

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ชื่อโครงการพิเศษ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณหาจุดตัดและจุดน้ำค้าง

ชื่อนักศึกษา

นาย ปณพล ลือพานิช



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

ปัญหาพิเศษ/โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

612549393

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title

Computer Program for BUBLE point and DEW point Calculation

Name

Mr. Panabhol Luephanish



**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for
the Degree of Bachelor of Science**

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อโครงการพิเศษ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณหาจุดตัดและจุดน้ำค้าง

โดย นาย ปณพล ลือพานิช

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้นำโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ชื่อคน นางอศิวิมล
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์

หัวหน้าภาค

คณะกรรมการโครงการพิเศษ

Sukda Fritth
(ผศ.ดร.ศักดิ์ ไตรศักดิ์)

ประธานกรรมการ

ชื่อคน นางอศิวิมล
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์

กรรมการ

กรรมการ

(อ.อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณหาจุดเดือดและจุด น้ำค้าง
นักศึกษา	นาย ปณพล ลือพานิช
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2535

บทคัดย่อ

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของสารต่างๆ ของระบบที่อยู่ในสมดุล ณ อุณหภูมิ และ ความดันที่กำหนดในกระบวนการอุตสาหกรรมเคมีหลายประเภท เช่น กระบวนการกลั่น กระบวนการสกัด เป็นต้น เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการควบคุมกระบวนการดังกล่าว การคำนวณหา ปริมาณสารที่สภาวะสมดุลของระบบของของผสมระหว่างไอและของเหลว สามารถได้จากกฎ ของราอูลท์ซึ่งยุ่งยากและซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการคำนวณและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ การพัฒนา โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณมีชื่อว่า ปีติแคล ซึ่งพัฒนาด้วยภาษาปาสคาล ทำงานด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบไอบีเอ็มคอมแพคทีเบิล เป็นประโยชน์ในการคำนวณหา อุณหภูมิ ความดันและส่วนประกอบของวิภาคสำหรับระบบที่อยู่ในสมดุลของของผสมสองวิภาค ระหว่าง ไอและของเหลวที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลาง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบที่ประกอบด้วยสารละลายอุดมคติ 2 ชนิด และระบบที่ประกอบด้วยสารละลายจริง 2 ชนิด การคำนวณหาค่าจุดน้ำค้างและจุดเดือด แสดงผลออกมาในรูปของผลลัพธ์ ตารางและแผนภาพ ซึ่งได้ผ่านการทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยใช้เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาเคมีเทอร์โมไดนามิกส์

Special Project Title **Computer Program for BUBLE point and DEW point calculation**
Name **Panabhol Luephanish**
Special Project Advisor **Anurak Pitiraksakul**
Department **Chemistry**
Academic Year **1992**

Abstract

The study on the quantity of species in the industrial chemical processes such as distillation, extraction is considered to be important to control these processes. The calculation of the quantity of species of systems in vapor/liquid equilibrium from Raoult's law is complicated. The development of program is called as BDCal program by using Pascal language operating on IBM compatible microcomputer which can calculate temperatures, pressures, and phase compositions for systems in vapor/liquid equilibrium at low to moderate pressures for two systems ; ideal-solution and real-solution systems. The result will be presented in table and diagram. This program has been applied in chemical thermodynamics.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำจากท่านอาจารย์ดังนี้

1) อาจารย์ อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล

2) ผศ.ดร. ศีรวีวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาและได้ให้คำชี้แนะทางที่นำไปสู่ความสำเร็จ และขอขอบคุณผู้ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามไว้ในที่นี้ แต่ได้ช่วยเหลือมาตลอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

รายการ	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	A
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	B
กิตติกรรมประกาศ	C
สารบัญ	D
สารบัญรูป	F
สัญลักษณ์	G
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ขั้นพื้นฐาน	3
2.2 ก๊าซอุดมคติ	5
2.3 สารละลายอุดมคติ	6
2.4 กฎของราอูลท์	6
2.5 สมบัติย่อย	9
2.6 ฟูกาลิตีและสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตี	9
2.7 ฟูกาลิตีและสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตีสำหรับส่วนประกอบ i ในสารละลาย	12
2.8 ความสัมพันธ์ทั่วไปสำหรับสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตี	14
2.9 พลังงานกิบบส์เอ็กเซส	17
2.10 สัมประสิทธิ์แอกทิวิตีจากข้อมูลของสมดุลงระหว่างวิภาค ไอและของเหลว	18
2.11 สมดุลงระหว่างวิภาคไอและของเหลวที่ความดันต่ำจากความ สัมพันธ์ของข้อมูล	19
2.12 สมการทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง	20
2.13 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	หน้า
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินการ	25
3.1 ชั้นเตรียมการ	25
3.1.1 กำหนดขอบเขตของงาน	25
3.1.2 ศึกษารายละเอียดของทฤษฎีและวิธีการคำนวณ	25
3.1.3 เขียนผังงานวิธีทำงานของโปรแกรมและผังงานของวิธีการคำนวณ	25
3.1.4 ภาษาที่เลือกใช้	25
3.2 ชั้นดำเนินการ	26
3.2.1 การนิยาม	26
3.2.1.1 คำจำกัดความ	26
3.2.1.2 ขอบเขตของโปรแกรม	26
3.2.1.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม	26
3.2.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ	26
3.2.2 การพัฒนาโปรแกรม	26
3.2.2.1 การออกแบบรูปแบบของโปรแกรม	26
3.2.2.2 การทดสอบโปรแกรม	27
3.3 การเขียนผังงานวิธีทำงานของโปรแกรมและผังงานวิธีการคำนวณต่างๆ	27
3.4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณ	27
3.4.1 การคำนวณ BUBL P	27
3.4.2 การคำนวณ DEW P	28
3.4.3 การคำนวณ BUBL T	28
3.4.4 การคำนวณ DEW T	28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	36
4.1 ผลการวิจัย	36
4.1.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1	36
4.1.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2	39
4.2 วิจารณ์	39
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผลการศึกษา	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	รายการ	หน้า
2.1	แผนภาพ Pxy	7
2.2	แผนภาพ Txy	8
3.1	ผังงานการทำงานของโปรแกรม	29
3.2	ผังงานการคำนวณ BUBL P	30
3.3	ผังงานการคำนวณ DEW P	31
3.4	ผังงานการคำนวณ BUBL T	33
3.5	ผังงานการคำนวณ DEW T	34
4.1	แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1	36
4.2	แสดงหน้าจอการคำนวณ BUBL P	37
4.3	แสดงหน้าจอผลการคำนวณ BUBL P	38
4.4	แสดงหน้าจอการคำนวณ BUBL P	38
4.5	แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2	41
4.6	แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2	42
4.7	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการแอนโทอิน	43
4.8	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการวิลสัน	44
4.9	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการพรอสนิตซ์	45
4.10	แสดงหน้าจอผลการคำนวณ BUBL P	46
4.11	แสดงหน้าจอแผนภาพ Pxy	47
4.12	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการแอนโทอิน	48
4.13	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการวิลสัน	48
4.14	แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการพรอสนิตซ์	49
4.15	แสดงหน้าจอผลการคำนวณ DEW T	49
4.16	แสดงหน้าจอแผนภาพ Txy	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

ลำดับที่	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1	H	เอนทาลปี
2	S	เอนโทรปี
3	G	พลังงานกิบบส์
4	G_{ig}	พลังงานกิบบส์สำหรับสารละลายอุดมคติ
5	G^R	พลังงานกิบบส์เรลิติว
6	G^E	พลังงานกิบบส์เอ็กเซส
7	T	อุณหภูมิ
8	P	ความดัน
9	V	ปริมาตรโมล
10	v_{id}	ปริมาตรโมลสำหรับสารละลายอุดมคติ
11	v_{ig}	ปริมาตรโมลสำหรับก๊าซอุดมคติ
12	x_i	เศษส่วนโมลสำหรับสารที่อยู่ในวิภาคไอ
13	y_i	เศษส่วนโมลสำหรับสารที่อยู่ในวิภาคของเหลว
14	n	จำนวนโมล
15	B	สัมประสิทธิ์ไวเรียลลำดับที่ 2
16	μ	ศักย์เคมีสำหรับก๊าซอุดมคติผสม
17	μ_{ig}	ศักย์เคมีสำหรับก๊าซอุดมคติผสม
18	μ_{id}	ศักย์เคมีสำหรับสารละลายอุดมคติ
19	μ^v	ศักย์เคมีสำหรับสารที่อยู่ในวิภาคไอในสารละลาย
20	μ^l	ศักย์เคมีสำหรับสารที่อยู่ในวิภาคของเหลวในสารละลาย
21	Φ	สัมประสิทธิ์ฟูกาลิตี
22	R	ค่าคงที่ของก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมากและมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการผลิตและการควบคุมกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการกลั่น กระบวนการสกัด กระบวนการดูดซับ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดการสัมผัสของสารมากกว่า 1 วัฏภาค เช่น ระหว่างวัฏภาคของของเหลวและไอ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อระบบไม่อยู่ในสมดุลจะทำให้มีการถ่ายเทมวลสารขึ้นระหว่างวัฏภาค ในการที่จะทราบปริมาณของสารที่เป็นส่วนประกอบของระบบซึ่งอยู่ในสมดุลเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ และใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น สามารถคำนวณได้จากกฎของราอูลท์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านวิศวกรรมเคมีเทอร์โมไดนามิกส์ เวลาที่ใช้ในการคำนวณซึ่งสลับซับซ้อน และการทดสอบผลลัพธ์หลายขั้นตอนทำให้ยากที่จะได้ข้อมูลภายในระยะเวลาอันสั้นและทำให้การคำนวณเกิดข้อผิดพลาดได้ ซึ่งเป็นผลให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความเชื่อถือและเป็นการเสียเวลาอย่างมาก เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีสมรรถนะในการคำนวณสูง ให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำ ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการคำนวณข้อมูลสมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์ จึงเป็นประโยชน์มากในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ศึกษาสมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์นี้ ยังให้ความสะดวกในการนำไปสาธิต และใช้เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของการเรียนสมดุลทางเทอร์โมไดนามิกส์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาระบบสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวของของผสมหลายวัฏภาค
- 2) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณหาจุดเดือด จุดน้ำค้าง สร้างกราฟ P-xy และกราฟ T-xy ในระบบสารละลายอุดมคติและระบบสารละลายจริง 2 ชนิด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) พัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบของสารละลาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลาย 2 ชนิดที่สามารถระเหยได้ทั้งคู่ โดยที่ระบบอยู่ในสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลาง
- 2) พัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณหาจุดเดือด จุดน้ำค้าง สร้างกราฟ P-xy ในช่วงความดัน

0 - 500 กิโลปาสคาล และกราฟ T - xy ในช่วงอุณหภูมิ 0 - 500 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ

- 1) ประหยัดเวลาในการคำนวณและวิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมนี้คำนวณโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ได้ทันที และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำ
- 2) ใช้เป็นเครื่องมือค้นคว้าสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาระบบของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลายที่ระเหยได้ทั้งคู่ โดยที่ระบบกำลังอยู่ในสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวที่ความดันของระบบต่ำจะถึงความดันปานกลาง เพื่อช่วยให้งานวิจัยมีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น
- 3) เป็นโปรแกรมสาธิตและใช้เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของการเรียนสมดุลย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

ระบบที่ทำการศึกษาในวิศวกรรมเคมีเทอร์โมไดนามิกส์ส่วนใหญ่เป็นของผสมของก๊าซหรือของเหลวซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบเนื่องจาก กระบวนการผสมหรือกระบวนการแยก การถ่ายเทสารระหว่างภูมิภาคหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมบัติของแต่ละระบบขึ้นกับส่วนประกอบ อุณหภูมิและความดันของระบบ ในการทำงานดังกล่าวเริ่มจากการศึกษาของผสมของก๊าซอุดมคติและสารละลายอุดมคติ สมดุลย์ระหว่างภูมิภาคไอและของเหลวของของผสมหรือกฎของราอูลท์ จากนั้นจึงศึกษาของผสมของก๊าซและสารละลายจริงและกฎของราอูลท์ที่ปรับปรุงแล้ว

2.1 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ขั้นพื้นฐาน

นิยามพลังงานอิสระกิบส์ ในระบบปิด

$$G = H - TS$$

ในรูปดิฟเฟอเรนเชียลของ n โมล

$$d(nG) = (nV) dp - (nS) dT \quad (2.0)$$

สำหรับของไหลภูมิภาคเดียวซึ่งไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี ระบบจะมีส่วนประกอบคงที่และเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\left[\frac{\partial (nG)}{\partial P} \right]_{T,n} = nV \quad \text{and} \quad \left[\frac{\partial (nG)}{\partial T} \right]_{P,n} = -nS$$

n แสดงจำนวนโมลของส่วนประกอบทั้งหมดซึ่งคงที่

สำหรับระบบเปิดจะมีการแลกเปลี่ยนมวลสารกับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น ดังนั้น nG จึงเป็นฟังก์ชันของจำนวนโมลของสารในระบบแต่ละชนิดอีกด้วย คือ

$$nG = g(P, T, n_1, n_2, \dots, n_j, \dots)$$

n คือจำนวนโมลของส่วนประกอบต่างๆ เขียนในรูปดิฟเฟอเรนเชียลได้

$$d(nG) = \left[\frac{\partial (nG)}{\partial P} \right]_{T,n} dP + \left[\frac{\partial (nG)}{\partial T} \right]_{P,n} dT + \sum_i \left[\frac{\partial (nG)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j} dn_i$$

ผลบวกที่เห็นคือจำนวนส่วนประกอบทั้งหมดในระบบ n_j แสดงว่าจำนวนโมลทั้งหมดยกเว้น

สารประกอบ i มีค่าคงที่ แทนค่าสองเทอมแรกด้วยนิยามของมันได้ว่า

$$d(nG) = (nV) dP - (ns) dT + \sum_i \left[\frac{\partial(nG)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j} dn_i$$

เทอม nG ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนโมลของส่วนประกอบ i เรียกว่า ศักย์เคมี (chemical potential) ของส่วนประกอบ i ใช้สัญลักษณ์ว่า μ_i

$$\mu_i = \left[\frac{\partial(nG)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j} \quad (2.1)$$

ดังนั้นสมการทั่วไปของ $d(nG)$ คือ

$$d(nG) = (nV) dP - (ns) dT + \sum \mu_i dn_i \quad (2.2)$$

ในระบบปิด 2 ภูมิภาคซึ่งอยู่ในสมดุล เมื่อพิจารณาแต่ละภูมิภาคในระบบปิดนี้พบว่าเป็นระบบเปิดที่มีการถ่ายเทมวลระหว่างภูมิภาค ซึ่งแสดงสมการ (2.2) สำหรับแต่ละภูมิภาคบริเวณผิวสัมผัสระหว่างภูมิภาค α และ β ได้ดังนี้

$$d(nG)^\alpha = (nV)^\alpha dP - (ns)^\alpha dT + \sum \mu_i^\alpha dn_i^\alpha$$

$$d(nG)^\beta = (nV)^\beta dP - (ns)^\beta dT + \sum \mu_i^\beta dn_i^\beta$$

เครื่องหมาย α และ β แทนภูมิภาคต่างๆ เมื่อสมมติว่าที่สภาวะสมดุล อุณหภูมิและความดันทั่วทั้งระบบคงที่ การเปลี่ยนแปลงของพลังงานกิบส์ของระบบคือผลรวมของสมการเหล่านี้ คือ

$$d(nG) = (nV) dP - (ns) dT + \sum \mu_i^\alpha dn_i^\alpha + \sum \mu_i^\beta dn_i^\beta$$

จากสมการ (2.0) สมการข้างบนจะลดรูปเหลือ

$$\sum \mu_i^\alpha dn_i^\alpha + \sum \mu_i^\beta dn_i^\beta = 0$$

การเปลี่ยนแปลง dn_i^α และ dn_i^β เกิดจากการถ่ายเทมวลสารระหว่างภูมิภาคที่สภาวะสมดุล จากกฎทรงมวลจะได้ว่า

$$dn_i^\alpha = - dn_i^\beta$$

ดังนั้น

$$\sum (\mu_i^\alpha - \mu_i^\beta) dn_i^\alpha = 0$$

เมื่อ dn_i^α เป็นอิสระ สมการด้านซ้ายจะเป็นศูนย์ก็ต่อเมื่อค่าในวงเล็บเป็นศูนย์ เพราะฉะนั้น

$$\mu_i^\alpha = \mu_i^\beta \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (2.3)$$

n คือ จำนวนส่วนประกอบของระบบ นั่นคือทุกภูมิภาคที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะอยู่ในสมดุล เมื่อศักย์เคมีของส่วนประกอบในแต่ละภูมิภาคมีค่าเท่ากัน

2.2 ก๊าซอุดมคติ (THE IDEAL-GAS MIXTURE).

ถ้าก๊าซอุดมคติผสม n โมลมีปริมาตรรวม v^t ที่อุณหภูมิ T จะมีความดัน

$$P = \frac{nRT}{v^t}$$

ถ้าส่วนประกอบ k จำนวน n_k โมล ในของผสมนี้มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรรวมที่อุณหภูมิเดียวกันจะมีความดัน

$$P_k = \frac{n_k RT}{v^t}$$

หารสมการแรกด้วยสมการต่อมา ได้

$$\frac{P_k}{P} = \frac{n_k}{n} = y_k$$

หรือ

$$P_k = y_k P \quad (2.4)$$

y_k คือ เศษส่วนโมลของส่วนประกอบ K ในก๊าซผสม

P_k คือ ความดันย่อยของส่วนประกอบ K

ศักย์เคมีของส่วนประกอบ i ในก๊าซอุดมคติผสมจากสมการ 2.1 คือ

$$\mu_i^g \equiv \left[\frac{\partial (nG^g)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j}$$

พลังงานกิบบส์ของก๊าซอุดมคติผสม n โมล คือ

$$nG^g = \sum n_k G_k^g + RT \sum n_k \ln y_k$$

เมื่อ $y_k = n_k / n$ และ $n = \sum n_k$ สมการข้างบนจะเป็น

$$nG^g = \sum n_k G_k^g + RT \sum n_k \ln n_k - RTn \ln n$$

แยกเอาเฉพาะส่วนประกอบ i จากส่วนประกอบรวม $\{k\}$ และเหลือส่วนประกอบรวม $\{j\}$ เอาไว้

$$nG^g = n_i G_i^g + \sum n_j G_j^g + RTn_i \ln n_i + RT \sum n_j \ln n_j - RTn \ln n$$

เขียนสมการ(A)ในรูปดิฟเฟอเรนเชียลที่ T และ P, G_i^g และ G_j^g รวมถึง n_j ทั้งหมดคงที่ได้

$$\mu_i^g = G_i^g + RT \left[n_i \left(\frac{\partial \ln n_i}{\partial n_i} \right)_{n_j} + \ln n_i \right] - RT \left[n \left(\frac{\partial \ln n}{\partial n_i} \right)_{n_j} + \ln n \left(\frac{\partial n}{\partial n_i} \right) \right]$$

เมื่อ $n = n_i + \sum n_j$ จะได้ $(\partial n / \partial n_i)_{n_j} = 1$ สมการข้างบนจะลดรูปเหลือ

$$\mu_i^g = G_i^g + RT \ln(n_i / n)$$

หรือ

$$\mu_i^g = G_i^g + RT \ln y_i \quad (2.5)$$

สมการนี้จะนำไปใช้ในการพัฒนากฎของราอูลท์

2.3 สารละลายอุดมคติ (THE IDEAL SOLUTION)

เมื่อผสมก๊าซอุดมคติเข้าด้วยกัน ปริมาตรรวมของสารก่อนและหลังผสมไม่เปลี่ยนแปลงเพราะว่าปริมาตรโมลของของผสมและปริมาตรโมลของสารบริสุทธิ์จะมีค่าเท่ากับ RT / P

สมการ v_i^g ของก๊าซอุดมคติ คือ

$$v_i^g = \sum y_j v_j^g$$

เช่นเดียวกับสารละลายอุดมคติ จะได้ว่า

$$v_i^d = \sum x_j v_j \quad (2.6)$$

v_i^d คือ ปริมาตรโมลของสารละลายอุดมคติ
พลังงานกิบบส์ของสารละลายอุดมคติ เขียนได้ดังนี้

$$G_i^d = \sum x_j G_j + RT \sum x_j \ln x_j \quad (2.7)$$

โดยวิธีเดียวกับก๊าซอุดมคติผสม จากสมการ (2.7) ได้ศักย์เคมีของส่วนประกอบ i ในสารละลายอุดมคติ ดังนี้

$$\mu_i^d = G_i + RT \ln x_i \quad (2.8)$$

G_i เป็นสมบัติของสารบริสุทธิ์ i ในของผสมที่อุณหภูมิ T และความดัน P

สารละลายอุดมคติมีได้แก่ สารละลายที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดและลักษณะทางเคมีไม่แตกต่างกันมากนัก เช่น ของผสมของไอโซเมอร์เช่น ออร์โท-, เมธา-, และพารา-ไซลีนจะแสดงสมบัติใกล้เคียงกับสารละลายอุดมคติ นอกจากนี้ได้แก่ ของผสมของ n -เฮกเซน / n -เฮปเทน, เอทานอล / โพรพานอล และ เบนซีน / โทลูอีน

2.4 กฎของราอูลท์ (RAOULT'S LAW)

เมื่อพิจารณาระบบซึ่งประกอบด้วยสารละลายอุดมคติ ซึ่งตัวทำละลายและตัวถูกละลายสามารถระเหยได้ทั้งคู่ ในระบบนี้จะประกอบด้วย 2 วัฏภาคคือไอและของเหลว เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลระหว่างไอและของเหลวที่อุณหภูมิ T และความดัน P และจากสมการ (2.3) ได้แก่

$$\mu_i^v = \mu_i^l \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.9)$$

ถ้าในวัฏภาคไอประกอบด้วยก๊าซอุดมคติ และวัฏภาคของเหลวประกอบด้วยสารละลายอุดมคติ แทนค่าศักย์เคมีด้วยสมการ (2.8) และ (2.5)

$$G_i^g + RT \ln y_i = G_i^l + RT \ln x_i$$

จัดรูปใหม่

$$RT \ln y_i / x_i = G_i^l(T, P) - G_i^g(T, P) \quad (A)$$

เมื่อระบบอยู่ในสมดุลและสมมติว่า G_i^l ไม่มีผลกระทบเนื่องจากความดัน

$$G_i^l(T, P) = G_i^l(T, P_i^{sat}) \quad (B)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

p_i^{sat} คือ ความดันอิ่มตัวหรือความดันไอของสารบริสุทธิ์ i ที่อุณหภูมิ T สำหรับส่วนประกอบบริสุทธิ์ i ที่เป็นก๊าซอุดมคติ และจากสมการ $dG = Vdp - SdT$ จะได้ว่า

$$dG_i^{\text{ig}} = v_i^{\text{ig}} dp \quad (T \text{ คงที่})$$

อินทิเกรต ที่อุณหภูมิ T จาก P ถึง p_i^{sat} ได้

$$G_i^{\text{ig}}(T, p_i^{\text{sat}}) - G_i^{\text{ig}}(T, P) = RT/P dP = RT \ln(p_i^{\text{sat}} / P) \quad (C)$$

รวมสมการ (A) , (B) และ (C) เข้าด้วยกันด้วยกันได้

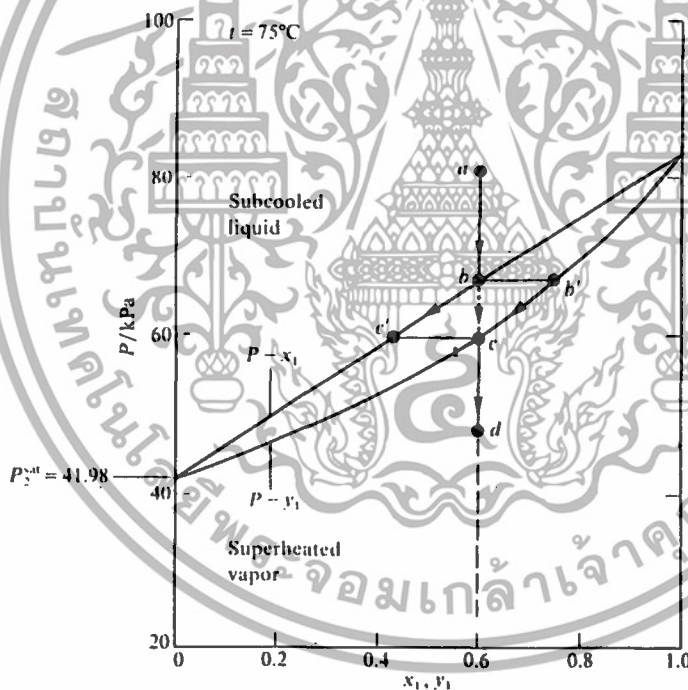
$$RT \ln(y_i / x_i) = G_i^{\text{l}}(T, p_i^{\text{sat}}) - G_i^{\text{ig}}(T, p_i^{\text{sat}}) + RT \ln(p_i^{\text{sat}} / P)$$

แต่สองเทอมแรกทางขวาของสมการ คือพลังงานกิบส์ของของเหลวบริสุทธิ์ i และไอบริสุทธิ์ i ที่สถานะสมดุลย์ของส่วนประกอบบริสุทธิ์ T และ p_i^{sat} ดังนั้นสมการข้างต้นนี้จึงลดรูปเป็น

$$y_i P = x_i p_i^{\text{sat}} \quad (2.10)$$

สมการนี้แสดงความหมายของกฎของราอูลท์

เกี่ยวเนื่องจากสมการ (2.4) ด้านซ้ายของสมการคือความดันย่อยของส่วนประกอบ i ในวิภาคไอซึ่งเท่ากับผลคูณของเศษส่วนโมลของส่วนประกอบ i กับความดันไอที่อุณหภูมิ T



