$\tau_{xx} = 2\mu\frac{\partial u}{\partial x} + \lambda\ div\ \mathbf{u}, \quad \tau_{yy} = 2\mu\frac{\partial v}{\partial y} + \lambda\ div\ \mathbf{u}, \quad \tau_{zz} = 2\mu\frac{\partial w}{\partial z} + \lambda\ div\ \mathbf{u}$$
$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \mu\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right), \quad \tau_{xz} = \tau_{zx} = \mu\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right)$$
$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = \mu\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right) \tag{2.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความหนืดอย่างที่สอง λ ไม่เป็นที่รู้จักมากนัก ,เพราะว่าผลกระทบของมันมีค่าน้อยมาก. สำหรับก๊าซ การประมาณค่าสำหรับใช้งานของ ความหนืดหาได้จากสมการ $\lambda = -\frac{2}{3}\mu$.ของเหลวเป็นแบบอัดตัวไม่ได้ดังนั้นสมการอนุรักษ์มวลคือ $div\ \mathbf{u} = 0$ และ viscous stress จะมีค่าเป็นสองเท่าของอัตราการเปลี่ยนรูปเชิงเส้นคูณกับความหนืด μ

แทนค่าความเค้นเฉือน (2.13) ลงใน (2.17) และ (2.18) จะได้ สมการ Navier-stokes

$$\rho\frac{Du}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial\left[2\mu\frac{\partial u}{\partial x} + \lambda\ div\ u\right]}{\partial x} + \frac{\partial\left[\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right]}{\partial y} + \frac{\partial\left[\mu\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right)\right]}{\partial z} + S_{Mx}$$

$$\rho\frac{Dv}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial\left[2\mu\frac{\partial v}{\partial y} + \lambda\ div\ u\right]}{\partial y} + \frac{\partial\left[\mu\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right]}{\partial x} + \frac{\partial\left[\mu\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right)\right]}{\partial z} + S_{My}$$

สมการ Navier-stokes สามารถถูกเขียนในรูปแบบใช้งานโดยส่วนมากสำหรับการประยุกต์ของระเบียบวิธี finite volume :

$$\rho\frac{Du}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + div(\mu\ grad\ u) + S_{Mx} \qquad (2.14)$$

$$\rho\frac{Dv}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial y} + div(\mu\ grad\ v) + S_{My} \qquad (2.15)$$

2.4 รูปแบบอนุรักษ์ของสมการที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล

Mass $$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho U) = 0 \qquad (2.16)$$

X-momentum $$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + div(\rho u U) = -\frac{\partial p}{\partial x} + div(\mu\ grad\ u) + S_{Mx} \qquad (2.17)$$

Y-momentum $$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + div(\rho v U) = -\frac{\partial p}{\partial y} + div(\mu\ grad\ v) + S_{My} \qquad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การประยุกต์สมการกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

3.1 การนำสมการพื้นฐานมาประยุกต์ใช้กับวิธีการของ Finite volume

สมการพื้นฐานที่นำมาใช้กับวิธีการของ Finite volume มีดังต่อไปนี้คือ

(1) Mass

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho u) = 0 \tag{3.1}$$

(2) X-momentum

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + div(\rho u u) = -\frac{\partial p}{\partial x} + div(\mu \quad grad \quad u) + S_{Mx} \tag{3.2}$$

(3) Y-momentum

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + div(\rho v u) = -\frac{\partial p}{\partial y} + div(\mu \quad grad \quad v) + S_{My} \tag{3.3}$$

เมื่อพิจารณา Convection Diffusion and Source term จะได้

$$div(\rho v \phi) = div(\Gamma \quad grad \quad \phi) + S_{\phi} \tag{3.4}$$

จากสมการที่ (3.4) จะประกอบไปด้วย 3 เทอม ซึ่งประกอบด้วย

(1) Convection term ใช้ Upwind scheme ในการประมาณค่า ซึ่งจะมี 2 กรณี คือ

Case 1 Positive direction $u_w > 0, \quad u_e > 0 (F_w > 0, F_e > 0),$

จากระเบียบวิธีของ Upwind กำหนดให้

$$\phi_w = \phi_W \quad and \quad \phi_e = \phi_E$$

และจากการ discretised สมการ จะได้

$$F_e\phi_p - F_w\phi_W = D_e(\phi_E - \phi_p) - D_w(\phi_p - \phi_w) \tag{3.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (3.5) เมื่อจัดรูปใหม่จะได้

$$[(D_w + F_w) + D_e + (F_e - F_w)]\phi_p = (D_w + F_w)\phi_w + D_e\phi_E \tag{3.6}$$

Case 2 Negative direction $u_w < 0$, $u_e < 0 (F_w < 0, F_e < 0)$,

จากระเบียบวิธีของ Upwind กำหนดให้

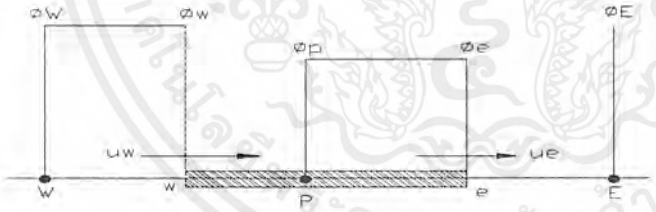
$$\phi_w = \phi_P \quad and \quad \phi_e = \phi_E$$

และจากการ discretised สมการ จะได้

$$F_e\phi_E - F_w\phi_P = D_e(\phi_E - \phi_p) - D_w(\phi_p - \phi_W) \tag{3.7}$$

จากสมการ (3.7) เมื่อจัดรูปใหม่จะได้

$$[(D_w + (D_e - F_w) + (F_e - F_w)]\phi_p = D_w\phi_W + (D_e - F_e)\phi_E \tag{3.8}$$



รูปที่ 3.1 การไหลในทิศทาง Positive

(2) Diffusion term จะหาค่าโดยใช้วิธีของ Central difference

(3) Source term คือ ส่วนที่เหลือจากการจัดสมการที่ไม่ได้อยู่ใน Convection term และ Diffusion term

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Pressure-Velocity Coupling in Steady Flows

เมื่อพิจารณาสมการการไหลแบบราบเรียบในสภาวะคงตัวและเป็นแบบสองมิติ สมการโมเมนตัมจะเป็นต่อไปนี้

X-momentum

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uu)+\frac{\partial}{\partial y}(\rho vu)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial u}{\partial y}\right)-\frac{\partial p}{\partial x}+S_u \tag{3.9}$$

Y-momentum

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uv)+\frac{\partial}{\partial y}(\rho vv)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial v}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial v}{\partial y}\right)-\frac{\partial p}{\partial x}+S_v \tag{3.10}$$

Continuity equation

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u)+\frac{\partial}{\partial y}(\rho v)=0 \tag{3.11}$$

เมื่อพิจารณาทั้งสามสมการข้างต้นจะพบว่า

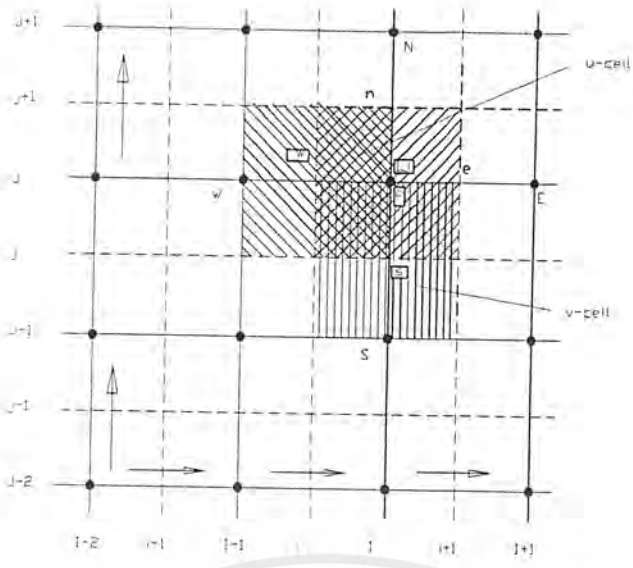
1).ในสมการโมเมนตัมส่วนของ Convection term จะมีส่วนที่ไม่เป็นเชิงเส้นอยู่ เช่น ρu^2

2).ทั้งสามสมการสัมพันธ์กัน เพราะความเร็วเป็นส่วนประกอบของทั้งสามสมการและมีส่วนของความดันปรากฏอยู่ทั้งสองสมการของสมการโมเมนตัม แต่ไม่มีสมการที่เกี่ยวข้องกันกับความดันโดยตรงจะเห็นได้ว่าจากทั้งสองปัญหาข้างต้นจะเกี่ยงข้องกันแบบไม่เป็นเชิงเส้น และจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความเร็ว จะสามารถแก้ปัญหาได้โดยการลองผิดลองถูกหรือ Iteration

3.3 The staggered grid

จุดประสงค์ของการใช้ Staggered grid ก็เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาการเกิด Checker-board ซึ่งจะทำให้ค่าสนามความเร็วกวัดแกว่งทั้งสองทิศทาง ทำให้โมเมนตัมเป็นศูนย์และทำให้พฤติกรรมนี้ไม่เป็นไปตามความเป็นจริง การแก้ไขทำได้โดยใ ช้ Staggered grid สำหรับส่วนประกอบของความเร็วคือ จะเป็นการวางตำแหน่งของความเร็วและความดันให้อยู่คนละจุดกันโดยปกติจะคำนวณหาความเร็วที่ตรงกลางโหนด และจะแบ่งกริดให้แตกต่างกันโดยแยกพิจารณาเป็นกริดความเร็วและกริดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การแนะนำการใช้เครื่องหมายโดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นกริดและพื้นผิวเซล

3.4 The momentum equation

ในสมการโมเมนตัมจะพบว่ามี Pressure gradient term และจากการ Discretised สมการในทิศทาง x จะได้

$$a_e u_e = \sum a_{nb} u_{nb} + b + (p_p - p_E) A_e \tag{3.12}$$

จากสมการนี้จำนวนเทอมของจุดข้างเคียงจะขึ้นอยู่กับมิติของปัญหาที่กำลังพิจารณา สำหรับในกรณีของปัญหาที่เป็นสองมิตินั้นจะมีจุดข้างเคียงของ u สี่จุดรอบนอกของปริมาตรควบคุม ถ้าเป็นกรณีของปัญหาสามมิติ u จะประกอบด้วย จุดข้างเคียงหกจุดโดยสัมประสิทธิ์ของจุดข้างเคียงของ $\sum a_{nb} u_{nb}$ จะรวมทั้งการพาความร้อนและการกระจายของความร้อน ส่วน b จะแทน Source term แต่ว่า Pressure gradient ไม่ได้ประกอบอยู่ใน Source term กำหนดให้ในเทอมของ $(p_p - p_E) A_e$ คือความดันที่กระทำกับปริมาตรควบคุม A_e เป็นพื้นที่ที่ถูกกระทำจากความดันที่แตกต่างกันสำหรับในกรณีเป็นสองมิติ A_e จะแทนด้วย $\Delta yx1$ แต่ถ้าเป็นในกรณีของสามมิติ A_e จะแทนด้วย $\Delta y \Delta x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการโมเมนตัมในทิศทางอื่น ๆ ก็หาได้ในทำนองเดียวกัน สำหรับในทิศทาง y จากการ Discretised จะได้

$$a_n v_n = \sum a_{nb} v_{nb} + b + (p_P - p_N) A_n \tag{3.13}$$

โดยที่ $(p_p - p_N)A_n$ เป็น Pressure force สำหรับกรณีของสามมิติก็สามารถหาได้โดยให้ w เป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งของความเร็ว สมการโมเมนตัมสามารถหาคำตอบได้จากการประมาณสนามความดันซึ่งเราจะได้กล่าวต่อไป

3.5 The SIMPLE algorithm

SIMPLE(Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equation)จะเป็นการเดาค่าของความดันบน Stagger grid โดยพิจารณาเป็นการไหลแบบราบเรียบในสภาวะคงตัวและเป็นแบบสองมิติในพิกัดของ Cartesian โดยให้สนามความดัน p^* เป็นค่าที่ถูกเดามาจากการ Discretised สมการโมเมนตัม โดยใช้สนามความดันและส่วนประกอบของความเร็ว u^* และ v^* จะได้

$$a_e u_e^* = \sum a_{nb} u_{nb}^* + b + (p_P^* - p_E^*) A_e \tag{3.14}$$

$$a_n v_n^* = \sum a_{nb} v_{nb}^* + b + (p_P^* - p_E^*) A_n \tag{3.15}$$

จุดหมายคือการหาทางปรับค่าความดัน p^* ที่ได้จากการเดาค่าโดยจะให้ค่าของสนามความเร็ว v^* เข้าใกล้ค่าที่เป็นจริงอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับสมการความต่อเนื่องโดย Correct pressure สามารถหาได้จาก

$$p = p^* + p' \tag{3.16}$$

โดยที่ p' เรียกว่า Pressure correction ซึ่งเป็นค่าผลต่างของความดันที่คำนวณได้ใหม่กับค่าความดันที่ใช้คำนวณครั้งก่อน ในทำนองเดียวกัน Velocity correction และ u' v' สามารถหาได้จากวิธีการเดียวกันดังนั้นจะได้

$$u = u^* + u' \tag{3.17}$$

$$v = v^* + v' \tag{3.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าลบสมการ (3.14) จากสมการ (3.12) จะได้

$$a_e u_e' = \sum a_{nb} u_{nb}' + b + (p_P' - p_E')A_e \tag{3.19}$$

จะตัดเทอมของ $\sum a_{nb} u_{nb}'$ ออกไปจากสมการ (1.12) จะได้เป็น

$$a_e u_e' = (p_p' - p_E')A \tag{3.20}$$

กำหนดให้ $d_e = \frac{A_e}{a_e}$ จะได้

$$u_e' = d_e(p_p' - p_E') \tag{3.21}$$

สมการ (3.14) เราเรียกว่า Velocity correction สามารถเขียนได้เป็น

$$u_e = u_e^* + d_e(p_p' - p_E') \tag{3.22}$$

$$v_n = v_n^* + d_n(p_p' - p_E') \tag{3.23}$$

3.6 ลำดับขั้นตอนของวิธี SIMPLE algorithm

(1) เดาค่าสนามความดัน p^*

(2) แก้สมการโมเมนตัม เช่น สมการที่ (1.14)-(1.15) จะได้ u^* v^*

(3) แก้สมการของ p'

(4) คำนวณหาค่า p จากสมการ (3.16)

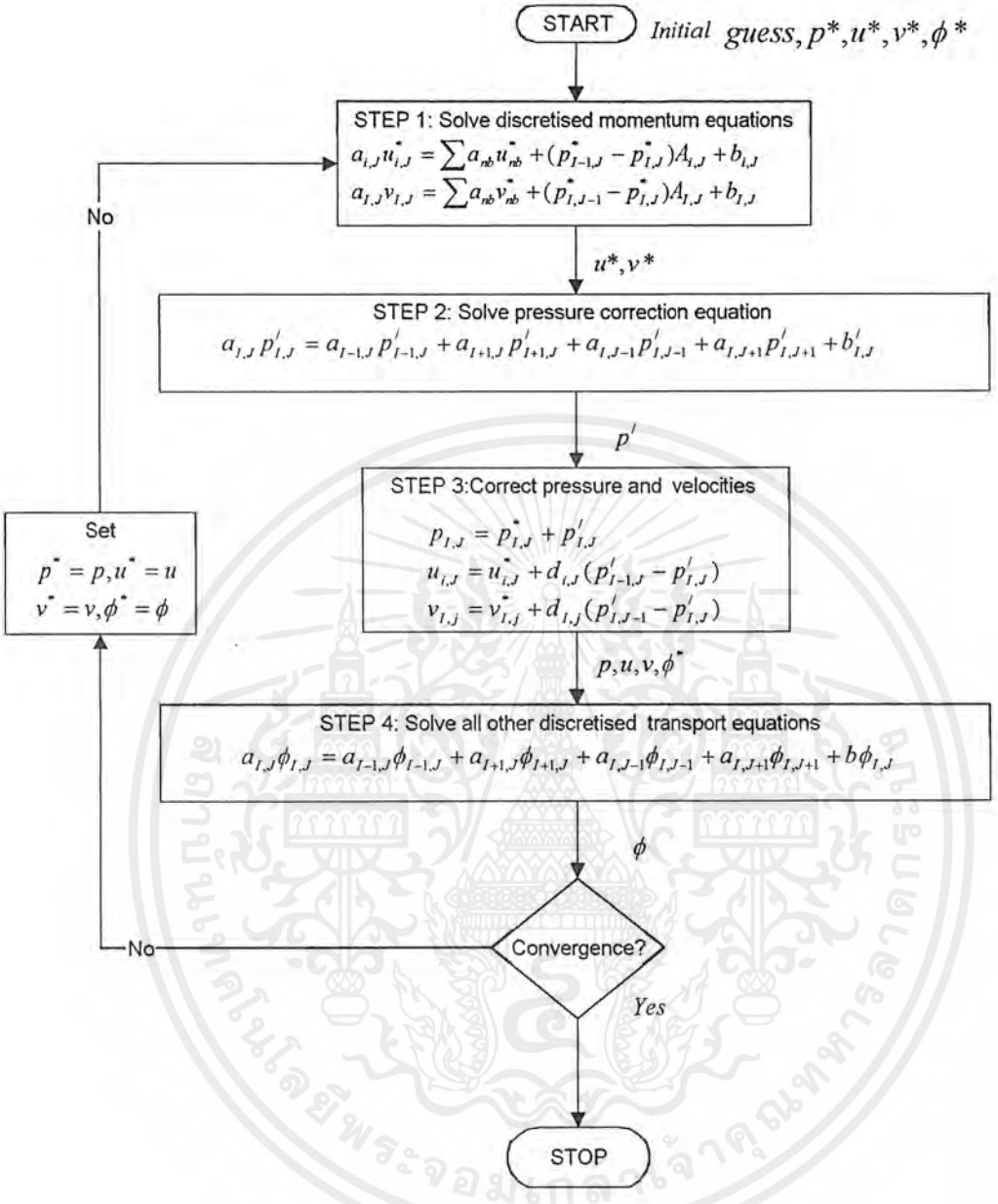
(5) คำนวณหา u,v, จากสมการที่มีเครื่องหมายดาว โดยใช้สูตรของ Velocity correction สมการที่ (3.22)-(3.23)

(6) แก้สมการหาค่าอื่นๆ Φ's เช่น อุณหภูมิ ถ้ามันมีผลต่อสนามของการไหล

(7) หาค่า p จากการเดาค่าใหม่ของ p^* แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่สองใหม่และทำไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าจะลู่เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.3 ระเบียบวิธี SIMPLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36834

3.7 Overrelaxation and Underrelaxation

Overrelaxation และ Underrelaxation คือ การเร่งหรือการหน่วงการ Iteration จากค่าหนึ่งไปยังอีกค่าหนึ่งแต่ว่าการใช้ Underrelaxation จะนิยมนำมาใช้กับปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้นทั่วไปเพื่อป้องกันการลู่ออกของคำตอบซึ่งการใช้จะอยู่ในรูป

$$p^{new} = p^{*} + \alpha_p p' \tag{3.24}$$

ตัวประกอบความดันและความเร็วแก้ไขจะเป็นศูนย์เมื่อ $p^{*} = p$, $u^{*} = u$ และ $v^{*} = v$ ในทำนองเดียวกันที่ส่วนประกอบความเร็วจะเขียนได้เป็น

$$u^{new} = \alpha_u u + (1 - \alpha_u) u^{(n-1)} \tag{3.25}$$

$$v^{new} = \alpha_v u + (1 - \alpha_v) v^{(n-1)} \tag{3.26}$$

ค่า α นั้นเกิดค่าที่เหมาะสมได้โดยการทดลองถ้าค่า α มีค่ามากไปก็จะทำให้เกิดการกวัดแกว่งและเกิดการลู่ออก แต่ถ้าค่าของ α น้อยไปจะทำให้การลู่ออกช้านั่นเอง

3.8 The tri-diagonal matrix algorithm (TDMA)

ในการพิจารณาปัญหาของการไหลของของไหลในท่อที่แบ่งเป็นกริด จะได้สมการซึ่งสามารถจัดในรูปของ matrix ได้ ซึ่งจะใช้วิธี TDMA (Tri-Diagonal Matrix Algorithm) ในการแก้ matrix เพื่อให้ได้คำตอบที่เราต้องการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พิจารณาระบบสมการ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปแบบต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
\phi_1 &= C_1 \\
-\beta_2\phi_1 + D_2\phi_2 - \alpha_2\phi_3 &= C_2 \\
-\beta_3\phi_2 + D_3\phi_3 - \alpha_3\phi_4 &= C_3 \\
-\beta_4\phi_3 + D_4\phi_4 - \alpha_3\phi_4 &= C_4 \\
. \quad . \quad . \quad . \quad . &= \ldots . \\
-\beta_n\phi_{n-1} + D_n\phi_{n4} - \alpha_n\phi_{n+1} &= C_n \\
\phi_{n+1} &= C_{n+1}
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาสมการทั่วไปจะเห็นว่าค่า ϕ_1 และ ϕ_{n+1} เป็นค่าของเงื่อนไขที่ขอบที่รู้ค่าสมการจะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปทั่วไปคือ

$$-\beta_j\phi_{j-1} + D_j\phi_j - \alpha_j\phi_{j+1} = C_j \tag{3.27}$$

สำหรับ ϕ_2 และ ϕ_n สามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ต่อไปนี้

$$\phi_2 = \frac{\alpha_2}{D_2}\phi_3 + \frac{\beta_2}{D_2}\phi_1 + \frac{C_2}{D_2}$$

$$\phi_3 = \frac{\alpha_3}{D_3}\phi_4 + \frac{\beta_3}{D_3}\phi_2 + \frac{C_3}{D_3}$$

.....

$$\phi_n = \frac{\alpha_n}{D_n}\phi_{n+1} + \frac{\beta_n}{D_n}\phi_{n-1} + \frac{C_n}{D_n} \tag{3.28}$$

ในขั้นตอนการหาคำตอบจะใช้วิธี การแทนค่ากลับ (back-substitution) คือเอาค่าในตำแหน่ง n-1 มาแทนในตำแหน่ง n เพื่อที่จะหาค่าในตำแหน่งที่ n นั่นเอง จะสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\phi_3 = A_3\phi_4 + C_3'$$

โดยที่

$$A_3 = \frac{\alpha_3}{D_3 - \beta_3 A_2} \quad \text{และ} \quad C_3' = \frac{\beta_3 C_2' + C_3}{D_3 - \beta_3 A_2}$$

จะสามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$\phi_j = A_j\phi_{j+1} + C_j' \tag{3.29}$$

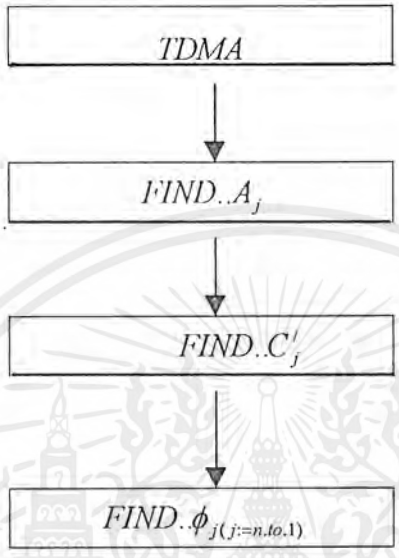
โดยที่

$$A_j = \frac{\alpha_j}{D_j - \beta_j A_{j-1}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_j' = \frac{\beta_j C_j' + C_j}{D_j - \beta_j A_{j-1}}$$

สำหรับในการแก้สมการหาค่า ϕ จะเริ่มการหาค่า A_j และ C_j' สำหรับทุกค่าของ j (j=1 ถึง n) แล้วจึงหาค่า ϕ ย้อนกลับจาก ϕ_n ไปหา ϕ_1 นั่นเอง หรือสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



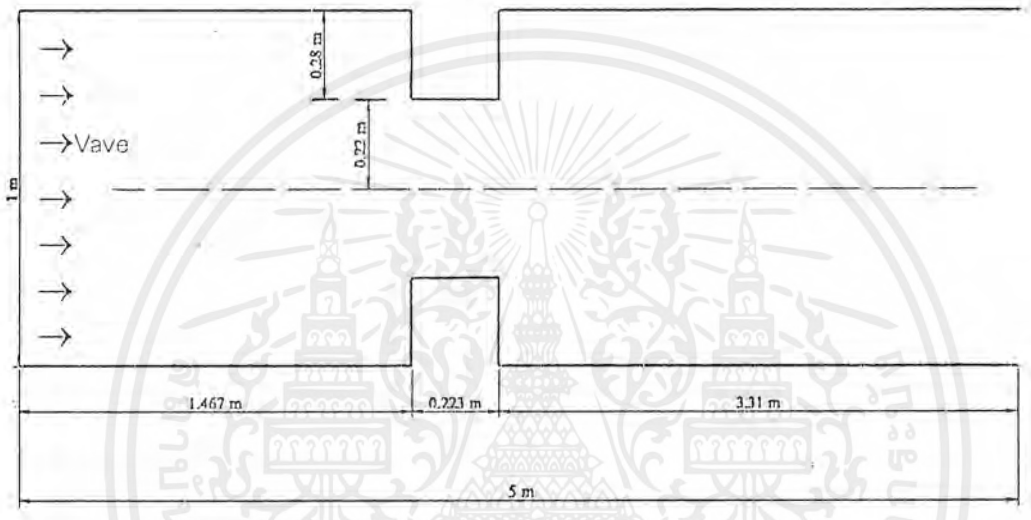
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการหาคำตอบโดยวิธี TDMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 (1)

ค่ารคำนวณและผลการคำนวณ

ลักษณะของงานที่ได้ทำการศึกษาจะเป็นแบบ parallel flow 2 มิติ ดังแสดงในรูปข้างล่าง และได้ทำการsetค่าcomputational domainไว้ดังนี้



รูปที่ 4.1แสดงลักษณะของท่อที่ได้ทำการศึกษา

ในการคำนวณการไหลแบบราบเรียบผ่านท่อที่มีหน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน มีข้อสมมติฐานเป็นการไหลแบบราบเรียบ เป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้และเป็นการไหลแบบมีความหนืดโดยมีค่าคุณสมบัติของของไหลดังนี้

ความยาวท่อ	= 5 m
ความกว้างท่อ	= 0.5 m
ความหนาแน่นของของไหล	= 1.3 kg/m 3
ค่า Reynolds Number	= 600
ค่าความเร็วในทิศทางแกน X เริ่มต้น	= (600*21*10 -6)/(1.3*0.5) = 0.0193 m/s
ค่าความเร็วในทิศทางแกน Y เริ่มต้น	= 0 m/s
ค่าความหนืดของของไหล	= 21*10 -6 N*s/m 2
จำนวนกริดตามแกน X (ip)	= 202
จำนวนกริดตามแกน Y (jp)	= 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

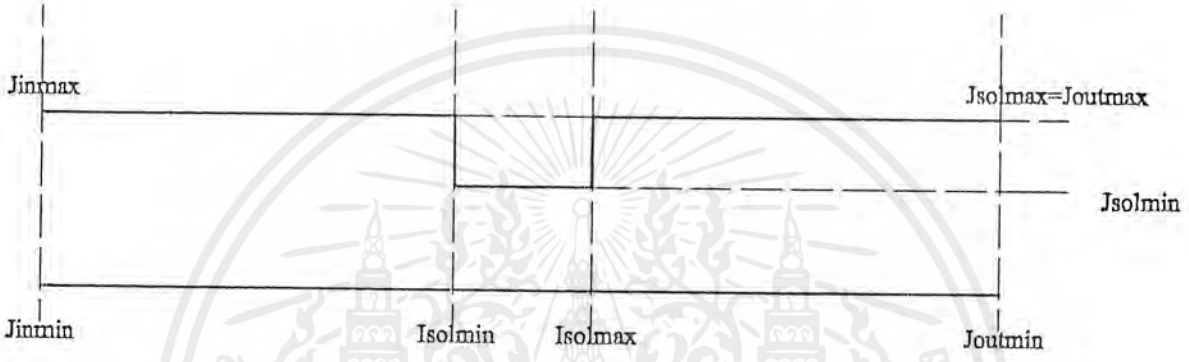
Boundary Condition

ความเร็วในทิศทางแกน X ที่ขอบ = 0

ความเร็วในทิศทางแกน Y ที่ขอบ = 0

เกรเดียน(gradient) ของความเร็วที่ทางออก = 0

The geometrical boundary coordinates แสดงดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 4.2แสดงถึงพิกัดขอบเขตทางเรขาคณิต

ค่าของพิกัดต่างๆที่ได้ทำการเซตไว้มีดังนี้

Jinmin = 2

Jinmax = jp-1

Joutmin = 2

Joutmax = jp-1

Isolmin = 60

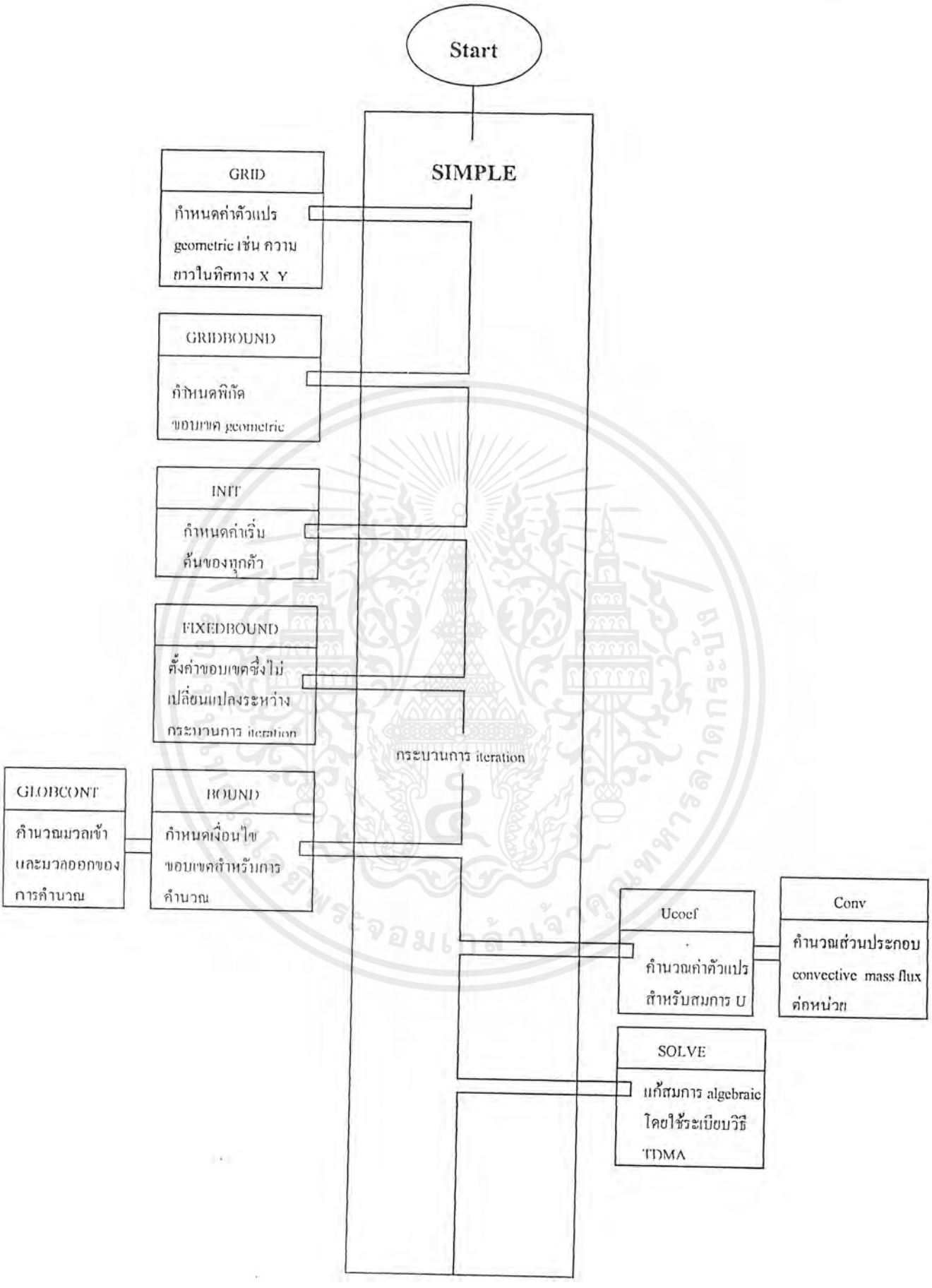
Isolmax = 70

Jsolmin = (jp-10)/2

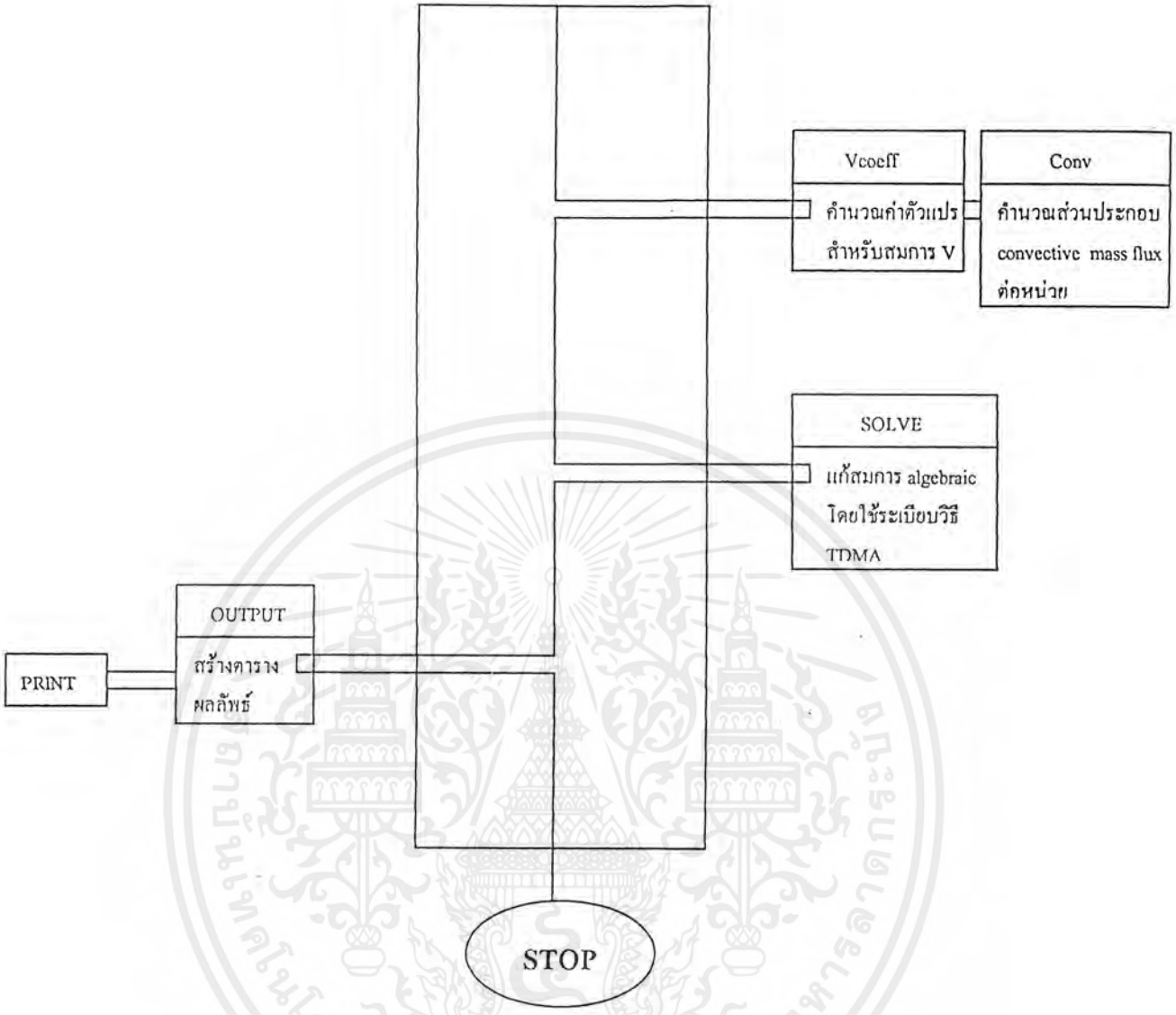
Jsolmax = jp-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณแสดงได้ดัง Flow Chart ต่อไปนี้



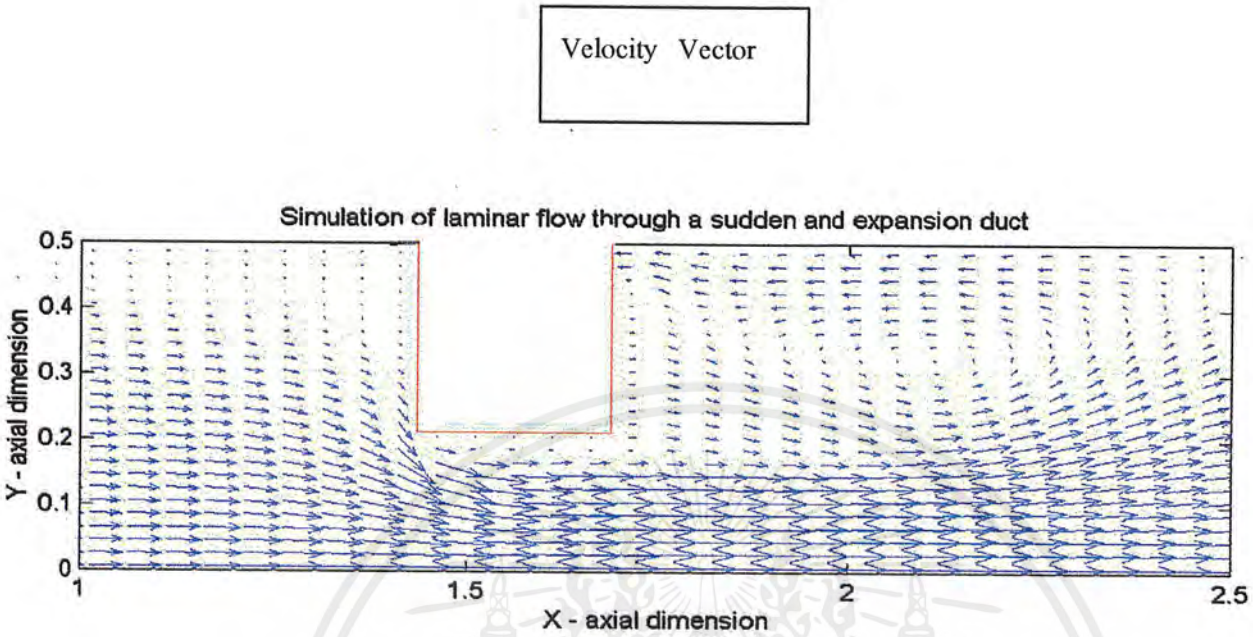
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 flow chart แสดงขั้นตอนการคำนวณโปรแกรม

เมื่อได้ทำการรันโปรแกรมที่มีค่าคุณสมบัติต่างๆตามที่กำหนดเอาไว้แล้วก็จะได้ผลแสดงค่าความเร็ว u , v ในทิศทางตามแนวแกน x และ แนวแกน y ซึ่งได้แสดงไว้ในส่วนของภาคผนวก ในหน้าถัดไปนี้จะเป็นกราฟแสดงผลการคำนวณดังต่อไปนี้

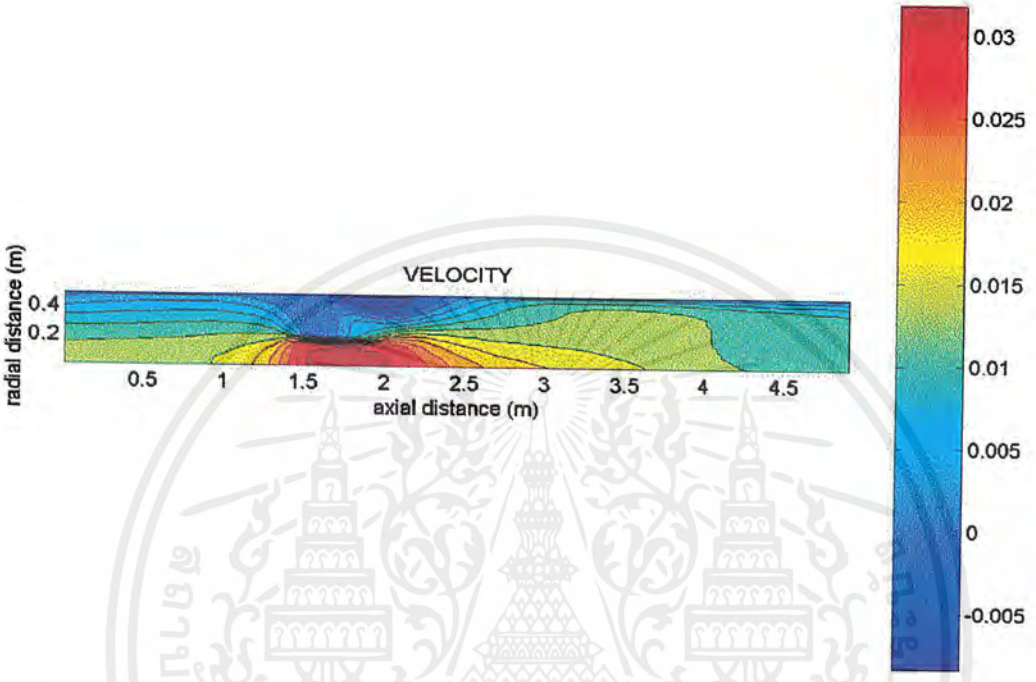
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลัน แบบVectorของความเร็ว