รูป 2.1 แผนภาพ Pxy สำหรับ อะซิโตนไทรล์ (1) / ไนโตรมีเทน (2) ที่ 75 องศาเซลเซียส

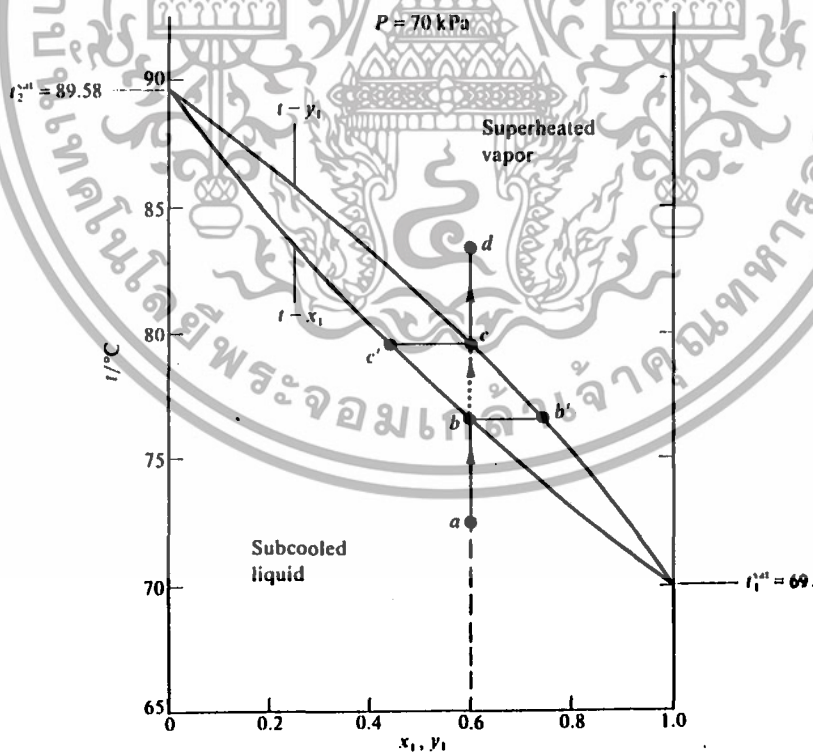
คำนวณจากกฎของราอูลท์

ภาพนี้แสดงตัวอย่างของแผนภาพวิภาค เพราะแนวเส้นที่ปรากฏแทนขอบเขตของวิภาคโดยเส้น $P-x_1$ แทนสถานะของของเหลวอิ่มตัว บริเวณที่อยู่เหนือเส้นนี้อยู่ในสถานะของเหลว (subcooled liquid) และเส้น $P-y_1$ แทนสถานะของไออิ่มตัว โดยบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าแนวเส้นนี้จะแสดงสถานะไอตรง (superheated - vapor) สำหรับบริเวณที่อยู่ระหว่างแนวเส้นทั้งสองนี้จะอยู่ในสถานะสอง

วิภาคได้แก่ของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวอยู่ร่วมกันในสมดุล เส้น $P-x_1$ และเส้น $P-y_1$ จะบรรจบกันที่ขอบของแผนภาพซึ่งแสดงให้เห็นว่าของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวของสารบริสุทธิ์อยู่ร่วมกันที่ความดันไอ P_1^{sat} และ P_2^{sat}

จากแผนภาพดังกล่าวสามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบสององค์ประกอบได้ดังนี้ ของเหลวผสมของอะซิโตนไทรล์ 60 โมลเปอร์เซ็นต์และไนโตรมีเทน 40 โมลเปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงด้วยจุด a ถ้าความดันลดลงอย่างช้าๆ พอที่จะทำให้ระบบยังอยู่ในสมดุลได้ที่อุณหภูมิดังที่ เมื่อความดันลดลงจนกระทั่งถึงจุด b ระบบจะอยู่ในสถานะของเหลวอิ่มตัวบนขอบของการระเหย ถ้าความดันลดลงอีกเพียงเล็กน้อยจะปรากฏฟองไอขึ้นซึ่งแสดงด้วยจุด b' ที่จุด b และ b' อยู่ในสภาวะสมดุลที่ $x_1 = 0.6$, $P = 66.72$ kPa, $y_1 = 0.7483$ ค่าเหล่านี้คำนวณได้จากการคำนวณค่า BUBL P ซึ่งส่วนประกอบของฟองไอ y_1 และความดันคำนวณได้จากค่า x_1 และอุณหภูมิที่มีอยู่จุด b เรียกว่าจุดเดือด (bubble point) และเส้น $P-x_1$ เป็นแนวของจุดเดือด

ขณะที่ความดันลดลงเรื่อยๆ ปริมาณของไอจะเพิ่มขึ้นและปริมาณของของเหลวจะลดลงตามแนว $b'e$ และ bc' เส้นประ bc แทนสภาวะทั้งหมดของระบบสองวิภาค ในที่สุดเมื่อเข้าใกล้จุด c วิภาคของเหลวเกือบจะหายไปจากระบบโดยจะเหลือหยดของเหลวอยู่เพียงเล็กน้อย จุด c นี้จะเรียกว่าจุดน้ำค้างและเส้น $P-y_1$ เป็นแนวของจุดน้ำค้าง ถ้าหากความดันลดลงต่อไปอีกระบบจะประกอบด้วยวิภาคไอเพียงวิภาคเดียว



รูป 2.2 แผนภาพ Txy สำหรับ อะซิโตนไทรล์ (1) / ไนโตรมีเทน (2) ที่ 70 กิโลปาสกาล
คำนวณจากกฎของราอูลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับภาพที่ 2.2 เป็นตัวอย่างของแผนภาพวิภาคอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้ความดันคงที่ที่ 70 กิโลปาสกาล เส้น $t-y_1$ แสดงสถานะของไออิมตัวโดยที่สถานะไอจะปรากฏอยู่ด้านบนของเส้นนี้ เส้น $t-x_1$ แสดงสถานะของของเหลวอิมตัวและด้านล่างของเส้นนี้แสดงสถานะของเหลว ซึ่งพื้นที่ระหว่างเส้นทั้งสองนี้จะปรากฏสถานะทั้งสองอยู่ด้วยกัน

ในแผนภาพ ณ จุด a จะประกอบด้วยอะซิโตนในโทลล์ 60 โมลเปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นจากจุด a ถึงจุด b ซึ่งปรากฏฟองก๊าซขึ้นเป็นครั้งแรก จุด b นี้จะเรียกว่าจุดเดือดและแนวเส้น $t-x_1$ จะเป็นแนวของจุดเดือด เราสามารถคำนวณค่าอุณหภูมิและ y_1 จากค่าความดันและ x_1 ที่กำหนดได้จากวิธีการคำนวณ BUBL T เมื่ออุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณไอเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่ปริมาณของของเหลวลดลงจนกระทั่งถึงจุด c จะทำให้หยดของเหลวหยุดสุดท้ายหายไป เส้น $t-y_1$ คือแนวของจุดน้ำค้าง

2.5 สมบัติย่อย (PARTIAL PROPERTIES)

นิยามของศักยเคมีโดยสมการ (2.1) อย่างเช่น อนุพันธ์ของ nG เมื่อเขียนคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับสมบัติอื่น เช่น ปริมาตรในรูปของอนุพันธ์เทียบกับ n_i สามารถเขียนได้ดังสมการ (2.11) คือ

$$V_i \equiv \left[\frac{\partial (nV)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j} \quad (2.11)$$

สมการนี้คือนิยามของปริมาตรโมลย่อย (partial molar volume) V_i ของส่วนประกอบ i ในสารละลายสมบัติโมลย่อย (partial molar property) อาจนิยามได้โดยวิธีเดียวกับสมบัติเอกเทนซีฟ ตัวอักษร M แทนค่าของสมบัติแต่ละชนิด ซึ่งเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$M_i \equiv \left[\frac{\partial (nM)}{\partial n_i} \right]_{P,T,n_j} \quad (2.12)$$

อาจแสดงพลังงานภายในโมลย่อย (partial molar internal energy) U_i เอนทัลปีย่อย (partial molar enthalpy) H_i เป็นต้น

2.6 พหุสัณฐานและสัมประสิทธิ์พหุสัณฐาน

จาก

$$dG = vdp - sdT$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับของไหลที่มีส่วนประกอบคงที่ที่อุณหภูมิคงที่ จะเขียนได้ว่า

$$dG = VdP \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.13)$$

อินทิเกรตที่อุณหภูมิคงที่จากความดันต่ำ P^* จนถึงความดันสูง P ได้

$$G^* = G - \int_{P^*}^P V dP$$

โดยทั่วไป ถ้าความดันต่ำมากๆ จนเข้าใกล้ศูนย์แล้วก๊าซทุกชนิดจะมีพฤติกรรมเป็นแบบก๊าซอุดมคติ ดังนั้นเมื่อ P^* มีค่าเท่ากับศูนย์ V จะมีค่าเป็นอนันต์ทำให้ผลที่ได้คือ

$$\lim_{P^* \rightarrow 0} G^* = G - \alpha$$

นั่นคือถ้า G เป็นค่าที่สามารถหาค่าได้เมื่อ P^* เข้าใกล้ศูนย์ จะทำให้หาค่าพลังงานกิบบส์ไม่ได้คือมีค่าเท่ากับ $-\alpha$ กฎนี้จึงใช้ได้กับก๊าซอุดมคติเท่านั้น สมการ (2.13) สำหรับก๊าซอุดมคติ ได้แก่

$$dG^ig = v^ig dP = \frac{RT}{P} dP \quad (T \text{ คงที่})$$

หรือ

$$dG^ig = RT d \ln P \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.14)$$

ที่ความดันทั่วไปเป็นความดันที่สูงเกินกว่าที่ก๊าซจะมีพฤติกรรมแบบก๊าซอุดมคติ นั่นคือก๊าซส่วนมากจะมีพฤติกรรมแบบก๊าซจริง ดังนั้นจำเป็นต้องนำฟังก์ชันใหม่มาใช้แทนความดัน P^* คือ ฟูกาลิตี (fugacity) f ซึ่งมีหน่วยเช่นเดียวกับความดัน

$$dG = RT d \ln f \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.15)$$

สมการ (2.15) - (2.14) ได้

$$dG - dG^ig = RT d \ln f - RT d \ln P$$

หรือ

$$d(G - G^ig) = RT d \ln (f/P) \quad (T \text{ คงที่})$$

เทอม $G - G^ig$ คือ พลังงานกิบบส์เรซิดิวล (residual Gibbs energy) G^R

อัตราส่วน f/P คือสมบัติของของผสมเรียกว่า สัมประสิทธิ์ฟูกาลิตี ใช้สัญลักษณ์ว่า ϕ ดังนั้น

$$dG^R = RT d \ln (f/P) \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.16)$$

โดยที่

$$\phi = f/P \quad (2.17)$$

สมการ(2.16) เขียนในรูปอินทิเกรชัน ได้ความสัมพันธ์ทั่วไปว่า

$$G^R = RT \ln \phi + C(T) \quad (2.18)$$

ค่าคงที่ของการอินทิเกรตเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิเท่านั้น สำหรับก๊าซอุดมคติค่าฟูกาลิตีจะเท่ากับค่าความดัน

ถ้า $G^R = 0$ และ $\phi = 1$ ค่าคงที่ของการอินทิเกรต $C(T)$ จะเท่ากับ 0 ทำให้สมการ (2.6) อยู่ในรูป

$$G^R / RT = \ln \phi \quad (2.19)$$

สมการนี้จะนำไปใช้กับของผสม

สำหรับสารบริสุทธิ์ i สมการ (2.15) จะเขียนได้ว่า

$$dG_i = RT d \ln f_i \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.20)$$

สมการ (2.19) จะเขียนได้ว่า

$$G_i^R / RT = \ln \phi_i \quad (2.21)$$

และ

$$\phi_i = f_i / P \quad (2.22)$$

จากความสัมพันธ์ที่ว่า

$$\frac{G^R}{RT} = \int_0^P (Z-1) \frac{dP}{P} \quad (T \text{ คงที่})$$

จากสมการ (2.19)

$$\ln \phi = \int_0^P (Z-1) \frac{dP}{P} \quad (T, x \text{ คงที่}) \quad (2.23)$$

จากความสัมพันธ์ที่ว่า

$$Z - 1 = BP / RT$$

เมื่อสมประสิทธิวิเวเรียลลำดับที่ 2 เป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิเท่านั้น สำหรับก๊าซที่มีส่วนประกอบคงที่ แทนค่าในสมการ (2.23) ได้

$$\ln \phi = \frac{B}{RT} \int_0^P dP \quad (T, x \text{ คงที่})$$

ดังนั้น

$$\ln \phi = -\frac{BP}{RT} \quad (2.24)$$

สมการ (2.20) ซึ่งนิยามฟูกาลิตีของสารบริสุทธิ์ i อาจทำอินทิเกรตสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะ จากของเหลวอิ่มตัวไปเป็นไออิ่มตัว ที่อุณหภูมิ T และความดันไอ p_i^{sat} :

$$G_i^V - G_i^L = RT \ln (f_i^V / f_i^L)$$

จากนิยามของระบบ 2 วัฏภาค $G_i^V - G_i^L = 0$ ดังนั้น

$$f_i^V = f_i^L = f_i^{\text{sat}} \quad (2.25)$$

เมื่อ f_i^{sat} แสดงค่าของของเหลวอิ่มตัวหรือไออิ่มตัว ก็จะแสดงสมการสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตีได้เช่นเดียวกันว่า

$$\phi_i^{\text{sat}} = f_i^{\text{sat}} / p_i^{\text{sat}} \quad (2.26)$$

ดังนั้น

$$\phi_i^V = \phi_i^L = \phi_i^{\text{sat}} \quad (2.27)$$

เมื่อของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวในวัฏภาคต่างๆ อยู่ในสมดุล สมการ (2.25) และสมการ (2.27) จะใช้ในการพิจารณาสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวสำหรับสารบริสุทธิ์

2.7 พุกาสิทธิ์และสัมประสิทธิ์พุกาสิทธิ์สำหรับส่วนประกอบ i ในสารละลาย

สำหรับส่วนประกอบของสารละลายค่าศักย์เคมี μ_i จะมีค่าเท่ากับค่าพลังงานอิสระกิบบส์ย่อย G_i ดังนั้นสมการพลังงานอิสระกิบบส์ย่อยสำหรับก๊าซอุดมคติคือ

$$\bar{G}_i^G = G_i^G + RT \ln y_i$$

เขียนในรูปดิฟเฟอเรนเชียลที่อุณหภูมิคงที่

$$d\bar{G}_i^G = dG_i^G + RT d \ln y_i \quad (T \text{ คงที่})$$

นำไปรวมกับสมการ(2.14) ได้

$$-d\bar{G}_i^G = RT d \ln y_i P \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.28)$$

เขียนในลักษณะเดียวกับสมการ(2.9) สำหรับส่วนประกอบ i ในสารละลายจริง ได้

$$-d\bar{G}_i = RT d \ln \hat{f}_i \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.29)$$

\hat{f}_i คือ พุกาสิทธิ์ของส่วนประกอบ i ในสารละลาย เนื่องจากไม่ใช่สมบัติย่อยจึงใช้สัญลักษณ์รูปหมวก \wedge จากกฎที่ว่า

$$\mu_i^\alpha = \mu_i^\beta = \dots = \mu_i^\pi$$

สมการ (2.17) ในรูปของศักย์เคมี คือ

$$d\mu_i = RT d \ln \hat{f}_i \quad (T \text{ คงที่})$$

อินทิเกรตที่อุณหภูมิคงที่ได้

$$\mu_i = RT \ln \hat{f}_i + \theta_i(T)$$

โดยค่าคงที่การอินทิเกรตจะขึ้นกับอุณหภูมิเท่านั้น เมื่อทุกวัฏภาคอยู่ในสมดุลที่อุณหภูมิเดียวกัน จะแสดงได้ว่า

$$\hat{f}_i^\alpha = \hat{f}_i^\beta = \dots = \hat{f}_i^\pi \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.30)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าถ้าทุกๆ ภูมิภาคในระบบที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะอยู่ในสมดุล เมื่อพหุภาคีของแต่ละส่วนประกอบในระบบมีค่าเท่ากัน ข้อสรุปนี้จึงใช้เป็นหลักในการแก้ไขปัญหาค่าของวิศวกรเคมีเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสมดุลของภูมิภาค

สำหรับกรณีของสมดุลระหว่างภูมิภาคไอและของเหลวของระบบหลายส่วนประกอบจะเขียนสมการได้ว่า

$$\hat{f}_i^v = \hat{f}_i^l \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.31)$$

สมการ (2.25) จึงเป็นกรณีพิเศษเมื่อสมการ (2.32) ใช้ในกรณีสมดุลระหว่างภูมิภาคไอและของเหลวของสารบริสุทธิ์ i จากนิยามของพลังงานกิบส์เรลตีวอล

$$G^R \equiv G - G^{\text{ig}}$$

ค่าพลังงานกิบส์เรลตีวอลสำหรับสารผสม n โมล คือ

$$nG^R \equiv nG - nG^{\text{ig}}$$

เขียนในรูปดิฟเฟอเรนเชียลเทียบกับ n ที่ T, P และ n_j คงที่จะได้

$$\left[\frac{\partial (nG^R)}{\partial n_j} \right]_{P, T, n_j} = \left[\frac{\partial (nG)}{\partial n_j} \right]_{P, T, n_j} - \left[\frac{\partial (nG^{\text{ig}})}{\partial n_j} \right]_{P, T, n_j}$$

อ้างอิงโดยสมการ (2.12) โดยแสดงแต่ละเทอมในรูปของสมบัติโมลย่อย

$$nG_i^R = nG_i - nG_i^{\text{ig}} \quad (2.32)$$

สมการนี้คือนิยามของพลังงานอิสระกิบส์ย่อย

สมการ (2.29) - (2.28) ได้

$$d(G_i - G_i^{\text{ig}}) = RT d \ln \hat{f}_i / y_i P \quad (T \text{ คงที่})$$

จากสมการ (2.33) $G_i - G_i^{\text{ig}}$ คือ พลังงานอิสระกิบส์ย่อย G_i^R อัตราส่วน $\hat{f}_i / y_i P$ เรียกว่า

สัมประสิทธิ์พหุภาคีของส่วนประกอบ i ในสารละลายแทนด้วยสัญลักษณ์ ϕ_i ดังนั้น

$$dG_i^R = RT d \ln \phi_i \quad (T \text{ คงที่}) \quad (2.33)$$

และ

$$\phi_i = \hat{f}_i / y_i P \quad (2.34)$$

อินทิเกรตสมการ (2.34) ที่อุณหภูมิคงที่ได้สมการทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{G}_i^R = RT \ln \hat{\phi}_i + \beta(T) \quad (2.35)$$

โดยที่ค่าคงที่ทางอินทิเกรตเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ

ถ้าใช้สมการนี้กับสารบริสุทธิ์ จะลดรูปเป็นสมการ (2.21) และถ้า $\beta(T) = 0$ จะได้

$$\frac{\bar{G}_i^R}{RT} = \ln \hat{\phi}_i \quad (2.36)$$

สำหรับก๊าซอุดมคติ, \bar{G}_i^R เท่ากับ 0 ทำให้ $\hat{\phi}_i^ig = 1$ และ

$$\hat{\phi}_i^ig = y_i P \quad (2.37)$$

แสดงว่าฟูกาลิตีของส่วนประกอบในก๊าซอุดมคติสมเท่ากับความดันย่อยของส่วนประกอบนั้น

2.8 ความสัมพันธ์ทั่วไปสำหรับสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตี

จากสมการ

$$P = P_c P_r \quad dP = P_c dP_r$$

แทนค่าในสมการ (2.23) ได้

$$\ln \hat{\phi} = \int_0^{P_r} \frac{P_r}{P_r} (Z-1) \frac{dP_r}{P_r} \quad (T, x \text{ คงที่}) \quad (2.38)$$

อินทิเกรตที่ T_r คงที่ และแทนค่า Z ด้วยสมการ $Z = Z^0 + wZ^1$ ได้

$$\ln \hat{\phi} = \int_0^{P_r} \frac{P_r}{P_r} (Z^0-1) \frac{dP_r}{P_r} + w \int_0^{P_r} \frac{P_r}{P_r} Z^1 \frac{dP_r}{P_r}$$

อาจเขียนได้ว่า

$$\ln \hat{\phi} = \ln \hat{\phi}^0 + w \ln \hat{\phi}^1 \quad (2.39)$$

โดยที่

$$\ln \hat{\phi}^0 = \int_0^{P_r} \frac{P_r}{P_r} (Z^0-1) \frac{dP_r}{P_r} \quad (2.40)$$

และ

$$\ln \hat{\phi}^1 = \int_0^{P_r} \frac{P_r}{P_r} Z^1 \frac{dP_r}{P_r}$$

แก้สมการลอกการิทึม (2.39) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\phi^0 = (\phi^0) (\phi^1)^w \quad (2.41)$$

สมการไวยเรียลได้แก่

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT} = 1 + \left(\frac{BP_c}{RT_c} \right) \frac{P_r}{T_r}$$

พิทเซอร์และผู้ช่วยเสนอความสัมพันธ์ซึ่งบอกปริมาณของ BP_c / RT_c ว่า

$$\frac{BP_c}{RT_c} = B^0 + wB^1$$

รวมสมการทั้ง 2 เข้าด้วยกันได้

$$Z - 1 = \frac{P_r}{T_r} (B^0 + wB^1)$$

แทนค่าในสมการ (2.38) และเขียนในรูปอินทิกรัลได้

$$\ln \phi = \frac{P_r}{T_r} (B^0 + wB^1) \quad (2.42)$$

โดยที่

$$B^0 = 0.083 - \frac{0.422}{C_r^{1.6}}$$

$$B^1 = 0.139 - \frac{0.172}{T_r^{1.2}}$$

สมการ (2.41) นี้ให้ค่าที่เชื่อถือได้สำหรับก๊าซที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วอย่างอ่อนๆ ในสภาวะที่ Z มีค่าเป็นเส้นตรงในความดันทั้งหมดที่กล่าวมาอยู่ในกรณีของก๊าซบริสุทธิ์ ต่อไปจะเป็นการพิจารณาสัมประสิทธิ์ฟูกลิตีของส่วนประกอบในก๊าซผสม

สมการไวยเรียลของสารผสมเขียนได้เช่นเดียวกับสารบริสุทธิ์คือ

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT}$$

ฟูกลิตีของก๊าซผสมที่มีส่วนประกอบคงที่ ค่าสัมประสิทธิ์ไวยเรียลลำดับที่สอง B จะเป็นฟังก์ชันของส่วนประกอบ ความไม่เป็นอิสระก็จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากสนามแรงที่แตกต่างกันของโมเลกุลที่ต่างกันที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลาง ค่าความไม่อิสระของส่วนประกอบ (composition dependence) คือ

$$B = \sum_i \sum_j y_i y_j B_{ij} \quad (2.43)$$

y แทนเศษส่วนโมลของก๊าซผสม ดัชนี ij แสดงส่วนประกอบของระบบ ค่าสัมประสิทธิ์ไวยเรียล B_{ij} แทนอันตรกิริยาระหว่างสองโมเลกุลของโมเลกุล i และ j โดยที่ $B_{ij} = B_{ji}$ ผลบวกดังกล่าวคืออันตรกิริยาระหว่างสองโมเลกุลที่เกิดขึ้นทั้งหมด

สำหรับของผสม 2 ส่วนประกอบ $i = 1,2$ และ $j = 1,2$ ทำการกระจายสมการ (2.42) ได้

$$B = y_1 y_1 B_{11} + y_1 y_2 B_{12} + y_2 y_1 B_{21} + y_2 y_2 B_{22}$$

หรือ

$$B = y_1^2 B_{11} + 2 y_1 y_2 B_{12} + y_2^2 B_{22} \quad (2.44)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ไวเรียล 2 ชนิดที่ได้จากสมการได้แก่ B_{11}, B_{22} ซึ่งมีตัวอักษรข้างท้ายเหมือนกันและ B_{12} ที่มีตัวอักษรข้างท้ายต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์ชนิดแรกแทนสัมประสิทธิ์ไวเรียลของสารบริสุทธิ์ ส่วนชนิดที่สองแทนสัมประสิทธิ์ไวเรียลของสารผสมมีชื่อเรียกว่า สัมประสิทธิ์ไขว้ (cross coefficient) ค่าทั้งสองชนิดเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิเท่านั้น

สมการ (2.44) อาจเขียนในรูปของ

$$\begin{aligned} B &= y_1 (1 - y_2) B_{11} + 2 y_1 y_2 B_{12} + y_2 (1 - y_1) B_{22} \\ &= y_1 B_{11} - y_1 y_2 B_{12} + 2 y_1 y_2 B_{12} + y_2 B_{22} + y_2 y_2 B_{22} \end{aligned}$$

หรือ

$$B = y_1 B_{11} + y_2 B_{22} + y_1 y_2 \delta_{12}$$

โดยที่

$$\delta_{12} = 2B_{12} - B_{11} - B_{22}$$

เมื่อ $y_i = n_i / n$

$$nB = n_1 B_{11} - n_2 B_{22} - \frac{n_1 n_2}{n} \delta_{12}$$

เขียนในรูปดิฟเฟอเรนเชียลได้

$$\left[\frac{\partial (nB)}{\partial n_i} \right]_{T, n_2} = B_{11} + \left(1 - \frac{n_1}{n} \right) \frac{n_2}{n^2} \delta_{12}$$

ดังนั้น

$$= B_{11} + (1 - y_1) y_2 \delta_{12} = B_{11} + y_2^2 \delta_{12}$$

$$\ln \hat{\phi}_1 = \frac{P (B_{11} + y_2^2 \delta_{12})}{RT} \quad (2.45)$$

และ

$$\ln \hat{\phi}_2 = \frac{P (B_{22} + y_1^2 \delta_{12})}{RT} \quad (2.46)$$

สมการ (2.45) และ (2.46) นำไปใช้กับของผสมหลายส่วนประกอบ ได้สมการทั่วไปคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\ln \phi_k = \frac{P}{RT} \left[B_{kk} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_l y_i y_l (2\delta_{ik} - \delta_{il}) \right] \quad (2.47)$$

และ

$$\delta_{ik} \equiv 2B_{ik} - B_{ii} - B_{kk}$$

$$\delta_{il} \equiv 2B_{il} - B_{ii} - B_{ll}$$

โดยที่ $\delta_{ii} = 0$, $\delta_{kk} = 0$, ฯลฯ และ $\delta_{ki} = \delta_{ik}$, ฯลฯ
 พรอสนิทซ์เสนอสมการทั่วไปสำหรับการคำนวณไว้ดังนี้

$$B_{ij} = \frac{RTc_{ij}}{Pc_{ij}} (B^0 + w_{ij}B^1) \quad (2.48)$$

นอกจากนี้พรอสนิทซ์ได้เสนอวิธีคำนวณหา w_{ij} , Tc_{ij} และ Pc_{ij} ไว้ว่า

$$w_{ij} = w_i / w_j \quad (2.49)$$

$$Tc_{ij} = (Tc_i Tc_j)^{1/2} \quad (2.50)$$

$$Pc_{ij} = \frac{Z_{cij} RTc_{ij}}{V_{cij}} \quad (2.51)$$

$$Z_{cij} = \frac{Z_{ci} + Z_{cj}}{2} \quad (2.52)$$

และ

$$V_{cij} = \frac{(V_{ci}^{1/3} + V_{cj}^{1/3})^3}{2} \quad (2.53)$$

2.9 เอ็กเซสกิบบส์เอนเนอจี (The excess Gibbs energy)

ในกรณีของก๊าซอุดมคติผสมใช้สมบัติเรสิดูวาล (residual property) ในการอธิบายสมบัติของมันเป็นแต่ถ้าเป็นกรณีของสารละลายอุดมคติจะใช้สมบัติเอ็กเซส (excess property) แทน