เมื่อพิจารณาการไหลในท่อดังรูปที่ 4.4 ในที่นี้ บริเวณทางเข้าของของไหลผ่านแบบจำลองนี้จะเป็น Uniform Velocity จนได้ความเร็วที่เป็น Fully-develop ตรงบริเวณที่เข้าใกล้ Block ที่กั้นทางผ่านของของไหลและจะเกิดการไหลวนของความเร็วเกิดขึ้นที่บริเวณนี้ หลังจากนั้นของไหลจะถูกบีบให้ไปตามขนาดท่อที่เล็กลงเนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของท่อลดลงอย่างฉับพลัน ค่าความเร็วของของไหลบริเวณนี้จะมีค่ามากขึ้น และเมื่อพื้นที่หน้าตัดของท่อเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันความเร็วจะค่อยๆ ลดลงและเกิดการไหลวนของความเร็วที่บริเวณด้านหลัง Blockที่กั้นทางผ่านของของไหล

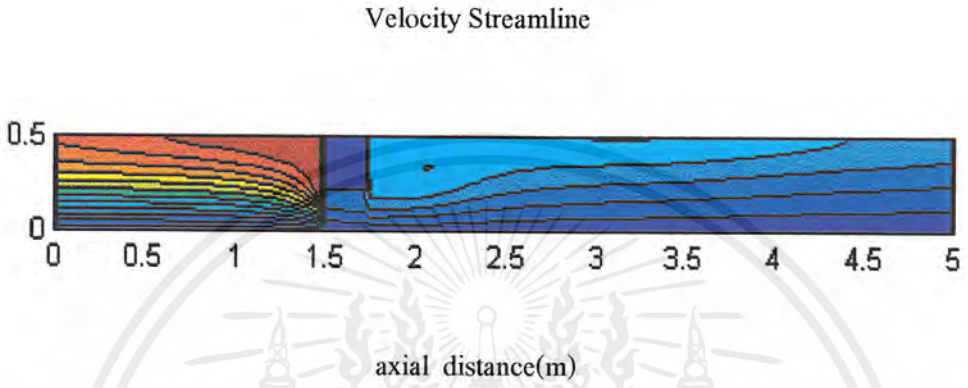
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงContour Plot ของความเร็ว u

พิจารณาในรูปที่4.5จะได้ว่าค่าความเร็วของของไหลจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามขนาดพื้นที่หน้าตัด ถ้าพื้นที่หน้าตัดมีขนาดใหญ่ค่าความเร็วของของไหลจะมีค่าน้อยกว่าความเร็วของของไหลที่ไหลผ่านบริเวณที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดเล็ก ซึ่งค่าความเร็วที่ใกล้ boundaryที่ขอบจะมีค่าน้อยกว่าค่าความเร็วในช่วงที่พื้นที่หน้าตัดลดอย่างฉับพลันตามลักษณะสีที่แสดงไว้ในกราฟข้างบน

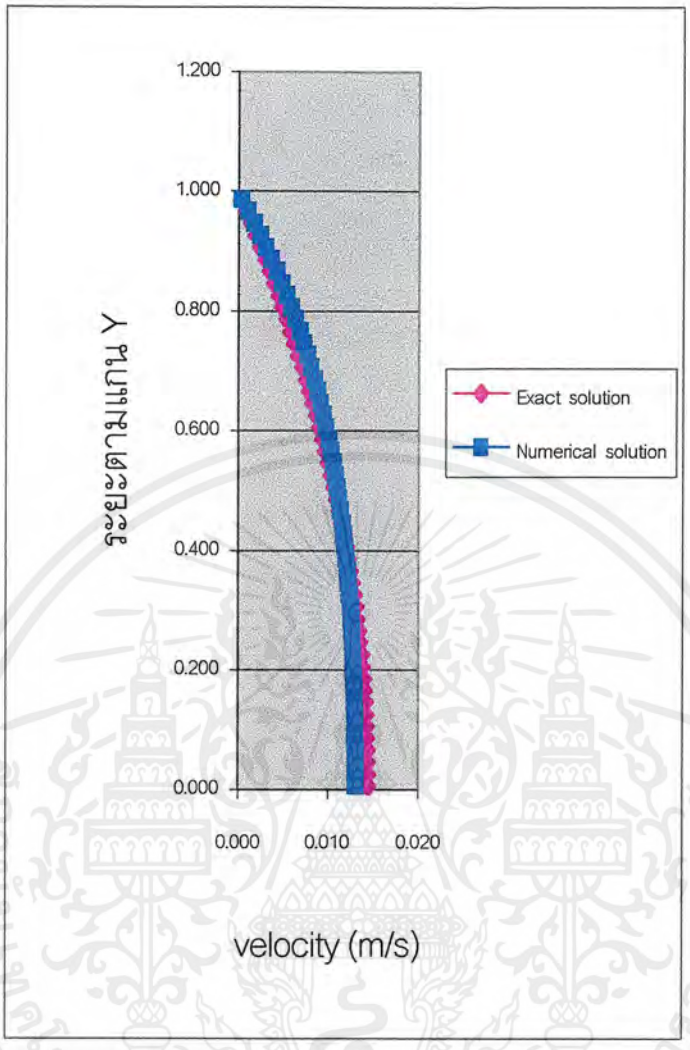
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดลดและเพิ่มอย่างฉับพลันแบบ Streamline

เมื่อทำการพิจารณาในรูปที่4.6ซึ่งจะเป็นการแสดงการไหลผ่านท่อเช่นเดียวกับรูปที่ 4.1 แต่ในที่นี้ได้นำมาแสดงในรูปแบบ Streamline ถ้าความเร็วไม่แตกต่างกันก็จะอยู่บนเส้นสายธารเดียวกัน แต่ถ้าความเร็วแตกต่างกันก็จะอยู่บนเส้นสายธารคนละเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ากับผลเฉลยแม่นตรง

พิจารณาตามรูปที่4.7ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบค่าความเร็วในช่วง Fully-developที่ช่วงทางออกของท่อกับปัญหาในท่อตรงโดยเทียบกับค่า exact solutionจากสมการดังต่อไปนี้

$$u = \left(\frac{a^2}{2\mu}\right)\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)\left[\left(\frac{y'}{a}\right)^2 - \frac{1}{4}\right]$$

ในระยะ y ใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1.เมื่อของไหลไหลเข้าไปในท่อความเร็วของของไหลจะเปลี่ยนแปลงโดยความเร็วในตามแนวแกนจะเพิ่มขึ้นจากน้อยไปหามากในทิศทางจากช่วงที่มีพื้นที่หน้าตัดลดลง และความเร็วจะลดลงในช่วงที่มีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น

2.ของไหลนอกจากจะมีทิศทางการไหลตามแนวแกนท่อแล้วยังมีทิศทางไหลตั้งฉากตามแนวความยาวท่อโดยมีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง

3.ความดันของของไหลจะมีค่าลดลงเรื่อยๆตามแนวแกนเมื่อตำแหน่งที่พิจารณาห่างจากทางเข้ามากขึ้น.

4.ขนาดของกริดที่ใช้มีผลต่อการคำนวณ โดยการใช้กริดขนาดที่เล็กลงการคำนวณจะนานมากขึ้นตามไปด้วย แต่ผลการคำนวณจะมีค่าใกล้เคียงกัน

5.การที่ของไหลมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่หน้าตัดต่างๆนั้นเราสามารถอธิบายได้ด้วยกฎทรงมวลโดยในเซลล์ที่พิจารณานั้นมวลจะต้องคงที่ ฉะนั้นเมื่อมีมวลที่ด้านใดด้านหนึ่งลดลงก็จะส่งผลไปยังด้านอื่นๆมวลเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1.Robert W.Fox, Alan T. McDonale., *Introduction to Fluid Mechanics,*4th ed. Newyork:: John Wiley& Sons 1994.

2.D.Poulikakos. *Conduction heat transfer* , Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey 06732

3.H.K. Versteegand W. Malalasekera., *An introduction to computational fluid dynamics The finite volume Method* .Malaysia;Longman Scientific & Technical 1995.

4.Suhas V.Patankar . *Numerical heat transfer and fluid flow* Tatlor&Francis group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณ

x(m)	y(m)	u(m/s)	v(m/s)
.125000E-01	.500000E-02	.145329E-01	.165518E-05
.125000E-01	.250000E-01	.145018E-01	.393575E-05
.125000E-01	.450000E-01	.144200E-01	.474308E-05
.125000E-01	.650000E-01	.142918E-01	.605294E-05
.125000E-01	.850000E-01	.141173E-01	.763078E-05
.125000E-01	.105000E+00	.138962E-01	.933712E-05
.125000E-01	.125000E+00	.136287E-01	.111223E-04
.125000E-01	.145000E+00	.133146E-01	.129740E-04
.125000E-01	.165000E+00	.129540E-01	.148973E-04
.125000E-01	.185000E+00	.125469E-01	.169005E-04
.125000E-01	.205000E+00	.120932E-01	.189944E-04
.125000E-01	.225000E+00	.115930E-01	.211907E-04
.125000E-01	.245000E+00	.110463E-01	.235038E-04
.125000E-01	.265000E+00	.104530E-01	.259465E-04
.125000E-01	.285000E+00	.981325E-02	.285303E-04
.125000E-01	.305000E+00	.912695E-02	.312609E-04
.125000E-01	.325000E+00	.839413E-02	.341325E-04
.125000E-01	.345000E+00	.761482E-02	.371148E-04
.125000E-01	.365000E+00	.678907E-02	.401173E-04
.125000E-01	.385000E+00	.591699E-02	.429219E-04
.125000E-01	.405000E+00	.499887E-02	.450119E-04
.125000E-01	.425000E+00	.403529E-02	.451986E-04
.125000E-01	.445000E+00	.302723E-02	.410210E-04
.125000E-01	.465000E+00	.197464E-02	.289672E-04
.125000E-01	.485000E+00	.871036E-03	.100056E-04
.112500E+00	.500000E-02	.146003E-01	.317675E-05
.112500E+00	.250000E-01	.145895E-01	.123601E-04
.112500E+00	.450000E-01	.145080E-01	.194700E-04
.112500E+00	.650000E-01	.143788E-01	.265618E-04
.112500E+00	.850000E-01	.142039E-01	.338676E-04
.112500E+00	.105000E+00	.139831E-01	.413426E-04
.112500E+00	.125000E+00	.137161E-01	.489546E-04
.112500E+00	.145000E+00	.134029E-01	.566903E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.112500E+00	.165000E+00	.130433E-01	.645374E-04
.112500E+00	.185000E+00	.126376E-01	.724742E-04
.112500E+00	.205000E+00	.121856E-01	.804629E-04
.112500E+00	.225000E+00	.116876E-01	.884373E-04
.112500E+00	.245000E+00	.111436E-01	.962977E-04
.112500E+00	.265000E+00	.105539E-01	.103889E-03
.112500E+00	.285000E+00	.991878E-02	.110978E-03
.112500E+00	.305000E+00	.923863E-02	.117218E-03
.112500E+00	.325000E+00	.851420E-02	.122085E-03
.112500E+00	.345000E+00	.774666E-02	.124789E-03
.112500E+00	.365000E+00	.693800E-02	.124123E-03
.112500E+00	.385000E+00	.609169E-02	.118233E-03
.112500E+00	.405000E+00	.521338E-02	.104446E-03
.112500E+00	.425000E+00	.430951E-02	.798093E-04
.112500E+00	.445000E+00	.337662E-02	.441174E-04
.112500E+00	.465000E+00	.237017E-02	.670195E-05
.112500E+00	.485000E+00	.116760E-02	-.986593E-05
.212500E+00	.500000E-02	.146429E-01	.368020E-05
.212500E+00	.250000E-01	.146405E-01	.154097E-04
.212500E+00	.450000E-01	.145632E-01	.253960E-04
.212500E+00	.650000E-01	.144344E-01	.350523E-04
.212500E+00	.850000E-01	.142596E-01	.447286E-04
.212500E+00	.105000E+00	.140393E-01	.544527E-04
.212500E+00	.125000E+00	.137731E-01	.641791E-04
.212500E+00	.145000E+00	.134610E-01	.738560E-04
.212500E+00	.165000E+00	.131031E-01	.834209E-04
.212500E+00	.185000E+00	.126996E-01	.927884E-04
.212500E+00	.205000E+00	.122506E-01	.101836E-03
.212500E+00	.225000E+00	.117567E-01	.110396E-03
.212500E+00	.245000E+00	.112182E-01	.118237E-03
.212500E+00	.265000E+00	.106358E-01	.125050E-03
.212500E+00	.285000E+00	.100104E-01	.130416E-03
.212500E+00	.305000E+00	.934340E-02	.133773E-03
.212500E+00	.325000E+00	.863669E-02	.134364E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.212500E+00	.345000E+00	.789322E-02	.131167E-03
.212500E+00	.365000E+00	.711745E-02	.122818E-03
.212500E+00	.385000E+00	.631557E-02	.107636E-03
.212500E+00	.405000E+00	.549363E-02	.841006E-04
.212500E+00	.425000E+00	.464839E-02	.524123E-04
.212500E+00	.445000E+00	.374584E-02	.173152E-04
.212500E+00	.465000E+00	.269525E-02	-.100010E-04
.212500E+00	.485000E+00	.134919E-02	-.143731E-04
.312500E+00	.500000E-02	.146817E-01	.339647E-05
.312500E+00	.250000E-01	.146841E-01	.142311E-04
.312500E+00	.450000E-01	.146114E-01	.236219E-04
.312500E+00	.650000E-01	.144842E-01	.325931E-04
.312500E+00	.850000E-01	.143102E-01	.414435E-04
.312500E+00	.105000E+00	.140908E-01	.502440E-04
.312500E+00	.125000E+00	.138261E-01	.589573E-04
.312500E+00	.145000E+00	.135160E-01	.675154E-04
.312500E+00	.165000E+00	.131608E-01	.758321E-04
.312500E+00	.185000E+00	.127609E-01	.837950E-04
.312500E+00	.205000E+00	.123166E-01	.912550E-04
.312500E+00	.225000E+00	.118287E-01	.980169E-04
.312500E+00	.245000E+00	.112981E-01	.103824E-03
.312500E+00	.265000E+00	.107258E-01	.108343E-03
.312500E+00	.285000E+00	.101135E-01	.111142E-03
.312500E+00	.305000E+00	.946325E-02	.111659E-03
.312500E+00	.325000E+00	.877826E-02	.109166E-03
.312500E+00	.345000E+00	.806281E-02	.102736E-03
.312500E+00	.365000E+00	.732269E-02	.912527E-04
.312500E+00	.385000E+00	.656395E-02	.736651E-04
.312500E+00	.405000E+00	.578724E-02	.497458E-04
.312500E+00	.425000E+00	.497384E-02	.215682E-04
.312500E+00	.445000E+00	.406492E-02	-.508425E-05
.312500E+00	.465000E+00	.295497E-02	-.218818E-04
.312500E+00	.485000E+00	.148505E-02	-.171819E-04
.412500E+00	.500000E-02	.147324E-01	.244675E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.412500E+00	.250000E-01	.147380E-01	.956453E-05
.412500E+00	.450000E-01	.146692E-01	.154646E-04
.412500E+00	.650000E-01	.145440E-01	.210154E-04
.412500E+00	.850000E-01	.143711E-01	.264299E-04
.412500E+00	.105000E+00	.141529E-01	.318039E-04
.412500E+00	.125000E+00	.138898E-01	.371291E-04
.412500E+00	.145000E+00	.135819E-01	.423572E-04
.412500E+00	.165000E+00	.132296E-01	.474167E-04
.412500E+00	.185000E+00	.128334E-01	.522156E-04
.412500E+00	.205000E+00	.123940E-01	.566272E-04
.412500E+00	.225000E+00	.119123E-01	.604899E-04
.412500E+00	.245000E+00	.113895E-01	.635878E-04
.412500E+00	.265000E+00	.108273E-01	.656426E-04
.412500E+00	.285000E+00	.102277E-01	.662932E-04
.412500E+00	.305000E+00	.959360E-02	.650748E-04
.412500E+00	.325000E+00	.892901E-02	.613924E-04
.412500E+00	.345000E+00	.823911E-02	.545273E-04
.412500E+00	.365000E+00	.752984E-02	.437455E-04
.412500E+00	.385000E+00	.680488E-02	.286437E-04
.412500E+00	.405000E+00	.605711E-02	.995658E-05
.412500E+00	.425000E+00	.525503E-02	-.997788E-05
.412500E+00	.445000E+00	.432796E-02	-.265980E-04
.412500E+00	.465000E+00	.315775E-02	-.324748E-04
.412500E+00	.485000E+00	.158858E-02	-.195701E-04
.512500E+00	.500000E-02	.148084E-01	.927106E-06
.512500E+00	.250000E-01	.148166E-01	.194416E-05
.512500E+00	.450000E-01	.147509E-01	.191141E-05
.512500E+00	.650000E-01	.146274E-01	.169407E-05
.512500E+00	.850000E-01	.144554E-01	.145143E-05
.512500E+00	.105000E+00	.142380E-01	.129881E-05
.512500E+00	.125000E+00	.139759E-01	.127656E-05
.512500E+00	.145000E+00	.136695E-01	.138619E-05
.512500E+00	.165000E+00	.133192E-01	.160519E-05
.512500E+00	.185000E+00	.129256E-01	.189086E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.512500E+00	.205000E+00	.124897E-01	.217766E-05
.512500E+00	.225000E+00	.120125E-01	.236763E-05
.512500E+00	.245000E+00	.114956E-01	.232255E-05
.512500E+00	.265000E+00	.109410E-01	.185964E-05
.512500E+00	.285000E+00	.103510E-01	.738774E-06
.512500E+00	.305000E+00	.972933E-02	-.135154E-05
.512500E+00	.325000E+00	.908032E-02	-.479621E-05
.512500E+00	.345000E+00	.840946E-02	-.100291E-04
.512500E+00	.365000E+00	.772192E-02	-.174358E-04
.512500E+00	.385000E+00	.701835E-02	-.269635E-04
.512500E+00	.405000E+00	.628530E-02	-.376288E-04
.512500E+00	.425000E+00	.548182E-02	-.468875E-04
.512500E+00	.445000E+00	.452783E-02	-.505990E-04
.512500E+00	.465000E+00	.330476E-02	-.439498E-04
.512500E+00	.485000E+00	.166332E-02	-.222796E-04
.612500E+00	.500000E-02	.149223E-01	-.122426E-05
.612500E+00	.250000E-01	.149330E-01	-.886600E-05
.612500E+00	.450000E-01	.148692E-01	-.174063E-04
.612500E+00	.650000E-01	.147466E-01	-.258960E-04
.612500E+00	.850000E-01	.145745E-01	-.341714E-04
.612500E+00	.105000E+00	.143567E-01	-.420701E-04
.612500E+00	.125000E+00	.140941E-01	-.494823E-04
.612500E+00	.145000E+00	.137873E-01	-.563302E-04
.612500E+00	.165000E+00	.134368E-01	-.625578E-04
.612500E+00	.185000E+00	.130434E-01	-.681303E-04
.612500E+00	.205000E+00	.126081E-01	-.730346E-04
.612500E+00	.225000E+00	.121322E-01	-.772786E-04
.612500E+00	.245000E+00	.116174E-01	-.808967E-04
.612500E+00	.265000E+00	.110659E-01	-.839487E-04
.612500E+00	.285000E+00	.104805E-01	-.865170E-04
.612500E+00	.305000E+00	.986480E-02	-.887063E-04
.612500E+00	.325000E+00	.922363E-02	-.906325E-04
.612500E+00	.345000E+00	.856233E-02	-.923904E-04
.612500E+00	.365000E+00	.788501E-02	-.939426E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.612500E+00	.385000E+00	.718919E-02	-.948510E-04
.612500E+00	.405000E+00	.645616E-02	-.939232E-04
.612500E+00	.425000E+00	.563908E-02	-.890273E-04
.612500E+00	.445000E+00	.465598E-02	-.774713E-04
.612500E+00	.465000E+00	.339346E-02	-.569146E-04
.612500E+00	.485000E+00	.170794E-02	-.255125E-04
.712500E+00	.500000E-02	.150891E-01	-.432600E-05
.712500E+00	.250000E-01	.151020E-01	-.243654E-04
.712500E+00	.450000E-01	.150386E-01	-.450532E-04
.712500E+00	.650000E-01	.149151E-01	-.652940E-04
.712500E+00	.850000E-01	.147411E-01	-.848463E-04
.712500E+00	.105000E+00	.145204E-01	-.103457E-03
.712500E+00	.125000E+00	.142545E-01	-.120900E-03
.712500E+00	.145000E+00	.139440E-01	-.136982E-03
.712500E+00	.165000E+00	.135895E-01	-.151531E-03
.712500E+00	.185000E+00	.131920E-01	-.164403E-03
.712500E+00	.205000E+00	.127525E-01	-.175477E-03
.712500E+00	.225000E+00	.122727E-01	-.184654E-03
.712500E+00	.245000E+00	.117541E-01	-.191846E-03
.712500E+00	.265000E+00	.111991E-01	-.196968E-03
.712500E+00	.285000E+00	.106106E-01	-.199919E-03
.712500E+00	.305000E+00	.999209E-02	-.200571E-03
.712500E+00	.325000E+00	.934833E-02	-.198764E-03
.712500E+00	.345000E+00	.868440E-02	-.194286E-03
.712500E+00	.365000E+00	.800339E-02	-.186817E-03
.712500E+00	.385000E+00	.730056E-02	-.175762E-03
.712500E+00	.405000E+00	.655398E-02	-.160067E-03
.712500E+00	.425000E+00	.571490E-02	-.138288E-03
.712500E+00	.445000E+00	.470436E-02	-.109190E-03
.712500E+00	.465000E+00	.341754E-02	-.726519E-04
.712500E+00	.485000E+00	.171699E-02	-.295758E-04
.812500E+00	.500000E-02	.153323E-01	-.904650E-05
.812500E+00	.250000E-01	.153465E-01	-.478093E-04
.812500E+00	.450000E-01	.152810E-01	-.867458E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.812500E+00	.650000E-01	.151535E-01	-.124528E-03
.812500E+00	.850000E-01	.149736E-01	-.160717E-03
.812500E+00	.105000E+00	.147456E-01	-.194858E-03
.812500E+00	.125000E+00	.144711E-01	-.226518E-03
.812500E+00	.145000E+00	.141507E-01	-.255300E-03
.812500E+00	.165000E+00	.137855E-01	-.280853E-03
.812500E+00	.185000E+00	.133765E-01	-.302870E-03
.812500E+00	.205000E+00	.129250E-01	-.321093E-03
.812500E+00	.225000E+00	.124326E-01	-.335299E-03
.812500E+00	.245000E+00	.119011E-01	-.345283E-03
.812500E+00	.265000E+00	.113328E-01	-.350842E-03
.812500E+00	.285000E+00	.107303E-01	-.351744E-03
.812500E+00	.305000E+00	.100972E-01	-.347720E-03
.812500E+00	.325000E+00	.943797E-02	-.338479E-03
.812500E+00	.345000E+00	.875759E-02	-.323717E-03
.812500E+00	.365000E+00	.805852E-02	-.303072E-03
.812500E+00	.385000E+00	.733466E-02	-.276009E-03
.812500E+00	.405000E+00	.656268E-02	-.241736E-03
.812500E+00	.425000E+00	.569490E-02	-.199463E-03
.812500E+00	.445000E+00	.465912E-02	-.149222E-03
.812500E+00	.465000E+00	.336277E-02	-.929666E-04
.812500E+00	.485000E+00	.167933E-02	-.348511E-04
.912500E+00	.500000E-02	.156942E-01	-.167957E-04
.912500E+00	.250000E-01	.157074E-01	-.861663E-04
.912500E+00	.450000E-01	.156355E-01	-.154837E-03
.912500E+00	.650000E-01	.154982E-01	-.221044E-03
.912500E+00	.850000E-01	.153052E-01	-.283912E-03
.912500E+00	.105000E+00	.150612E-01	-.342565E-03
.912500E+00	.125000E+00	.147677E-01	-.396163E-03
.912500E+00	.145000E+00	.144261E-01	-.443943E-03
.912500E+00	.165000E+00	.140376E-01	-.485241E-03
.912500E+00	.185000E+00	.136037E-01	-.519505E-03
.912500E+00	.205000E+00	.131260E-01	-.546291E-03
.912500E+00	.225000E+00	.126064E-01	-.565254E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.912500E+00	.245000E+00	.120470E-01	-.576125E-03
.912500E+00	.265000E+00	.114499E-01	-.578682E-03
.912500E+00	.285000E+00	.108180E-01	-.572736E-03
.912500E+00	.305000E+00	.101547E-01	-.558136E-03
.912500E+00	.325000E+00	.946476E-02	-.534783E-03
.912500E+00	.345000E+00	.875320E-02	-.502629E-03
.912500E+00	.365000E+00	.802205E-02	-.461582E-03
.912500E+00	.385000E+00	.726419E-02	-.411343E-03
.912500E+00	.405000E+00	.645591E-02	-.351410E-03
.912500E+00	.425000E+00	.555299E-02	-.281562E-03
.912500E+00	.445000E+00	.449380E-02	-.203070E-03
.912500E+00	.465000E+00	.320363E-02	-.120260E-03
.912500E+00	.485000E+00	.157778E-02	-.417637E-04
.101250E+01	.500000E-02	.162581E-01	-.305116E-04
.101250E+01	.250000E-01	.162659E-01	-.154045E-03
.101250E+01	.450000E-01	.161799E-01	-.275263E-03
.101250E+01	.650000E-01	.160216E-01	-.391502E-03
.101250E+01	.850000E-01	.158013E-01	-.500953E-03
.101250E+01	.105000E+00	.155238E-01	-.601849E-03
.101250E+01	.125000E+00	.151915E-01	-.692531E-03
.101250E+01	.145000E+00	.148062E-01	-.771530E-03
.101250E+01	.165000E+00	.143702E-01	-.837617E-03
.101250E+01	.185000E+00	.138859E-01	-.889834E-03
.101250E+01	.205000E+00	.133558E-01	-.927500E-03
.101250E+01	.225000E+00	.127826E-01	-.950197E-03
.101250E+01	.245000E+00	.121690E-01	-.957748E-03
.101250E+01	.265000E+00	.115179E-01	-.950195E-03
.101250E+01	.285000E+00	.108326E-01	-.927792E-03
.101250E+01	.305000E+00	.101173E-01	-.891009E-03
.101250E+01	.325000E+00	.937740E-02	-.840511E-03
.101250E+01	.345000E+00	.861793E-02	-.777035E-03
.101250E+01	.365000E+00	.784004E-02	-.701141E-03
.101250E+01	.385000E+00	.703510E-02	-.612980E-03
.101250E+01	.405000E+00	.617965E-02	-.512452E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.101250E+01	.425000E+00	.523570E-02	-.400155E-03
.101250E+01	.445000E+00	.415767E-02	-.279235E-03
.101250E+01	.465000E+00	.289761E-02	-.157692E-03
.101250E+01	.485000E+00	.138895E-02	-.507459E-04
.111250E+01	.500000E-02	.171929E-01	-.562605E-04
.111250E+01	.250000E-01	.171878E-01	-.281625E-03
.111250E+01	.450000E-01	.170728E-01	-.501696E-03
.111250E+01	.650000E-01	.168717E-01	-.711891E-03
.111250E+01	.850000E-01	.165954E-01	-.908401E-03
.111250E+01	.105000E+00	.162495E-01	-.108752E-02
.111250E+01	.125000E+00	.158375E-01	-.124581E-02
.111250E+01	.145000E+00	.153632E-01	-.138026E-02
.111250E+01	.165000E+00	.148308E-01	-.148843E-02
.111250E+01	.185000E+00	.142451E-01	-.156856E-02
.111250E+01	.205000E+00	.136110E-01	-.161964E-02
.111250E+01	.225000E+00	.129335E-01	-.164137E-02
.111250E+01	.245000E+00	.122174E-01	-.163421E-02
.111250E+01	.265000E+00	.114678E-01	-.159931E-02
.111250E+01	.285000E+00	.106898E-01	-.153846E-02
.111250E+01	.305000E+00	.988954E-02	-.145398E-02
.111250E+01	.325000E+00	.907305E-02	-.134846E-02
.111250E+01	.345000E+00	.824466E-02	-.122436E-02
.111250E+01	.365000E+00	.740295E-02	-.108349E-02
.111250E+01	.385000E+00	.653676E-02	-.926913E-03
.111250E+01	.405000E+00	.562454E-02	-.755606E-03
.111250E+01	.425000E+00	.464002E-02	-.572347E-03
.111250E+01	.445000E+00	.356261E-02	-.384373E-03
.111250E+01	.465000E+00	.238271E-02	-.206065E-03
.111250E+01	.485000E+00	.108696E-02	-.613488E-04
.121250E+01	.500000E-02	.188402E-01	-.105761E-03
.121250E+01	.250000E-01	.188099E-01	-.527515E-03
.121250E+01	.450000E-01	.186401E-01	-.939525E-03
.121250E+01	.650000E-01	.183563E-01	-.133387E-02
.121250E+01	.850000E-01	.179695E-01	-.170280E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.121250E+01	.105000E+00	.174854E-01	-.203815E-02
.121250E+01	.125000E+00	.169095E-01	-.233173E-02
.121250E+01	.145000E+00	.162492E-01	-.257579E-02
.121250E+01	.165000E+00	.155137E-01	-.276374E-02
.121250E+01	.185000E+00	.147140E-01	-.289074E-02
.121250E+01	.205000E+00	.138626E-01	-.295435E-02
.121250E+01	.225000E+00	.129721E-01	-.295490E-02
.121250E+01	.245000E+00	.120548E-01	-.289554E-02
.121250E+01	.265000E+00	.111221E-01	-.278193E-02
.121250E+01	.285000E+00	.101840E-01	-.262154E-02
.121250E+01	.305000E+00	.924876E-02	-.242264E-02
.121250E+01	.325000E+00	.832132E-02	-.219318E-02
.121250E+01	.345000E+00	.740144E-02	-.193981E-02
.121250E+01	.365000E+00	.648201E-02	-.166748E-02
.121250E+01	.385000E+00	.554982E-02	-.138012E-02
.121250E+01	.405000E+00	.459114E-02	-.108276E-02
.121250E+01	.425000E+00	.360160E-02	-.784266E-03
.121250E+01	.445000E+00	.259548E-02	-.499803E-03
.121250E+01	.465000E+00	.160582E-02	-.251811E-03
.121250E+01	.485000E+00	.666943E-03	-.694589E-04
.131250E+01	.500000E-02	.218143E-01	-.192293E-03
.131250E+01	.250000E-01	.217530E-01	-.960632E-03
.131250E+01	.450000E-01	.215141E-01	-.172308E-02
.131250E+01	.650000E-01	.211187E-01	-.247350E-02
.131250E+01	.850000E-01	.205668E-01	-.320220E-02
.131250E+01	.105000E+00	.198522E-01	-.389375E-02
.131250E+01	.125000E+00	.189692E-01	-.452569E-02
.131250E+01	.145000E+00	.179188E-01	-.506814E-02
.131250E+01	.165000E+00	.167139E-01	-.548588E-02
.131250E+01	.185000E+00	.153845E-01	-.574430E-02
.131250E+01	.205000E+00	.139797E-01	-.581951E-02
.131250E+01	.225000E+00	.125598E-01	-.570864E-02
.131250E+01	.245000E+00	.111802E-01	-.543283E-02
.131250E+01	.265000E+00	.987835E-02	-.502944E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.131250E+01 .285000E+00 .867005E-02 -.454005E-02
.131250E+01 .305000E+00 .755408E-02 -.400149E-02
.131250E+01 .325000E+00 .651767E-02 -.344209E-02
.131250E+01 .345000E+00 .554189E-02 -.288172E-02
.131250E+01 .365000E+00 .460725E-02 -.233434E-02
.131250E+01 .385000E+00 .370058E-02 -.181151E-02
.131250E+01 .405000E+00 .282260E-02 -.132562E-02
.131250E+01 .425000E+00 .199365E-02 -.891774E-03
.131250E+01 .445000E+00 .125270E-02 -.527060E-03
.131250E+01 .465000E+00 .645789E-03 -.247496E-03
.131250E+01 .485000E+00 .207417E-03 -.647439E-04
.141250E+01 .500000E-02 .265960E-01 -.271493E-03
.141250E+01 .250000E-01 .265694E-01 -.136562E-02
.141250E+01 .450000E-01 .264185E-01 -.249517E-02
.141250E+01 .650000E-01 .261610E-01 -.369485E-02
.141250E+01 .850000E-01 .257818E-01 -.500754E-02
.141250E+01 .105000E+00 .252390E-01 -.648695E-02
.141250E+01 .125000E+00 .244444E-01 -.819235E-02
.141250E+01 .145000E+00 .232201E-01 -.101576E-01
.141250E+01 .165000E+00 .212467E-01 -.123009E-01
.141250E+01 .185000E+00 .180524E-01 -.142275E-01
.141250E+01 .205000E+00 .132828E-01 -.149336E-01
.141250E+01 .225000E+00 .870857E-02 -.133916E-01
.141250E+01 .245000E+00 .618352E-02 -.110446E-01
.141250E+01 .265000E+00 .462427E-02 -.883380E-02
.141250E+01 .285000E+00 .357647E-02 -.692974E-02
.141250E+01 .305000E+00 .281342E-02 -.532843E-02
.141250E+01 .325000E+00 .221511E-02 -.399403E-02
.141250E+01 .345000E+00 .171569E-02 -.289385E-02
.141250E+01 .365000E+00 .128050E-02 -.200415E-02
.141250E+01 .385000E+00 .895972E-03 -.130805E-02
.141250E+01 .405000E+00 .563903E-03 -.790770E-03
.141250E+01 .425000E+00 .294970E-03 -.434232E-03
.141250E+01 .445000E+00 .100044E-03 -.212509E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.141250E+01	.465000E+00	-.156301E-04	-.907018E-04
.141250E+01	.485000E+00	-.474547E-04	-.275498E-04
.151250E+01	.500000E-02	.315012E-01	-.192972E-03
.151250E+01	.250000E-01	.315502E-01	-.964138E-03
.151250E+01	.450000E-01	.316059E-01	-.173763E-02
.151250E+01	.650000E-01	.317070E-01	-.251452E-02
.151250E+01	.850000E-01	.318543E-01	-.328355E-02
.151250E+01	.105000E+00	.319495E-01	-.399758E-02
.151250E+01	.125000E+00	.316229E-01	-.452812E-02
.151250E+01	.145000E+00	.299675E-01	-.461366E-02
.151250E+01	.165000E+00	.252402E-01	-.385854E-02
.151250E+01	.185000E+00	.146759E-01	-.193414E-02
.151250E+01	.205000E+00	-.997686E-03	-.437715E-04
.151250E+01	.225000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.245000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.265000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.285000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.305000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.325000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.345000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.365000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.385000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.405000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.425000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.445000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.465000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.151250E+01	.485000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.500000E-02	.339377E-01	-.629338E-04
.161250E+01	.250000E-01	.339381E-01	-.308063E-03
.161250E+01	.450000E-01	.338984E-01	-.533079E-03
.161250E+01	.650000E-01	.338271E-01	-.722885E-03
.161250E+01	.850000E-01	.336539E-01	-.858014E-03
.161250E+01	.105000E+00	.331288E-01	-.911521E-03
.161250E+01	.125000E+00	.316470E-01	-.848306E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.161250E+01	.145000E+00	.280751E-01	-.631952E-03
.161250E+01	.165000E+00	.207109E-01	-.234927E-03
.161250E+01	.185000E+00	.864015E-02	.210366E-03
.161250E+01	.205000E+00	.109321E-03	.768982E-04
.161250E+01	.225000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.245000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.265000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.285000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.305000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.325000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.345000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.365000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.385000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.405000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.425000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.445000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.465000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.161250E+01	.485000E+00	.000000E+00	.000000E+00
.171250E+01	.500000E-02	.344751E-01	-.439489E-05
.171250E+01	.250000E-01	.344179E-01	-.171690E-04
.171250E+01	.450000E-01	.342752E-01	-.195687E-04
.171250E+01	.650000E-01	.340436E-01	-.655133E-05
.171250E+01	.850000E-01	.336408E-01	.283712E-04
.171250E+01	.105000E+00	.328045E-01	.922929E-04
.171250E+01	.125000E+00	.309300E-01	.190861E-03
.171250E+01	.145000E+00	.269065E-01	.325794E-03
.171250E+01	.165000E+00	.192916E-01	.478088E-03
.171250E+01	.185000E+00	.885369E-02	.574988E-03
.171250E+01	.205000E+00	.214970E-02	.275506E-03
.171250E+01	.225000E+00	.260868E-02	.000000E+00
.171250E+01	.245000E+00	.256001E-02	.000000E+00
.171250E+01	.265000E+00	.246197E-02	.000000E+00
.171250E+01	.285000E+00	.235048E-02	.000000E+00
.171250E+01	.305000E+00	.222243E-02	.000000E+00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.171250E+01	.325000E+00	.207322E-02	.000000E+00
.171250E+01	.345000E+00	.189770E-02	.000000E+00
.171250E+01	.365000E+00	.168767E-02	.000000E+00
.171250E+01	.385000E+00	.141782E-02	.000000E+00
.171250E+01	.405000E+00	.991656E-03	.000000E+00
.171250E+01	.425000E+00	-.803000E-05	.000000E+00
.171250E+01	.445000E+00	-.215830E-02	.000000E+00
.171250E+01	.465000E+00	-.530446E-02	.000000E+00
.171250E+01	.485000E+00	-.481469E-02	.000000E+00
.181250E+01	.500000E-02	.343139E-01	.178234E-04
.181250E+01	.250000E-01	.342230E-01	.925463E-04
.181250E+01	.450000E-01	.340587E-01	.168141E-03
.181250E+01	.650000E-01	.338056E-01	.238668E-03
.181250E+01	.850000E-01	.333857E-01	.297876E-03
.181250E+01	.105000E+00	.325583E-01	.334398E-03
.181250E+01	.125000E+00	.307747E-01	.323545E-03
.181250E+01	.145000E+00	.270305E-01	.214509E-03
.181250E+01	.165000E+00	.201155E-01	-.795426E-04
.181250E+01	.185000E+00	.109644E-01	-.613386E-03
.181250E+01	.205000E+00	.648236E-02	-.133714E-02
.181250E+01	.225000E+00	.594543E-02	-.191604E-02
.181250E+01	.245000E+00	.599801E-02	-.234155E-02
.181250E+01	.265000E+00	.598117E-02	-.272144E-02
.181250E+01	.285000E+00	.580175E-02	-.305220E-02
.181250E+01	.305000E+00	.536724E-02	-.327247E-02
.181250E+01	.325000E+00	.455067E-02	-.328972E-02
.181250E+01	.345000E+00	.321310E-02	-.300219E-02
.181250E+01	.365000E+00	.123603E-02	-.234904E-02
.181250E+01	.385000E+00	-.129861E-02	-.145357E-02
.181250E+01	.405000E+00	-.379082E-02	-.642596E-03
.181250E+01	.425000E+00	-.592369E-02	-.617688E-04
.181250E+01	.445000E+00	-.721179E-02	.275145E-03
.181250E+01	.465000E+00	-.667446E-02	.328659E-03
.181250E+01	.485000E+00	-.302246E-02	.126243E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.191250E+01	.500000E-02	.336807E-01	.508908E-04
.191250E+01	.250000E-01	.335577E-01	.258942E-03
.191250E+01	.450000E-01	.334069E-01	.470597E-03
.191250E+01	.650000E-01	.332004E-01	.678920E-03
.191250E+01	.850000E-01	.328782E-01	.875878E-03
.191250E+01	.105000E+00	.322587E-01	.104455E-02
.191250E+01	.125000E+00	.309348E-01	.114342E-02
.191250E+01	.145000E+00	.281727E-01	.107718E-02
.191250E+01	.165000E+00	.230647E-01	.661957E-03
.191250E+01	.185000E+00	.157966E-01	-.313790E-03
.191250E+01	.205000E+00	.103596E-01	-.151522E-02
.191250E+01	.225000E+00	.847983E-02	-.224834E-02
.191250E+01	.245000E+00	.779262E-02	-.263427E-02
.191250E+01	.265000E+00	.720596E-02	-.280907E-02
.191250E+01	.285000E+00	.633951E-02	-.281476E-02
.191250E+01	.305000E+00	.501020E-02	-.266168E-02
.191250E+01	.325000E+00	.314916E-02	-.237213E-02
.191250E+01	.345000E+00	.850477E-03	-.200755E-02
.191250E+01	.365000E+00	-.169009E-02	-.162617E-02
.191250E+01	.385000E+00	-.399194E-02	-.128039E-02
.191250E+01	.405000E+00	-.591916E-02	-.100573E-02
.191250E+01	.425000E+00	-.739320E-02	-.803597E-03
.191250E+01	.445000E+00	-.814808E-02	-.642597E-03
.191250E+01	.465000E+00	-.732084E-02	-.448417E-03
.191250E+01	.485000E+00	-.353421E-02	-.160381E-03
.201250E+01	.500000E-02	.322906E-01	.953761E-04
.201250E+01	.250000E-01	.321091E-01	.482536E-03
.201250E+01	.450000E-01	.319238E-01	.883226E-03
.201250E+01	.650000E-01	.316992E-01	.129723E-02
.201250E+01	.850000E-01	.313931E-01	.172336E-02
.201250E+01	.105000E+00	.308945E-01	.215344E-02
.201250E+01	.125000E+00	.299734E-01	.255858E-02
.201250E+01	.145000E+00	.282501E-01	.286557E-02
.201250E+01	.165000E+00	.252911E-01	.293135E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.201250E+01	.185000E+00	.210405E-01	.257047E-02
.201250E+01	.205000E+00	.164056E-01	.174224E-02
.201250E+01	.225000E+00	.126049E-01	.726806E-03
.201250E+01	.245000E+00	.993727E-02	-.107769E-03
.201250E+01	.265000E+00	.795544E-02	-.591014E-03
.201250E+01	.285000E+00	.611107E-02	-.766766E-03
.201250E+01	.305000E+00	.410772E-02	-.732842E-03
.201250E+01	.325000E+00	.185918E-02	-.567917E-03
.201250E+01	.345000E+00	-.491947E-03	-.362119E-03
.201250E+01	.365000E+00	-.277971E-02	-.228140E-03
.201250E+01	.385000E+00	-.471257E-02	-.176841E-03
.201250E+01	.405000E+00	-.630438E-02	-.188139E-03
.201250E+01	.425000E+00	-.754573E-02	-.241909E-03
.201250E+01	.445000E+00	-.832856E-02	-.310493E-03
.201250E+01	.465000E+00	-.803139E-02	-.323507E-03
.201250E+01	.485000E+00	-.488978E-02	-.173616E-03
.211250E+01	.500000E-02	.301943E-01	.123779E-03
.211250E+01	.250000E-01	.299370E-01	.623169E-03
.211250E+01	.450000E-01	.296622E-01	.113967E-02
.211250E+01	.650000E-01	.293400E-01	.167701E-02
.211250E+01	.850000E-01	.289391E-01	.223678E-02
.211250E+01	.105000E+00	.283968E-01	.281635E-02
.211250E+01	.125000E+00	.276001E-01	.340141E-02
.211250E+01	.145000E+00	.263826E-01	.395524E-02
.211250E+01	.165000E+00	.245682E-01	.441014E-02
.211250E+01	.185000E+00	.220888E-01	.467785E-02
.211250E+01	.205000E+00	.191105E-01	.469675E-02
.211250E+01	.225000E+00	.159715E-01	.448552E-02
.211250E+01	.245000E+00	.129539E-01	.413385E-02
.211250E+01	.265000E+00	.101595E-01	.374001E-02
.211250E+01	.285000E+00	.755506E-02	.336155E-02
.211250E+01	.305000E+00	.507532E-02	.300707E-02
.211250E+01	.325000E+00	.269733E-02	.265696E-02
.211250E+01	.345000E+00	.451562E-03	.229322E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.211250E+01	.365000E+00	-.164407E-02	.190691E-02
.211250E+01	.385000E+00	-.344680E-02	.151606E-02
.211250E+01	.405000E+00	-.493935E-02	.112966E-02
.211250E+01	.425000E+00	-.613923E-02	.752322E-03
.211250E+01	.445000E+00	-.700896E-02	.394476E-03
.211250E+01	.465000E+00	-.719383E-02	.886212E-04
.211250E+01	.485000E+00	-.512597E-02	-.568554E-04
.221250E+01	.500000E-02	.278420E-01	.125719E-03
.221250E+01	.250000E-01	.275201E-01	.630051E-03
.221250E+01	.450000E-01	.271505E-01	.114776E-02
.221250E+01	.650000E-01	.267247E-01	.168245E-02
.221250E+01	.850000E-01	.262210E-01	.223403E-02
.221250E+01	.105000E+00	.256045E-01	.279963E-02
.221250E+01	.125000E+00	.248219E-01	.337040E-02
.221250E+01	.145000E+00	.238027E-01	.392732E-02
.221250E+01	.165000E+00	.224759E-01	.443860E-02
.221250E+01	.185000E+00	.208015E-01	.486262E-02
.221250E+01	.205000E+00	.188035E-01	.515961E-02
.221250E+01	.225000E+00	.165696E-01	.530673E-02
.221250E+01	.245000E+00	.142142E-01	.530455E-02
.221250E+01	.265000E+00	.118365E-01	.517072E-02
.221250E+01	.285000E+00	.950420E-02	.492808E-02
.221250E+01	.305000E+00	.725760E-02	.459627E-02
.221250E+01	.325000E+00	.512273E-02	.418973E-02
.221250E+01	.345000E+00	.311986E-02	.372005E-02
.221250E+01	.365000E+00	.126384E-02	.319866E-02
.221250E+01	.385000E+00	-.451543E-03	.263293E-02
.221250E+01	.405000E+00	-.200277E-02	.203909E-02
.221250E+01	.425000E+00	-.330463E-02	.146292E-02
.221250E+01	.445000E+00	-.433560E-02	.917258E-03
.221250E+01	.465000E+00	-.489024E-02	.424776E-03
.221250E+01	.485000E+00	-.394709E-02	.688846E-04
.231250E+01	.500000E-02	.256571E-01	.110468E-03
.231250E+01	.250000E-01	.252946E-01	.551490E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.231250E+01	.450000E-01	.248567E-01	.100024E-02
.231250E+01	.650000E-01	.243628E-01	.145905E-02
.231250E+01	.850000E-01	.238011E-01	.192606E-02
.231250E+01	.105000E+00	.231528E-01	.239740E-02
.231250E+01	.125000E+00	.223929E-01	.286620E-02
.231250E+01	.145000E+00	.214921E-01	.332111E-02
.231250E+01	.165000E+00	.204220E-01	.374551E-02
.231250E+01	.185000E+00	.191651E-01	.411836E-02
.231250E+01	.205000E+00	.177244E-01	.441753E-02
.231250E+01	.225000E+00	.161263E-01	.462430E-02
.231250E+01	.245000E+00	.144144E-01	.472703E-02
.231250E+01	.265000E+00	.126392E-01	.472204E-02
.231250E+01	.285000E+00	.108483E-01	.461216E-02
.231250E+01	.305000E+00	.908182E-02	.440448E-02
.231250E+01	.325000E+00	.737107E-02	.410835E-02
.231250E+01	.345000E+00	.573916E-02	.373424E-02
.231250E+01	.365000E+00	.420180E-02	.329330E-02
.231250E+01	.385000E+00	.276757E-02	.279721E-02
.231250E+01	.405000E+00	.143702E-02	.225792E-02
.231250E+01	.425000E+00	.198918E-03	.168674E-02
.231250E+01	.445000E+00	-.958727E-03	.109160E-02
.231250E+01	.465000E+00	-.188125E-02	.529925E-03
.231250E+01	.485000E+00	-.195650E-02	.118336E-03
.241250E+01	.500000E-02	.238336E-01	.900973E-04
.241250E+01	.250000E-01	.234517E-01	.448401E-03
.241250E+01	.450000E-01	.229761E-01	.809812E-03
.241250E+01	.650000E-01	.224505E-01	.117543E-02
.241250E+01	.850000E-01	.218730E-01	.154270E-02
.241250E+01	.105000E+00	.212340E-01	.190765E-02
.241250E+01	.125000E+00	.205219E-01	.226476E-02
.241250E+01	.145000E+00	.197244E-01	.260661E-02
.241250E+01	.165000E+00	.188307E-01	.292359E-02
.241250E+01	.185000E+00	.178347E-01	.320431E-02
.241250E+01	.205000E+00	.167377E-01	.343660E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.241250E+01	.225000E+00	.155504E-01	.360911E-02
.241250E+01	.245000E+00	.142914E-01	.371277E-02
.241250E+01	.265000E+00	.129846E-01	.374175E-02
.241250E+01	.285000E+00	.116561E-01	.369364E-02
.241250E+01	.305000E+00	.103304E-01	.356910E-02
.241250E+01	.325000E+00	.902919E-02	.337119E-02
.241250E+01	.345000E+00	.777014E-02	.310471E-02
.241250E+01	.365000E+00	.656608E-02	.277556E-02
.241250E+01	.385000E+00	.542468E-02	.239033E-02
.241250E+01	.405000E+00	.434682E-02	.195612E-02
.241250E+01	.425000E+00	.331994E-02	.148130E-02
.241250E+01	.445000E+00	.230130E-02	.980042E-03
.241250E+01	.465000E+00	.121608E-02	.488799E-03
.241250E+01	.485000E+00	.113870E-03	.108902E-03
.251250E+01	.500000E-02	.223836E-01	.716513E-04
.251250E+01	.250000E-01	.219962E-01	.355622E-03
.251250E+01	.450000E-01	.215079E-01	.639344E-03
.251250E+01	.650000E-01	.209778E-01	.922825E-03
.251250E+01	.850000E-01	.204120E-01	.120355E-02
.251250E+01	.105000E+00	.198062E-01	.147811E-02