เช่นเดียวกับสมบัติเรสิดูวาล นิยามของสมบัติเอ็กเซส M^E คือค่าความแตกต่างระหว่างสมบัติของสารละลายจริงและสมบัติของสารละลายอุดมคติที่มีอุณหภูมิ, ความดันและส่วนประกอบเดียวกัน

$$M^E \equiv M - M^{id} \quad (2.54)$$

สมบัติเอ็กเซสที่นำมาใช้งานเพียงชนิดเดียวคือพลังงานกิบบส์เอ็กเซส

$$G^E \equiv G - G^{id} \quad (2.55)$$

และพลังงานกิบบส์เอ็กเซสย่อย ได้แก่

$$G_i^E \equiv G_i - G_i^{id} \quad (2.56)$$

อินทิเกรตสมการ (2.29) ที่อุณหภูมิและความดันคงที่จากสารบริสุทธิ์ i จนถึงสารละลายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{G}_i - G_i = RT \ln \frac{\hat{f}_i}{f_i} \quad (2.57)$$

พลังงานกิบบส์ย่อยสำหรับส่วนประกอบ i ในสารละลายอุดมคติคือ

$$\bar{G}_i^{id} - G_i = RT \ln x_i \quad (2.58)$$

สมการ (2.57) - (2.58) ได้

$$\bar{G}_i - \bar{G}_i^{id} = RT \ln \frac{\hat{f}_i}{x_i f_i}$$

เกี่ยวเนื่องจากสมการ (2.56) เทอม $\bar{G}_i - \bar{G}_i^{id}$ คือค่าพลังงานกิบบส์เอ็กเซสย่อย G_i^E อัตราส่วน

$\frac{\hat{f}_i}{x_i f_i}$ เรียกว่าสัมประสิทธิ์แอกทิวิตีของส่วนประกอบ i ในสารละลายใช้สัญลักษณ์ว่า γ_i

$$\gamma_i = \frac{\hat{f}_i}{x_i f_i} \quad (2.59)$$

และ

$$G_i^E = RT \ln \gamma_i$$

หรือ

$$\frac{G_i^E}{RT} = \ln \gamma_i \quad (2.60)$$

สำหรับสารอุดมคติจะมีค่า $G_i^E = 0$ และเมื่อ $\gamma_i = 1$ สมการ (2.59) จะอยู่ในรูปดังนี้

$$\hat{f}_i^{id} = x_i f_i \quad (2.61)$$

2.10 สัมประสิทธิ์แอกทิวิตีจากข้อมูลของสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลว

ภายในภาชนะบรรจุไอของของผสมและสารละลายเหลวอยู่รวมกันในสมดุล ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ตลอดทั่วทั้งภาชนะ และสามารถทำการวัดค่าได้โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เมื่อทำการชักตัวอย่างสารบางส่วนออกมาเพื่อวิเคราะห์ จะได้ข้อมูลจากการทดลองของเศษส่วนโมลในส่วนไอ (y_i) และเศษส่วนโมลในส่วนของเหลว (x_i) สำหรับส่วนประกอบไอของไอผสม สมการ (2.34) สำหรับส่วนประกอบ i ในไอผสมคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{f}_i^v = y_i \hat{\phi}_i P$$

และสมการ (2.59) สำหรับส่วนประกอบ i ในสารละลายเหลวคือ

$$\hat{f}_i^l = x_i \gamma_i \hat{f}_i$$

เกี่ยวเนื่องจากสมการ (2.32) สมการทั้งสองข้างบนจะต้องเท่ากัน กล่าวคือ

$$\hat{y}_i \hat{\phi}_i P = x_i \gamma_i \hat{f}_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.62)$$

ตัวอักษร v, l แสดงให้ทราบว่า เครื่องหมาย $\hat{\phi}_i$ หมายถึงสมบัติของส่วนวิภาคไอและเครื่องหมาย

\hat{f}_i หมายถึงสมบัติของส่วนวิภาคของเหลว เมื่อแทนค่า \hat{f}_i จะได้ว่า

$$\gamma_i = \frac{\hat{y}_i \hat{\phi}_i P}{x_i P_i^{sat}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.63)$$

โดยที่

$$\hat{\phi}_i = \frac{\hat{\phi}_i \exp \left[-\frac{V_i (P - P_i^{sat})}{RT} \right]}{\hat{\phi}_i^{sat}} \quad (2.64)$$

ส่วนเอ็กซ์โปเนนเชียลเรียกว่า poynthing factor

2.11 สมดุลยระหว่างวิภาคไอและของเหลวที่ความดันต่ำจากความสัมพันธ์ของข้อมูล

ในหัวข้อต่างๆ ที่ผ่านมามีการอธิบายวิธีการคำนวณเกี่ยวกับสมดุลของของผสมของสารอุดมคติที่อุณหภูมิต่ำโดยใช้กฎของราอูลท์ การคำนวณสำหรับกรณีของสารจริงทั่วไปใช้วิธีการเดียวกันกับสารอุดมคติแต่สมการที่ใช้มีความยุ่งยากซับซ้อนกว่ามาก ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังนี้

$$y_k \hat{\phi}_k P = x_k \gamma_k P_k^{sat} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (2.65)$$

ค่า $\hat{\phi}_k$ นิยามโดยสมการ (2.64) ที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลางค่าพอยดิงแฟกเตอร์จะมีค่าน้อยมากทำให้สมการ (2.64) ลดรูปเหลือ

$$\hat{\phi}_k = \frac{\hat{\phi}_k}{\hat{\phi}_k^{sat}} \quad (2.66)$$

สมการทั้งสองนี้จะนำไปใช้ในการคำนวณร่วมกับค่าอื่นๆ ได้แก่ P_k^{sat} , $\hat{\phi}_k$ และ γ_k

ความดันไอของสารบริสุทธิ์ P_k^{sat} สามารถหาได้จากสมการแอนโทอินสำหรับส่วนประกอบ k สมการแอนโทอินได้แก่

$$\ln P_k^{sat} = A_k - \frac{B_k}{T + C_k} \quad (2.67)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตีของส่วนประกอบ k ในสารละลายหาได้จาก

$$\phi_k = \exp \frac{P}{RT} \left[B_{kk} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_l y_i y_l (2\delta_{ik} - \delta_{il}) \right] \quad (2.68)$$

โดยที่

$$\delta_{ik} = \delta_{ki} = 2B_{ik} - B_{ii} - B_{kk}$$

และ

$$\delta_{il} = \delta_{li} = 2B_{il} - B_{ii} - B_{ll}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ฟูกาลิตีของสารบริสุทธิ์ k ในรูปของ ϕ_k^{sat} หาได้จาก

$$\phi_k^{sat} = \exp \frac{B_{kk} P_k^{sat}}{RT} \quad (2.69)$$

แทนค่าสมการ (2.68) และสมการ (2.69) ลงในสมการ (2.66) ได้

$$\Phi_k = \frac{\exp \frac{B_{kk} (P - P_k^{sat})}{RT} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_l y_i y_l (2\delta_{ik} - \delta_{il})}{RT} \quad (2.70)$$

สำหรับระบบสองวัฏภาคค่าสัมประสิทธิ์แอคทิวิตีหาได้จากสมการวิลสัน (wilson equation) คือ

$$\ln \gamma_1 = -\ln(x_1 + x_2 \Lambda_{12}) + x_2 \frac{\Lambda_{12}}{x_1 + x_2 \Lambda_{12}} - \frac{\Lambda_{21}}{x_2 + x_1 \Lambda_{21}} \quad (2.71)$$

$$\ln \gamma_2 = -\ln(x_2 + x_1 \Lambda_{21}) + x_1 \frac{\Lambda_{12}}{x_1 + x_2 \Lambda_{12}} - \frac{\Lambda_{21}}{x_2 + x_1 \Lambda_{21}} \quad (2.72)$$

โดยที่ Λ_{12} และ Λ_{21} เป็นพารามิเตอร์สำหรับระบบที่ประกอบด้วยสารสองส่วนประกอบ

2.12 สมการทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการคำนวณได้แก่ อุณหภูมิ T ความดัน P เศษส่วนโมลของส่วนประกอบของระบบที่เป็นของเหลว $\{x_k\}$ เศษส่วนโมลของส่วนประกอบที่เป็นไอ $\{y_k\}$ และค่าคงที่ต่างๆ ได้แก่ ค่าคงที่สำหรับสมการแอนโทอิน A_k, B_k, C_k ค่าคงที่ a_{12}, a_{21} ปริมาตรโมล V_1, V_2 และสมบัติต่างๆของสารที่จุดวิกฤตได้แก่ $w_{ij}, T_{cij}, P_{cij}, V_{cij}$ และ Z_{cij} ค่าคงที่ A_k, B_k, C_k สำหรับสมการแอนโทอินดังนี้

$$\ln P_k^{\text{sat}} = A_k - \frac{B_k}{T + C_k} \quad (2.73)$$

a_{12}, a_{21}, V_1, V_2 ใช้สำหรับหาค่า Λ_{12} และ Λ_{21} จากสมการ

$$\Lambda_{12} = \frac{V_2 \exp -a_{12}}{V_1 RT} \quad (2.74)$$

$$\Lambda_{21} = \frac{V_1 \exp -a_{21}}{V_2 RT} \quad (2.75)$$

ค่าสัมประสิทธิ์แอกทิวิตาได้จากสมการวิลสัน (wilson equation) คือ

$$\ln \gamma_1 = -\ln (x_1 + x_2 \Lambda_{12}) + x_2 \frac{\Lambda_{12}}{x_1 + x_2 \Lambda_{12}} - \frac{\Lambda_{21}}{x_2 + x_1 \Lambda_{21}} \quad (2.76)$$

$$\ln \gamma_2 = -\ln (x_2 + x_1 \Lambda_{21}) + x_1 \frac{\Lambda_{12}}{x_1 + x_2 \Lambda_{12}} - \frac{\Lambda_{21}}{x_2 + x_1 \Lambda_{21}} \quad (2.77)$$

คำนวณค่าเศษส่วนโมลของสารส่วนที่เป็นของเหลว (x_k) ได้จากสมการ

$$x_k = y_k \Phi_k P / \gamma_k P_k^{\text{sat}} \quad (2.78)$$

คำนวณค่าเศษส่วนโมลของสารส่วนที่เป็นไอ (y_k) ได้จากสมการ

$$y_k = x_k \gamma_k P_k^{\text{sat}} / \Phi_k P \quad (2.79)$$

คำนวณหา w_{ij} , T_{cij} และ P_{cij} โดยสมการของพรอสนิทซ์ดังนี้

$$w_{ij} = w_i / w_j \quad (2.80)$$

$$T_{cij} = (T_{ci} T_{cj})^{1/2} \quad (2.81)$$

$$P_{cij} = \frac{Z_{cij} RT_{cij}}{V_{cij}} \quad (2.82)$$

$$Z_{cij} = \frac{Z_{ci} + Z_{cj}}{2} \quad (2.83)$$

และ

$$V_{cij} = \left(\frac{V_{ci}^{1/3} + V_{cj}^{1/3}}{2} \right)^3 \quad (2.84)$$

นำค่าอุณหภูมิที่จุดวิกฤตที่คำนวณได้ไปใช้หาอุณหภูมิลดและคำนวณหา B^{0ij} และ B^{1ij}

$$T_{rij} = T / T_{cij} \quad (2.85)$$

$$B^{0ij} = 0.083 - \frac{0.422}{T_{rij}^{1.6}} \quad (2.86)$$

$$B^{1ij} = 0.139 - \frac{0.172}{T_{rij}^{4.2}} \quad (2.87)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ไวเรียลสามารถคำนวณได้จากสมการของพรอสนิทซ์เช่นเดียวกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$B_{ij} = \frac{RT_{cij}}{P_{cij}} (B^0 + w_{ij}B^1) \quad (2.88)$$

ซึ่งนำไปสู่การคำนวณค่า δ_{12} ดังนี้

$$\delta_{12} = 2B_{12} - B_{11} - B_{22} \quad (2.89)$$

เมื่อได้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดแล้วนำไปหาค่า Φ_k ได้ดังนี้

$$\Phi_k = \exp \frac{B_{kk} (P - P_k^{sat}) + 1/2 \sum_i \sum_j y_i y_j (2\delta_{ik} - \delta_{ij})}{RT} \quad (2.90)$$

คำนวณหาความดันของระบบได้จากสมการ

$$P = \sum_k x_k \gamma_k P_k^{sat} \Phi_k \quad (2.91)$$

และ

$$P = \frac{1}{\sum_k y_k \Phi_k / \gamma_k P_k^{sat}} \quad (2.92)$$

สำหรับวิธีคำนวณ BUBL T และ DEW T จะมีวิธีคำนวณหาความดันและอุณหภูมิที่แตกต่างจากวิธีคำนวณ BUBL P และ DEW P ดังนี้

ความดันไอ

$$P_i^{sat} = \frac{P}{\sum_k (x_k \gamma_k / \Phi_k) (P_k^{sat} / P_i^{sat})} \quad (2.93)$$

และ

$$P_i^{sat} = \frac{P \sum_k y_k \Phi_k (P_i^{sat} / P_k^{sat})}{\gamma_k} \quad (2.94)$$

อุณหภูมิและอุณหภูมิมืดของสารบริสุทธิ์ i ที่ความดัน P หาได้จากสมการแอนโทอินดังนี้

$$T = \frac{B_i}{A_i - \ln P_i^{sat}} - C_i \quad (2.95)$$

$$T_k^{sat} = \frac{B_k}{A_k - \ln P} - C_k \quad (2.96)$$

$$T = \sum_k x_k T_k^{sat} \quad (2.97)$$

และ

$$T = \sum_k y_k T_k^{sat} \quad (2.98)$$

นอกจากนี้ในการคำนวณ BUBL T และ DEW T การคำนวณค่า X_k ในขั้นตอนการวนรอบเพื่อทดสอบค่า ค่า $\sum X_k$ ที่ได้จะไม่เท่ากับ 1 ดังนั้นต้องทำนอมอลไลซ์ (normalized) ค่า x_k เพื่อให้ผลบวกที่ได้มีค่าเท่ากับ 1 โดยหารค่า X_k แต่ละค่าด้วยค่า $\sum X_k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_k = X_k / \sum X_k \quad (2.99)$$

สมการทั้งหมดที่ปรากฏในหัวข้อที่ (2.10) นี้เป็นสมการที่จะต้องใช้ในการคำนวณหาค่า BUBL P DEW P BUBL T และ DEW T ซึ่งจะนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรม โดยวิธีการคำนวณและวิธีการสร้างโปรแกรมจะแสดงไว้ในบทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินการ

2.13 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้

เมื่อได้รูปแบบโดยส่วนรวมของโปรแกรมแล้วจึงทำการเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนี้อขึ้น คุณลักษณะของภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะเลือกใช้ควรมีลักษณะดังนี้ คือ

- 1) เป็นภาษาที่มีรูปแบบเป็นโครงสร้างที่ใกล้เคียงกับภาษามนุษย์ เนื่องจากผู้ทำการวิจัยไมใช่ นักออกแบบชุดคำสั่ง (programmer) ดังนั้นในการที่จะทำความเข้าใจกับภาษาที่มีลักษณะของโครงสร้างที่ซับซ้อนจะทำให้การพัฒนาไม่อุปสรรคมาก รวมไปถึงการพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมต่อไปในอนาคตอีกด้วย
 - 2) ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้ จะต้องสามารถสนับสนุนลักษณะของโปรแกรมนี้อได้ครบถ้วน
 - 3) จะต้องเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่แพร่หลายกันทั่วไป เพื่อความสะดวกแก่ผู้ทำการพัฒนาโปรแกรมในการหาค่าปรึกษาในการสร้างโปรแกรม
 - 4) ต้องเป็นภาษาที่ผู้จัดทำมีความรู้พื้นฐานอยู่แล้วเพื่อความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมนี้อขึ้นในระยะเวลาอันจำกัด
 - 5) ควรเป็นภาษาที่มีผู้พัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการทำงานในด้านต่างๆ อยู่มากพอสมควร เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการสร้างโปรแกรมที่ให้อในการสนับสนุนการทำงานของโปรแกรม
 - 6) ควรเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว
 - 7) ต้องเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีคำอธิบายลักษณะของคำสั่งที่ผิดพลาดได้ เพื่อให้ผู้พัฒนาโปรแกรมค้นหาข้อผิดพลาดในการออกแบบโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว
- จากความต้องการดังกล่าว ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติของภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ เพื่อคัดเลือกหาภาษาที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งภาษาคอมพิวเตอร์ที่นำมาคัดเลือกได้แก่

- BASIC
- ภาษา C
- PASCAL
- ASSEMBLY

ซึ่งภาษาคอมพิวเตอร์ที่นำมาคัดเลือกเหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสียหลายประการแตกต่างกันไป ในที่สุดจึงได้เลือกใช้ภาษา PASCAL ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- 1) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบของคำสั่งใกล้เคียงกับภาษามนุษย์
- 2) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป มีผู้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดนี้อยู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เป็นภาษาที่มีการเรียนการสอนอยู่ที่สถาบันจึงสะดวกในการหาคำปรึกษาในการออกแบบโปรแกรม

4) มีผู้สร้างโปรแกรมสนับสนุนการทำงานในด้านต่างๆ อย่างมากมายทำให้ผู้พัฒนาสามารถนำโปรแกรมเหล่านี้มาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลาในการพัฒนาโปรแกรม

5) โปรแกรมมีระบบอธิบายการทำงานของโปรแกรม รวมถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้คำสั่งที่ผิดพลาด ทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถค้นหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จากเหตุผลต่างๆ ที่ได้กล่าวมาจึงได้เลือกใช้ภาษา PASCAL ในการพัฒนาโปรแกรมขึ้นถึงแม้ว่าภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดนี้จะไม่ใช่ภาษาที่ดีที่สุดในการใช้งาน แต่จากข้อจำกัดต่างๆ ที่ปรากฏในตอนต้นทำให้ภาษา PASCAL เป็นภาษาที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิจัยและการดำเนินการ

วิธีดำเนินงานเป็นส่วนที่กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการทั้งหมดในการสร้างโปรแกรม ตั้งแต่รวบรวมข้อมูล เขียนโปรแกรมและการทดสอบโปรแกรม

3.1 ขั้นเตรียมการ

เป็นขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของงาน และรวบรวมข้อมูลทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์ และคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของโปรแกรมซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 กำหนดขอบเขตของงาน เป็นขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของงานและกำหนดขอบเขตของโปรแกรม จากการศึกษาทฤษฎีทางเทอร์โมไดนามิกส์ ได้กำหนดขอบเขตของการใช้โปรแกรมไว้ดังนี้คือ ใช้ในการคำนวณสำหรับระบบของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลายสองชนิดที่สามารถระเหยได้ทั้งคู่ โดยที่ระบบอยู่ในสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลางโดยแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

- 1) ระบบที่มีสารละลายอุดมคติเป็นส่วนประกอบ
- 2) ระบบที่มีสารละลายจริงเป็นส่วนประกอบ

ในส่วนของการแบ่งวิธีการคำนวณ, ประเภทของระบบนั้น แบ่งตามทฤษฎีจากหนังสือ "INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS" เป็นหลักและหนังสือทางเทอร์โมไดนามิกส์อื่นๆ ประกอบ

3.1.2 ศึกษารายละเอียดของทฤษฎีและวิธีการคำนวณ ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลว กฎของราอูลท์ วิธีการคำนวณค่าจุดเดือดและจุดน้ำค้าง ข้อจำกัดของการคำนวณ เป็นต้น เพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

3.1.3 เขียนผังงานวิธีทำงานของโปรแกรมและผังงานของวิธีการคำนวณต่างๆ โดยนำข้อมูลต่างๆ จากข้อ 3.1.2 มาเขียนเป็นผังงานเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบซึ่งผังงานดังกล่าวได้แสดงไว้ในหัวข้อถัดไป

3.1.4 ภาษาที่เลือกใช้ ได้ศึกษาคุณสมบัติของภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น เบสิก, ปาสคาลและภาษาซี เป็นต้น เพื่อเลือกภาษาที่เหมาะสมในการใช้งาน โดยตัดสินใจเลือกใช้ภาษาปาสคาล โดยใช้ตัวแปลภาษา (compiler) เทอร์โบปาสคาลรุ่น 6.0 ดังรายละเอียดของภาษาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน จะคล้ายกับการสั่งให้คนทำงาน คือจะต้องมีการสั่งงานเป็นขั้นตอนและต้องใช้คำสั่งให้ถูกต้อง แต่ในการใช้งานคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรูปแบบของคำสั่งตามแบบของภาษาคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดและต้องคำนึงเสมอว่าคอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือช่วยในการประมวลผล เพื่อช่วยในการทำงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว

การพัฒนาโปรแกรม เป็นงานที่ต้องใช้ความเข้าใจในหลักการทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ และต้องมีความละเอียดรอบคอบเป็นอย่างมากจึงมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.2.1 การนิยาม เป็นขั้นตอนการกำหนดคำจำกัดความ ขอบเขตของโปรแกรมและข้อจำกัดต่างๆ ของโปรแกรมอย่างละเอียด ดังนี้

3.2.1.1 คำจำกัดความ

- เป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการคำนวณที่ใช้เวลานั้น มีความถูกต้องของข้อมูลและความเชื่อถือได้ อยู่ในเกณฑ์ดี และแสดงผลในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย
- เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะการใช้งานง่ายและสะดวกสำหรับผู้ใช้งาน

3.2.1.2 ขอบเขตของโปรแกรม

ใช้ในการคำนวณสำหรับระบบของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลายสองชนิดที่สามารถระเหยได้ทั้งคู่ โดยที่ระบบอยู่ในสมดุลระหว่างวัฏภาคไอและของเหลวที่ความดันต่ำจนถึงความดันปานกลางโดยแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1) ระบบที่มีสารละลายอุดมคติเป็นส่วนประกอบ

2) ระบบที่มีสารละลายจริงเป็นส่วนประกอบ

3.2.1.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม

- 1) เป็นการคำนวณที่ใช้ได้กับระบบที่ประกอบด้วยสารสองชนิด
- 2) ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในช่วงของอุณหภูมิ 0 - 500 องศาเซลเซียส และในช่วงของความดัน 0 - 500 กิโลปาสคาล
- 3) ระบบที่นำมาคำนวณจะต้องไม่เกิดปรากฏการณ์อะซิไอโทรป (Azeotrope)
- 4) ระบบที่นำมาคำนวณจะอยู่ในช่วงความดันต่ำจนถึงความดันปานกลาง ทำให้ไม่สามารถคำนวณสมบัติของระบบ ณ จุดวิกฤตได้

3.2.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบไอพีเอ็ม คอมแพคทีเบิล
- โปรแกรมสำเร็จรูปเทอร์โบปาสคาลรุ่น 6.0

3.2.2 การพัฒนาโปรแกรม เป็นขั้นการออกแบบโปรแกรม เขียนโปรแกรมและการทดสอบโปรแกรม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 การออกแบบรูปแบบของโปรแกรม หลังจากที่ได้ข้อมูลด้านขอบเขตและลักษณะของโปรแกรมแล้ว จึงทำการออกแบบโดยละเอียดในส่วนของการเขียนโปรแกรมขึ้น ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) การทำงานของระบบจะเริ่มต้นด้วยการแสดงข้อความต่างๆ บนจอภาพให้ผู้ใช้ที่ไม่มี ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจวิธีการใช้ได้

ข) การเลือกวิธีการคำนวณ รูปแบบของการแสดงข้อมูล และการยุติการทำงานของโปรแกรม โดยใช้ปุ่มพิเศษต่างๆ ตามที่แสดงไว้ด้านล่างของจอภาพ โดยไม่ต้องกดปุ่มเอนเทอร์(Enter)

ค) การป้อนข้อมูลเข้า ผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลตัวเลขแล้วตามด้วยการกดปุ่มเอนเทอร์ เพื่อให้ สามารถแก้ไขตัวเลขได้ในกรณีที่ป้อนค่าผิด

ง) การแสดงผลลัพธ์ จะต้องแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

- ตารางแสดงผลลัพธ์
- แผนภาพแสดงวิฎภาค
- ผลลัพธ์เดี่ยวสำหรับค่าที่ผู้ใช้ต้องการแต่ไม่ปรากฏในตาราง

3.2.2.2 การทดสอบโปรแกรม เป็นการนำโปรแกรมมาทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้งานและนำมาแก้ไข โดยนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเคมีเทอร์โมไดนามิกส์ของ นักศึกษาชั้นปีที่ 2

3.3 การเขียนผังงานวิธีทำงานของโปรแกรมและผังงานวิธีการคำนวณต่างๆ

จากหัวข้อ 3.1.3 ได้แบ่งผังงานออกเป็น 4 ผังงานดังต่อไปนี้

- ผังงานการทำงานของโปรแกรม
- ผังงานการคำนวณ BUBL P
- ผังงานการคำนวณ DEW P
- ผังงานการคำนวณ BUBL T
- ผังงานการคำนวณ DEW T

สำหรับผังงานเหล่านี้จะนำมาใช้ประกอบในการพัฒนาโปรแกรมการคำนวณในหัวข้อถัดไป เพื่อช่วยให้เข้าใจโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้นและใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรม

3.4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณ

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณหาค่าจุดเดือดและจุดน้ำค้าง แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

- การคำนวณหาค่าจุดเดือดและจุดน้ำค้างเมื่อกำหนดให้อุณหภูมิคงที่ ได้แก่ การคำนวณ BUBL P และ DEW P
- การคำนวณหาค่าจุดเดือดและจุดน้ำค้างเมื่อกำหนดให้ความดันคงที่ ได้แก่ การคำนวณ BUBL T และ DEW T

3.4.1 การคำนวณ BUBL P กระทำได้ดังนี้ (ดูจากผังงานการคำนวณ BUBL P ประกอบ) เริ่มต้นโดยการอ่านค่า T , $\{x_k\}$ และค่าคงที่ต่างๆที่ต้องการใช้ในการคำนวณเช่น a_{ij} , V_i , T_{cij} เป็นต้น เมื่อแรกเริ่มนั้นยังไม่ทราบค่า $\{y_k\}$ ทำให้คำนวณค่า ϕ_k ยังไม่ได้จึงสมมติให้มีค่าเป็น 1 จาก