.251250E+01	.125000E+00	.191549E-01	.174234E-02
.251250E+01	.145000E+00	.184530E-01	.199127E-02
.251250E+01	.165000E+00	.176966E-01	.221907E-02
.251250E+01	.185000E+00	.168843E-01	.241924E-02
.251250E+01	.205000E+00	.160180E-01	.258494E-02
.251250E+01	.225000E+00	.151031E-01	.270960E-02
.251250E+01	.245000E+00	.141493E-01	.278753E-02
.251250E+01	.265000E+00	.131689E-01	.281436E-02
.251250E+01	.285000E+00	.121758E-01	.278731E-02
.251250E+01	.305000E+00	.111843E-01	.270520E-02
.251250E+01	.325000E+00	.102079E-01	.256826E-02
.251250E+01	.345000E+00	.925835E-02	.237788E-02
.251250E+01	.365000E+00	.834483E-02	.213631E-02
.251250E+01	.385000E+00	.747297E-02	.184640E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.251250E+01	.405000E+00	.664045E-02	.151175E-02
.251250E+01	.425000E+00	.582028E-02	.113832E-02
.251250E+01	.445000E+00	.491167E-02	.740436E-03
.251250E+01	.465000E+00	.366514E-02	.356165E-03
.251250E+01	.485000E+00	.173958E-02	.733249E-04
.261250E+01	.500000E-02	.212405E-01	.572372E-04
.261250E+01	.250000E-01	.208574E-01	.283182E-03
.261250E+01	.450000E-01	.203758E-01	.506268E-03
.261250E+01	.650000E-01	.198613E-01	.725612E-03
.261250E+01	.850000E-01	.193246E-01	.939063E-03
.261250E+01	.105000E+00	.187642E-01	.114410E-02
.261250E+01	.125000E+00	.181773E-01	.133789E-02
.261250E+01	.145000E+00	.175616E-01	.151725E-02
.261250E+01	.165000E+00	.169161E-01	.167869E-02
.261250E+01	.185000E+00	.162411E-01	.181842E-02
.261250E+01	.205000E+00	.155385E-01	.193254E-02
.261250E+01	.225000E+00	.148123E-01	.201726E-02
.261250E+01	.245000E+00	.140682E-01	.206912E-02
.261250E+01	.265000E+00	.133136E-01	.208523E-02
.261250E+01	.285000E+00	.125567E-01	.206339E-02
.261250E+01	.305000E+00	.118065E-01	.200214E-02
.261250E+01	.325000E+00	.110717E-01	.190074E-02
.261250E+01	.345000E+00	.103602E-01	.175909E-02
.261250E+01	.365000E+00	.967866E-02	.157761E-02
.261250E+01	.385000E+00	.902970E-02	.135727E-02
.261250E+01	.405000E+00	.840396E-02	.110027E-02
.261250E+01	.425000E+00	.774991E-02	.812493E-03
.261250E+01	.445000E+00	.689568E-02	.510054E-03
.261250E+01	.465000E+00	.544139E-02	.230320E-03
.261250E+01	.485000E+00	.282871E-02	.408179E-04
.271250E+01	.500000E-02	.203289E-01	.463548E-04
.271250E+01	.250000E-01	.199581E-01	.228418E-03
.271250E+01	.450000E-01	.194985E-01	.405574E-03
.271250E+01	.650000E-01	.190146E-01	.576396E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.271250E+01	.850000E-01	.185181E-01	.739241E-03
.271250E+01	.105000E+00	.180086E-01	.892553E-03
.271250E+01	.125000E+00	.174844E-01	.103468E-02
.271250E+01	.145000E+00	.169445E-01	.116380E-02
.271250E+01	.165000E+00	.163890E-01	.127792E-02
.271250E+01	.185000E+00	.158192E-01	.137488E-02
.271250E+01	.205000E+00	.152372E-01	.145240E-02
.271250E+01	.225000E+00	.146463E-01	.150823E-02
.271250E+01	.245000E+00	.140508E-01	.154021E-02
.271250E+01	.265000E+00	.134559E-01	.154637E-02
.271250E+01	.285000E+00	.128677E-01	.152503E-02
.271250E+01	.305000E+00	.122923E-01	.147486E-02
.271250E+01	.325000E+00	.117362E-01	.139486E-02
.271250E+01	.345000E+00	.112050E-01	.128441E-02
.271250E+01	.365000E+00	.107028E-01	.114330E-02
.271250E+01	.385000E+00	.102284E-01	.972062E-03
.271250E+01	.405000E+00	.976050E-02	.773007E-03
.271250E+01	.425000E+00	.921520E-02	.553235E-03
.271250E+01	.445000E+00	.834986E-02	.330124E-03
.271250E+01	.465000E+00	.666246E-02	.136427E-03
.271250E+01	.485000E+00	.351475E-02	.182272E-04
.281250E+01	.500000E-02	.195912E-01	.378617E-04
.281250E+01	.250000E-01	.192394E-01	.185725E-03
.281250E+01	.450000E-01	.188122E-01	.327410E-03
.281250E+01	.650000E-01	.183683E-01	.461315E-03
.281250E+01	.850000E-01	.179175E-01	.586360E-03
.281250E+01	.105000E+00	.174593E-01	.701823E-03
.281250E+01	.125000E+00	.169925E-01	.806965E-03
.281250E+01	.145000E+00	.165173E-01	.900892E-03
.281250E+01	.165000E+00	.160346E-01	.982512E-03
.281250E+01	.185000E+00	.155463E-01	.105055E-02
.281250E+01	.205000E+00	.150551E-01	.110361E-02
.281250E+01	.225000E+00	.145643E-01	.114019E-02
.281250E+01	.245000E+00	.140779E-01	.115879E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.281250E+01	.265000E+00	.136004E-01	.115796E-02
.281250E+01	.285000E+00	.131366E-01	.113638E-02
.281250E+01	.305000E+00	.126916E-01	.109289E-02
.281250E+01	.325000E+00	.122701E-01	.102659E-02
.281250E+01	.345000E+00	.118761E-01	.936868E-03
.281250E+01	.365000E+00	.115110E-01	.823615E-03
.281250E+01	.385000E+00	.111674E-01	.687688E-03
.281250E+01	.405000E+00	.108084E-01	.532286E-03
.281250E+01	.425000E+00	.103151E-01	.365711E-03
.281250E+01	.445000E+00	.938831E-02	.204773E-03
.281250E+01	.465000E+00	.747553E-02	.749320E-04
.281250E+01	.485000E+00	.393312E-02	.474420E-05
.291250E+01	.500000E-02	.189878E-01	.309310E-04
.291250E+01	.250000E-01	.186587E-01	.151214E-03
.291250E+01	.450000E-01	.182687E-01	.265070E-03
.291250E+01	.650000E-01	.178679E-01	.370979E-03
.291250E+01	.850000E-01	.174625E-01	.468326E-03
.291250E+01	.105000E+00	.170515E-01	.556949E-03
.291250E+01	.125000E+00	.166346E-01	.636643E-03
.291250E+01	.145000E+00	.162130E-01	.706989E-03
.291250E+01	.165000E+00	.157887E-01	.767320E-03
.291250E+01	.185000E+00	.153646E-01	.816752E-03
.291250E+01	.205000E+00	.149439E-01	.854237E-03
.291250E+01	.225000E+00	.145304E-01	.878624E-03
.291250E+01	.245000E+00	.141279E-01	.888727E-03
.291250E+01	.265000E+00	.137408E-01	.883396E-03
.291250E+01	.285000E+00	.133730E-01	.861585E-03
.291250E+01	.305000E+00	.130287E-01	.822424E-03
.291250E+01	.325000E+00	.127112E-01	.765281E-03
.291250E+01	.345000E+00	.124227E-01	.689873E-03
.291250E+01	.365000E+00	.121610E-01	.596509E-03
.291250E+01	.385000E+00	.119104E-01	.486714E-03
.291250E+01	.405000E+00	.116171E-01	.364584E-03
.291250E+01	.425000E+00	.111306E-01	.238863E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.291250E+01	.445000E+00	.101156E-01	.124153E-03
.291250E+01	.465000E+00	.800763E-02	.383013E-04
.291250E+01	.485000E+00	.418248E-02	-.229465E-05
.301250E+01	.500000E-02	.184872E-01	.252610E-04
.301250E+01	.250000E-01	.181805E-01	.123549E-03
.301250E+01	.450000E-01	.178263E-01	.216165E-03
.301250E+01	.650000E-01	.174657E-01	.301679E-03
.301250E+01	.850000E-01	.171009E-01	.379731E-03
.301250E+01	.105000E+00	.167306E-01	.450368E-03
.301250E+01	.125000E+00	.163555E-01	.513527E-03
.301250E+01	.145000E+00	.159781E-01	.568885E-03
.301250E+01	.165000E+00	.156016E-01	.615850E-03
.301250E+01	.185000E+00	.152300E-01	.653623E-03
.301250E+01	.205000E+00	.148670E-01	.681270E-03
.301250E+01	.225000E+00	.145167E-01	.697793E-03
.301250E+01	.245000E+00	.141828E-01	.702220E-03
.301250E+01	.265000E+00	.138691E-01	.693661E-03
.301250E+01	.285000E+00	.135789E-01	.671384E-03
.301250E+01	.305000E+00	.133150E-01	.634871E-03
.301250E+01	.325000E+00	.130796E-01	.583878E-03
.301250E+01	.345000E+00	.128723E-01	.518555E-03
.301250E+01	.365000E+00	.126866E-01	.439727E-03
.301250E+01	.385000E+00	.124981E-01	.349546E-03
.301250E+01	.405000E+00	.122360E-01	.252657E-03
.301250E+01	.425000E+00	.117261E-01	.157433E-03
.301250E+01	.445000E+00	.106156E-01	.755576E-04
.301250E+01	.465000E+00	.834864E-02	.185684E-04
.301250E+01	.485000E+00	.432204E-02	-.481193E-05
.311250E+01	.500000E-02	.180571E-01	.208836E-04
.311250E+01	.250000E-01	.177687E-01	.102772E-03
.311250E+01	.450000E-01	.174448E-01	.180337E-03
.311250E+01	.650000E-01	.171182E-01	.252095E-03
.311250E+01	.850000E-01	.167875E-01	.317694E-03
.311250E+01	.105000E+00	.164513E-01	.377073E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.311250E+01	.125000E+00	.161116E-01	.430029E-03
.311250E+01	.145000E+00	.157720E-01	.476098E-03
.311250E+01	.165000E+00	.154371E-01	.514601E-03
.311250E+01	.185000E+00	.151114E-01	.544717E-03
.311250E+01	.205000E+00	.147990E-01	.565577E-03
.311250E+01	.225000E+00	.145038E-01	.576345E-03
.311250E+01	.245000E+00	.142291E-01	.576282E-03
.311250E+01	.265000E+00	.139778E-01	.564817E-03
.311250E+01	.285000E+00	.137523E-01	.541579E-03
.311250E+01	.305000E+00	.135542E-01	.506437E-03
.311250E+01	.325000E+00	.133839E-01	.459550E-03
.311250E+01	.345000E+00	.132386E-01	.401478E-03
.311250E+01	.365000E+00	.131071E-01	.333487E-03
.311250E+01	.385000E+00	.129562E-01	.258159E-03
.311250E+01	.405000E+00	.127004E-01	.180301E-03
.311250E+01	.425000E+00	.121494E-01	.107434E-03
.311250E+01	.445000E+00	.109465E-01	.484284E-04
.311250E+01	.465000E+00	.855269E-02	.101441E-04
.311250E+01	.485000E+00	.437972E-02	-.391736E-05
.321250E+01	.500000E-02	.176620E-01	.178201E-04
.321250E+01	.250000E-01	.173867E-01	.887897E-04
.321250E+01	.450000E-01	.170863E-01	.156756E-03
.321250E+01	.650000E-01	.167872E-01	.220061E-03
.321250E+01	.850000E-01	.164851E-01	.278175E-03
.321250E+01	.105000E+00	.161786E-01	.330757E-03
.321250E+01	.125000E+00	.158707E-01	.377329E-03
.321250E+01	.145000E+00	.155663E-01	.417239E-03
.321250E+01	.165000E+00	.152706E-01	.449719E-03
.321250E+01	.185000E+00	.149881E-01	.473982E-03
.321250E+01	.205000E+00	.147229E-01	.489298E-03
.321250E+01	.225000E+00	.144781E-01	.495070E-03
.321250E+01	.245000E+00	.142564E-01	.490870E-03
.321250E+01	.265000E+00	.140596E-01	.476480E-03
.321250E+01	.285000E+00	.138889E-01	.451901E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.321250E+01	.305000E+00	.137447E-01	.417361E-03
.321250E+01	.325000E+00	.136258E-01	.373356E-03
.321250E+01	.345000E+00	.135269E-01	.320769E-03
.321250E+01	.365000E+00	.134321E-01	.261174E-03
.321250E+01	.385000E+00	.132998E-01	.197405E-03
.321250E+01	.405000E+00	.130325E-01	.134199E-03
.321250E+01	.425000E+00	.124304E-01	.781299E-04
.321250E+01	.445000E+00	.111411E-01	.357625E-04
.321250E+01	.465000E+00	.864468E-02	.106058E-04
.321250E+01	.485000E+00	.437073E-02	.136172E-05
.331250E+01	.500000E-02	.172692E-01	.157868E-04
.331250E+01	.250000E-01	.170023E-01	.800449E-04
.331250E+01	.450000E-01	.167203E-01	.142191E-03
.331250E+01	.650000E-01	.164444E-01	.200259E-03
.331250E+01	.850000E-01	.161678E-01	.253524E-03
.331250E+01	.105000E+00	.158895E-01	.301363E-03
.331250E+01	.125000E+00	.156132E-01	.343071E-03
.331250E+01	.145000E+00	.153442E-01	.377880E-03
.331250E+01	.165000E+00	.150876E-01	.405043E-03
.331250E+01	.185000E+00	.148476E-01	.423914E-03
.331250E+01	.205000E+00	.146276E-01	.434004E-03
.331250E+01	.225000E+00	.144299E-01	.435022E-03
.331250E+01	.245000E+00	.142559E-01	.426890E-03
.331250E+01	.265000E+00	.141065E-01	.409733E-03
.331250E+01	.285000E+00	.139819E-01	.383877E-03
.331250E+01	.305000E+00	.138814E-01	.349834E-03
.331250E+01	.325000E+00	.138022E-01	.308334E-03
.331250E+01	.345000E+00	.137368E-01	.260467E-03
.331250E+01	.365000E+00	.136647E-01	.207993E-03
.331250E+01	.385000E+00	.135364E-01	.153850E-03
.331250E+01	.405000E+00	.132449E-01	.102565E-03
.331250E+01	.425000E+00	.125855E-01	.597919E-04
.331250E+01	.445000E+00	.112147E-01	.302894E-04
.331250E+01	.465000E+00	.863264E-02	.150944E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.331250E+01	.485000E+00	.429859E-02	.818271E-05
.341250E+01	.500000E-02	.168554E-01	.143474E-04
.341250E+01	.250000E-01	.165943E-01	.742417E-04
.341250E+01	.450000E-01	.163286E-01	.132375E-03
.341250E+01	.650000E-01	.160743E-01	.186404E-03
.341250E+01	.850000E-01	.158230E-01	.235512E-03
.341250E+01	.105000E+00	.155738E-01	.278916E-03
.341250E+01	.125000E+00	.153304E-01	.315822E-03
.341250E+01	.145000E+00	.150979E-01	.345487E-03
.341250E+01	.165000E+00	.148810E-01	.367304E-03
.341250E+01	.185000E+00	.146830E-01	.380863E-03
.341250E+01	.205000E+00	.145061E-01	.385974E-03
.341250E+01	.225000E+00	.143515E-01	.382668E-03
.341250E+01	.245000E+00	.142198E-01	.371181E-03
.341250E+01	.265000E+00	.141109E-01	.351920E-03
.341250E+01	.285000E+00	.140241E-01	.325441E-03
.341250E+01	.305000E+00	.139580E-01	.292435E-03
.341250E+01	.325000E+00	.139085E-01	.253766E-03
.341250E+01	.345000E+00	.138658E-01	.210647E-03
.341250E+01	.365000E+00	.138047E-01	.164946E-03
.341250E+01	.385000E+00	.136687E-01	.119635E-03
.341250E+01	.405000E+00	.133434E-01	.789660E-04
.341250E+01	.425000E+00	.126226E-01	.477466E-04
.341250E+01	.445000E+00	.111734E-01	.293108E-04
.341250E+01	.465000E+00	.851742E-02	.226988E-04
.341250E+01	.485000E+00	.416309E-02	.166597E-04
.351250E+01	.500000E-02	.164101E-01	.130904E-04
.351250E+01	.250000E-01	.161545E-01	.692140E-04
.351250E+01	.450000E-01	.159057E-01	.123459E-03
.351250E+01	.650000E-01	.156738E-01	.173164E-03
.351250E+01	.850000E-01	.154492E-01	.217577E-03
.351250E+01	.105000E+00	.152306E-01	.255931E-03
.351250E+01	.125000E+00	.150216E-01	.287493E-03
.351250E+01	.145000E+00	.148265E-01	.311668E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.351250E+01	.165000E+00	.146489E-01	.328076E-03
.351250E+01	.185000E+00	.144909E-01	.336580E-03
.351250E+01	.205000E+00	.143537E-01	.337280E-03
.351250E+01	.225000E+00	.142375E-01	.330483E-03
.351250E+01	.245000E+00	.141419E-01	.316661E-03
.351250E+01	.265000E+00	.140664E-01	.296405E-03
.351250E+01	.285000E+00	.140096E-01	.270400E-03
.351250E+01	.305000E+00	.139694E-01	.239422E-03
.351250E+01	.325000E+00	.139407E-01	.204406E-03
.351250E+01	.345000E+00	.139112E-01	.166632E-03
.351250E+01	.365000E+00	.138513E-01	.128036E-03
.351250E+01	.385000E+00	.136981E-01	.915461E-04
.351250E+01	.405000E+00	.133315E-01	.610684E-04
.351250E+01	.425000E+00	.125463E-01	.405891E-04
.351250E+01	.445000E+00	.110205E-01	.322544E-04
.351250E+01	.465000E+00	.830080E-02	.332887E-04
.351250E+01	.485000E+00	.397029E-02	.265134E-04
.361250E+01	.500000E-02	.159355E-01	.117057E-04
.361250E+01	.250000E-01	.156865E-01	.633916E-04
.361250E+01	.450000E-01	.154571E-01	.112854E-03
.361250E+01	.650000E-01	.152494E-01	.157230E-03
.361250E+01	.850000E-01	.150528E-01	.195989E-03
.361250E+01	.105000E+00	.148659E-01	.228518E-03
.361250E+01	.125000E+00	.146915E-01	.254259E-03
.361250E+01	.145000E+00	.145329E-01	.272834E-03
.361250E+01	.165000E+00	.143924E-01	.284110E-03
.361250E+01	.185000E+00	.142711E-01	.288201E-03
.361250E+01	.205000E+00	.141688E-01	.285440E-03
.361250E+01	.225000E+00	.140852E-01	.276324E-03
.361250E+01	.245000E+00	.140192E-01	.261461E-03
.361250E+01	.265000E+00	.139698E-01	.241534E-03
.361250E+01	.285000E+00	.139355E-01	.217275E-03
.361250E+01	.305000E+00	.139136E-01	.189485E-03
.361250E+01	.325000E+00	.138979E-01	.159127E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.361250E+01	.345000E+00	.138733E-01	.127517E-03
.361250E+01	.365000E+00	.138062E-01	.965959E-04
.361250E+01	.385000E+00	.136280E-01	.691384E-04
.361250E+01	.405000E+00	.132150E-01	.485662E-04
.361250E+01	.425000E+00	.123640E-01	.380377E-04
.361250E+01	.445000E+00	.107636E-01	.388039E-04
.361250E+01	.465000E+00	.799147E-02	.463042E-04
.361250E+01	.485000E+00	.373396E-02	.369545E-04
.371251E+01	.500000E-02	.154434E-01	.100738E-04
.371251E+01	.250000E-01	.152029E-01	.561305E-04
.371251E+01	.450000E-01	.149957E-01	.996554E-04
.371251E+01	.650000E-01	.148135E-01	.137710E-03
.371251E+01	.850000E-01	.146453E-01	.170071E-03
.371251E+01	.105000E+00	.144895E-01	.196363E-03
.371251E+01	.125000E+00	.143481E-01	.216247E-03
.371251E+01	.145000E+00	.142233E-01	.229567E-03
.371251E+01	.165000E+00	.141161E-01	.236409E-03
.371251E+01	.185000E+00	.140264E-01	.237079E-03
.371251E+01	.205000E+00	.139534E-01	.232057E-03
.371251E+01	.225000E+00	.138960E-01	.221937E-03
.371251E+01	.245000E+00	.138529E-01	.207383E-03
.371251E+01	.265000E+00	.138228E-01	.189092E-03
.371251E+01	.285000E+00	.138041E-01	.167790E-03
.371251E+01	.305000E+00	.137935E-01	.144269E-03
.371251E+01	.325000E+00	.137836E-01	.119490E-03
.371251E+01	.345000E+00	.137570E-01	.947448E-04
.371251E+01	.365000E+00	.136759E-01	.718614E-04
.371251E+01	.385000E+00	.134678E-01	.532756E-04
.371251E+01	.405000E+00	.130062E-01	.418017E-04
.371251E+01	.425000E+00	.120896E-01	.399783E-04
.371251E+01	.445000E+00	.104169E-01	.484833E-04
.371251E+01	.465000E+00	.760703E-02	.607700E-04
.371251E+01	.485000E+00	.347412E-02	.468839E-04
.381251E+01	.500000E-02	.149512E-01	.825422E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.381251E+01	.250000E-01	.147207E-01	.476605E-04
.381251E+01	.450000E-01	.145373E-01	.844282E-04
.381251E+01	.650000E-01	.143807E-01	.115657E-03
.381251E+01	.850000E-01	.142398E-01	.141442E-03
.381251E+01	.105000E+00	.141128E-01	.161655E-03
.381251E+01	.125000E+00	.140011E-01	.176170E-03
.381251E+01	.145000E+00	.139058E-01	.185022E-03
.381251E+01	.165000E+00	.138268E-01	.188453E-03
.381251E+01	.185000E+00	.137629E-01	.186884E-03
.381251E+01	.205000E+00	.137129E-01	.180865E-03
.381251E+01	.225000E+00	.136753E-01	.171014E-03
.381251E+01	.245000E+00	.136486E-01	.157986E-03
.381251E+01	.265000E+00	.136316E-01	.142441E-03
.381251E+01	.285000E+00	.136223E-01	.125065E-03
.381251E+01	.305000E+00	.136170E-01	.106595E-03
.381251E+01	.325000E+00	.136071E-01	.879216E-04
.381251E+01	.345000E+00	.135729E-01	.702058E-04
.381251E+01	.365000E+00	.134738E-01	.550046E-04
.381251E+01	.385000E+00	.132338E-01	.443294E-04
.381251E+01	.405000E+00	.127241E-01	.405353E-04
.381251E+01	.425000E+00	.117432E-01	.458194E-04
.381251E+01	.445000E+00	.100014E-01	.603768E-04
.381251E+01	.465000E+00	.717349E-02	.752535E-04
.381251E+01	.485000E+00	.321371E-02	.550937E-04
.391251E+01	.500000E-02	.144765E-01	.640930E-05
.391251E+01	.250000E-01	.142571E-01	.387485E-04
.391251E+01	.450000E-01	.140975E-01	.685836E-04
.391251E+01	.650000E-01	.139650E-01	.931494E-04
.391251E+01	.850000E-01	.138487E-01	.112807E-03
.391251E+01	.105000E+00	.137470E-01	.127640E-03
.391251E+01	.125000E+00	.136605E-01	.137699E-03
.391251E+01	.145000E+00	.135894E-01	.143154E-03
.391251E+01	.165000E+00	.135327E-01	.144344E-03
.391251E+01	.185000E+00	.134887E-01	.141739E-03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.391251E+01	.205000E+00	.134555E-01	.135891E-03
.391251E+01	.225000E+00	.134317E-01	.127388E-03
.391251E+01	.245000E+00	.134157E-01	.116819E-03
.391251E+01	.265000E+00	.134063E-01	.104767E-03
.391251E+01	.285000E+00	.134013E-01	.918116E-04
.391251E+01	.305000E+00	.133966E-01	.785792E-04
.391251E+01	.325000E+00	.133827E-01	.658120E-04
.391251E+01	.345000E+00	.133381E-01	.544562E-04
.391251E+01	.365000E+00	.132197E-01	.457872E-04
.391251E+01	.385000E+00	.129482E-01	.415071E-04
.391251E+01	.405000E+00	.123916E-01	.437020E-04
.391251E+01	.425000E+00	.113482E-01	.543711E-04
.391251E+01	.445000E+00	.954326E-02	.730628E-04
.391251E+01	.465000E+00	.672217E-02	.880241E-04
.391251E+01	.485000E+00	.297391E-02	.605810E-04
.401251E+01	.500000E-02	.140338E-01	.472229E-05
.401251E+01	.250000E-01	.138258E-01	.302970E-04
.401251E+01	.450000E-01	.136885E-01	.536902E-04
.401251E+01	.650000E-01	.135777E-01	.723500E-04
.401251E+01	.850000E-01	.134824E-01	.868172E-04
.401251E+01	.105000E+00	.134013E-01	.973364E-04
.401251E+01	.125000E+00	.133349E-01	.104082E-03
.401251E+01	.145000E+00	.132825E-01	.107312E-03
.401251E+01	.165000E+00	.132424E-01	.107401E-03
.401251E+01	.185000E+00	.132125E-01	.104810E-03
.401251E+01	.205000E+00	.131908E-01	.100038E-03
.401251E+01	.225000E+00	.131756E-01	.935868E-04
.401251E+01	.245000E+00	.131656E-01	.859345E-04
.401251E+01	.265000E+00	.131596E-01	.775299E-04
.401251E+01	.285000E+00	.131555E-01	.688213E-04
.401251E+01	.305000E+00	.131487E-01	.602962E-04
.401251E+01	.325000E+00	.131288E-01	.525324E-04
.401251E+01	.345000E+00	.130729E-01	.463013E-04
.401251E+01	.365000E+00	.129354E-01	.426967E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.401251E+01	.385000E+00	.126337E-01	.432159E-04
.401251E+01	.405000E+00	.120322E-01	.497676E-04
.401251E+01	.425000E+00	.109288E-01	.641598E-04
.401251E+01	.445000E+00	.907046E-02	.849483E-04
.401251E+01	.465000E+00	.628473E-02	.975532E-04
.401251E+01	.485000E+00	.276996E-02	.628606E-04
.411251E+01	.500000E-02	.136323E-01	.334554E-05
.411251E+01	.250000E-01	.134358E-01	.230567E-04
.411251E+01	.450000E-01	.133182E-01	.409779E-04
.411251E+01	.650000E-01	.132256E-01	.548524E-04
.411251E+01	.850000E-01	.131472E-01	.653135E-04
.411251E+01	.105000E+00	.130822E-01	.727084E-04
.411251E+01	.125000E+00	.130309E-01	.772845E-04
.411251E+01	.145000E+00	.129921E-01	.793332E-04
.411251E+01	.165000E+00	.129635E-01	.792131E-04
.411251E+01	.185000E+00	.129428E-01	.773263E-04
.411251E+01	.205000E+00	.129280E-01	.740801E-04
.411251E+01	.225000E+00	.129177E-01	.698529E-04
.411251E+01	.245000E+00	.129106E-01	.649897E-04
.411251E+01	.265000E+00	.129056E-01	.598134E-04
.411251E+01	.285000E+00	.129004E-01	.546517E-04
.411251E+01	.305000E+00	.128903E-01	.498715E-04
.411251E+01	.325000E+00	.128639E-01	.459405E-04
.411251E+01	.345000E+00	.127968E-01	.435268E-04
.411251E+01	.365000E+00	.126411E-01	.435902E-04
.411251E+01	.385000E+00	.123107E-01	.474916E-04
.411251E+01	.405000E+00	.116663E-01	.570199E-04
.411251E+01	.425000E+00	.105072E-01	.736563E-04
.411251E+01	.445000E+00	.860960E-02	.945775E-04
.411251E+01	.465000E+00	.588768E-02	.102878E-03
.411251E+01	.485000E+00	.260916E-02	.620626E-04
.421251E+01	.500000E-02	.132751E-01	.233199E-05
.421251E+01	.250000E-01	.130901E-01	.173880E-04
.421251E+01	.450000E-01	.129892E-01	.310102E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.421251E+01 .650000E-01 .129113E-01 .413012E-04
.421251E+01 .850000E-01 .128459E-01 .489154E-04
.421251E+01 .105000E+00 .127929E-01 .542398E-04
.421251E+01 .125000E+00 .127523E-01 .575479E-04
.421251E+01 .145000E+00 .127226E-01 .591204E-04
.421251E+01 .165000E+00 .127015E-01 .592697E-04
.421251E+01 .185000E+00 .126864E-01 .583155E-04
.421251E+01 .205000E+00 .126756E-01 .565582E-04
.421251E+01 .225000E+00 .126677E-01 .542635E-04
.421251E+01 .245000E+00 .126617E-01 .516705E-04
.421251E+01 .265000E+00 .126563E-01 .490072E-04
.421251E+01 .285000E+00 .126494E-01 .465063E-04
.421251E+01 .305000E+00 .126355E-01 .444521E-04
.421251E+01 .325000E+00 .126027E-01 .432473E-04
.421251E+01 .345000E+00 .125249E-01 .434888E-04
.421251E+01 .365000E+00 .123519E-01 .460566E-04
.421251E+01 .385000E+00 .119945E-01 .522333E-04
.421251E+01 .405000E+00 .113096E-01 .636570E-04
.421251E+01 .425000E+00 .101013E-01 .812285E-04
.421251E+01 .445000E+00 .818216E-02 .100600E-03
.421251E+01 .465000E+00 .554795E-02 .103531E-03
.421251E+01 .485000E+00 .249041E-02 .586794E-04
.431251E+01 .500000E-02 .129595E-01 .165560E-05
.431251E+01 .250000E-01 .127869E-01 .132492E-04
.431251E+01 .450000E-01 .126996E-01 .236653E-04
.431251E+01 .650000E-01 .126333E-01 .313986E-04
.431251E+01 .850000E-01 .125776E-01 .370717E-04
.431251E+01 .105000E+00 .125331E-01 .410645E-04
.431251E+01 .125000E+00 .124999E-01 .436432E-04
.431251E+01 .145000E+00 .124762E-01 .450596E-04
.431251E+01 .165000E+00 .124597E-01 .455686E-04
.431251E+01 .185000E+00 .124479E-01 .454116E-04
.431251E+01 .205000E+00 .124392E-01 .448017E-04
.431251E+01 .225000E+00 .124323E-01 .439216E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.431251E+01	.245000E+00	.124263E-01	.429353E-04
.431251E+01	.265000E+00	.124201E-01	.420026E-04
.431251E+01	.285000E+00	.124111E-01	.413023E-04
.431251E+01	.305000E+00	.123935E-01	.410737E-04
.431251E+01	.325000E+00	.123545E-01	.416761E-04
.431251E+01	.345000E+00	.122666E-01	.436627E-04
.431251E+01	.365000E+00	.120773E-01	.478703E-04
.431251E+01	.385000E+00	.116941E-01	.554975E-04
.431251E+01	.405000E+00	.109720E-01	.679576E-04
.431251E+01	.425000E+00	.972314E-02	.854478E-04
.431251E+01	.445000E+00	.780141E-02	.102126E-03
.431251E+01	.465000E+00	.527021E-02	.997267E-04
.431251E+01	.485000E+00	.240505E-02	.534815E-04
.441251E+01	.500000E-02	.126790E-01	.121884E-05
.441251E+01	.250000E-01	.125203E-01	.103046E-04
.441251E+01	.450000E-01	.124437E-01	.183487E-04
.441251E+01	.650000E-01	.123864E-01	.242430E-04
.441251E+01	.850000E-01	.123380E-01	.285517E-04
.441251E+01	.105000E+00	.122996E-01	.316165E-04
.441251E+01	.125000E+00	.122714E-01	.336827E-04
.441251E+01	.145000E+00	.122516E-01	.349720E-04
.441251E+01	.165000E+00	.122380E-01	.356899E-04
.441251E+01	.185000E+00	.122281E-01	.360166E-04
.441251E+01	.205000E+00	.122204E-01	.361027E-04
.441251E+01	.225000E+00	.122138E-01	.360756E-04
.441251E+01	.245000E+00	.122075E-01	.360482E-04
.441251E+01	.265000E+00	.122001E-01	.361381E-04
.441251E+01	.285000E+00	.121890E-01	.364928E-04
.441251E+01	.305000E+00	.121680E-01	.373292E-04
.441251E+01	.325000E+00	.121230E-01	.389870E-04
.441251E+01	.345000E+00	.120255E-01	.420013E-04
.441251E+01	.365000E+00	.118205E-01	.471807E-04
.441251E+01	.385000E+00	.114130E-01	.556593E-04
.441251E+01	.405000E+00	.106571E-01	.685842E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.441251E+01	.425000E+00	.937764E-02	.853243E-04
.441251E+01	.445000E+00	.747054E-02	.988731E-04
.441251E+01	.465000E+00	.504691E-02	.922418E-04
.441251E+01	.485000E+00	.233877E-02	.473424E-04
.451251E+01	.500000E-02	.124236E-01	.901059E-06
.451251E+01	.250000E-01	.122808E-01	.811879E-05
.451251E+01	.450000E-01	.122131E-01	.143410E-04
.451251E+01	.650000E-01	.121627E-01	.188172E-04
.451251E+01	.850000E-01	.121198E-01	.220574E-04
.451251E+01	.105000E+00	.120859E-01	.243534E-04
.451251E+01	.125000E+00	.120612E-01	.259221E-04
.451251E+01	.145000E+00	.120441E-01	.269573E-04
.451251E+01	.165000E+00	.120323E-01	.276312E-04
.451251E+01	.185000E+00	.120235E-01	.280859E-04
.451251E+01	.205000E+00	.120163E-01	.284302E-04
.451251E+01	.225000E+00	.120098E-01	.287540E-04
.451251E+01	.245000E+00	.120030E-01	.291386E-04
.451251E+01	.265000E+00	.119946E-01	.296743E-04
.451251E+01	.285000E+00	.119817E-01	.304908E-04
.451251E+01	.305000E+00	.119573E-01	.317953E-04
.451251E+01	.325000E+00	.119067E-01	.339265E-04
.451251E+01	.345000E+00	.117998E-01	.374285E-04
.451251E+01	.365000E+00	.115795E-01	.431159E-04
.451251E+01	.385000E+00	.111487E-01	.520635E-04
.451251E+01	.405000E+00	.103629E-01	.650976E-04
.451251E+01	.425000E+00	.906260E-02	.807813E-04
.451251E+01	.445000E+00	.718272E-02	.914739E-04
.451251E+01	.465000E+00	.486074E-02	.824172E-04
.451251E+01	.485000E+00	.227423E-02	.411782E-04
.461251E+01	.500000E-02	.121810E-01	.605786E-06
.461251E+01	.250000E-01	.120566E-01	.632953E-05
.461251E+01	.450000E-01	.119961E-01	.110601E-04
.461251E+01	.650000E-01	.119511E-01	.143356E-04
.461251E+01	.850000E-01	.119127E-01	.166325E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.461251E+01	.105000E+00	.118823E-01	.181930E-04
.461251E+01	.125000E+00	.118603E-01	.192071E-04
.461251E+01	.145000E+00	.118452E-01	.198484E-04
.461251E+01	.165000E+00	.118347E-01	.202682E-04
.461251E+01	.185000E+00	.118267E-01	.205851E-04
.461251E+01	.205000E+00	.118200E-01	.208837E-04
.461251E+01	.225000E+00	.118135E-01	.212292E-04
.461251E+01	.245000E+00	.118065E-01	.216778E-04
.461251E+01	.265000E+00	.117974E-01	.223018E-04
.461251E+01	.285000E+00	.117828E-01	.232165E-04
.461251E+01	.305000E+00	.117555E-01	.246233E-04
.461251E+01	.325000E+00	.116996E-01	.268682E-04
.461251E+01	.345000E+00	.115834E-01	.305152E-04
.461251E+01	.365000E+00	.113480E-01	.364017E-04
.461251E+01	.385000E+00	.108946E-01	.455511E-04
.461251E+01	.405000E+00	.100823E-01	.584882E-04
.461251E+01	.425000E+00	.876937E-02	.731186E-04
.461251E+01	.445000E+00	.692293E-02	.817363E-04
.461251E+01	.465000E+00	.468868E-02	.722134E-04
.461251E+01	.485000E+00	.219425E-02	.359644E-04
.471251E+01	.500000E-02	.119364E-01	.266749E-06
.471251E+01	.250000E-01	.118333E-01	.469517E-05
.471251E+01	.450000E-01	.117792E-01	.814466E-05
.471251E+01	.650000E-01	.117385E-01	.103456E-04
.471251E+01	.850000E-01	.117035E-01	.117825E-04
.471251E+01	.105000E+00	.116760E-01	.126654E-04
.471251E+01	.125000E+00	.116563E-01	.131668E-04
.471251E+01	.145000E+00	.116428E-01	.134469E-04
.471251E+01	.165000E+00	.116334E-01	.136387E-04
.471251E+01	.185000E+00	.116262E-01	.138410E-04
.471251E+01	.205000E+00	.116200E-01	.141135E-04
.471251E+01	.225000E+00	.116139E-01	.144949E-04
.471251E+01	.245000E+00	.116070E-01	.150184E-04
.471251E+01	.265000E+00	.115976E-01	.157358E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.471251E+01	.285000E+00	.115821E-01	.167511E-04
.471251E+01	.305000E+00	.115524E-01	.182633E-04
.471251E+01	.325000E+00	.114916E-01	.206235E-04
.471251E+01	.345000E+00	.113664E-01	.243935E-04
.471251E+01	.365000E+00	.111162E-01	.304037E-04
.471251E+01	.385000E+00	.106412E-01	.395805E-04
.471251E+01	.405000E+00	.980520E-02	.522015E-04
.471251E+01	.425000E+00	.848481E-02	.658565E-04
.471251E+01	.445000E+00	.667171E-02	.732351E-04
.471251E+01	.465000E+00	.450758E-02	.645584E-04
.471251E+01	.485000E+00	.208597E-02	.328924E-04
.481251E+01	.500000E-02	.116752E-01	-.162919E-06
.481251E+01	.250000E-01	.115966E-01	.303566E-05
.481251E+01	.450000E-01	.115480E-01	.534063E-05
.481251E+01	.650000E-01	.115104E-01	.659852E-05
.481251E+01	.850000E-01	.114781E-01	.734849E-05
.481251E+01	.105000E+00	.114529E-01	.778792E-05
.481251E+01	.125000E+00	.114351E-01	.807820E-05
.481251E+01	.145000E+00	.114229E-01	.837177E-05
.481251E+01	.165000E+00	.114144E-01	.879082E-05
.481251E+01	.185000E+00	.114080E-01	.941467E-05
.481251E+01	.205000E+00	.114026E-01	.102811E-04
.481251E+01	.225000E+00	.113973E-01	.113972E-04
.481251E+01	.245000E+00	.113912E-01	.127550E-04
.481251E+01	.265000E+00	.113823E-01	.143583E-04
.481251E+01	.285000E+00	.113667E-01	.162582E-04
.481251E+01	.305000E+00	.113354E-01	.186132E-04
.481251E+01	.325000E+00	.112703E-01	.217668E-04
.481251E+01	.345000E+00	.111366E-01	.263156E-04
.481251E+01	.365000E+00	.108721E-01	.330894E-04
.481251E+01	.385000E+00	.103771E-01	.427920E-04
.481251E+01	.405000E+00	.952087E-02	.552996E-04
.481251E+01	.425000E+00	.819619E-02	.677492E-04
.481251E+01	.445000E+00	.641228E-02	.736101E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.481251E+01	.465000E+00	.430324E-02	.648000E-04
.481251E+01	.485000E+00	.194931E-02	.338187E-04
.491251E+01	.500000E-02	.113913E-01	-.892955E-06
.491251E+01	.250000E-01	.113393E-01	.269809E-06
.491251E+01	.450000E-01	.112952E-01	.970440E-06
.491251E+01	.650000E-01	.112592E-01	.105725E-05
.491251E+01	.850000E-01	.112283E-01	.108574E-05
.491251E+01	.105000E+00	.112042E-01	.122411E-05
.491251E+01	.125000E+00	.111870E-01	.163734E-05
.491251E+01	.145000E+00	.111751E-01	.250832E-05
.491251E+01	.165000E+00	.111665E-01	.400535E-05
.491251E+01	.185000E+00	.111598E-01	.626036E-05
.491251E+01	.205000E+00	.111542E-01	.936320E-05
.491251E+01	.225000E+00	.111489E-01	.133576E-04
.491251E+01	.245000E+00	.111431E-01	.182412E-04
.491251E+01	.265000E+00	.111347E-01	.239751E-04
.491251E+01	.285000E+00	.111193E-01	.304984E-04
.491251E+01	.305000E+00	.110875E-01	.377733E-04
.491251E+01	.325000E+00	.110197E-01	.458624E-04
.491251E+01	.345000E+00	.108792E-01	.550300E-04
.491251E+01	.365000E+00	.106022E-01	.657827E-04
.491251E+01	.385000E+00	.100898E-01	.785846E-04
.491251E+01	.405000E+00	.921839E-02	.927724E-04
.491251E+01	.425000E+00	.789766E-02	.104874E-03
.491251E+01	.445000E+00	.614818E-02	.107150E-03
.491251E+01	.465000E+00	.409673E-02	.900569E-04
.491251E+01	.485000E+00	.182350E-02	.445580E-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      integer ip,jp,ijmax,nfimax
      parameter(ip=202,jp=102,ijmax=200,nfimax=9)
c
      integer nu,nv,npc,np,nt,nmu,nrho,ngamma,nCp
      parameter(nu=1,nv=2,npc=3,np=4,nt=5,nrho=6,nmu=7,ngamma=8,nCp=9)
c
      real x(ip),x_u(ip),y(jp),y_v(jp),xl,yl
      integer Ipref,Jpref
      common/geometrical/ x,x_u,y,y_v,xl,yl,Ipref,Jpref
c
      real Ath(ijmax),Cmth(ijmax)
      common/thomas/ Ath,Cmth
c
      integer nfi,iter,last,k
      real relax(nfimax)
      common/index/nfi,iter,last,k,relax
c
      logical solve_fi(nfimax), print_fi(nfimax)
      common/logical/solve_fi,print_fi
c
      real b(ip,jp),SP(ip,jp),Su(ip,jp)
      common/source/b,SP,Su
c
      real aW(ip,jp),aE(ip,jp),aS(ip,jp),aN(ip,jp),aP(ip,jp)
      common/coeff/aW,aE,aS,aN,aP
c
      real F_u(ip,jp),F_v(ip,jp)
      common/convective/F_u,F_v
c
      integer Istart(nfimax),Jstart(nfimax)
      common/firstnode/ istart,jstart
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      REAL d_u(ip,jp),d_v(ip,jp)
      common/p_correction/d_u, d_v
c
      real m_in,m_out
      common/continuety_correction/m_in, m_out
c
      real fi(ip,jp,nfimax)
      common/var/fi
c
      real u(ip,jp),v(ip,jp),pc(ip,jp),p(ip,jp),
     &     t(ip,jp),rho(ip,jp),mu(ip,jp),gamma(ip,jp),Cp(ip,jp)