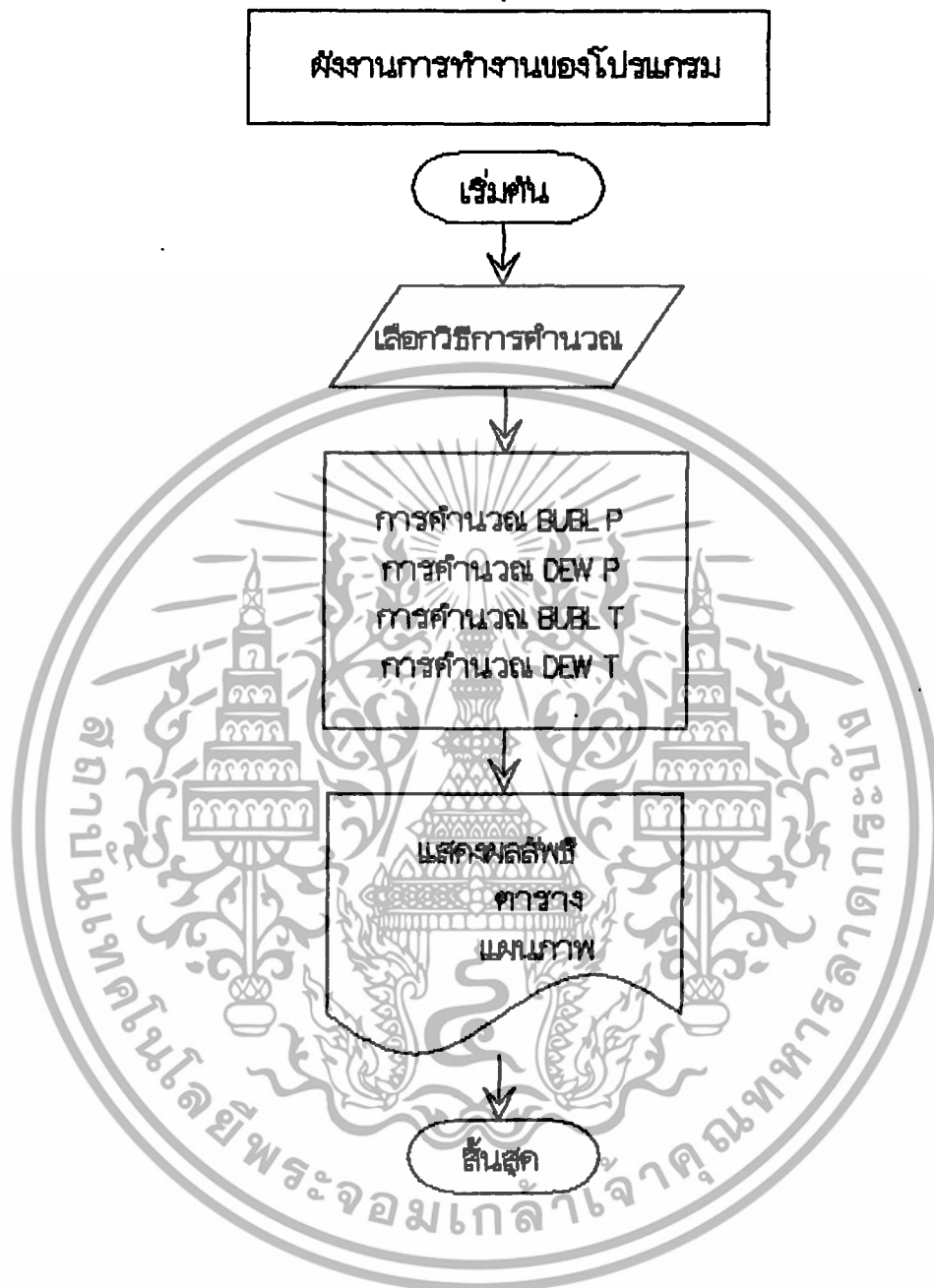
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นนำค่าความดันไอและสัมประสิทธิ์แอกทิวิตีที่คำนวณได้มาคำนวณหาค่าความดันรวม P จากสมการ (2.91) และ $\{y_k\}$ จากสมการ (2.79) เมื่อได้ค่า $\{y_k\}$ แล้วก็จะสามารถคำนวณหาค่า Φ_k ได้แล้วนำค่า Φ_k ไปคำนวณหาความดันรวม P ใหม่จากสมการ (2.91) แล้วทำการตรวจสอบจนกระทั่งค่า P มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 0.1 จึงได้ค่าความดันรวมและ $\{y_k\}$ ที่ถูกต้อง

3.4.2 การคำนวณ DEW P กระทำได้ดังนี้ (ดูจากผังงานการคำนวณ DEW P ประกอบ) เริ่มต้นโดยการอ่านค่า T , $\{y_k\}$ และค่าคงที่ต่างๆที่ต้องการใช้ในการคำนวณ โดยที่ไม่ทราบค่า Φ_k และค่า γ_k จึงสมมติให้มีค่าเป็น 1 ทั้งคู่ จากนั้นนำค่าความดันไอจากสมการแอนโทอินมาคำนวณหา P จากสมการ (2.92) และ $\{x_k\}$ จากสมการ (2.78) แล้วนำค่า $\{x_k\}$ ไปคำนวณหาค่า P จากสมการ (2.92) และจะเริ่มเข้าวงรอบการทดสอบค่า P คำนวณค่า $\{\Phi_k\}$ และเข้าสู่วงรอบการทดสอบค่า $\{y_k\}$ คำนวณค่า $\{x_k\}$ แต่ในวงรอบการคำนวณนี้ผลรวมของค่า $\{x_k\}$ ที่ได้จะไม่เท่ากับหนึ่งจึงต้องทำการหารด้วยผลรวมของค่า $\{x_k\}$ ดังนี้คือ $x_k = x_k / \sum x_k$ วิธีการนี้เรียกว่าการทำนอร์มอลไลซ์เพื่อให้ค่า $\sum x_k$ ที่ได้มีค่าเท่ากับหนึ่ง จากนั้นคำนวณค่า $\{y_k\}$ เมื่อการทดสอบค่าทั้งสองขั้นตอนผ่านแล้วก็จะได้ค่าความดันรวมและค่า $\{x_k\}$ ที่ถูกต้อง

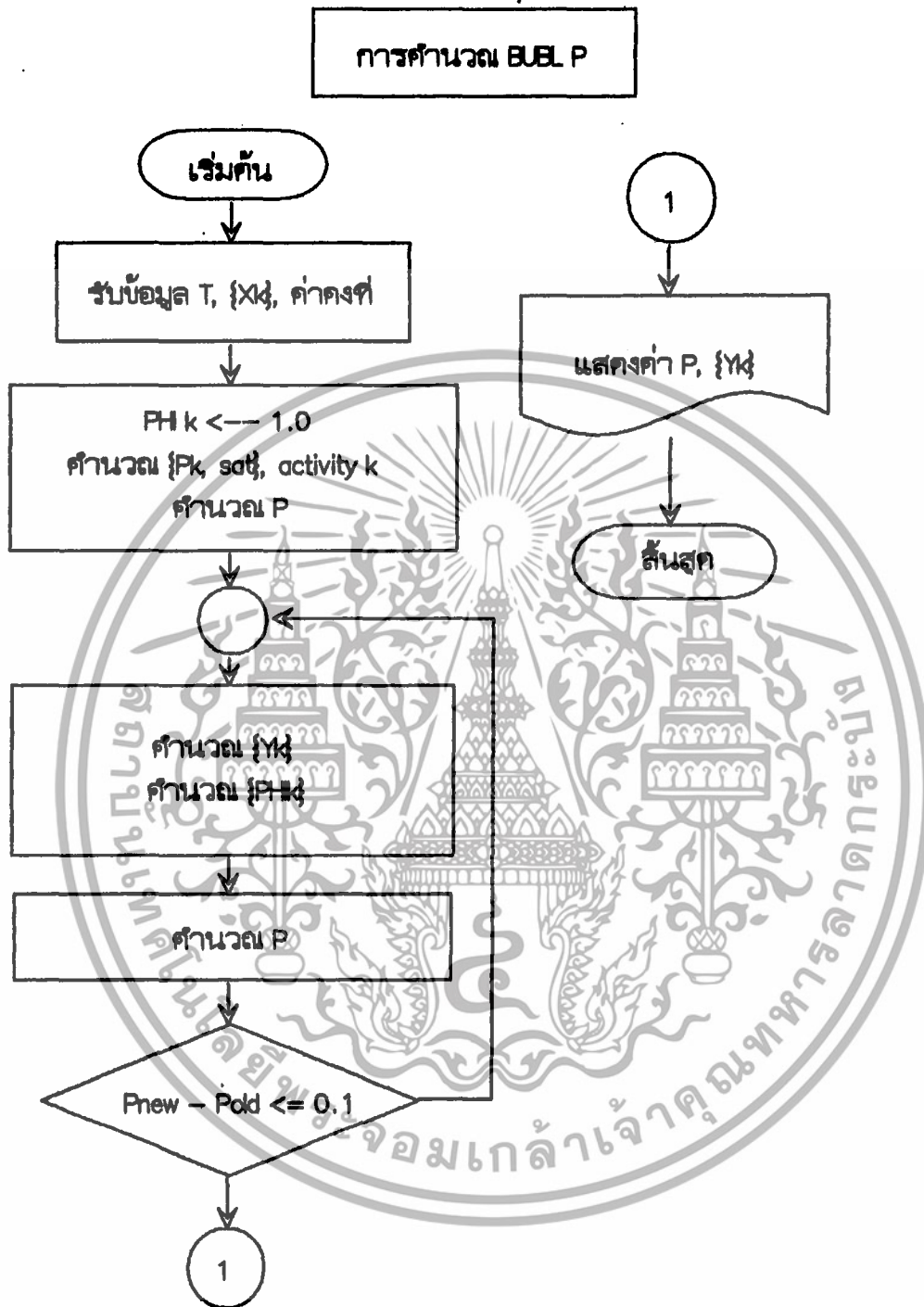
3.4.3 การคำนวณ BUBL T กระทำได้ดังนี้ (ดูจากผังงานการคำนวณ BUBL T ประกอบ) เริ่มต้นโดยการอ่านค่า T , $\{x_k\}$ และค่าคงที่ต่างๆที่ต้องการใช้ในการคำนวณ โดยที่ไม่ทราบค่า T และ y_k กำหนดให้ค่า $\{\Phi_k\}$ มีค่าเท่ากับ 1 คำนวณค่า T เริ่มต้นจากสมการ (2.97) และคำนวณค่า T_k^{sat} จากสมการ (2.96) นำค่า T เริ่มต้นมาคำนวณหาค่าความดันไอจากสมการแอนโทอิน แล้วคำนวณหา ค่า $\{y_k\}$ จากนั้นสมมติค่า i คำนวณค่า P_i^{sat} จากสมการ (2.93) ซึ่งจะนำไปสู่การคำนวณค่า T ใหม่จากสมการ (2.95) และเริ่มเข้าสู่วงรอบการคำนวณเพื่อทดสอบค่า คำนวณค่า P_k^{sat} จากนั้นนำไปคำนวณค่า y_k จากสมการ (2.79) เมื่อได้ค่า y_k จะสามารถคำนวณ $\{\Phi_k\}$ และ $\{y_k\}$ ได้และนำไปคำนวณค่า P_i^{sat} จากสมการ (2.93) และค่า T จากสมการ (2.95) เมื่อผ่านขั้นตอนการทดสอบค่าแล้วก็จะได้ค่าอุณหภูมิรวมของระบบและค่า $\{y_k\}$ ที่ถูกต้อง

3.4.4 การคำนวณ DEW T กระทำได้ดังนี้ (ดูจากผังงานการคำนวณ DEW T ประกอบ) เริ่มต้นโดยการอ่านค่า P , $\{y_k\}$ และค่าคงที่ต่างๆที่ต้องการใช้ในการคำนวณ โดยที่ไม่ทราบค่า Φ_k และค่า γ_k จึงสมมติให้มีค่าเป็น 1 ทั้งคู่ คำนวณค่า T เริ่มต้นจากสมการ (2.98) และค่า $\{P_k^{sat}\}$ จากสมการแอนโทอิน สมมติค่า i และคำนวณค่า P_i^{sat} จากสมการ (2.94) นำไปคำนวณค่า T ใหม่จากสมการ (2.95) คำนวณค่า $\{P_k^{sat}\}$ ใหม่ตามด้วยค่า $\{\Phi_k\}$ จากนั้นคำนวณค่า x_k จากสมการ (2.78) คำนวณค่า P_i^{sat} และค่า T ใหม่จากสมการ (2.94) และ (2.95) ตามลำดับซึ่งค่า T ที่ได้ค่อนข้างจะถูกต้องแล้วเริ่มเข้าวงรอบการทดสอบค่า T คำนวณค่า $\{P_k^{sat}\}$ และค่า $\{\Phi_k\}$ แล้วเข้าสู่วงรอบการทดสอบค่า $\{y_k\}$ คำนวณค่า $\{x_k\}$ ทำนอร์มอลไลซ์ค่า $\{x_k\}$ แล้วนำไปคำนวณค่า $\{y_k\}$ เมื่อผ่านการทดสอบค่า $\{y_k\}$ แล้ว ต่อไปคำนวณค่า P_i^{sat} และค่า T และทดสอบค่า T เมื่อผ่านการทดสอบค่าแล้วก็จะได้ค่าอุณหภูมิรวมของระบบและค่า $\{x_k\}$ ที่ถูกต้อง



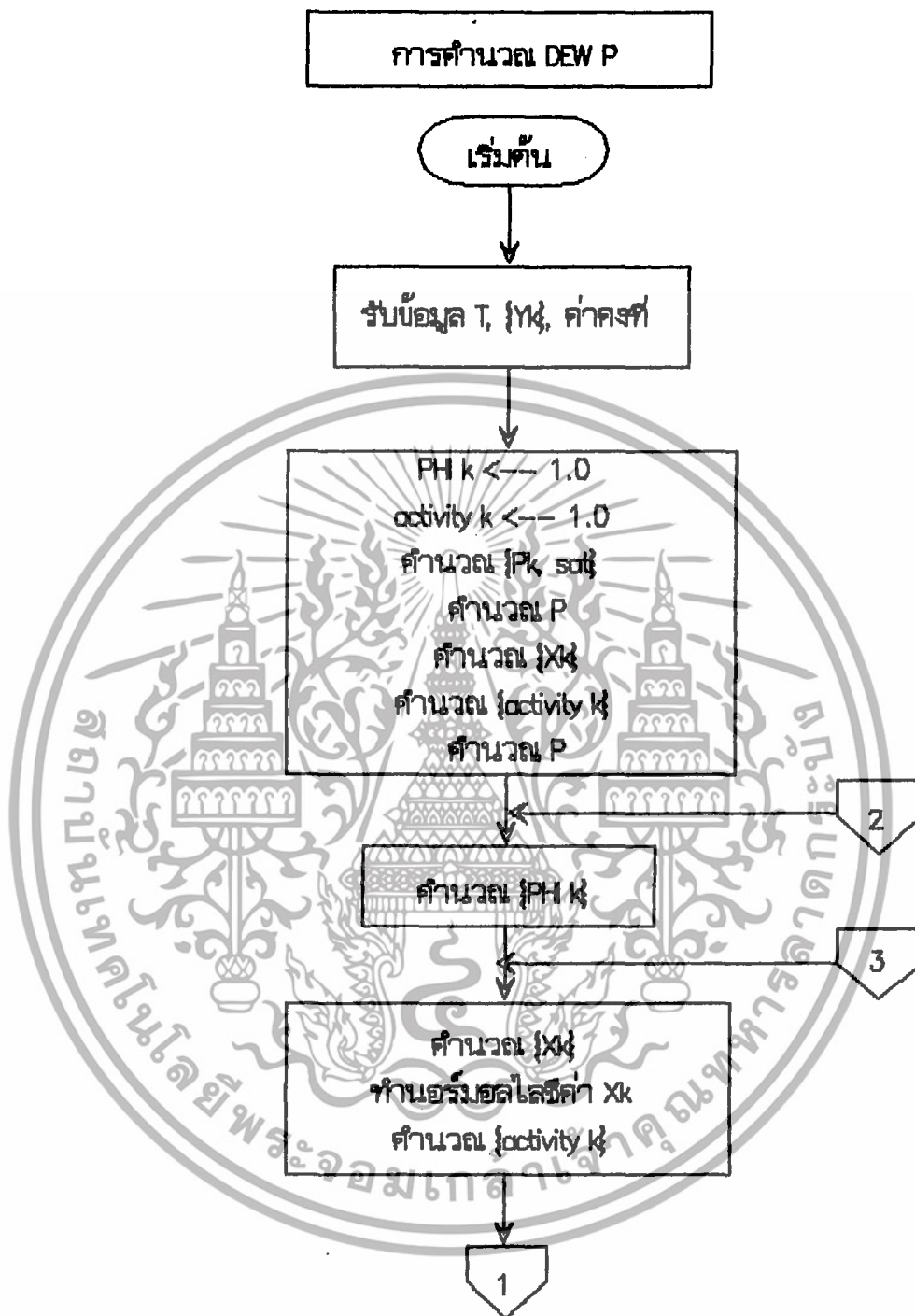
รูป 3.1 ผังงานการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



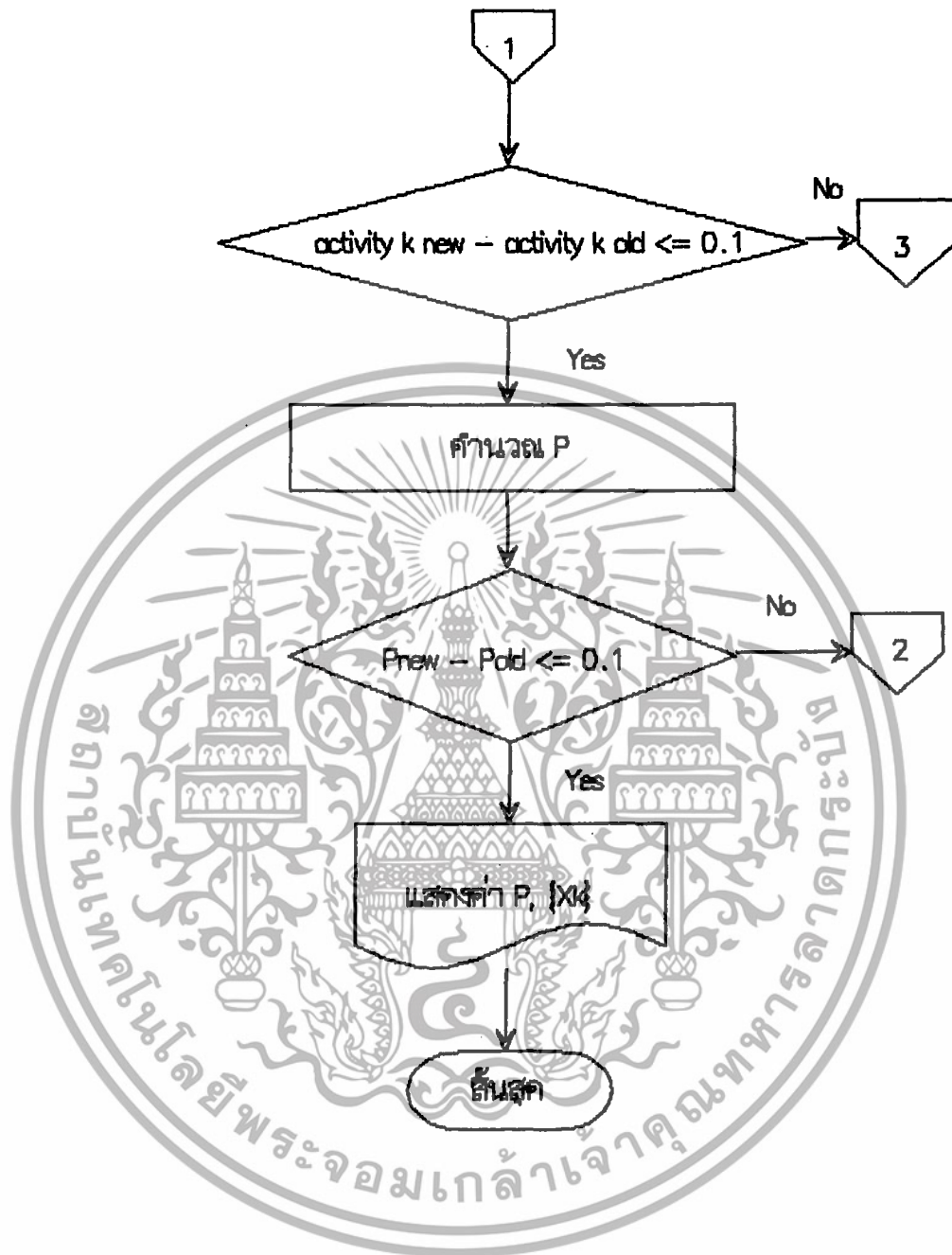
รูป 3.2 ผังงานการคำนวณ BUBL P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

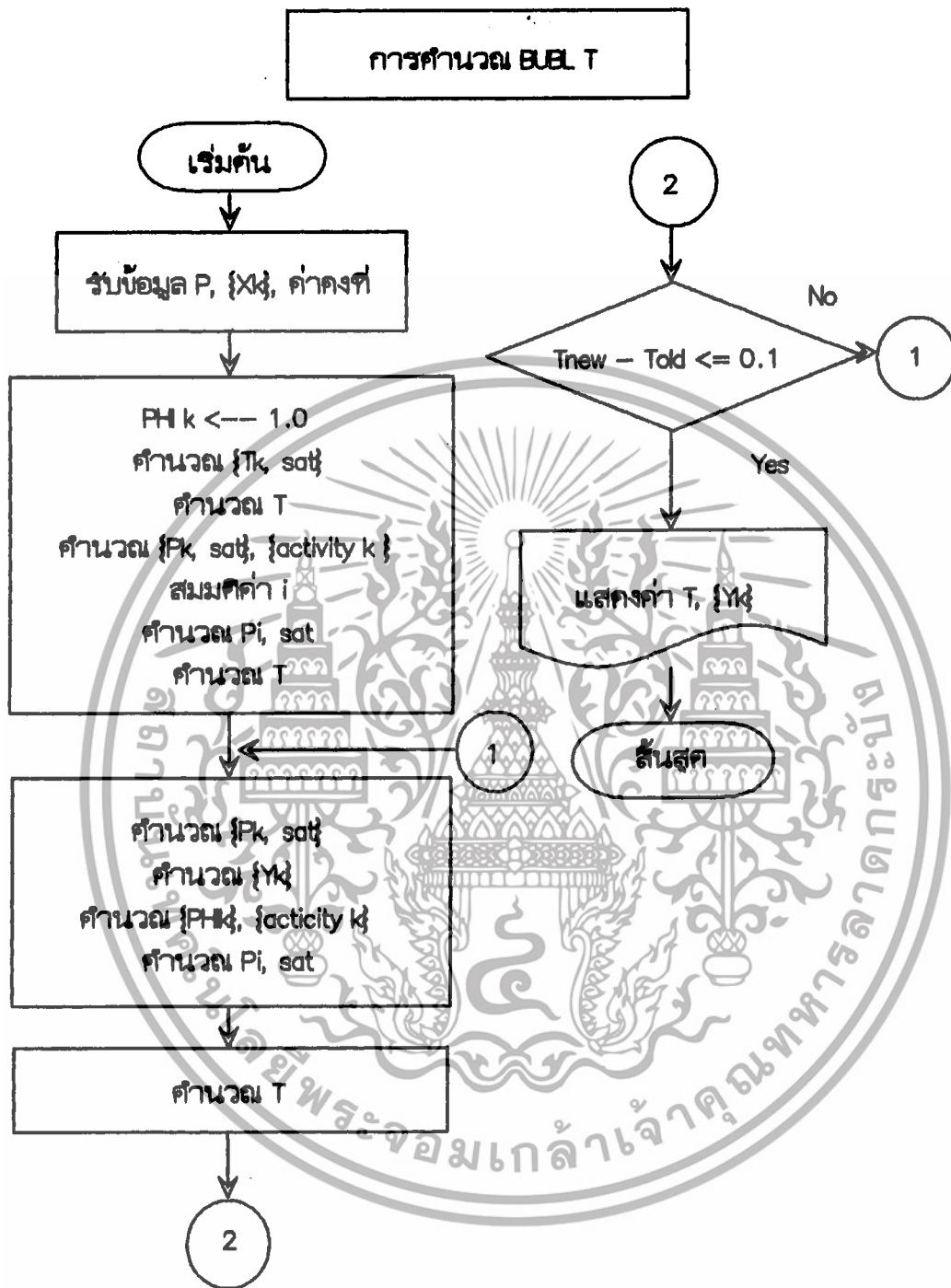


รูป 3.3 ผังงานการคำนวณ DEW P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

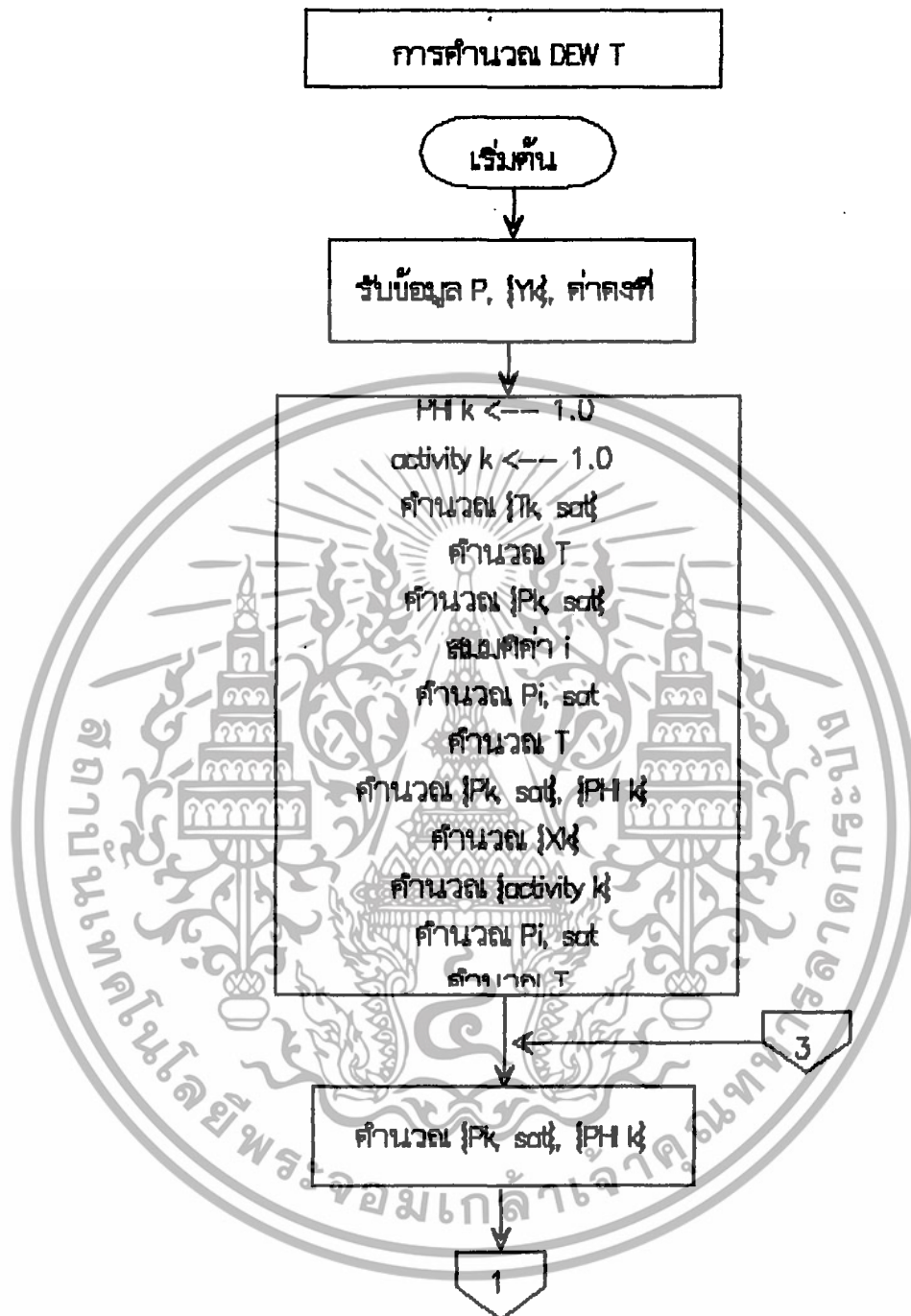


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



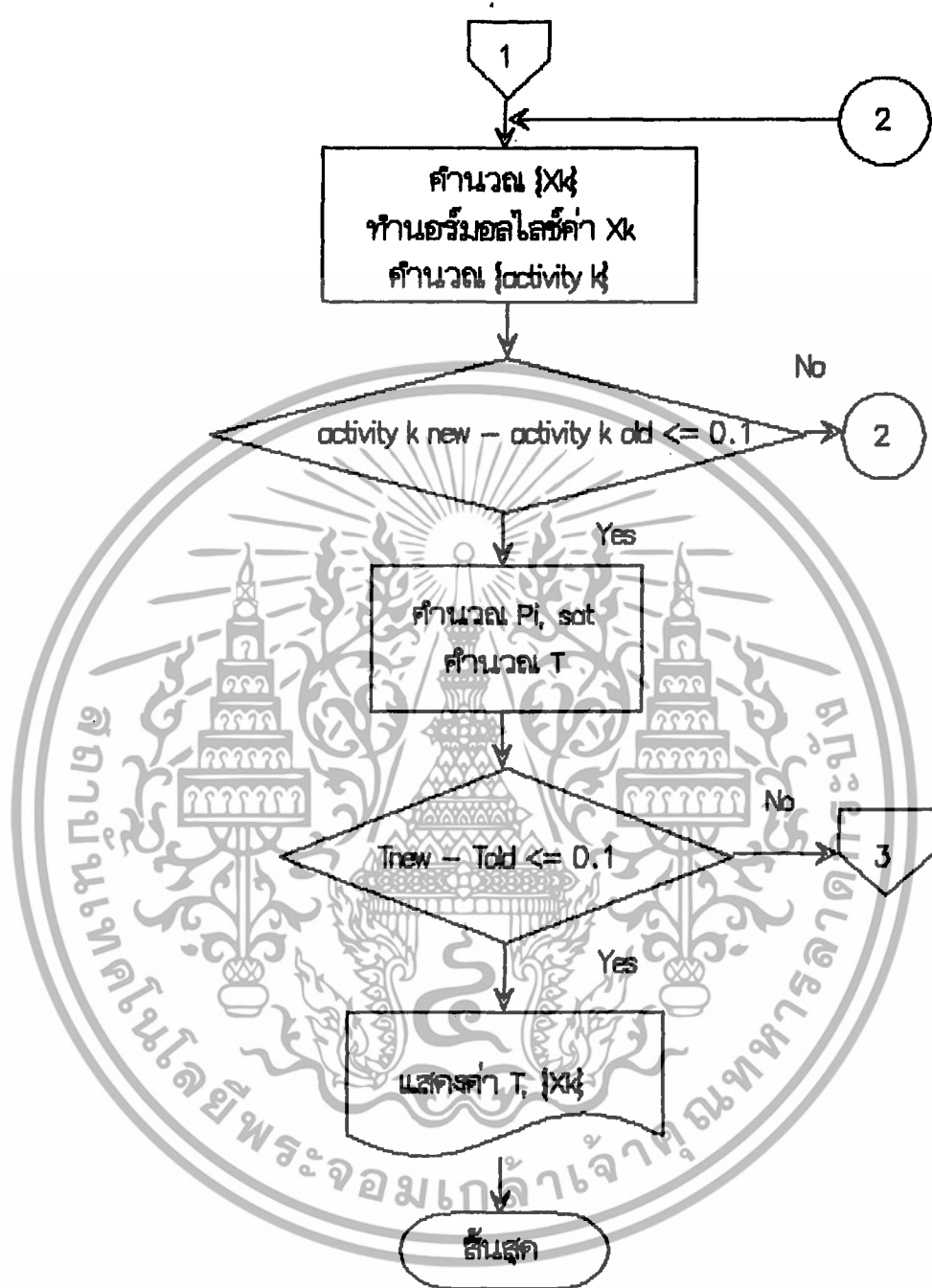
รูป 3.4 ผังงานการคำนวณ BUBL T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.5 ผังงานการคำนวณ DEW T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการวิจัย

หลังจากการพัฒนาโปรแกรมเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม เพื่อที่จะได้ทราบรูปแบบของโปรแกรม ความถูกต้องในการคำนวณ และข้อผิดพลาดต่างๆของตัวโปรแกรม และนำเงื่อนไขต่างๆมาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น มีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

4.1.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1

โปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1 นี้ ใช้สำหรับการคำนวณระบบที่มีสารละลายอุดมคติเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นค่าคงที่ที่ต้องใช้ในการคำนวณจึงได้แก่ ค่าคงที่สำหรับสมการแอนโทอินคือ A_i , B_i และ C_i เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมโดยพิมพ์คำสั่ง BD ระบบจะเริ่มเข้าสู่ระบบการทำงานโดยปรากฏรายการหลักของโปรแกรมดังรูปที่ 4.1

```
*****  
* Welcome to BUBBLE POINT & DEW POINT calculation. *  
*****
```

1. BUBL P calculations.
2. DEW P calculations.
3. BUBL T calculations.
4. DEW T calculations.

Chooses your selection number.

รูป 4.1 แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1

โปรแกรมจะแสดงข้อความสำหรับให้เลือกวิธีการคำนวณ ซึ่งผู้ใช้จะต้องใส่ข้อมูลตัวเลขที่ระบุไว้หน้า หัวข้อการคำนวณที่ต้องการ เช่น เมื่อต้องการคำนวณค่า BUBL P เลือกตัวเลข 1 โปรแกรมจะเข้าสู่การคำนวณ BUBL P ดังรูปที่ 4.2

$$Psat,i = \text{Exp}[A_i - \{ B_i / (T + C_i) \}]$$

ENTER T = 75

ENTER A1 , B1 and C1

A1 = 14.2724

B1 = 2945.47

C1 = 224

ENTER A2 , B2 and C2

A2 = 14.2043

B2 = 2972.64

C2 = 209

รูป 4.2 แสดงหน้าจอการคำนวณ BUBL P

จะแสดงสมการแอนโทอินเพื่อให้ผู้ใช้ทราบสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแทนค่าต่างๆ เริ่มต้นจากอุณหภูมิและค่าคงที่ต่างๆตามลำดับ ในการป้อนข้อมูลตัวเลขสำหรับแต่ละตัวแปรจะต้องตามด้วยการกดปุ่ม Enter เพื่อเป็นการสิ้นสุดการป้อนข้อมูลค่าต่างๆ ถ้าหากใส่ตัวเลขผิดก่อนกด Enter สามารถแก้ไขได้โดยกดปุ่ม backspace แล้วป้อนค่าใหม่ที่ถูกต้องแทน เมื่อการป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.3 บรรทัดแรกจะเป็นการแสดงค่าความดันไอของระบบ บรรทัดถัดไปแสดงวิธีการคำนวณตามด้วยผลการคำนวณได้แก่ เศษส่วนโมลของสาร ความดันหรืออุณหภูมิของระบบ จากนั้นระบบจะถามผู้ว่าต้องการแสดงแผนภาพหรือไม่ โดยให้ผู้ใช้ตอบโดยการป้อนอักษร Y แทนการตอบรับและ N แทนการปฏิเสธ สำหรับโปรแกรมรุ่นที่ 1 นี้ยังไม่มีความสามารถในการแสดงแผนภาพด้วยเครื่องพิมพ์ได้ ถ้าหากผู้ใช้ต้องการผลลัพธ์ที่ไม่ปรากฏในตารางสามารถคำนวณได้ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งโปรแกรมจะถามค่า เศษส่วนโมลของส่วนที่เป็นของเหลวของสารตัวที่ 1 จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าและแสดงผลลัพธ์และจะเป็นการสอบถามความต้องการของผู้ใช้ต่อไปถ้าหากผู้ใช้ไม่ต้องการทำการคำนวณต่อโปรแกรมก็จะสิ้นสุดการทำงาน

Psat 1= 83.21 kPa Psat 2= 41.98 kPa

This is the BUBL P calculation.

X1 =	0.000	Y1 =	0.000	P =	41.983
X1 =	0.100	Y1 =	0.180	P =	46.105
X1 =	0.200	Y1 =	0.331	P =	50.228
X1 =	0.300	Y1 =	0.459	P =	54.350
X1 =	0.400	Y1 =	0.569	P =	58.472
X1 =	0.500	Y1 =	0.665	P =	62.595
X1 =	0.600	Y1 =	0.748	P =	66.717
X1 =	0.700	Y1 =	0.822	P =	70.840
X1 =	0.800	Y1 =	0.888	P =	74.962
X1 =	0.900	Y1 =	0.947	P =	79.084
X1 =	1.000	Y1 =	1.000	P =	83.207

Do you want to see graph ? Y or N

รูป 4.3 แสดงหน้าจอผลการคำนวณ BUBL P

This is the BUBL P calculation.

Psat 1 = 83.21 Psat 2 = 41.98

ENTER X1 .6845

X1 = 0.68 Y1 = 0.81 P = 70.20

Do you want to calculate BUBL P value again ? Y or N

Do you want to calculate the other value again ? Y or N

รูป 4.4 แสดงหน้าจอการคำนวณ BUBL P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2

สำหรับโปรแกรมรุ่นที่ 2 ได้ปรับปรุงการทำงานเพิ่มเติมขึ้นจากรุ่นที่ 1 โดยรูปแบบที่ปรากฏทางจอภาพจะไม่มีลักษณะของการถามตอบระหว่างโปรแกรมและผู้ใช้แต่จะเป็นลักษณะของการเลือกการทำงานโดยใช้ปุ่มคำสั่งแทน ใช้คำนวณได้ทั้งระบบที่ประกอบด้วยสารละลายอุดมคติและระบบที่ประกอบด้วยสารละลายจริง ดังนั้นค่าคงที่ที่ต้องใช้ในการคำนวณจึงมีมากกว่ารุ่นที่ 1 ได้แก่ ค่าคงที่สำหรับสมการแอนโทอินคือ A_i , B_i และ C_i อุณหภูมิ หรือความดันรวมของระบบค่าสมบัติของสารที่จุดวิกฤต เป็นต้น เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมโดยพิมพ์คำสั่ง BD ระบบจะเริ่มเข้าสู่ระบบการทำงานโดยปรากฏรายการหลักของโปรแกรมดังรูปที่ 4.5 ด้านล่างของจอภาพจะแสดงปุ่มคำสั่งสำหรับการทำงาน เมื่อกดปุ่ม Esc จะเป็นการแสดงรายการวิธีคำนวณและคำอธิบายปุ่มคำสั่งจะปรากฏอยู่ด้านของจอภาพดังที่แสดงไว้ในภาพ 4.6 ซึ่งมีวิธีทำงานดังนี้ เช่น ต้องการวิธีการคำนวณ BUBL P โดยกดปุ่ม F1 จอภาพจะปรากฏข้อความเช่นในรูป 4.7, 4.8, 4.9 ซึ่งเป็นการแสดงสมการแอนโทอิน สมการวิลสันและคำสั่งให้ป้อนข้อมูลค่าคงที่ต่างๆ มีวิธีการป้อนข้อมูลเช่นเดียวกับโปรแกรมรุ่นที่ 1 เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะทำการคำนวณแล้วแสดงผลลัพธ์ออกมาดังรูปที่ 4.10 และถ้าต้องการการแสดงผลแผนภาพใช้คำสั่ง F6 โปรแกรมจะเข้าสู่การแสดงผลด้วยแผนภาพวิภาคดังรูปที่ 4.11 โดยคำสั่งต่างๆในการทำงาน จะปรากฏอยู่บนจอภาพเมื่อการคำนวณเสร็จสิ้นแล้วต้องการยุติการทำงานให้กดปุ่ม Esc โปรแกรมจะกลับไปสู่รายการหลักเพื่อเลือกวิธีการคำนวณวิธีอื่นต่อไปและถ้าต้องการยุติการทำงานให้กดปุ่ม F10 โปรแกรมนี้จะสิ้นสุดการทำงาน สำหรับวิธีการคำนวณ DEW T แสดงไว้ในรูป 4.12 - 4.16 โดยมีวิธีการทำงานและวิธีการป้อนข้อมูลเช่นเดียวกับการคำนวณ BUBL P

4.2 วิจารณ์

4.2.1 สำหรับโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 1 มีลักษณะการทำงานแบบที่มีการตอบโต้ระหว่างตัวโปรแกรมและผู้ใช้ โดยการเลือกวิธีการทำงานจะเป็นการถามตอบ และการทำงานของระบบจะเป็นลักษณะผ่านเพียงครั้งเดียว ทำให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องทำงานหลายครั้งเพราะจะต้องกดปุ่มตอบคำถามบ่อยๆ และการดูค่าซ้ำสำหรับวิธีการคำนวณเดิมจะต้องทำการป้อนข้อมูลใหม่ทั้งหมดซึ่งทำให้เสียเวลา และไม่มีความสามารถในการพิมพ์แผนภาพด้วยเครื่องพิมพ์ สรุปได้ว่าสมรรถนะของโปรแกรมรุ่นนี้ยังขาดความคล่องตัวในการทำงานและความสามารถในการแสดงผลอยู่

4.2.2 สำหรับโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2 มีลักษณะการที่แตกต่างจากโปรแกรมรุ่นที่ 1 โดยเริ่มจากรูปแบบของรายการหลักที่มีลักษณะแตกต่างกัน นอกจากนี้มีการเปลี่ยนลักษณะของรูปแบบที่เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และตัวโปรแกรมมาเป็นการทำงานโดยอาศัยปุ่มคำสั่งเฉพาะ ได้แก่กลุ่มของปุ่มคำสั่งแถวบนของแป้นพิมพ์ การแสดงคำอธิบายบนหน้าจอและเพิ่มความสามารถในการ

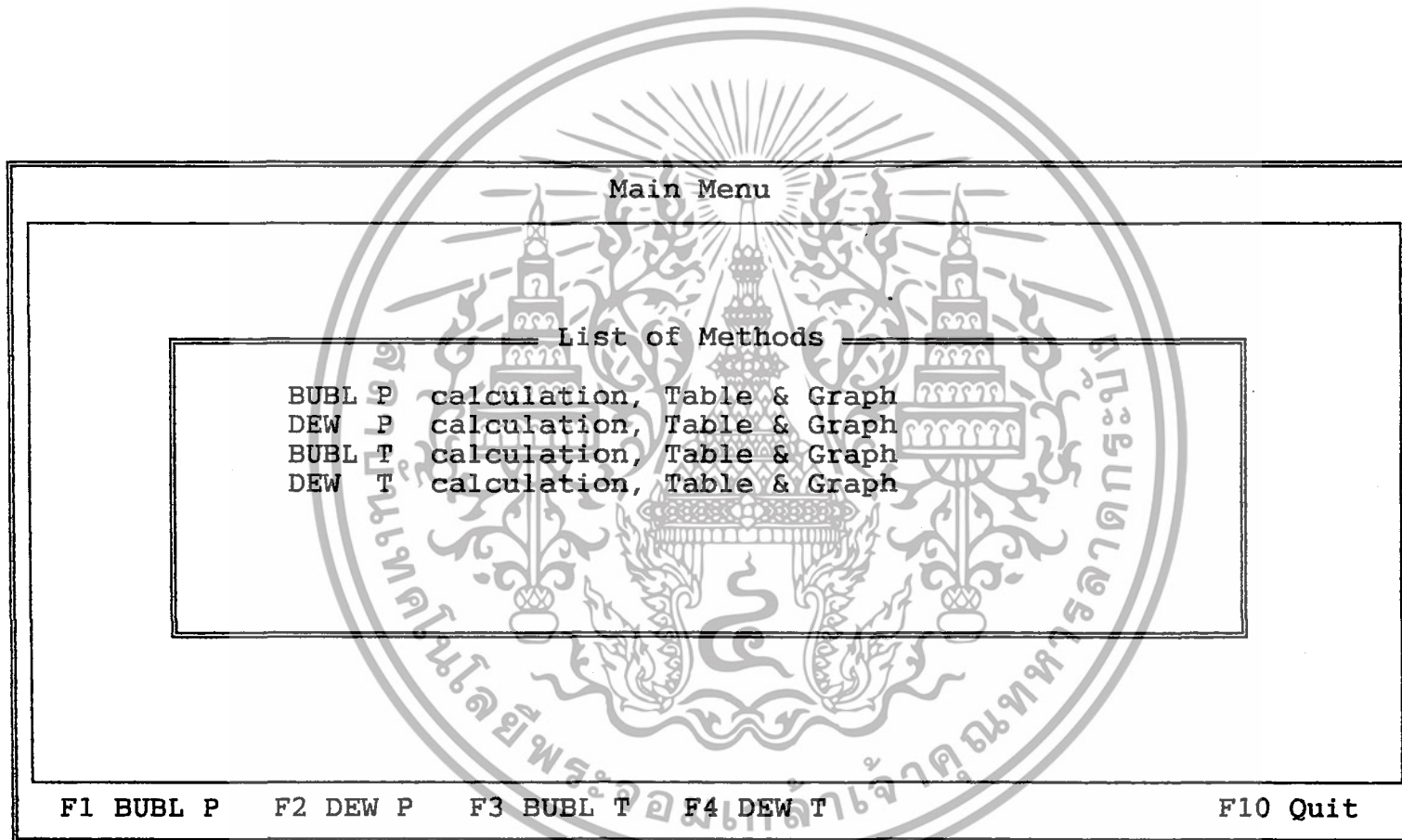
พิมพ์แผนภาพด้วยเครื่องพิมพ์ สรุปลได้ว่าโปรแกรมรุ่นที่ 2 นี้มีสมรรถนะเพิ่มขึ้นจากรุ่นที่ 1
อย่างมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDcal รุ่นที่ 2



รูป 4.6 แสดงหน้าจอรายการหลักของโปรแกรม BDeal รุ่นที่ 2

Antoine Equation

$$P_{sat,k} = \text{Exp} \left[A_k - \frac{B_k}{(T + C_k)} \right]$$

Enter Temp = 76

Enter A1 = 14.39155	Enter A2 = 16.26205
Enter B1 = 2795.817	Enter B2 = 3799.887
Enter C1 = 230.002	Enter C2 = 226.346

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.7 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการแอนโทอิน

Wilson Equation

$$\text{Lamda } i,j = (V_j / V_i) \text{ Exp } (-a_{i,j} / RT)$$

Enter a12	=	292.66	Enter V1	=	74.05
Enter a21	=	1445.26	Enter V2	=	18.07

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.8 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการวิลสัน

Prausnitz Equation

calculation of T_{c12} , P_{c12} , V_{c12} , Z_{c12} , W_{12}

Enter T_{c11} =	508.1	Enter T_{c22} =	647.3
Enter P_{c11} =	47.0	Enter P_{c22} =	220.5
Enter V_{c11} =	209	Enter V_{c22} =	56
Enter Z_{c11} =	0.232	Enter Z_{c22} =	0.226
Enter W_{11} =	0.309	Enter W_{22} =	0.344

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.9 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการพรอสนิตซ์

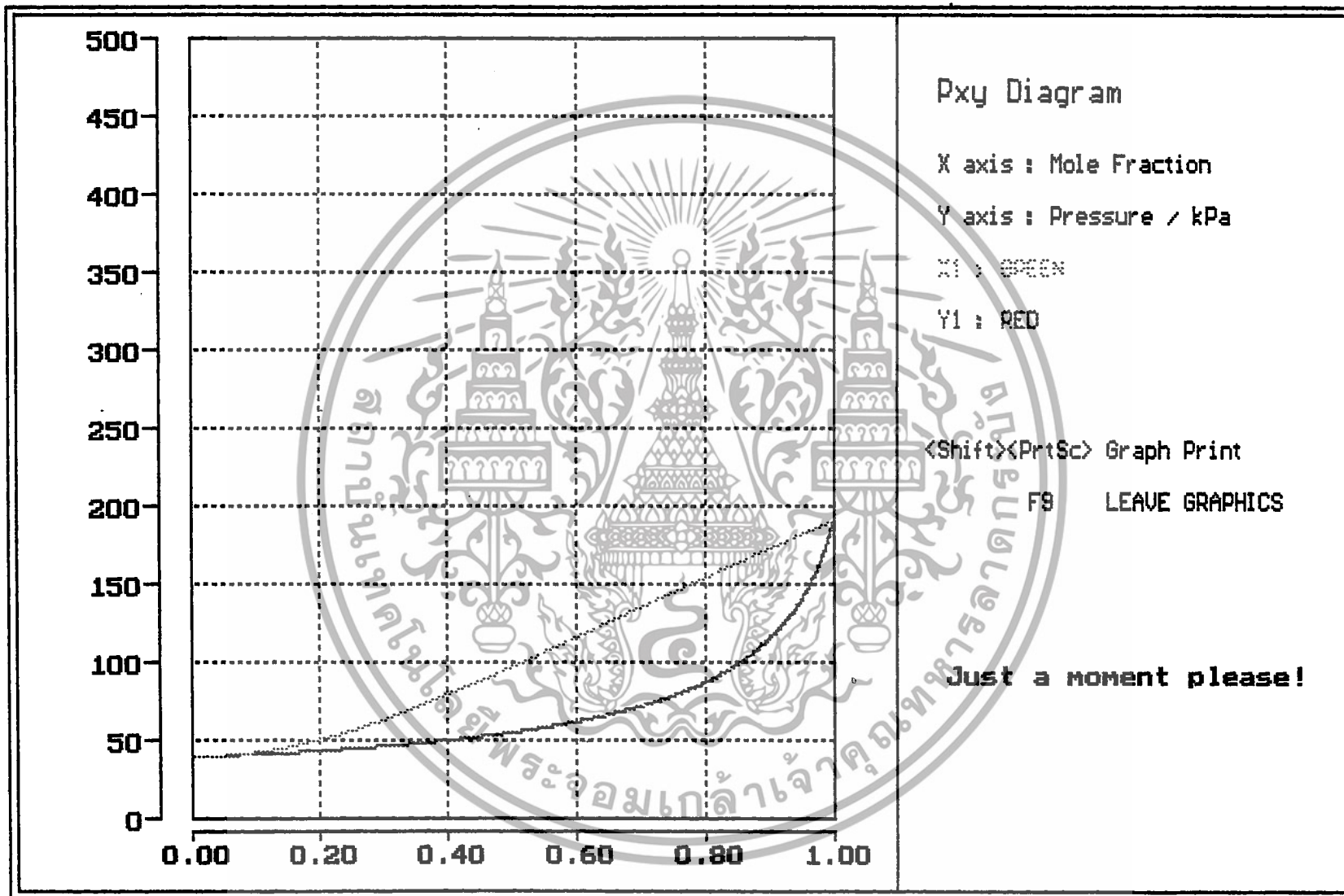
BUBL P Calculation

List of Pxy value

X1 =	0.000	Y1 =	0.000	P =	40.207
X1 =	0.100	Y1 =	0.177	P =	42.753
X1 =	0.200	Y1 =	0.418	P =	50.816
X1 =	0.300	Y1 =	0.619	P =	63.596
X1 =	0.400	Y1 =	0.756	P =	79.599
X1 =	0.500	Y1 =	0.845	P =	97.525
X1 =	0.600	Y1 =	0.903	P =	116.418
X1 =	0.700	Y1 =	0.941	P =	135.622
X1 =	0.800	Y1 =	0.967	P =	154.706
X1 =	0.900	Y1 =	0.986	P =	173.393
X1 =	1.000	Y1 =	1.000	P =	191.512

F5 Cal.BUBL P F6 Graph Esc Quit

รูป 4.10 แสดงหน้าจอผลการคำนวณ BUBL P



รูป 4.11 แสดงหน้าจอแผนภาพ Pxy

Antoine Equation

$$T_{sat,k} = [B_k / (A_k - \ln P)] - C_k$$

Enter P = 101.33

Enter A1 = 14.39155	Enter A2 = 16.26205
Enter B1 = 2795.817	Enter B2 = 3799.887
Enter C1 = 230.002	Enter C2 = 226.346

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.12 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการแอนโทอิน

Wilson Equation

$$\lambda_{i,j} = (V_j / V_i) \text{Exp} (-a_{i,j} / RT)$$

Enter a12 = 292.66	Enter V1 = 74.05
Enter a21 = 1445.26	Enter V2 = 18.07

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.13 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการวิลสัน

Prausnitz Equation

calculation of Tc12, Pc12, Vc12, Zc12, W12

Enter Tc11 = 508.1	Enter Tc22 = 647.3
Enter Pc11 = 47.0	Enter Pc22 = 220.5
Enter Vc11 = 209	Enter Vc22 = 56
Enter Zc11 = 0.232	Enter Zc22 = 0.226
Enter W11 = 0.309	Enter W22 = 0.344

Enter all values required in evaluation.