c
c---- to save space in memory, we put all the two dimentional variable arrays
c---- into the three dimentional fi array:
c
      equivalence (fi(1,1,nu),u(1,1)),(fi(1,1,nv),v(1,1)),
     &            (fi(1,1,npc),pc(1,1)),(fi(1,1,np),p(1,1)),
     &            (fi(1,1,nt),t(1,1)),(fi(1,1,nrho),rho(1,1)),
     &            (fi(1,1,nmu),mu(1,1)),(fi(1,1,ngamma),gamma(1,1)),
     &            (fi(1,1,nCp),Cp(1,1))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
   program thesis
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Solves: Non transient, compressible  convection-diffusion problems.
C**** Version: Central differences.
C**** documentation: Educational (overdocumented). All equations cited are
C**** from ref. 1

C**** Description:
C**** This program solves non transient convection-diffusion problems
C**** using the simple algorithm described in ch. 6.4 in "Computational
C**** Fluid Dynamics" by H.k. Versteeg and W. malalasekera. Symbols and
C**** variables follows exactly the notations in this reference, and all
C**** equations cited are from this reference unless somthing else is said.
c
C**** References: 1. Computational Fluid Dynamics, H.k. Versteeg and W.
C****             Malalasekera, Longman Group Ltd, 1995
C****          2. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, S.V. Patankar,
C****             Hemisphere Publishing Corporation, 1980
c
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
   implicit double precision(a-h,o-z)
   include 'common7.blk'
   integer i,j
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
c
   call grid
   call init
   call fixedbound ! set boundary values that remain untouched during
c               ! the iteration process
c
     do iter=0,last
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
      call bound ! satisfy boundary conditions
c
      do nfi=1,nfimax
c
        if (nfi.eq.nu) then
          call ucoeff
          do k=0,3
            call solve
          enddo
c
        elseif (nfi.eq.nv) then
          call vcoeff
          do k=0,3
            call solve
          enddo
c
        elseif (nfi.eq.npc) then
          call bound
          call pccoeff
          do k=0,10
           call solve
          enddo
c
          call velcorr !Correct velocities and pressure
c
        endif
        enddo
c
      call output
c
     if (mod(iter,10).eq.0) then
       write (*,*) 'iterasjon nr:',iter
     endif
c
     enddo
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
      end !simple
c
c
c
c
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
     subroutine grid
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
     implicit double precision(a-h,o-z)
     include 'common7.blk'
     integer i,j
     real Dx,Dy
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Purpose: Defining the geometrical variables
C**** See fig. 6.2-6.4 in ref. 1.
c
C---- Length of the area in the x- and y direction
c
     xl=50.
     yl=1.
c
C---- Length of volume element
c
     Dx=xl/float(ip-2)
     Dy=yl/float(jp-2)
c
c
C---- Length variable for the scalar points in the x direction
c
     x(1)=0.
     x(2)=0.5*Dx
     do i=3,ip-1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        x(I)=x(I-1)+Dx
      enddo
      x(IP)=x(IP-1)+0.5*Dx
c
C---- Length variable for the scalar points fi(i,j) in the y direction
c
      y(1)=0.
      y(2)=0.5*Dy
      do j=3,jp-1
        y(J)=y(J-1)+Dy
      enddo
        y(JP)=y(JP-1)+0.5*Dy
c
C---- Length variable for the velocity components u(i,j) in the x direction
c
      x_u(1)=0.
      x_u(2)=0.
      do i=3,ip
        x_u(i)=x_u(i-1)+Dx
      enddo
c
C---- Length variable for the velocity components v(i,j) in the y direction
c
      y_v(1)=0.
      y_v(2)=0.
      do j=3,jp
        y_v(j)=y_v(j-1)+Dy
      enddo
c
      return
      end
c
c
c
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
    subroutine init
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
    implicit double precision(a-h,o-z)
    include 'common7.blk'
    integer i,j
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: To initilise all parameters.
c
C---- Number of iterations
c
    last=100
c
C---- Reference for zero pressure
c
    Ipref=ip-1
    Jpref=jp/2
c
C---- Initilising all variables
c
    m_in=1.
    m_out=1.
c
    do i=1,ip
      do j=1,jp
        u(i,J)=0. !Velocity in x-direction
        v(I,j)=0. !Velocity in y-direction
        p(I,J)=0. !Pressure relative to the pressure at point Ipref,jpref
        pc(I,J)=0. !Pressure correction (equivalet to pค in ref. 1).
        T(I,J)=373. !Temperature
        rho(I,J)=1.3 !Density
        mu(I,J)=21.e-6 !Turbulent viscosity (=1000*mu_laminar)
        gamma(I,J)=0.0315 !Thermal conductivety
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Cp(I,J)=1013. !Specific heat - assumed constant for this problem
        d_u(i,J)=0. !Variable d(i,J) to calculate pc defined in 6.23
        d_v(I,j)=0. !Variable d(I,j) to calculate pc defined in 6.23
        b(I,J)=0. !The general constant
        SP(I,J)=0. !Source term
        Su(I,J)=0. !Source term
      enddo
    enddo
c
    do j=2,jp-1 !Important to avoid crach!!
      u(ip-1,J)=0.08   !Othervise m_out calculated in subroutine globcont
    enddo            !would be zero at first iteration=>m_in/m_out =INF