รูป 4.14 แสดงหน้าจอการป้อนข้อมูลสำหรับสมการพรอสนิตซ์

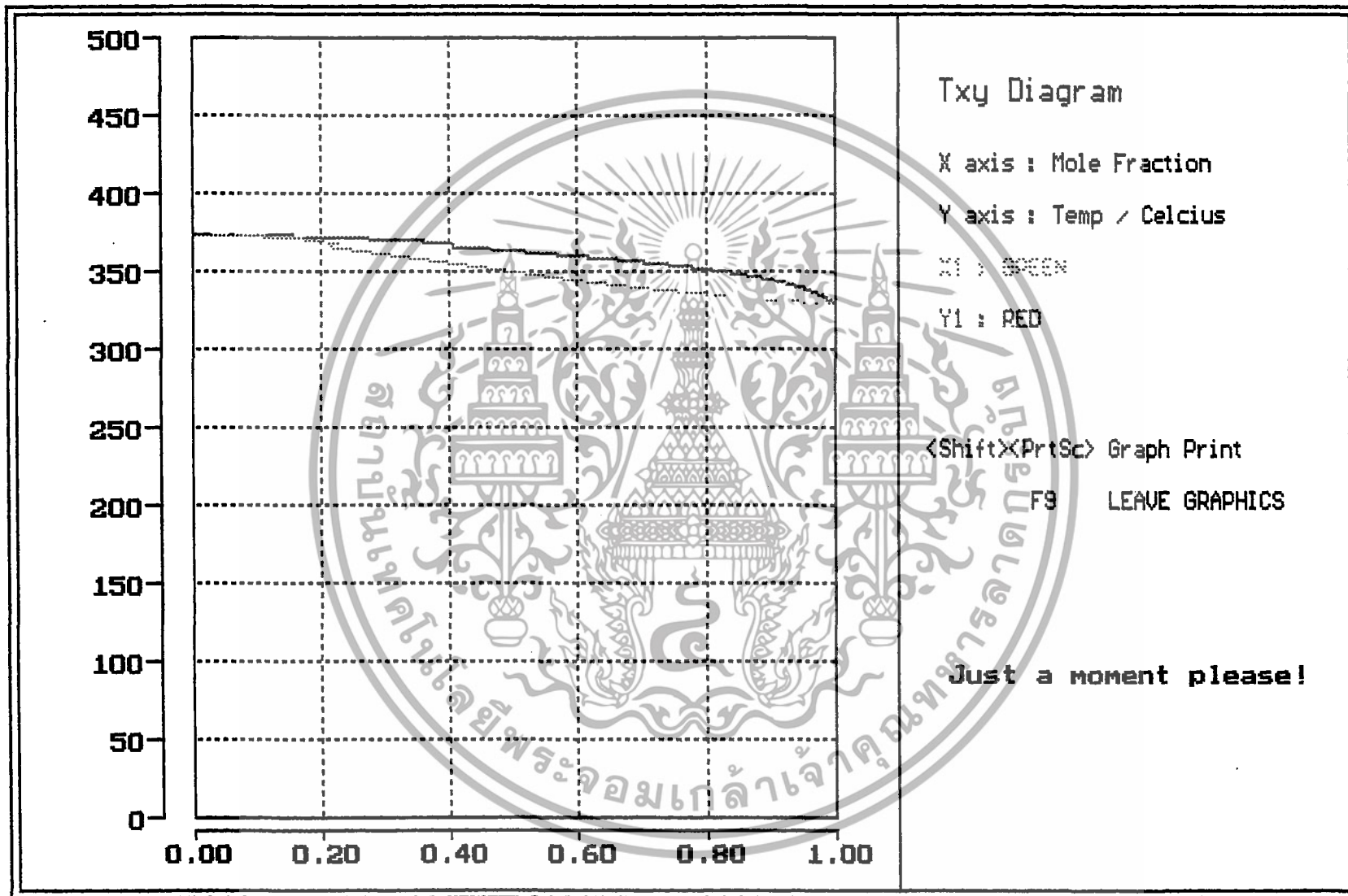
DEW T Calculation

List of Txy value

X1	=	0.0000	Y1	=	0.0000	F	=	100.0000
X1	=	0.0000	Y1	=	0.1000	F	=	99.8844
X1	=	0.0000	Y1	=	0.2000	F	=	99.7688
X1	=	0.0000	Y1	=	0.3000	F	=	99.6532
X1	=	0.0000	Y1	=	0.4000	F	=	99.5376
X1	=	0.0000	Y1	=	0.5000	F	=	99.4220
X1	=	0.0000	Y1	=	0.6000	F	=	99.3064
X1	=	0.0000	Y1	=	0.7000	F	=	99.1908
X1	=	0.0000	Y1	=	0.8000	F	=	99.0752
X1	=	0.0000	Y1	=	0.9000	F	=	98.9596
X1	=	1.0000	Y1	=	1.0000	F	=	56.0669

F5 Cal.DEW T
F6 Graph
Esc Quit

รูป 4.15 แสดงหน้าจอผลการคำนวณ DEW T



รูป 4.16 แสดงหน้าจอแผนภาพ Txy

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับใช้ในการคำนวณที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานของผู้ใช้ได้แก่ นักศึกษา และ วิศวกร เป็นต้น โดยผู้ใช้โปรแกรมนี้สามารถคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและได้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับนำไปใช้งานต่อไป เนื่องจากบางครั้งผู้ใช้อาจไม่ใช่ นักเคมีโดยตรงซึ่งจะต้องประสบกับความยุ่งยากในการคำนวณที่ซับซ้อน ต้องใช้เวลานาน และ อาจเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณขึ้นได้ง่าย จากวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้โปรแกรมนี้มีรูปแบบการใช้งานที่ง่าย เนื่องจากผู้ใช้อาจไม่ใช่ผู้ที่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ จึงต้องออกแบบรูปแบบของโปรแกรมที่ปรากฏบนหน้าจอ การใช้งาน และความเข้าใจในแต่ละหน้าจอที่ปรากฏ ให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งรูปแบบของโปรแกรมที่ปรากฏบนหน้าจอและลักษณะการใช้งานของโปรแกรมที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจการทำงานและสามารถใช้งานได้โดยสะดวกรวดเร็วนั้น ได้ทำการศึกษาจากโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ โปรแกรมสำหรับวิศวกรเคมี, โปรแกรมเอดิเตอร์ (EDITOR), โปรแกรมเทอร์โบปาสคาล (TURBO PASCAL) และ โปรแกรมทีพีซี2000 (TPC2000) เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมสำหรับวิศวกรเคมีซึ่งพัฒนา โดยภาควิชาวิศวกรรมเคมีของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์เช่นเดียวกันประกอบด้วยโปรแกรมย่อยจำนวนมาก เช่น โปรแกรมคำนวณหาคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของอากาศ โปรแกรมหาค่าความหนืดของของเหลวผสม และโปรแกรมการเลือก Heat Exchanger ฯลฯ โปรแกรมเหล่านี้ พัฒนาด้วยภาษาเบสิก เป็นโปรแกรมขนาดเล็กที่มีวิธีการใช้งานที่ค่อนข้างง่าย แต่รูปแบบที่ปรากฏบนจอภาพเป็นเพียงการแสดงคำสั่งให้ป้อนข้อมูลตามที่สั่งเท่านั้น ไม่มีคำอธิบายการทำงานแก่ผู้ใช้ และแต่ละโปรแกรมมีขนาดค่อนข้างเล็กซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาด้วยภาษาเบสิก ดังนั้น หากนำรูปแบบเหล่านี้มาใช้กับโปรแกรมคำนวณที่มีขนาดใหญ่จะทำให้การทำงานช้าลงมาก และจะทำให้เกิดความสับสน และความเบื่อหน่ายในการทำงานขึ้นได้ สำหรับโปรแกรมทีพีซี2000 นั้นมีรูปแบบการทำงานที่ปรากฏบนหน้าจอที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยมีการแสดงวิธีการทำงาน การเลือกวิธีการคำนวณ คำอธิบายสิ่งที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอ ตลอดจนคำอธิบายปุ่มต่างๆที่ใช้ในการออกคำสั่งการทำงานจะปรากฏอยู่บนหน้าจอ ทำให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง จึงได้นำเอา

รูปแบบที่ปรากฏบนหน้าจอของโปรแกรม ทีพีซี2000 นี้เป็นหลักในการออกแบบรูปแบบที่ปรากฏบนหน้าจอของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น สำหรับภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้ และเป็นภาษาที่นิยมใช้สำหรับบุคคลทั่วไป แต่ทั้งนี้ก็มีข้อจำกัดที่ว่าจะต้องเป็นภาษาที่ผู้จัดทำมีความรู้ในการใช้งานอยู่แล้ว ดังนั้นจึงเลือกภาษาปาสคาลใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

เมื่อได้รูปแบบหรือแนวทางที่เป็นไปได้ของโปรแกรม และเลือกภาษาที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานแล้ว จึงได้ดำเนินการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อจำกัดหรือเนื้อหาของวิธีการคำนวณ แต่ละวิธี สรุปรูปเป็นแผนผังการทำงานของโปรแกรม และเขียนแผนผังการคำนวณของแต่ละวิธี แล้วเริ่มการสร้างโปรแกรมคำนวณ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงแรกเป็นการพัฒนาโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 1 ใช้สำหรับการคำนวณในระบบที่ประกอบด้วยสารละลายอุดมคติ และช่วงที่สองเป็นการพัฒนาโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 2 ซึ่งสามารถใช้คำนวณได้ทั้งระบบของสารละลายอุดมคติและสารละลายจริง เมื่อกระบวนการสร้างโปรแกรมเสร็จสิ้นลงแล้ว จึงได้เริ่มทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มที่ BDCal รุ่นที่ 1 ซึ่งได้พัฒนาเสร็จสิ้นก่อน โดยนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมีเทอร์โมไดนามิกส์ของนักศึกษาเคมีชั้นปีที่ 2 เพื่อหาข้อสรุปและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้และหาวิธีการแก้ไขจุดบกพร่องนั้นๆ เพื่อที่จะได้นำเงื่อนไขต่างๆ มาทำการปรับปรุงวิธีการพัฒนาโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 2 ให้มีการทำงานที่สมบูรณ์ นำใช้และลดข้อบกพร่องต่างๆที่เป็นเหตุทำให้โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน และเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นกว่าโปรแกรมรุ่นที่ 1 ทำให้การทำงานเกิดข้อผิดพลาดน้อยลงจากโปรแกรมรุ่นที่ 1 แต่เนื่องจากโปรแกรมรุ่นที่ 2 นี้ใช้เวลาในการพัฒนานานเนื่องจากความซับซ้อนของการคำนวณ การทดสอบโปรแกรมจึงเป็นการทดสอบที่ใช้ระยะเวลาในการทดสอบสั้นเกินไป ทำให้ยังไม่สามารถค้นหาข้อผิดพลาดได้ทั้งหมด จึงคาดว่าโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 2 นี้จะมีข้อผิดพลาดในการทำงานอยู่บ้างไม่มากนักน้อย

สำหรับในส่วนของรูปแบบในการป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขนั้น ผู้ใช้จำเป็นจะต้องทราบค่าคงที่ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ และจะต้องเรียงลำดับของการป้อนข้อมูลตามที่โปรแกรมเรียกถามทางหน้าจอ ส่วนการแสดงผลลัพธ์นั้นสามารถสื่อความเข้าใจให้แก่ผู้ใช้ได้ดีสามารถนำค่าผลลัพธ์ไปใช้งานได้ทันที จากการทดลองใช้งานโดยนักศึกษา พบว่าการทำความเข้าใจในการใช้งานของโปรแกรมนั้น ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตนเองเป็นอย่างดีหลังจากที่ได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อย มีรูปแบบในการใช้งานที่สะดวก ข้อความที่ปรากฏบนหน้าจอ การแสดงผลลัพธ์ และการแสดงแผนภาพ มีความชัดเจนดีสามารถเข้าใจได้โดยง่าย สำหรับผลลัพธ์ที่ได้ก็มีความถูกต้องสมบูรณ์ดี แต่ความคล่องตัวในการใช้งานสำหรับโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 1 ยังไม่ดีนัก รวมถึงขนาดของโปรแกรมที่ใหญ่มากเกินไป ทำให้การทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะต่ำซึ่งเป็นเหตุให้การทำงานไม่เป็นไปโดยราบรื่นตลอดการคำนวณ ซึ่งได้ทำการแก้ไขไว้แล้วสำหรับโปรแกรม BDCal รุ่นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีจุดเด่นอยู่หลายประการ อาทิเช่น การใช้งานที่ไม่ยุ่งยากการคำนวณที่ค่อนข้างรวดเร็ว หรือการนำเสนอที่ทำให้หน้าใช้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรม

BDcal รุ่นที่ 2 นี้ก็ยังคงสมควรที่จะมีการพัฒนาต่อไปเพื่อปรับปรุงให้โปรแกรมนี้มีความสมบูรณ์ในการทำงาน และเพื่อให้โปรแกรม BDcal นี้เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด กล่าวคือ

1) จากข้อจำกัดของโปรแกรมในหัวข้อ 3.2.1.3 ข้อที่ 2 การแก้ไขโปรแกรมอาจเพิ่มความสามารถในการขยายและย่อแผนภาพ ซึ่งการย่อคือปรับให้การแสดงแผนภาพอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 0 - 200 องศาเซลเซียส หรือช่วงความดัน 0 - 200 กิโลปาสคาล ส่วนการขยายแผนภาพคือปรับให้การแสดงแผนภาพอยู่ในช่วง 0 - 1000 องศาเซลเซียส หรือความดัน 0 - 1000 กิโลปาสคาล โดยการแก้ไขในส่วนของ Unit CALCGRAPH ของโปรแกรม

2) ปุ่มสั่งงานต่างๆยังมีลักษณะการใช้งานที่ค่อนข้างสับสนพอสมควร จึงควรศึกษารูปแบบของปุ่มสั่งงานจากโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกัน เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถจำรูปแบบของปุ่มคำสั่งได้และลดความสับสนในการสั่งงาน

3) การป้อนข้อมูลตัวเลขที่จำเป็นสำหรับการคำนวณ มีรูปแบบบนหน้าจอที่ทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ในการคำนวณเกิดความสับสนได้ง่าย เนื่องจากค่าเหล่านี้มีมากและมีสัญลักษณ์ที่คล้ายกัน ดังนั้นจึงควรออกแบบการป้อนข้อมูลใหม่ให้มีรูปแบบที่ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม

4) โปรแกรมสำเร็จรูปในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีระบบอธิบายวิธีใช้งาน ที่ผู้ใช้สามารถเรียกการทำงานของระบบได้ตลอดเวลา แต่การพัฒนาโปรแกรม BDcal ในครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาทำให้ต้องตัดระบบดังกล่าวออกจากหัวข้อการพัฒนา จึงสมควรพัฒนาระบบดังกล่าวเพิ่มเติมขึ้นเพื่อความสมบูรณ์ของโปรแกรมในแง่ของการใช้งาน

5) ควรจะขยายขอบเขตของการทำงานของโปรแกรมให้กว้างออกไปอีก รวมถึงการลดข้อจำกัดในการใช้งานต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในโปรแกรม BDcal นี้ เช่น

- การพัฒนาระบบการทำงานให้สามารถใช้ได้กับระบบที่ประกอบด้วยสารมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป (multi component)
- ลดขนาดของตัวโปรแกรมลง เพื่อให้โปรแกรมมีความกระชับ ในช่วงของการออกแบบตัวโปรแกรมและลดความสับสนซับซ้อนของตัวโปรแกรม เพื่อให้ผู้ที่สนใจในการพัฒนาตัวโปรแกรมสามารถทำความเข้าใจได้โดยง่าย

บรรณานุกรม

Smith, J. M. and Van Ness, H. C. in Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Fourth Edition, pp. 297-415, McGRAW-HILL, Singapore, 1987

DiElsi, J.J. J. in Turbo Pascal 6.0 : the nut and bolts of program construction, McGRAW-HILL, Inc., Singapore, 1991

Jamsa, K. and Nameroff, S. in Turbo Pascal Programmer's Library, 2nd ed., Osborne McGRAW-HILL, Berkeley, 1988

Soybel, J. G. in Turbo Pascal 5.5 programing, Windcrest Books, 1990

Savitch, W. J. in turbo Pascal 4.0/5.0 : an introduction to the art and science of programming, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Redwood, 1989

มนตรี พิรุณเกษตร เทอร์โมไดนามิกส์, ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ, 2534

เผชญชัย ไชยสิทธิ์ เคมีเชิงฟิสิกส์, โครงการตำราคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2529

ชนกาญจน์ ภิตรากาญจน์ เทอร์โมไดนามิกส์ประยุกต์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2524

วิชัย ชรวานนท์ เคมีฟิสิกส์ 1, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ, 2533

บุญเลิศ เขียมทัศน เรียนรู้ภาษาปาสคาล ด้วยเทอร์โบปาสคาล 4.0-5.0, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2532

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์ เทคนิคการเขียนโปรแกรมขั้นสูง แอดวานซ์เทอร์โบปาสคาล version 4.0, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2535

อาจหาญ สัตยารักษ์ เทคนิคการเขียนกราฟิกบนเทอร์โบปาสคาล, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2535

ภาคผนวก ก

ความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์

ความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ควรทราบจะประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ รายละเอียดของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ และคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์รวมถึงภาษาคอมพิวเตอร์ และวงจรการประมวลผลข้อมูล

1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องจักรทางอิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONIC DIGITAL COMPUTER) ที่มนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณ การคัดเลือก การเคลื่อนย้ายและการเปรียบเทียบข้อมูลที่เป็นตัวเลขตัวอักษรและสัญลักษณ์อื่นที่มนุษย์ใช้แทนสิ่งต่างๆ และการทำงานที่ซับซ้อน นอกจากนั้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วยในการเขียนโปรแกรม (PROGRAM) จึงเป็นจุดคำสั่งที่สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงาน เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องและมีความรวดเร็วในการทำงานสูง

1.2 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์

ในระบบคอมพิวเตอร์หนึ่งๆ จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องและอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมด้วยเรียกส่วนนี้ว่า ฮาร์ดแวร์ (HARDWEAR) กับส่วนที่สร้างขึ้นด้วยคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เป็นข้อกำหนดการทำงานให้กับส่วนแรก เรียกว่า ซอฟต์แวร์ (SOFTWARE) ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์นั้นก็มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง

คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ คือ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องมีหน้าที่หลักในการประมวลผลและมีอุปกรณ์ที่ทำงานเกี่ยวข้องรวมอยู่ด้วย (PERIPHERAL DEVICES) การทำงานของระบบฮาร์ดแวร์อาศัยวิธีการทำงานไฟฟ้าและแมคคานิกส์ (MACHANICS)

1.3 คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์

คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ คือ ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมทั้งหมดที่ทำหน้าที่สั่ง ควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ เพื่อให้สามารถประมวลผลได้ตามต้องการ ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์มีบทบาทสำคัญต่อหน่วยงานและองค์กรต่างๆ มาก ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์จะทำงานตามลำพังโดยปราศจากคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ไม่ได้และราคาของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ลดต่ำลงมาก ในขณะที่ราคาของคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ยังมีแนวโน้มสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา

2 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์

คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่ทำหน้าที่เฉพาะอย่างดังนี้

2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CENTRAL PROCESSING UNIT) เรียกว่า CPU หน่วยนี้มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของทั้งระบบให้ทำงานอย่างถูกต้อง ตลอดจนการทำการคำนวณ และเปรียบเทียบ

2.2 หน่วยความจำหลัก (PRIMARY STORAGE UNIT OR MAIN MEMORY UNIT) หน่วยนี้ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ผลลัพธ์ และพวกซอฟต์แวร์ต่าง ๆ

2.3 หน่วยรับข้อมูล (INPUT UNIT) หน่วยนี้ทำหน้าที่รับข้อมูลที่บันทึกไว้ในสื่อหรือการป้อนข้อมูลเข้าทางแป้นพิมพ์ (KEYBOARD) หรือเข้าทางอุปกรณ์อื่นๆ เข้าสู่หน่วยความจำหลัก เพื่อที่จะไปทำการประมวลผลต่อไป

2.4 หน่วยแสดงผล (OUTPUT UNIT) หน่วยนี้ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลซึ่งมีทั้งที่ตมมองเห็นได้ เช่น แสดงผลทางจอภาพ (MONITOR) เครื่องพิมพ์ (PRINTER) หรือ ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น เก็บไว้ในเทปแม่เหล็ก เป็นต้น

3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์

คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 โปรแกรมระบบ (SYSTEM PROGRAMS OR SYSTEM SOFTWARE)

3.2 โปรแกรมประยุกต์ (APPLICATION PROGRAMS)

3.1 โปรแกรมระบบ เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติบริษัทผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้เขียนโปรแกรมระบบขึ้น แต่ในแต่ละสถาบันที่มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อาจจะมีการเขียนโปรแกรมระบบเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้สูงขึ้น เมื่อมีเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจะต้องมีชุดโปรแกรมที่เรียกว่า ระบบดำเนินงาน (OPERATING SYSTEM) มาให้ด้วย ระบบดำเนินงานนี้เป็นโปรแกรมระบบที่มีมาพร้อมกับตัวเครื่องหรืออาจจะมีการปรับปรุง โดยองค์กรผู้ใช้เครื่องเพื่อให้เหมาะกับงาน ระบบดำเนินงานนี้ทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ เพื่อให้การประมวลผลดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบดำเนินงานจะมีหน้าที่จัดการให้เครื่องสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ได้ รวมถึงการจัดทรัพยากร (RESOURCE) ให้ตามต้องการด้วยอย่างอัตโนมัติ เช่น จัดอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบฮาร์ดแวร์อย่างไร กล่าวคือจะทำงานกับระบบดำเนินงานและใช้โปรแกรมประยุกต์ในการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

องค์ประกอบของระบบดำเนินงาน ระบบดำเนินงานประกอบด้วยชุดของโปรแกรมที่ทำ

หน้าที่ ควบคุมการดำเนินงานของคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ ระบบดำเนินงานของคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจะมีขนาดแตกต่างกัน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่จะมีระบบดำเนินงานขนาดใหญ่ด้วย ทำให้สามารถทำการประมวลผลให้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบดำเนินงานขนาดเล็ก โดยปกติ มักเก็บระบบดำเนินงานไว้ในหน่วยความจำสำรอง เช่น งานแม่เหล็ก

ในที่นี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบของระบบดำเนินงาน ที่มีใช้ทั่วไปในระบบดำเนินงาน ที่มีใช้ทั่วไปในระบบดำเนินงานขนาดต่างๆ ดังนี้

3.1.1 โปรแกรมจัดการระบบ (SUPERVISOR PROGRAM OR MONITORS)

ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งระบบ จัดการนำโปรแกรมเข้าสู่หน่วยความจำหลักจัดการเพิ่มข้อมูลและโปรแกรมที่อยู่ในการหน่วยความจำสำรอง องค์ประกอบของระบบดำเนินงานอื่น เข้าสู่หน่วยความจำหลักเมื่อต้องการใช้ และยังมีหน้าที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ สามารถเก็บข้อมูลที่แสดงว่าได้ทำโปรแกรมใดบ้างหรือใช้เวลาเท่าใด เพื่อประโยชน์ในการติดตามบริการหรือค่าใช้จ่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม

3.1.2 โปรแกรมแปลภาษา (TRANSLATOR PROGRAMS)

ทำหน้าที่แปลโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์รู้จัก คือ ภาษาเครื่อง (MACHINE LANGUAGE) บางครั้งนิยมเรียกโปรแกรมภาษานี้ว่า ตัวแปลภาษา (COMPLILER) ตัวแปลภาษานั้นทำหน้าที่เฉพาะตัว คือ ถ้าเป็นตัวแปลภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN COMPLILER) ก็จะสามารถแปลคำสั่งในภาษาฟอร์แทรนให้เป็นคำสั่งในภาษาเครื่อง เพียงภาษาเดียวเท่านั้น

3.1.3 โปรแกรมควบคุมงาน (JOB CONTROL PROGRAMS)

เมื่อเขียนโปรแกรมหนึ่งๆ เสร็จสิ้นแล้ว จะต้องเขียนชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่บอกเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าจะจัดการประมวลผลกับโปรแกรมนี้อย่างไร ซึ่งคำสั่งเหล่านี้จะต้องเขียนขึ้นด้วยภาษาควบคุมงานเรียกย่อๆ ว่า JCL (Job Control Language) จากนั้นโปรแกรมควบคุมงานจะทำหน้าที่แปลคำสั่งเหล่านี้ เพื่อบอกระยะเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมจัดการระบบ ดังนี้

- ภาษาคอมพิวเตอร์ใช้เขียนโปรแกรม
- พื้นที่ใช้เก็บโปรแกรมที่ผ่านการแปล
- ชื่อโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผล
- อุปกรณ์รับ/ส่งข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

3.1.4 โปรแกรมควบคุมการรับ / ส่งข้อมูล (Input / Output Control Program)

คำสั่งในโปรแกรมส่วนใหญ่มักจะเกี่ยวข้องกับการอ่านข้อมูลหรือการแสดงผลลัพธ์คำสั่งเหล่านี้นอกจากจะมีผลโดยตรงต่อการใช้อุปกรณ์รับ / ส่งข้อมูลแล้ว ยังต้องการให้เครื่อง

คอมพิวเตอร์ตรวจสอบข้อมูลว่าตรงตามข้อกำหนดหรือไม่ โปรแกรมควบคุมการรับ / ส่งข้อมูล จะทำหน้าที่เหล่านี้คือ ควบคุมการทำงานและจัดเตรียมอุปกรณ์รับ / ส่งข้อมูลที่ต้องการใช้ในแต่ละโปรแกรมถ้าข้อมูลที่จะอ่านหรือบันทึกมีรูปแบบผิดจากที่กำหนด โปรแกรมควบคุมการรับ / ส่งข้อมูลจะแสดงข้อความที่แสดงข้อผิดพลาดนั้น

3.2 โปรแกรมประยุกต์ คือ โปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง (High Level Language) ภาษาใดภาษาหนึ่ง เช่น ภาษาฟอร์แทรน ภาษาโคบอล ภาษาปาสคาล เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่าเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ คือ จะต้องมีโปรแกรมภาษาที่ทำหน้าที่แปลภาษานั้นให้เป็นภาษาเครื่อง ทั้งนี้เพราะเครื่องจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่เป็นภาษาเครื่องเท่านั้น

4 ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Language)

ภาษาเป็นระบบการสื่อสารระบบหนึ่งที่เกิดการเข้าใจ เมื่อภาษาของผู้รับและผู้ส่งแตกต่างกันการพัฒนาการสื่อสารจะลำบากขึ้นดังเช่น มนุษย์และเครื่องคอมพิวเตอร์มีภาษาที่แตกต่างกันอย่างมาก การพัฒนาการสื่อสารก็จะลำบากยิ่งขึ้น ในระยะเริ่มต้นของเครื่องคอมพิวเตอร์ มนุษย์จะต้องรู้ภาษาเครื่องจึงสามารถติดต่อกับเครื่องได้ ซึ่งการเรียนรู้นั้นจะต้องใช้เวลาศึกษามาก เพราะต้องเข้าใจถึงระบบคอมพิวเตอร์อย่างลึกซึ้งจึงจะสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเปลี่ยนเครื่องใหม่จะต้องทำการศึกษาใหม่ นับว่าเป็นการไม่สะดวกอย่างยิ่ง จึงมีผู้คิดพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ให้ใกล้เคียงกับภาษาที่มนุษย์ใช้อยู่ โดยไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาระบบคอมพิวเตอร์มากนัก สามารถแบ่งการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

4.1 ภาษาเครื่อง (Machine Language) คำสั่งของภาษาเครื่องประกอบด้วยกลุ่มของเลขฐานสอง และเป็นภาษาเดียวเท่านั้นที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้โดยตรง

4.2 ภาษามนุษย์ (Human Oriented Language) เป็นภาษาที่สร้างขึ้นเพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ มีการนำอักขระที่ใช้พูด เขียนในชีวิตประจำวัน เช่น ตัวอักษร ตัวเลข มาประกอบเป็นคำสั่งแทนตัวเลขฐานสอง แต่ภาษานี้เป็นภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เข้าใจ ดังนั้นจึงต้องสร้างตัวแปลภาษาขึ้น เพื่อทำหน้าที่แปลเป็นภาษาเครื่อง ปัจจุบันมีการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทนี้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้เหมาะสมกับงานด้านต่างๆ จึงเกิดเป็นภาษาต่างๆ มากกว่า 100 ภาษาและแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ

4.2.1 ภาษาระดับต่ำ (Low Level Language) เป็นภาษาในยุคแรกของการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ มีเพียง 1 ภาษาเท่านั้น คือ ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) ภาษาที่

พัฒนามาจากภาษาเครื่องโดยตรงเพียงแต่เปลี่ยนรหัสซึ่งเป็นเลขฐานสองให้เป็นตัวอักษรแทน เพื่อให้สามารถเขียนคำสั่งได้ง่ายขึ้น แต่คำสั่งในภาษาระดับนี้ก็ยังคงขึ้นอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้เขียนจำเป็นต้องทราบระบบเครื่องคอมพิวเตอร์

4.2.2 ภาษาระดับสูง (High Level Language) เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรม โดยมุ่งเฉพาะการเขียนเพื่อแก้ปัญหาเท่านั้น และไม่ต้องคำนึงถึงการเขียนรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานของเครื่อง ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบอื่นได้โดยอาจจะมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงคำสั่งเพียงเล็กน้อย ซึ่งสะดวกกว่าการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีมาก จึงมีการสร้างภาษาระดับนี้ขึ้นมามากมายหลายภาษา ให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีใช้งานโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรม BDeal รุ่นที่ 2

การใช้งานโปรแกรมเป็นไปโดยสะดวกและง่าย มีวิธีการเลือกการทำงานโดยใช้ปุ่มคำสั่ง ใช้คำนวณได้ทั้งระบบที่ประกอบด้วยสารละลายอุดมคติ และระบบที่ประกอบด้วยสารละลายจริง ผู้ใช้จะต้องเตรียมค่าคงที่ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการคำนวณ เช่น ค่าคงที่สำหรับสมการแอนโทอิน คือ A_i, B_i และ C_i อุณหภูมิ หรือความดันรวมของระบบ ค่าสมบัติของสารที่จุดวิกฤตได้แก่ $T_{cij}, P_{cij}, V_{cij}, Z_{ij}$ และ W_{ij} สำหรับสมการของพรอสนิชต์ ซึ่งค่าคงที่เหล่านี้สามารถหาได้จากหนังสือ Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics และหนังสือสำหรับวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ทั่วไป และค่าพารามิเตอร์ a_{ij}, V_i, V_j สำหรับสมการวิลสัน เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมโดยพิมพ์คำสั่ง BD2 ระบบจะเริ่มเข้าสู่ระบบการทำงานโดยปรากฏรายการหลักของโปรแกรม ด้านล่างของจอภาพจะแสดงคำอธิบายปุ่มคำสั่งสำหรับการทำงาน เมื่อกดปุ่ม Esc จะเป็นการแสดงรายการวิธีคำนวณและคำอธิบายปุ่มคำสั่งจะปรากฏอยู่ด้านของจอภาพ ซึ่งมีวิธีทำงานดังนี้ เช่น ต้องการวิธีการคำนวณ BUBL P กดปุ่ม F1 จอภาพจะปรากฏข้อความซึ่งเป็นการแสดงสมการแอนโทอิน สมการวิลสันและคำสั่งให้ป้อนข้อมูลค่าคงที่ต่างๆ มีวิธีการป้อนข้อมูลคือป้อนตัวเลข หากต้องการแก้ไขตัวเลขทำได้โดยกดปุ่ม Back Space แล้วตามด้วยกดปุ่ม Enter เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จโปรแกรมจะทำการคำนวณผล แล้วแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของตารางแสดงผล และถ้าต้องการการแสดงผลแผนภาพให้กดปุ่ม F6 โปรแกรมจะเข้าสู่การแสดงผลด้วยแผนภาพวิภาค หากต้องการการคำนวณค่าที่ไม่ปรากฏอยู่ในตารางให้กดปุ่ม F5 ที่หน้าแสดงตาราง เมื่อการคำนวณ BUBL P เสร็จสิ้นแล้วต้องการยุติการทำงานให้กดปุ่ม Esc โปรแกรมจะกลับไปสู่รายการหลักเพื่อเลือกวิธีการคำนวณวิธีอื่นต่อไป และถ้าต้องการยุติการทำงานให้กดปุ่ม F10 โปรแกรมนี้จะสิ้นสุดการทำงาน สำหรับการคำนวณวิธีอื่นๆ มีวิธีการทำงานและวิธีการป้อนข้อมูลเช่นเดียวกับการคำนวณ BUBL P การพิมพ์ผลลัพธ์ต่างๆ เช่น ตาราง แผนภาพ หากใช้ DOS 5.0 สามารถดำเนินการได้ทันที หากมีปัญหาขัดข้องหรือใช้ DOS รุ่นเก่ากว่าสามารถพิมพ์ได้โดยใช้โปรแกรมพิมพ์งานจากหน้าจอต่างๆ ได้เช่น Pizzaz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PROGRAM BDcal.pas(input,output);
USES CalcGrap,CalcMain,CalcVal,Crt,Dos,Graph,
ShowMem,OpenGr,SetVal,ScreenAd,Win;

```

```

VAR code : word;

```

```

LABEL POINT,FINAL;

```

```

Procedure ReadFunctionKey(Var Code : Word);
Var Regs : Registers;
Begin
  Regs.AH := $00;
  Inr ($16,Regs);
  Code := Regs.AX;
End;

```

```

Function Roots(value,mmn : Real) : Real;
Begin
  Roots := Exp(Ln(value) * (1 / mmn));
End;

```

```

Function Power(value,mmn : Real) : Real;
Begin
  Power := Exp(Ln(value) * mmn);
End;

```

```

BEGIN (MAIN)

```

```

START;

```

```

Repeat

```

```

  ReadFunctionKey(code);

```

```

Until code = $011B;

```

```

REPEAT

```

```

  Main_Menu;

```

```

Repeat

```

```

  ReadFunctionKey(code);

```

```

Until (code = $4400) Or (code = $3B00) Or (code = $3C00)

```

```

  Or (code = $3D00) Or (code = $3E00);

```

```

CASE code OF

```

```

  $3B00 : Begin

```

```

    PRESSAT;

```

```

    Repeat

```

```

      BUBL_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,temp,Tc11,Tc22,

```

```

        Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,

```

```

        Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

      Repeat ReadFunctionKey(code);

```

```

      Until (code = $3F00) Or (code = $4000)

```

```

        Or (code = $011B);

```

```

      CASE code OF

```

```

        $3F00 : Begin

```

```

          CALBUBL_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,temp,

```

```

            Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,

```

```

            Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

          End;

```

```

        $4000 : Begin

```

```

          GRAPHBUBL_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,temp,

```

```

            Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,

```

```

            Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

          End

```

```

        Else

```

```

          End; { Small case }

```

```

      Until code = $011B;

```

```

      WindowClose;

```

```

      WindowClose;

```

```

      WindowClose;

```

```

      End; { first case }

```

```

  $3C00 : Begin

```

```

    PRESSAT;

```

```

    Repeat

```

```

      DEW_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,temp,Tc11,Tc22,

```

```

        Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

      Repeat ReadFunctionKey(code);

```

```

      Until (code = $3F00) Or (code = $4000)

```

```

        Or (code = $011B);

```

```

      CASE code OF

```

```

        $3F00 : Begin

```

```

          CALDEW_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,temp,

```

```

            Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,

```

```

            Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

          End;

```

```

        $4000 : Begin

```

```

          GRAPHDEW_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,

```

```

            temp,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,

```

```

            Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22);

```

```

          End

```

```

        Else

```

```

          End; { Small case }

```

```

      Until code = $011B;

```

```

      WindowClose;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WindowClose ;
WindowClose ;
End ; ( second case )

$3D00 : Begin
TEMPSAT ;
Repeat
BUBL_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,d12,d21,V1,V2,
press,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,
Zc11,Zc22,W11,W22) ;
Repeat ReadFunctionKey(code) ;
Until ( code = $3F00 ) Or ( code = $4000 )
Or ( code = $011B ) ;
CASE code OF
$3F00 : Begin
CALBUBL_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,d12,
d21,V1,V2,press,Tc11,Tc22,Pc11,
Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,
W22) ;
End ;
$4000 : Begin
GRAPHBUBL_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,
d12,d21,V1,V2,press,Tc11,Tc22,
Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,
W11,W22) ;
End ;
Else
End ; ( Small case )
Until code = $011B ;
WindowClose ;
WindowClose ;
WindowClose ;
End ; ( third case )

$3E00 : Begin
TEMPSAT ;
Repeat
DEW_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,d12,d21,V1,V2,
press,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,
Zc11,Zc22,W11,W22) ;
Repeat ReadFunctionKey(code) ;
Until ( code = $3F00 ) Or ( code = $4000 )
Or ( code = $011B ) ;
CASE code OF
$3F00 : Begin
CALDEW_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,d12,
d21,V1,V2,press,Tc11,Tc22,Pc11,
Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,
W22) ;
End ;
$4000 : Begin
GRAPHDEW_T( tsat1,tsat2,a,b,c,a1,b1,c1,
d12,d21,V1,V2,press,Tc11,Tc22,
Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,
W11,W22) ;
End ;
Else
End ; ( Small case )
Until code = $011B ;
WindowClose ;
WindowClose ;
WindowClose ;
End ; ( fourth case )

End ; ( CASE )

Until code = $4400 ;
OpenGraph ;
CloseGraph ;
END. ( MAIN )

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit SHOWMENU ;

Interface

Uses Cr,ScreenAd,Wm ;

PROCEDURE START ;

PROCEDURE Main_Menu ;

Implementation

Procedure START ;

Var num : Byte ;

Begin

CursorOff ;

SetBoxStyle(Double) ;

WindowOpen(1,1,80,24) ;

TextColor(14) ;

TextBackground(5) ;

ClrScr ;

GotoXY(34,1) ;

WriteLn('Main Menu') ;

GotoXY(5,22) ;

TextColor(14 + Blink) ;

Write('Esc Method List') ;

SetBoxStyle(Single) ;

WindowOpen(2,3,79,22) ;

TextColor(15) ;

TextBackground(1) ;

ClrScr ;

GotoXY(5,4) ;

WriteLn('KINGMONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG') ;

GotoXY(25,7) ;

WriteLn('BDcal Program') ;

GotoXY(25,9) ;

WriteLn('Version 2.00') ;

End ;

Procedure Main_Menu ;

Begin

SetWinHeader('') ;

SetBoxStyle(Double) ;

WindowOpen(1,1,80,24) ;

TextColor(14) ;

TextBackground(5) ;

ClrScr ;

GotoXY(34,1) ;

WriteLn('Main Menu') ;

GotoXY(3,22) ;

Write('F1 BUBL P F2 DEW P F3 BUBL T F4 DEW T

F10 Quit') ;

SetWinAttr(HighDisplay) ;

SetHeadAttr(HighDisplay) ;

SetBoxAttr(HighDisplay) ;

SetCharAttr(HighDisplay) ;

SetBoxStyle(Single) ;

WindowOpen(2,3,79,22) ;

TextBackground(1) ;

ClrScr ;

Window(12,8,72,18) ;

TextBackground(0) ;

ClrScr ;

SetWinAttr(HighDisplay) ;

SetHeadAttr(HighDisplay) ;

SetBoxAttr(HighDisplay) ;

SetCharAttr(HighDisplay) ;

SetBoxStyle(Double) ;

SetWinHeader(' List of Methods ') ;

WindowOpen(10,7,70,17) ;

TextColor(14) ;

TextBackground(5) ;

ClrScr ;

GotoXY(1,2) ;

WriteLn(' BUBL P calculation, Table & Graph') ;

WriteLn(' DEW P calculation, Table & Graph') ;

WriteLn(' BUBL T calculation, Table & Graph') ;

WriteLn(' DEW T calculation, Table & Graph') ;

End ;

END.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit SATVAL;

Interface
uses Crt,ScreenAd,Wm;

Var a,h,c,a1,b1,c1,psat,temp,psat1,psat2,tsat1,tsat2,
d1,d21,V1,V2,Tel1,Tel2,Tc22,Pe11,Pe12,Pe22,Vc11,
Vc12,Vc22,Zc11,Zc12,Zc22,W11,W12,W22: Real;

PROCEDURE PRESSAT;
PROCEDURE TEMPSAT;

Implementation

Procedure PRESSAT;

Begin

```
SetWinHeader("");  
SetBoxStyle(Double);  
WindowOpen(1,1,80,24);  
TextColor(14);  
TextBackground(13);  
ClrScr;  
GotoXY(31,1);  
WriteLn('Antoine Equation');  
GotoXY(3,22);  
Write('Enter all values required in evaluation.');
```

```
SetWinAttr(HighDisplay);  
SetHeadAttr(HighDisplay);  
SetBoxAttr(HighDisplay);  
SetCharAttr(HighDisplay);  
SetBoxStyle(Single);  
WindowOpen(2,3,79,22);  
TextBackground(1);  
ClrScr;
```

```
GotoXY(19,2);  
WriteLn('Psat,k = Exp[ Ak - Bk / (T + Ck) ]');  
GotoXY(28,5); Write(' Enter Temp = '); ReadLn(temp);  
GotoXY(16,7); Write(' Enter A1 = '); ReadLn(a);  
GotoXY(16,8); Write(' Enter B1 = '); ReadLn(b);  
GotoXY(16,9); Write(' Enter C1 = '); ReadLn(c);
```

```
psat1 = exp( a - (b / (temp + c)) );
```

```
GotoXY(42,7); Write(' Enter A2 = '); ReadLn(a);  
GotoXY(42,8); Write(' Enter B2 = '); ReadLn(b);  
GotoXY(42,9); Write(' Enter C2 = '); ReadLn(c);
```

```
psat2 = exp( a - (b / (temp + c)) );
```

```
WindowClose;  
WindowClose;
```

```
SetWinHeader("");  
SetBoxStyle(Double);  
WindowOpen(1,1,80,24);  
TextColor(14);  
TextBackground(13);  
ClrScr;  
GotoXY(31,1);  
WriteLn('Wilson Equation');  
GotoXY(3,22);  
Write('Enter all values required in evaluation.');
```

```
SetWinAttr(HighDisplay);  
SetHeadAttr(HighDisplay);  
SetBoxAttr(HighDisplay);  
SetCharAttr(HighDisplay);  
SetBoxStyle(Single);  
WindowOpen(2,3,79,22);  
TextBackground(1);  
ClrScr;
```

```
GotoXY(19,2);  
WriteLn('Lambda ij = ( Vj / Vi ) Exp ( -sij / RT )');  
GotoXY(16,8); Write(' Enter a12 = '); ReadLn(d12);  
GotoXY(16,9); Write(' Enter a21 = '); ReadLn(d21);  
GotoXY(42,8); Write(' Enter V1 = '); ReadLn(V1);  
GotoXY(42,9); Write(' Enter V2 = '); ReadLn(V2);
```

```
WindowClose;  
WindowClose;
```

```
SetWinHeader("");  
SetBoxStyle(Double);  
WindowOpen(1,1,80,24);  
TextColor(14);  
TextBackground(13);  
ClrScr;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GotoXY(31,1);
WriteLn('Praxime Equation');
GotoXY(3,22);
Write('Enter all values required in evaluation');

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;

GotoXY(19,2);
WriteLn('calculation of Tc12, Pc12, Vc12, Zc12, W12');
GotoXY(16,7); Write(' Enter Tc11 = '); ReadLn(Tc11);
GotoXY(16,8); Write(' Enter Pc11 = '); ReadLn(Pc11);
GotoXY(16,9); Write(' Enter Vc11 = '); ReadLn(Vc11);
GotoXY(16,10); Write(' Enter Zc11 = '); ReadLn(Zc11);
GotoXY(16,11); Write(' Enter W11 = '); ReadLn(W11);
GotoXY(42,7); Write(' Enter Tc22 = '); ReadLn(Tc22);
GotoXY(42,8); Write(' Enter Pc22 = '); ReadLn(Pc22);
GotoXY(42,9); Write(' Enter Vc22 = '); ReadLn(Vc22);
GotoXY(42,10); Write(' Enter Zc22 = '); ReadLn(Zc22);
GotoXY(42,11); Write(' Enter W22 = '); ReadLn(W22);
WindowClose;
WindowClose;
End;

```

Procedure TEMPSAT;

Begin

```

SetWinHeader('');
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('Antoine Equation');
GotoXY(3,22);
Write('');
GotoXY(3,22);
Write('Enter all values required in evaluation');

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;
GotoXY(19,2);
WriteLn('Tsatk = [ Ekv / ( Ak - LnP ) ] - Ck');
GotoXY(27,5); Write(' Enter P = '); ReadLn(press);
GotoXY(14,7); Write(' Enter A1 = '); ReadLn(a1);
GotoXY(16,8); Write(' Enter B1 = '); ReadLn(b1);
GotoXY(16,9); Write(' Enter C1 = '); ReadLn(c1);

tsat1 := ( b1 / ( a1 - ln(press) ) ) - c1;

GotoXY(42,7); Write(' Enter A2 = '); ReadLn(a);
GotoXY(42,8); Write(' Enter B2 = '); ReadLn(b);
GotoXY(42,9); Write(' Enter C2 = '); ReadLn(c);

tsat2 := ( b / ( a - ln(press) ) ) - c;

WindowClose;
WindowClose;

SetWinHeader('');
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('Wilson Equation');
GotoXY(3,22);
Write('');
GotoXY(3,22);
Write('Enter all values required in evaluation');

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TextBackground(1);
ClrScr;
GotoXY(19,2);
WriteLn('Lamda ij = ( Vj / Vi ) Exp ( -sij / RT )');
GotoXY(16,8); Write(' Enter a12 = '); ReadLn(d12);
GotoXY(16,9); Write(' Enter a21 = '); ReadLn(d21);
GotoXY(42,8); Write(' Enter V1 = '); ReadLn(V1);
GotoXY(42,9); Write(' Enter V2 = '); ReadLn(V2);
WindowClose;
WindowClose;

```

```

SetWmHeader('*');
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('Prausnitz Equation');
GotoXY(1,22);
Write('*');
GotoXY(3,22);
Write('Enter all values required in evaluation. ');

```

```

SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,1,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;
GotoXY(19,2);
WriteLn('calculation of Tc12, Pc12, Vc12, Zc12, W12');
GotoXY(14,7); Write(' Enter Tc11 = '); ReadLn(Tc11);
GotoXY(16,8); Write(' Enter Pc11 = '); ReadLn(Pc11);
GotoXY(16,9); Write(' Enter Vc11 = '); ReadLn(Vc11);
GotoXY(16,10); Write(' Enter Zc11 = '); ReadLn(Zc11);
GotoXY(16,11); Write(' Enter W11 = '); ReadLn(W11);
GotoXY(42,7); Write(' Enter Tc22 = '); ReadLn(Tc22);
GotoXY(42,8); Write(' Enter Pc22 = '); ReadLn(Pc22);
GotoXY(42,9); Write(' Enter Vc22 = '); ReadLn(Vc22);
GotoXY(42,10); Write(' Enter Zc22 = '); ReadLn(Zc22);
GotoXY(42,11); Write(' Enter W22 = '); ReadLn(W22);
WindowClose;
WindowClose;
End;
END.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit CALCMAIN ;

Interface

Uses Crt, Dos, Screen, AdvWin ;

```
Procedure BUBL_P( psat1, psat2, d12, d21, V1, V2, T, Tc11, Tc22,
  Pc11, Pc22, Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real );
Procedure DEW_P( psat1, psat2, d12, d21, V1, V2, T, Tc11, Tc22,
  Pc11, Pc22, Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real );
Procedure BUBL_T( tsat1, tsat2, a, b, c, a1, b1, c1, d12, d21, V1, V2, P, Tc11,
  Tc22, Pc11, Pc22, Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real );
Procedure DEW_T( tsat1, tsat2, a, b, c, a1, b1, c1, d12, d21, V1, V2, P, Tc11,
  Tc22, Pc11, Pc22, Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real );
```

Implementation

Const R = 83.14 ;

Var code : word ;

num : Integer ;

a, b, c, a1, b1, c1, temp, press, d12, d21, V1, V2, para1, para2, Ptotal,

Tc11, Tc12, Tc22, Pc11, Pc12, Pc22, Vc11, Vc12, Vc22, Zc11, Zc12, Zc22,

W11, W12, W22 : Real ;

Procedure ReadFunctionKey(var Code : Word) ;

Var Regs : Registers ;

Begin

Regs.AH := \$00 ;

Intr (\$16, Regs) ;

Code := Regs.AX ;

End ;

Function Roots(value, num : Real) : Real ;

Begin

Roots := Exp(Ln(value) * (1 / num)) ;

End ;

Function Power(value, num : Real) : Real ;

Begin

Power := Exp(Ln(value) * num) ;

End ;

```
PROCEDURE BUBL_P( psat1, psat2, d12, d21, V1, V2, T, Tc11, Tc22,
  Pc11, Pc22, Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real );
```

VAR uv : Integer ;

Dc1a12, B11, B12, B22, phi1, phi2, act1, act2,

X1, X2, Y1, Y2, Ptotal, Pfinal, Tr1, Tr12, Tr22,

Bo11, Bo12, Bo22, B111, B112, B121, K1, L, M, O : Real ;

LABEL LOOP ;

```
Procedure ACTIVITY( X1, X2, T, d12, d21, V1, V2, Phi1, Phi2,
  psat1, psat2 : real );
```

Begin

para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * T))) ;

para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * T))) ;

act1 := Exp(- Ln(X1 + (X2 * para1)) +

X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2)))) ;

act2 := Exp(- Ln(X2 + (X1 * para2)) -

X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2)))) ;

Ptotal := ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +

((X2 * act2 * psat2) / Phi2) ;

End ;

BEGIN (tubi P)

SetWinHeader(") ;

SetBoxStyle(Double) ;

WindowOpen(1, 1, 80, 24) ;

TextColor(14) ;

TextBackground(13) ;

ClrScr ;

GotoXY(31, 1) ;

WriteLn("BUBL P Calculation") ;

GotoXY(3, 22) ;

Write(") ;

GotoXY(") ;

GotoXY(3, 22) ;

Write("F5 Cal BUBL P F6 Graph Esc Quit") ;

SetWinAttr(HighDisplay) ;

SetHeadAttr(HighDisplay) ;

SetBoxAttr(HighDisplay) ;

SetCharAttr(HighDisplay) ;

SetBoxStyle(Single) ;

WindowOpen(2, 3, 79, 22) ;

TextBackground(1) ;

ClrScr ;

Window(18, 7, 64, 20) ;

TextBackground(0) ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ChrScr;
SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBorderStyle(Double);
SetWinHeader(' List of Pay value ');
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackColor(7);
ChrScr;
X1 := 0.00; X2 := 1.00;
Repeat
  T := T + 273.15;
  Phi1 := 1.00; Phi2 := 1.00;
  ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);
  LOOP :
    Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * Ptotal);
    Y2 := (X2 * act2 * psat2) / (phi2 * Ptotal);
    Tc12 := Sqrt(Tc11 * Tc22);
    Zc12 := (Zc11 + Zc22) / 2;
    Vc12 := Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
    W12 := (W11 + W22) / 2;
    Pc12 := (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
    Tr11 := T / Tc11;
    Tr22 := T / Tc22;
    Tr12 := T / Tc12;
    Bo11 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
    Bo22 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
    Bo12 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
    B111 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
    B122 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
    B112 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
    B11 := ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
      (Bo11 + (W11 * B111));
    B22 := ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
      (Bo22 + (W22 * B122));
    B12 := ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
      (Bo12 + (W12 * B112));
    Dehal2 := (2 * B12) - B11 - B22;
    J := B11 * (Ptotal - psat1);
    K := Ptotal * Sqr(Y2) * Dehal2;
    L := R * T;
    M := B22 * (Ptotal - psat2);
    O := Ptotal * Sqr(Y1) * Dehal2;
    Phi1 := Exp((J + K) / L);
    Phi2 := Exp((M + O) / L);
    Pfinal := ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +
      ((X2 * act2 * psat2) / Phi2);
  IF Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then
    Begin
      Ptotal := Pfinal;
      Goto LOOP;
    End
  Else
    Begin
      Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * Pfinal);
      WriteLn(' X1=',X1:7:3,
        ' Y1=',Y1:7:3,
        ' P =',Pfinal:8:3);
      X1 := X1 + 0.10;
      X2 := 1 - X1;
      T := T - 273.15;
    End;
  Until X1 > 1.10;
END; ( buh P )

PROCEDURE DEW_P (psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real);
VAR uv : integer;
  Dehal2,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,
  X1,X2,Y1,Y2,Ptotal,Pfinal,Tr11,Tr12,Tr22,
  Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,J,K,L,M,O : Real;
LABEL LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,
  psat2 : real);
Begin
  para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * T)));
  para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * T)));
  act1 := Exp((-Ln(X1 + (X2 * para1)) +
    X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
  act2 := Exp((-Ln(X2 + (X1 * para2)) -
    X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
  Ptotal := 1 / (((Y1 * phi1) / (act1 * psat1)) +
    ((Y2 * phi2) / (act2 * psat2)));
End;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BEGIN      ( dew P )
SetWmHeader("");
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn("DEW P Calculation");
GotoXY(3,22);
Write("");
GotoXY(3,22);
Write("F5 Cal DEW P  F6 Graph
Esc Quit");

```

```

SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;

```

```

Window(18,7,66,20);
TextBackground(0);
ClrScr;
SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Double);
SetWmHeader(" List of Pray value ");
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackground(7);
ClrScr;
Y1 := 0.00;   Y2 := 1.00;

```

```

Repeat
  T := T + 273.15;
  Phi1 := 1.00; Phi2 := 1.00;
  act1 := 1.00; act2 := 1.00;
  Ptotal := 1 / ((( Y1 * phi1 ) / ( act1 * psat1 ) ) +
    ( ( Y2 * phi2 ) / ( act2 * psat2 ) ) );
  X1 := ( Y1 * phi1 * Ptotal ) / ( act1 * psat1 );
  X2 := ( Y2 * phi2 * Ptotal ) / ( act2 * psat2 );
ACTIVITY(X1,X2,T,d1,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);