c
C---- Initilising the logical parameter for which variable fi to solve
C---- and to print results for
c
    do nfi=1,nfimax
      solve_fi(nfi)=.true.
      print_fi(nfi)=.true.
    enddo
c
    solve_fi(np)=.false. !p is already solved through pc and eq. 6.33
c
C---- Setting the relaxation parameters
c
    relax(nu)=0.8 !See eq. 6.36
    relax(nv)=0.8 !See eq. 6.37
    relax(np)=0.25 !See eq. 6.33
    relax(nT)=1.0 !Relaxation factor for temperature
    relax(nrho)=0.1 !Relaxation factor for dencity
c
C---- Defenition of first internal node for the different fi variables.
C---- See fig. 9.1.
c
    istart(nu)=3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Jstart(nu)=2
c
      Istart(nv)=2
      jstart(nv)=3
c
      Istart(npc)=2
      Jstart(npc)=2
c
      Istart(nT)=2
      Jstart(nT)=2
c
      return
      end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      subroutine fixedbound
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
            real Re,mui,rhoi,a,a2,Vave
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Specify the boundary values that remain untouched during
C**** the iteration process
c
C---- Fixed temperature at the upper and lower wall
c
      do i=1,ip
        T(i,1)=373. ! Temperature in kelvin
        T(i,JP)=283.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      enddo
c
C---- Fixed temperature of the incomming fluid
c
      do j=2,jp-1
        T(1,J)=473.
      enddo
c
C---- Setting the velocity at inlet
c
      Re=600.
            mui=21.e-6
            rhoi=1.3
            a=yl

            Vave=(Re*mui)/(rhoi*a)
            do j=2,jp-1
            u(2,J)=Vave
            enddo
c     do j=2,jp-1
c       u(2,J)=0.08
c     enddo
c
      return
      end
c
c
c
c
ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      subroutine bound
ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      integer i,j
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Specify boundary conditions for a calculation
c
      call globcont
c
C---- Velocity and temperature gradient at outlet = zero:
c
      do j=2,jp-1
        u(iP,J)=u(iP-1,J)*m_in/m_out
        v(IP,j)=v(IP-1,j)
        T(IP,J)=T(IP-1,J)
      enddo
c

      return
      end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      subroutine globcont
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
      real AREAw
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Calculate mass in and out of the calculation domain to
C**** correct for the continuety at outlet.
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      call conv
c
      m_in=0.
      m_out=0.
c
      do j=2,jp-1
        AREAw=y_v(j+1)-y_v(j) !See fig. 6.3
        m_in=m_in+F_u(2,J)*AREAw
        m_out=m_out+F_u(ip-1,J)*AREAw
      enddo
c
      return
      end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
      subroutine output
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Creating result table
c
      if(iter.eq.last)call print
c
      return
      end
c
c
c
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
    subroutine solve
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
    implicit double precision(a-h,o-z)
    include 'common7.blk'
    integer i,j
    real Cth
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Purpose: To solve the algebraic equation 7.7.
c
    if(solve_fi(nfi))then


C---- TDMA along a horisontal row from west to east. equation to solve:
C----
C---- - aW*fiW + aP*fiP - aE*fiE = aS*fiS + an*fin + b
C----
C---- equivalences with variables in eq. 7.1-7.6:
C---- BETA=aW(I,J)   Def. in eq. 7.2
C---- D=aP(I,J)      Def. in eq. 7.2
C---- ALFA=aE(I,J)   Def. in eq. 7.2
C---- A=Ath(I)       Def. in eq. 7.6b
C---- C=Cth          The right side assumed temporarily known (see eq. 7.8)
C---- Cค=Cmth(I) Def. in eq. 7.6c
C---- b=b(I,J)       Def. in eq. 7.7
c
c
C---- Solving the (e-w) lines from the south
c
     do j=Jstart(nfi),jp-1
C---- At the inlet boundary:
       Ath(Istart(nfi)-1)=0.
       Cmth(Istart(nfi)-1)=fi(Istart(nfi)-1,J,nfi)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
        do i=Istart(nfi),ip-1 !Forward substitution
          Ath(I)=aE(I,J)/(aP(I,J)-aW(I,J)*Ath(I-1)) !eq. 7.6b
          Cth=aN(i,J)*fi(I,J+1,nfi)+aS(I,J)*fi(I,J-1,nfi)+b(I,J)
          Cmth(I)=(aW(I,J)*Cmth(I-1)+Cth)/ !eq. 7.6c
     &              (aP(I,J)-aW(I,J)*Ath(I-1))
        enddo
c
        do i=ip-1,Istart(nfi),-1 !Back substitution
          fi(I,J,nfi)=Ath(I)*fi(i+1,J,nfi)+Cmth(I) !eq. 7.6a
        enddo
      enddo
c
c
C---- Solving the (e-w) lines from the north
c
      do j=jp-2,Jstart(nfi),-1
C---- At the inlet boundary:
        Ath(Istart(nfi)-1)=0.
        Cmth(Istart(nfi)-1)=fi(Istart(nfi)-1,J,nfi)
c
        do i=Istart(nfi),ip-1 !Forward substitution
          Ath(I)=aE(I,J)/(aP(I,J)-aW(I,J)*Ath(I-1)) !eq. 7.6b
          Cth=aN(i,J)*fi(I,J+1,nfi)+aS(I,J)*fi(I,J-1,nfi)+b(I,J)
          Cmth(I)=(aW(I,J)*Cmth(I-1)+Cth)/ !eq. 7.6c
     &              (aP(I,J)-aW(I,J)*Ath(I-1))
        enddo
c
        do i=ip-1,Istart(nfi),-1 !Back substitution
          fi(I,J,nfi)=Ath(I)*fi(I+1,J,nfi)+Cmth(I) !eq. 7.6a
        enddo
      enddo
c


C---- TDMA along a vertical column from south to north. equation to solve:
C----
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C---- - aS*fiW + aP*fiP - an*fiE = aW*fiS + aE*fin + b !eq. 7.8
C----
C---- equivalences with variables in eq. 7.1-7.6:
C---- BETA=aS(I,J)   Def. in eq. 7.2
C---- D=aP(I,J)      Def. in eq. 7.2
C---- ALFA=an(I,J)   Def. in eq. 7.2
C---- A=Ath(I)       Def. in eq. 7.6b
C---- C=Cth          The right side assumed temporarily known (see eq. 7.8)
C---- Cค=Cmth(I) Def. in eq. 7.6c
C---- b=b(I,J)       Def. in eq. 7.7
c
c
C---- Solving (n-s) lines from the west
c
      do i=Istart(nfi),ip-1
C---- At the bottom boundary:
        Ath(Jstart(nfi)-1)=0.
        Cmth(Jstart(nfi)-1)=fi(I,Jstart(nfi)-1,nfi)
c
        do j=Jstart(nfi),jp-1
          Ath(J)=aN(I,J)/(aP(I,J)-aS(I,J)*Ath(J-1)) !eq. 7.6b
          Cth=aE(I,J)*fi(I+1,J,nfi)+aW(I,J)*fi(I-1,J,nfi)+b(I,J)
          Cmth(J)=(aS(I,J)*Cmth(J-1)+Cth)/ !eq. 7.6c
     &                (aP(I,J)-aS(I,J)*Ath(J-1))
        enddo
c
        do j=jp-1,Jstart(nfi),-1 !Back substitution
          fi(I,J,nfi)=Ath(J)*fi(I,J+1,nfi)+Cmth(J) !eq. 7.6a
        enddo
      enddo
c
c
C---- Solving (n-s) lines from the east


      do i=ip-2,Istart(nfi),-1
C---- At the bottom boundary:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Ath(Jstart(nfi)-1)=0.
      Cmth(Jstart(nfi)-1)=fi(I,Jstart(nfi)-1,nfi)
c
      do j=Jstart(nfi),jp-1 !Foreward substitution
        Ath(J)=aN(I,J)/(aP(I,J)-aS(I,J)*Ath(J-1)) !eq. 7.6b
        Cth=aE(I,J)*fi(I+1,J,nfi)+aW(I,J)*fi(I-1,J,nfi)+b(I,J)
        Cmth(J)=(aS(I,J)*Cmth(J-1)+Cth)/ !eq. 7.6c
     &          (aP(I,J)-aS(I,J)*Ath(J-1))
      enddo
c
      do j=jp-1,Jstart(nfi),-1 !Back substitution
        fi(I,J,nfi)=Ath(J)*fi(I,J+1,nfi)+Cmth(J) !eq. 7.6a
      enddo
     enddo
c

     endif
c
     return
     end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
     subroutine conv
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
     implicit double precision(a-h,o-z)
     include 'common7.blk'
     integer i,j
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: To calculate the convective mass flux component pr. unit
C**** area defined in eq. 5.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
      do i=2,ip
        do j=2,jp
          F_u(i,J)= (rho(I-1,J)*(x(I)-x_u(i))+
     &     rho(I,J)*(x_u(i)-x(I-1)))*u(i,J)/(x(I)-x(I-1)) ! =F(i,J)
c
          F_v(I,j)= (rho(I,J-1)*(y(J)-y_v(j))+
     &     rho(I,J)*(y_v(j)-y(J-1)))*v(I,j)/(y(J)-y(J-1)) ! =F(i,J)
c
        enddo
      enddo
c
      return
      end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      subroutine ucoeff
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
      real Fw,Fe,Fs,Fn,Dw,De,Ds,Dn,AREAw,AREAe,AREAs,AREAn,a
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: To calculate the coefficients for the U-equation
c
      if (solve_fi(nu)) then
c
        call conv
c
      do i=3,ip-1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      do j=2,jp-1
c
C---- Geometrical parameters
C---- Areas of the cell faces
c
        AREAw=y_v(j+1)-y_v(j) !See fig. 6.3
        AREAe=AREAw
        AREAs=x(I)-x(I-1)
        AREAn=AREAs
c
C---- eq. 6.9a-6.9d - the convective mass flux defined in eq. 5.8a
C---- note:  F=rho*u but Fw=(rho*u)w=rho*u*AREAw per definition.
c
        Fw=((F_u(i,J)+F_u(i-1,J))/2)*AREAw
        Fe=((F_u(i+1,J)+F_u(i,J))/2)*AREAe
        Fs=((F_v(I,j)+F_y(I-1,j))/2)*AREAs
        Fn=((F_v(I,j+1)+F_y(I-1,j+1))/2)*AREAn
c
C---- eq. 6.9e-6.9h - the diffusion conductance defined in eq. 5.8b
C---  note: D=mu/Dx but Dw=(mu/Dx)*AREAw per definition
c
        Dw=(mu(I-1,J)/(x_u(i)-x_u(i-1)))*AREAw
        De=(mu(I,J)/(x_u(i+1)-x_u(i)))*AREAe
        Ds=((mu(I-1,J)+mu(I,J)+mu(I-1,J-1)+mu(I,J-1))/
     &      (4*(y(J)-y(J-1))))*AREAs
        Dn=((mu(I-1,J+1)+mu(I,J+1)+mu(I-1,J)+mu(I,J))/
     &      (4*(y(J+1)-y(J))))*AREAn
c
C---- The source terms
c
        a=Fe-Fw+Fn-Fs
            a=amax1(a,0.)
        SP(i,J)=-a
        Su(i,J)=0.
c
C---- The coefficients (upwind differencing sheme)----------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
        aW(i,J)=Dw+amax1(Fw,0.)
        aE(i,J)=De+amax1(0.,-Fe)
        aS(i,J)=Ds+amax1(Fs,0.)
        aN(i,J)=Dn+amax1(0.,-Fn)
c
C---- eq. 8.31 without time dependent terms (see also eq. 5.14):
c
        aP(i,J)=aW(i,J)+aE(i,J)+aS(i,J)+aN(i,J)-SP(I,J)
c
C-------------------------------------------------------------------------
c
C---- Calculation of d(i,J)=d_u(i,J) defined in eq. 6.23 for use in the
C---- equation for pression correction (eq. 6.32). See subroutine pccoeff.
c
        d_u(i,J)=AREAw*relax(nu)/aP(i,J)
c
C---- Putting the integrated pressure gradient into the source term b(i,J)
C---- The reason is to get an equation on the generelised form
C---- (eq. 7.7 ) to be solved by the thomas algorithm.
C---- note: In reality b=a0p*fiP+Su=0.
c
        b(i,J)=(p(I-1,J)-p(I,J))*AREAw+Su(I,J)
c
C---- Introducing relaxation by eq. 6.36 . and putting also the last
C---- term on the right side into the source term b(i,J)
c
        aP(i,J)=aP(i,J)/relax(nfi)
        b(i,J)=b(i,J)+(1-relax(nfi))*aP(i,J)*u(i,J)
c
C---- now we have implemented eq. 6.36  on the form of eq. 7.7
C---- and the thomas algorithm can be called to solve it. This is done
C---- in the next step of the main program.
c
      enddo
    enddo
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
      endif
c
      return
      end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      subroutine vcoeff
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
      real Fw,Fe,Fs,Fn,Dw,De,Ds,Dn,AREAw,AREAe,AREAs,AREAn,a
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: To calculate the coefficients for the V-equation
c
      if (solve_fi(nv)) then
c
        call conv
c
      do i=2,ip-1
        do j=3,jp-1
c
C---- Geometrical parameters
C---- Areas of the cell faces
c
          AREAw=y(J)-y(J-1) !See fig. 6.4
          AREAe=AREAw
          AREAs=x_u(i+1)-x_u(i)
          AREAn=AREAs
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
C---- eq. 6.11a-6.11d - the convective mass flux defined in eq. 5.8a
C---- note:  F=rho*u but Fw=(rho*u)w=rho*u*AREAw per definition.
c
      Fw=((F_u(i,J)+F_u(i,J-1))/2)*AREAw
      Fe=((F_u(i+1,J)+F_u(i+1,J-1))/2)*AREAe
      Fs=((F_v(I,j)+F_v(I,j-1))/2)*AREAs
      Fn=((F_v(I,j)+F_v(I,j+1))/2)*AREAn
c
C---- eq. 6.11e-6.11h - the diffusion conductance defined in eq. 5.8b
C---  note: D=mu/Dx but Dw=(mu/Dx)*AREAw per definition
c
      Dw=((mu(I-1,J-1)+mu(I,J-1)+mu(I-1,J)+mu(I,J))/
     &     (4*(x(I)-x(I-1))))*AREAw
      De=((mu(I,J-1)+mu(I+1,J-1)+mu(I,J)+mu(I+1,J))/
     &     (4*(x(I+1)-x(I))))*AREAe
      Ds=(mu(I,J-1)/(y_v(j)-y_v(j-1)))*AREAs
      Dn=(mu(I,J)/(y_v(j+1)-y_v(j)))*AREAn
c
C---- The source terms
c
      a=Fe-Fw+Fn-Fs
          a=amax1(a,0.)
      SP(I,j)=-a
      Su(I,j)=0.
c
C---- The coefficients (upwind differencing sheme)----------
c
      aW(I,j)=Dw+amax1(Fw,0.)
      aE(I,j)=De+amax1(0.,-Fe)
      aS(I,j)=Ds+amax1(Fs,0.)
      aN(I,j)=Dn+amax1(0.,-Fn)
c
C---- eq. 8.31 without time dependent terms (see also eq. 5.14):
c
      aP(I,j)=aW(I,j)+aE(I,j)+aS(I,j)+aN(I,j)-SP(I,J)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
C-------------------------------------------------------------------
c
C---- Calculation of d(I,j)=d_v(I,j) defined in eq. 6.23 for use in the
C---- equation for pression correction (eq. 6.32) (see subroutine pccoefl).
c
      d_v(I,j)=AREAs*relax(nv)/aP(I,j)
c
C---- Putting the integrated pressure gradient into the source term b(I,j)
C---- The reason is to get an equation on the generelised form
C---- (eq. 7.7 ) to be solved by the thomas algorithm.
C---- note: In reality b=a0p*fiP+Su=0.
c
      b(I,j)=(p(I,J-1)-p(I,J))*AREAs+Su(I,j)
c
C---- Introducing relaxation by eq. 6.37 . and putting also the last
C---- term on the right side into the source term b(i,J)
c
      aP(I,j)=aP(I,j)/relax(nfi)
      b(I,j)=b(I,j)+(1-relax(nfi))*aP(I,j)*v(I,j)
c
C---- now we have implemented eq. 6.36  on the form of eq. 7.7
C---- and the thomas algorithm can be called to solve it. This is done
C---- in the next step of the main program.
c
    enddo
  enddo
c
  endif
c
  return
  end
c
c
c
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      subroutine pccoeff
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
      real Fw,Fe,Fs,Fn,Dw,De,Ds,Dn,AREAw,AREAe,AREAs,AREAn
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Purpose: To calculate the coefficients for the pressure correction
C**** equation, eq. 6.32
c
      if (solve_fi(npc)) then
c
      call conv
c
      do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
c
C---- Geometrical parameters
C---- Areas of the cell faces
c
          AREAw=y_v(j+1)-y_v(j) !=A(i,J) See fig. 6.2 or fig. 6.5
          AREAe=AREAw
          AREAs=x_u(i+1)-x_u(i)!=A(I,j)
          AREAn=AREAs
c
C---- The constant bค in eq. 6.32
c
          b(I,J)=F_u(i,J)*AREAw-F_u(i+1,J)*AREAe+
     &           F_v(I,j)*AREAs-F_v(I,j+1)*AREAn
c
          SP(I,J)=0.
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C---- The coefficients -------------------------------------------------
c
        aE(I,J)=(rho(I,J)+rho(I+1,J))*d_u(i+1,J)*AREAe/2.
        aW(I,J)=(rho(I-1,J)+rho(I,J))*d_u(i,J)*AREAw/2.
        aN(I,J)=(rho(I,J)+rho(I,J+1))*d_v(I,j+1)*AREAn/2.
        aS(I,J)=(rho(I,J-1)+rho(I,J))*d_v(I,j)*AREAs/2.
c
        aP(I,J)=aE(I,J)+aW(I,J)+aN(I,J)+aS(I,J)-SP(I,J)
c
        pc(I,J)=0. !Important!! Old pressure corrections must be set
              !to zero to avoid influence on the new ones
C-----------------------------------------------------------------------
C---- note: At the points nearest the boundaries, some coefficients are
C---- necesserily zero. For instance at I=2 and J=2, the coefficients
C---- aS and aW are zero since they are on the outside of the calculation
C---- domain. This is automatically satisfied through the initialisation
C---- where d_u(i,J) and d_v(I,j) are set to zero at these points.
c
      enddo
    enddo
c
    endif
c
    return
    end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
    subroutine velcorr
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
    implicit double precision(a-h,o-z)
    include 'common7.blk'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      integer i,j
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Purpose: To correct the pressure and the velocities by eq. 6.24, 6.25
C**** and a modified version of eq. 6.33.
c
      if (solve_fi(nfi)) then
c
        do i=2,ip-1
          do j=2,jp-1
c
C---- Eq. 6.33 modified for dynamical pressure:
C---- This formulation makes the pressure maintain the zero value
C---- at i=Ipref and j=Jpref, so the pressure anywhere else is calculated
C---- in reference to the pressure here.
c
            p(I,J)=p(I,J)+relax(np)*(pc(I,J)-pc(Ipref,Jpref))
c
C---- Velocity correction
c
            if(i.ne.2) u(i,J)=u(i,J)+d_u(i,J)*
     &                  (pc(I-1,J)-pc(I,J)) !eq. 6.24
            if(j.ne.2) v(i,j)=v(I,j)+d_v(I,j)*
     &                  (pc(I,J-1)-pc(I,J)) !eq. 6.25
          enddo
        enddo
      endif
c
      return
      end
c
c
c
c
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      subroutine Tcoeff
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
      real Fw,Fe,Fs,Fn,Dw,De,Ds,Dn,AREAw,AREAe,AREAs,AREAn,a
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: To calculate the coefficients for the T equation.
c
      if (solve_fi(nT)) then
c
        call conv
c
      do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
C---- Geometrical parameters
C---- Areas of the cell faces
c
          AREAw=y_v(j+1)-y_v(j) !=A(i,J) See fig. 6.2 or fig. 6.5
          AREAe=AREAw
          AREAs=x_u(i+1)-x_u(i)!=A(I,j)
          AREAn=AREAs
c
C---- The convective mass flux defined in eq. 5.8a
C---- note:  F=rho*u but Fw=(rho*u)w=rho*u*AREAw per definition.
c
          Fw=F_u(i,J)*Cp(I,J)*AREAw
          Fe=F_u(i+1,J)*Cp(I,J)*AREAe
          Fs=F_v(I,j)*Cp(I,J)*AREAs
          Fn=F_v(I,j+1)*Cp(I,J)*AREAn
c
C---- The diffusion conductance defined in eq. 5.8b
C--- note: D=mu/Dx but Dw=(mu/Dx)*AREAw per definition
C---- The conductivity, gamma,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C---- at the interface is calculated by use of harmonic mean.
c
      Dw=((gamma(I-1,J)*gamma(I,J))/(gamma(I-1,J)*
     &   (x(I)-x_u(i))+gamma(I,J)*(x_u(i)-x(I-1))))*AREAw
      De=((gamma(I,J)*gamma(I+1,J))/(gamma(I,J)*
     &   (x(I+1)-x_u(i+1))+gamma(I+1,J)*(x_u(i+1)-x(I))))*AREAe
      Ds=((gamma(I,J-1)*gamma(I,J))/(gamma(I,J-1)*
     &   (y(J)-y_v(j))+gamma(I,J)*(y_v(j)-y(J-1))))*AREAs
      Dn=((gamma(I,J)*gamma(I,J+1))/(gamma(I,J)*
     &   (y(J+1)-y_v(j+1))+gamma(I,J+1)*(y_v(j+1)-y(J))))*AREAn
c
C---- The source terms
c
            a=Fe-Fw+Fn-Fs
            a=amax1(a,0.)
      SP(I,J)=-a
      Su(I,J)=0.
c
c
C---- The coefficients (upwind differencing sheme)----------
c
      aW(I,J)=Dw+amax1(Fw,0.)
      aE(I,J)=De+amax1(0.,-Fe)
      aS(I,J)=Ds+amax1(Fs,0.)
      aN(I,J)=Dn+amax1(0.,-Fn)
c
C---- eq. 8.31 without time dependent terms (see also eq. 5.14):
c
      aP(I,J)=aW(I,J)+aE(I,J)+aS(I,J)+aN(I,J)-SP(I,J)
c
C-------------------------------------------------------------------
c
C---- Setting the source term equal to b
c
      b(I,J)=Su(I,J)
c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C---- now the thomas algorithm can be called to solve the equation.
C---- This is done in the next step of the main program.
c
      enddo
    enddo
c
    endif
c
    return
    end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
    subroutine dencity
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
    implicit double precision(a-h,o-z)
    include 'common7.blk'
    integer i,j
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Calculate the dencity rho(I,J) in the fluid as a function
C**** of the ideal gas law. Note: rho at the walls are not needed in this
C**** case, and therefore not calculated.
c
c
    if (solve_fi(nrho)) then
c
    do i=1,ip
      do j=2,jp-1
        if(i.eq.1)then !Since p(1,J) doesn't exist, we set:
          rho(I,J)=(1-relax(nrho))*rho(I,J)+
    &              relax(nrho)*(p(I+1,J)+101000.)/(287.*T(I,J))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
        elseif(i.eq.ip)then !Since p(ip,J) doesn't exist, we set:
          rho(I,J)=(1-relax(nrho))*rho(I,J)+
     &             relax(nrho)*(p(I-1,J)+101000.)/(287.*T(I,J))
c
        else
        rho(I,J)=(1-relax(nrho))*rho(I,J)+
     &           relax(nrho)*(p(I,J)+101000.)/(287.*T(I,J))
        endif
      enddo
     enddo
c
     endif
c
     return
     end
c
c
c
c
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
     subroutine viscosity
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
     implicit double precision(a-h,o-z)
     include 'common7.blk'
     integer i,j
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
CCCCCCCCCCCCCCC
C**** Purpose: Calculate the viscosity in the fluid as a function of
C**** temperature. Max error in the actual temp. interval is 0.5%
c
     if (solve_fi(nmu))then
c
     do i=2,ip-1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      do j=2,jp-1
        mu(I,J)=(0.0395*T(I,J)+6.58)*1.e-6*1000.
      enddo
     enddo
c
     endif
c
     return
     end
c
c
c
c
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      subroutine conductance
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
cccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
ccccccccccccccc
C**** Purpose: Calculate the thermal conductivity in the fluid as a
C**** function of temperature. Max error in the actual temp. interval
C**** is 0.9%
c
      if (solve_fi(ngamma)) then
c
       do i=2,ip-1
         do j=2,jp-1
           gamma(I,J)=6.1e-5*T(I,J)+8.4e-3
         enddo
       enddo
c
       endif
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
c
      return
      end
c
c
c
c
ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
cccccccccccccccc
      subroutine print
ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
cccccccccccccccc
      implicit double precision(a-h,o-z)
      include 'common7.blk'
      integer i,j
ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
cccccccccccccccc
C**** Purpose: print out result table to file
c
      open(10,fiLE='velocity.dat',status='unknown')
      open(11,fiLE='x.dat',status='unknown')
      open(12,fiLE='y.dat',status='unknown')
      open(13,fiLE='u.dat',status='unknown')
      open(14,fiLE='v.dat',status='unknown')
      open(15,fiLE='fully.dat',status='unknown')
c
      do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
          write(10,102)x(I),y(J),(fi(i,J,nu)+fi(i+1,J,nu))/2.
     &                 ,(fi(I,j,nv)+fi(I,j+1,nv))/2.
        enddo
      enddo

c                              cw
      do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          write(11,102)x(I)
        enddo
      enddo


            do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
          write(12,102)y(J)
        enddo
      enddo
            do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
          write(13,102)(fi(i,J,nu)+fi(i+1,J,nu))/2.
        enddo
      enddo
            do i=2,ip-1
        do j=2,jp-1
          write(14,102)(fi(I,j,nv)+fi(I,j+1,nv))/2.
        enddo
      enddo
            do j=2,jp-1
                  write(15,102) u(ip-1,j)
            enddo
            close(10)
    close(11)
    close(12)
    close(13)
    close(14)
    close(15)

c
 100  format(1X,3E14.6)
 101  format(1X,4E14.6)
 102  format(1X,E14.6)
c
    return
    end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้