```

```

LOOP1 :
  Te12 := Sqrt(Te11 * Te22);
  Ze12 := (Ze11 + Ze22) / 2;
  Vc12 := Power(((Roots(Ve11,3) + Roots(Ve22,3)) / 2),3);
  W12 := (W11 + W22) / 2;
  Pc12 := (Ze12 * R * Te12) / Vc12;
  Tr11 := T / Te11;
  Tr22 := T / Te22;
  Tr12 := T / Te12;
  Bo11 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
  Bo22 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
  Bo12 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
  B111 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
  B122 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
  B112 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
  B11 := (( R * Te11 ) / ( Pc11 * 100 )) *
    (Bo11 + (W11 * B111));
  B22 := (( R * Te22 ) / ( Pc22 * 100 )) *
    (Bo22 + (W22 * B122));
  B12 := (( R * Te12 ) / ( Pc12 * 100 )) *
    (Bo12 + (W12 * B112));

```

```

Delta12 := (2 * B12) - B11 - B22;
J := B11 * (Ptotal - psat1);
K := Ptotal * Sqr(Y2) * Delta12;
L := R * T;
M := B22 * (Ptotal - psat2);
O := Ptotal * Sqr(Y1) * Delta12;
Phi1 := Exp((J + K) / L);
Phi2 := Exp((M + O) / L);
LOOP2 :
  X1 := ( Y1 * phi1 * Ptotal ) / ( act1 * psat1 );
  X2 := ( Y2 * phi2 * Ptotal ) / ( act2 * psat2 );
  X1 := X1 / (X1 + X2);
  X2 := X2 / (X1 + X2);
  act1new := Exp((- Ln(X1 + (X2 * para1))) +
    X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
  act2new := Exp((- Ln(X2 + (X1 * para2))) -
    X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));

```

```

If act1new - act1 >= 0.1 Then
  Begin
    act1 := act1new;
    act2 := act2new;
  End

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End
Else
Begin
Pfinal = 1 / (((Y1 * phi1) / (act1new * psat1)) +
              ((Y2 * phi2) / (act2new * psat2)));
End;
If Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then
Begin
Ptotal = Pfinal;
Goto LOOP1;
End
Else
Begin
X1 = (Y1 * phi1 * Pfinal) / (act1 * psat1);
WriteLn(' X1 =', X1:7:3,
        ' Y1 =', Y1:7:3,
        ' P =', Pfinal:8:3);
Y1 = Y1 + 0.10;
Y2 = 1 - Y1;
T = T - 273.15;
End;
Until Y1 > 1.10;
END; ( dew P )

```

```

PROCEDURE BUBL_T( tsat1, tsat2, a, b, c, a1, b1, c1,
                  d1, d21, V1, V2, P, Tc11, Tc22, Pc11, Pc22,
                  Vc11, Vc22, Zc11, Zc22, W11, W22 : Real);
VAR uv : Integer;
    Delta12, B11, B12, B22, phi1, phi2, act1, act2, X1, X2, Y1, Y2,
    Ttotal, Tfinal, Tf11, Tf12, Tr22, Bo11, Bo12, Bo22,
    B111, B112, B122, J, K, L, M, O, psat1, psat2 : Real;
LABEL LOOP;

```

```

Procedure ACTIVITY( X1, X2, T, d12, d21, V1, V2, Phi1, Phi2 : real );
Begin
para1 := (V2 / V1) * ( Exp(-d12 / ( R * T )) );
para2 := (V1 / V2) * ( Exp(-d21 / ( R * T )) );
act1 := Exp( - Ln( X1 + ( X2 * para1 ) ) +
             X2 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ) ) -
                    ( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 ) ) ) ) );
act2 := Exp( - Ln( X2 + ( X1 * para2 ) ) -
             X1 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ) ) -
                    ( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 ) ) ) );
End;

```

```

BEGIN { bubl T }
SetWinHeader(' ');
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('BUBL T Calculation');
GotoXY(3,22);
Write(' ');
GotoXY(3,22);
Write('F5 Cal.BUBL T F6 Graph Esc Quit');

```

```

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackGround(1);
ClrScr;

Window(18,7,66,20);
TextBackGround(0);
ClrScr;
SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Double);
SetWinHeader(' List of Txy value ');
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackGround(7);
ClrScr;
X1 := 0.00; X2 := 1.00;
Repeat
Phi1 := 1.00; Phi2 := 1.00;
Ttotal := ( X1 * tsat1 ) + ( X2 * tsat2 );
psat1 := exp( a1 - ( b1 / ( Ttotal + c1 ) ) );
psat2 := exp( a - ( b / ( Ttotal + c ) ) );
Ttotal := Ttotal + 273.15;
ACTIVITY(X1, X2, Ttotal, d12, d21, V1, V2, Phi1, Phi2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Total := (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
LOOP :
psat1 := exp(a1 - (b1 / (Total + c1)));
psat2 := exp(a - (b / (Total + c)));
Total := Total + 273.15;
Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);
Y2 := (X2 * act2 * psat2) / (phi2 * P);
Tc12 := Sqrt(Tc11 * Tc22);
Zc12 := (Zc11 + Zc22) / 2;
Vc12 := Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
W12 := (W11 + W22) / 2;
Pc12 := (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
Tr11 := Total / Tc11;
Tr22 := Total / Tc22;
Tr12 := Total / Tc12;
Bo11 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
Bo22 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
Bo12 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
B111 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
B122 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
B112 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
B11 := ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
(Bo11 + (W11 * B111));
B22 := ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
(Bo22 + (W22 * B122));
B12 := ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
(Bo12 + (W12 * B112));
Dehal2 := (2 * B12) - B11 - B22;
J := B11 * (P - psat1);
K := P * Sqr(Y2) * Dehal2;
L := R * Total;
M := B22 * (P - psat2);
O := P * Sqr(Y1) * Dehal2;
phi1 := Exp((J + K) / L);
phi2 := Exp((M + O) / L);
ACTIVITY(X1,X2,Total,d12,d21,V1,V2,phi1,phi2);
psat1 := P / (((X1 * act1) / phi1) +
((X2 * act2) / phi2) * (psat2 / psat1));
Tfinal := (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
Tfinal := Tfinal + 273.15;
If Tfinal - Total >= 0.1 Then
Begin
Total := Tfinal - 273.15;
Goto LOOP;
End
Else
Begin
Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);
WriteLn(' X1 =',X1:7,3,
' Y1 =',Y1:7,3,
' T =',(Tfinal - 273.15):8,3);
X1 := X1 + 0.10;
X2 := 1 - X1;
End;
Until X1 > 1.10;
END: (tub1 T)

PROCEDURE DEW_T(tsat1,tsat2,ah,c,a1,b1,c1,
d12,d21,V1,V2,P,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,
Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
VAR uv: Integer;
Dehal2,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,
X1,X2,Y1,Y2,Total,Tfinal,Tr11,Tr12,Tr22,Bo11,Bo12,Bo22,
B111,B112,B122,J,K,L,M,O,psat1,psat2: Real;
LABEL LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2: real);
Begin
para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * T)));
para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * T)));
act1 := Exp((- Ln(X1 + (X2 * para1))) +
X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
act2 := Exp((- Ln(X2 + (X1 * para2))) -
X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
End;

BEGIN (dew T)
SetWinHeader('');
SetBorderStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('DEW T Calculation');
GotoXY(3,22);
Write('');
GotoXY(3,22);
Write('F5 Cal DEW T F6 Graph');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackGround(1);
ClrScr;

Window(18,7,64,20);
TextBackGround(0);
ClrScr;
SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Double);
SetWinHeader(' List of Tax value ');
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackGround(7);
ClrScr;
Y1 = 0.0; Y2 = 1.00;
Repeat
Phi1 = 1.0; Phi2 = 1.0;
act1 = 1.0; act2 = 1.0;
Total = ( Y1 * psat1 ) + ( Y2 * tsat2 );
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Total + c1 ) ) );
psat2 = exp( a - ( b / ( Total + c ) ) );
psat1 = P * ( ( Y1 * phi1 ) / act1 ) +
( ( Y2 * phi2 ) / act2 ) * ( psat1 / psat2 );
Total = ( b1 / ( a1 - ( Ln(psat1) ) ) ) - c1;
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Total + c1 ) ) );
psat2 = exp( a - ( b / ( Total + c ) ) );
Total = Total + 273.15;
Tc12 = Sqrt( Tc11 * Tc22 );
Zc12 = ( Zc11 + Zc22 ) / 2;
Vc12 = Power( ( ( Roots(Vc1,3) + Roots(Vc2,3) ) / 2 ), 3);
W12 = ( W11 + W22 ) / 2;
Pc12 = ( Zc12 * R * Tc12 ) / Vc12;
Tr11 = Total / Tc11;
Tr22 = Total / Tc22;
Tr12 = Total / Tc12;
Bo11 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr11, 1.6 ) );
Bo22 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr22, 1.6 ) );
Bo12 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr12, 1.6 ) );
B111 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr11, 4.2 ) );
B122 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr22, 4.2 ) );
B112 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr12, 4.2 ) );
B11 = ( ( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 ) ) *
( Bo11 + ( W11 * B111 ) );
B22 = ( ( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 ) ) *
( Bo22 + ( W22 * B122 ) );
B12 = ( ( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 ) ) *
( Bo12 + ( W12 * B112 ) );
Debal12 = ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J = B11 * ( P - psat1 );
K = P * Sqr( Y2 ) * Debal12;
L = R * Total;
M = B22 * ( P - psat2 );
O = P * Sqr( Y1 ) * Debal12;
phi1 = Exp( ( J + K ) / L );
phi2 = Exp( ( M + O ) / L );
X1 = ( Y1 * phi1 * P ) / ( act1 * psat1 );
X2 = ( Y2 * phi2 * P ) / ( act2 * psat2 );
ACTIVITY( X1, X2, Total, d1, d21, V1, V2, Phi1, Phi2 );
psat1 = P * ( ( Y1 * phi1 ) / act1 ) +
( ( Y2 * phi2 ) / act2 ) * ( psat1 / psat2 );
Total = ( b1 / ( a1 - ( Ln(psat1) ) ) ) - c1;
LOOP1 :
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Total + c1 ) ) );
psat2 = exp( a - ( b / ( Total + c ) ) );
Total = Total + 273.15;
Tr11 = Total / Tc11;
Tr22 = Total / Tc22;
Tr12 = Total / Tc12;
Bo11 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr11, 1.6 ) );
Bo22 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr22, 1.6 ) );
Bo12 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr12, 1.6 ) );
B111 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr11, 4.2 ) );
B122 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr22, 4.2 ) );
B112 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr12, 4.2 ) );
B11 = ( ( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 ) ) *
( Bo11 + ( W11 * B111 ) );
B22 = ( ( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 ) ) *
( Bo22 + ( W22 * B122 ) );
B12 = ( ( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 ) ) *
( Bo12 + ( W12 * B112 ) );
Debal12 = ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J = B11 * ( P - psat1 );

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

L := R * Total;
M := B22 * (P - psat2);
O := P * Sqr(Y1) * Dehal2;
phi := Exp((J + K) / L);
phi2 := Exp((M + O) / L);
LOOP2 :
X1 := (Y1 * phi * P) / (act1 * psat1);
X2 := (Y2 * phi2 * P) / (act2 * psat2);
X1 := X1 / (X1 + X2);
X2 := X2 / (X1 + X2);
para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * Total)));
para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * Total)));
act1new := Exp(-Ln(X1 + (X2 * para1))) +
(X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
act2new := Exp(-Ln(X2 + (X1 * para2))) -
(X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
If act1new - act1 >= 0.1 Then
Begin
act1 := act1new;
act2 := act2new;
Goto LOOP2;
End
Else
Begin
psat1 := P * ((Y1 * phi) / act1) +
((Y2 * phi2) / act2) * (psat1 / psat2);
Tfinal := (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
Tfinal := Tfinal + 273.15;
End;
If Tfinal - Total >= 0.1 Then
Begin
Total := Tfinal - 273.15;
Goto LOOP1;
End
Else
Begin
X1 := (Y1 * phi * P) / (act1new * psat1);
WriteLn(' X1 =', X1:7:3,
' Y1 =', Y1:7:3,
' T =',(Tfinal - 273.15):8:3);
Y1 := Y1 + 0.10;
Y2 := 1 - Y1;
End;
Until Y1 >= 1.10;
END; (dew T)
END. (out)

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit CALCVAL;

Interface

Uses Crt,Dos,ScreenAd,Win;

```
Procedure CALBUBL_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
Procedure CALDEW_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
Procedure CALBUBL_T(tsat1,tsat2,a,b,c,al,bl,cl,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,
  Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
Procedure CALDEW_T(tsat1,tsat2,a,b,c,al,bl,cl,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,
  Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
```

Implementation

Const R=83.14;

Var code: word;

mm: Integer;

a,b,c,al,bl,cl,temp,press,d12,d21,V1,V2,para1,para2,Phi1,

Tc11,Tc12,Tc22,Pc11,Pc12,Pc22,Vc11,Vc12,Vc22,Zc11,Zc12,Zc22,

W11,W12,W22: Real;

Procedure ReadFunctionKey(var Code: Word);

Var Regs: Registers;

Begin

Regs.AH := \$00;

Intr(\$16,Regs);

Code := Regs.AX;

End;

Function Roots(value,mm: Real): Real;

Begin

Roots := Exp(Ln(value) * (1 / mm));

End;

Function Power(value,mm: Real): Real;

Begin

Power := Exp(Ln(value) * mm);

End;

```
Procedure CALBUBL_P(psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,
  Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
```

Var uv: Integer;

Defval1,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,

X1,X2,Y1,Y2,Phi1,Phi2,Tr11,Tr12,Tr22,

Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,K,K1,M,O: Real;

Label LOOP;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2: real);

Begin

para1 := (V2/V1) * (Exp(-d12 / (R * T)));

para2 := (V1/V2) * (Exp(-d21 / (R * T)));

act1 := Exp(-Ln(X1 + (X2 * para1))) +

X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2))));

act2 := Exp(-Ln(X2 + (X1 * para2))) -

X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2))));

Phi1 := ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +

((X2 * act2 * psat2) / Phi2);

End;

Begin (cal bubl P)

SetWinHeader(*);

SetBoxStyle(Double);

WindowOpen(1,1,80,24);

TextColor(14);

TextBackground(13);

CltScr;

GotoXY(31,1);

WriteLn('BUBL P Calculation');

GotoXY(3,22);

Write(*);

GotoXY(3,22);

Write('F7 Continue

F9 Quit');

SetWinAttr(HighDisplay);

SetHeadAttr(HighDisplay);

SetBoxAttr(HighDisplay);

SetCharAttr(HighDisplay);

SetBoxStyle(Single);

WindowOpen(2,3,79,22);

TextBackground(1);

CltScr;

Window(18,7,66,20);

TextBackground(0);

CltScr;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBorderStyle(Double);
SetWinHeader(' List of Pay value ');
WindowOpen(14,4,64,19);
TextColor(1);
TextBackground(7);
ClsScr;

Repeat
Write(' Enter X1 = '); ReadLn(X1);
If (0.00 <= X1) And (X1 <= 1.00) Then
Begin
X2 := 1 - X1;
T := T + 273.15;
Phi1 := 1.00; Phi2 := 1.00;
ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);
LOOP :
Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * Ptotal);
Y2 := (X2 * act2 * psat2) / (phi2 * Ptotal);
Tc12 := Sqrt(Tc11 * Tc22);
Zc12 := (Zc11 + Zc22) / 2;
Vc12 := Power((( Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2 ),3);
W12 := (W11 + W22) / 2;
Pc12 := (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
Tr11 := T / Tc11;
Tr22 := T / Tc22;
Tr12 := T / Tc12;
Bo11 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
Bo22 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
Bo12 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
B111 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
B122 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
B112 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
B11 := ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
(Bo11 + (W11 * B111));
B22 := ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
(Bo22 + (W22 * B122));
B12 := ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
(Bo12 + (W12 * B112));
Debal2 := (2 * B12) - B11 - B22;
J := B11 * (Ptotal - psat1);
K := Ptotal * Sqr(Y2) * Debal2;
L := R * T;
M := B22 * (Ptotal - psat2);
O := Ptotal * Sqr(Y1) * Debal2;
Phi1 := Exp((J + K) / L);
Phi2 := Exp((M + O) / L);
Pfinal := ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +
((X2 * act2 * psat2) / Phi2);

If Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then
Begin
Ptotal := Pfinal;
Goto LOOP;
End
Else
Begin
Y1 := (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * Pfinal);
WriteLn(' X1 = ',X1:7:3,
' Y1 = ',Y1:7:3,
' P = ',Pfinal:6:3);
T := T - 273.15;
End;
End
Else
Begin
WriteLn(' X1 must be * 0.00 <= X1 <= 1.00 * ');
End;
Repeat ReadFunctionKey(code);
Until (code = $4100) or (code = $4300);
Until code = $4300;
WindowClose;
WindowClose;
WindowClose;
End; ( cal tubl P )

Procedure CALDEW_P (psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,Pc11,Pc22,
Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real);
Var u,v : integer;
Debal2,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,
XL,X2,Y1,Y2,Ptotal,Pfinal,Tr11,Tr12,Tr22,
Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,J,K,L,M,O : Real;
Label LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2 : real);
Begin
para1 := (V2 / V1) * ( Exp(-d12 / (R * T)) );
para2 := (V1 / V2) * ( Exp(-d21 / (R * T)) );

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

      X2*((para1/(X1+(X2*para1)))-
      (para2/(X2+(X1*para2)))));
act2=Exp((-Ln(X2+(X1*para2)))-
      X1*((para1/(X1+(X2*para1)))-
      (para2/(X2+(X1*para2)))));
Ptotal=1/(((Y1*phi1)/(act1*psat1))+
      ((Y2*phi2)/(act2*psat2)));
End;

Begin      (cal dew P)
SetWinHeader("");
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,60,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn("DEW P Calculation");
GotoXY(3,22);
Write("");
GotoXY(3,22);
Write("F7 Continue
      F9 Quit");

SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;

Window(18,7,66,20);
TextBackground(0);
ClrScr;
SetWinAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Double);
SetWinHeader("List of Pray value");
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackground(7);
ClrScr;
Repeat
Write("Enter Y1 = "); ReadLn(Y1);
If (0.00 <= Y1) And (Y1 <= 1.00) Then
Begin
Y2 = 1 - Y1;
T = T + 273.15;
Phi1 = 1.00; Phi2 = 1.00;
act1 = 1.00; act2 = 1.00;
Ptotal = 1/(((Y1*phi1)/(act1*psat1))+
      ((Y2*phi2)/(act2*psat2)));
X1 = (Y1*phi1*Ptotal)/(act1*psat1);
X2 = (Y2*phi2*Ptotal)/(act2*psat2);
ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);
LOOP1:
Tc12 = Sqrt(Tc11*Tc22);
Zc12 = (Zc11 + Zc22)/2;
Vc12 = Power(((Route(Vc1,3) + Route(Vc2,3))/2),3);
W12 = (W11 + W22)/2;
Pc12 = (Zc12*R*Tc12)/Vc12;
Tr11 = T/Tc11;
Tr22 = T/Tc22;
Tr12 = T/Tc12;
Bo11 = 0.083 - (0.422/Power(Tr11,1.6));
Bo22 = 0.083 - (0.422/Power(Tr22,1.6));
Bo12 = 0.083 - (0.422/Power(Tr12,1.6));
B111 = 0.139 - (0.172/Power(Tr11,4.2));
B122 = 0.139 - (0.172/Power(Tr22,4.2));
B112 = 0.139 - (0.172/Power(Tr12,4.2));
B11 = ((R*Tc11)/(Pc11*100))*
      (Bo11 + (W11*B111));
B22 = ((R*Tc22)/(Pc22*100))*
      (Bo22 + (W22*B122));
B12 = ((R*Tc12)/(Pc12*100))*
      (Bo12 + (W12*B112));
Dehal2 = (2*B12) - B11 - B22;
J = B11*(Ptotal - psat1);
K = Ptotal*Sqr(Y2)*Dehal2;
L = R*T;
M = B22*(Ptotal - psat2);
O = Ptotal*Sqr(Y1)*Dehal2;
Phi1 = Exp((J+K)/L);
Phi2 = Exp((M+O)/L);
LOOP2:
X1 = (Y1*phi1*Ptotal)/(act1*psat1);
X2 = (Y2*phi2*Ptotal)/(act2*psat2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

X2 := X2 / (X1 + X2);
act1new := Exp(-Ln(X1 + (X2 * para1))) +
X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2))));
act2new := Exp(-Ln(X2 + (X1 * para2))) -
X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2))));
If act1new - act1 >= 0.1 Then
Begin
act1 := act1new;
act2 := act2new;
Goto LOOP2;
End
Else
Begin
Pfinal = 1 / (((Y1 * phi1) / (act1new * psat1)) +
((Y2 * phi2) / (act2new * psat2)));
End;
If Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then
Begin
Ptotal := Pfinal;
Goto LOOP1;
End
Else
Begin
X1 := (Y1 * phi1 * Pfinal) / (act1 * psat1);
WriteLn(' X1 =',X1:7:3,
' Y1 =',Y1:7:3,
' P =',Pfinal:3:3);
T := T - 273.15;
End;
End
Else
Begin
WriteLn(' X1 must be * 0.00 <= X1 <= 1.00 *');
End;
Repeat ReadFunctionKey(code);
Until (code = $4100) Or (code = $4300);
Until code = $4300;
WindowClose;
WindowClose;
WindowClose;
End;
(cal dew P)

Procedure CALBUBL(T(mo1,psat2,a,b,c,al,b1,c1,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,Tc22,
Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
Var u,v: Integer;
Delta12,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,X1,X2,Y1,Y2,Ttotal,Tfmal,
Tr11,Tr12,Tr22,Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,I,K,L,M,O,psat1,psat2
: Real;
Label LOOP;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2: real);
Begin
para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * T)));
para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * T)));
act1 := Exp(-Ln(X1 + (X2 * para1))) +
X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2))));
act2 := Exp(-Ln(X2 + (X1 * para2))) -
X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2))));
End;

Begin
(cal bubl T)
SetWinHeader('');
SetBorderStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn('BUBL T Calculation');
GotoXY(3,22);
Write('');
GotoXY(3,22);
Write('F7 Continue
F9 Quit');

SetWinAtr(HighDisplay);
SetHeadAtr(HighDisplay);
SetBoxAtr(HighDisplay);
SetCharAtr(HighDisplay);
SetBorderStyle(Single);
WindowOpen(2,1,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;

Window(18,7,66,20);
TextBackground(0);
ClrScr;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBorderStyle(Double);
SetWinHeader(' List of Pay value ');
WindowOpen(16,64,19);
TextColor(1);
TextBackGround(7);
ClrScr;
Repeat
Write(' Enter X1 = '); ReadLn(X1);
If (0.00 <= X1) And (X1 <= 1.00) Then
Begin
X2 = 1 - X1;
Phi1 = 1.00; Phi2 = 1.00;
Ttotal = (X1 * tsat1) + (X2 * tsat2);
psat1 = exp(a1 - (b1/(Ttotal + c1)));
psat2 = exp(a - (b/(Ttotal + c)));
Ttotal = Ttotal + 273.15;
ACTIVITY(X1,X2,Ttotal,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2);
psat1 = P / (((X1 * act1) / phi1) +
(((X2 * act2) / phi2) * (psat2 / psat1)));
Ttotal = (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
LOOP :
psat1 = exp(a1 - (b1/(Ttotal + c1)));
psat2 = exp(a - (b/(Ttotal + c)));
Ttotal = Ttotal + 273.15;
Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);
Y2 = (X2 * act2 * psat2) / (phi2 * P);
Tc12 = Sqrt(Tc11 * Tc22);
Zc12 = (Zc11 + Zc22) / 2;
Vc12 = Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
W12 = (W11 + W22) / 2;
Pc12 = (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
Tr11 = Ttotal / Tc11;
Tr22 = Ttotal / Tc22;
Tr12 = Ttotal / Tc12;
Bo11 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
Bo22 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
Bo12 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
B111 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
B122 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
B112 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
B11 = ((R * Tr11) / (Pc11 * 100)) *
(Bo11 + (W11 * B111));
B22 = ((R * Tr22) / (Pc22 * 100)) *
(Bo22 + (W22 * B122));
B12 = ((R * Tr12) / (Pc12 * 100)) *
(Bo12 + (W12 * B112));
Delta12 = (2 * B12) - B11 - B22;
J = B11 * (P - psat1);
K = P * Sqrt(Y2) * Delta12;
L = R * Ttotal;
M = B22 * (P - psat2);
O = P * Sqrt(Y1) * Delta12;
phi1 = Exp((J + K) / L);
phi2 = Exp((M + O) / L);
ACTIVITY(X1,X2,Ttotal,d12,d21,V1,V2,phi1,phi2);
psat1 = P / (((X1 * act1) / phi1) +
(((X2 * act2) / phi2) * (psat2 / psat1)));
Ttotal = (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
Ttotal = Ttotal + 273.15;
If Ttotal - Ttotal >= 0.1 Then
Begin
Ttotal = Ttotal - 273.15;
Goto LOOP;
End
Else
Begin
Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);
WriteLn(' X1 =',X1:7,3,
' Y1 =',Y1:7,3,
' T =',(Ttotal - 273.15):8,3);
End;
End
Else
Begin
WriteLn(' X1 must be * 0.00 <= X1 <= 1.00 * ');
End;
Repeat ReadFunctionKey(code);
Until (code = #4100) or (code = #4300);
WindowClose;
WindowClose;
WindowClose;
End; (cal luhl T)

Procedure CALDEW_I(tsat1,tsat2,ah,c,al,b1,c1,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,Tc22,
Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
Var uv: Integer;
Delta12,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,X1,X2,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

J,K,L,M,O,psat1,psat2: Real;
Label LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2: real);
Begin
para1 := (V2 / V1) * ( Exp(-d12 / ( R * T )) );
para2 := (V1 / V2) * ( Exp(-d21 / ( R * T )) );
act1 := Exp( - Ln( X1 + ( X2 * para1 ) ) +
X2 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ) ) ) -
( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 ) ) ) ) );
act2 := Exp( - Ln( X2 + ( X1 * para2 ) ) -
X1 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ) ) ) -
( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 ) ) ) ) );
End;

Begin ( cal dew T )
SetWmHeader( );
SetBoxStyle(Double);
WindowOpen(1,1,80,24);
TextColor(14);
TextBackground(13);
ClrScr;
GotoXY(31,1);
WriteLn("DEW T Calculation");
GotoXY(3,22);
Write( );
GotoXY(3,22);
Write("F7 Continue
F9 Quit");

SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Single);
WindowOpen(2,3,79,22);
TextBackground(1);
ClrScr;

Window(13,7,66,20);
TextBackground(0);
ClrScr;
SetWmAttr(HighDisplay);
SetHeadAttr(HighDisplay);
SetBoxAttr(HighDisplay);
SetCharAttr(HighDisplay);
SetBoxStyle(Double);
SetWmHeader(" List of Txy value ");
WindowOpen(16,6,64,19);
TextColor(1);
TextBackground(7);
ClrScr;
Repeat
Write( " Enter Y1 = "; ReadLn(Y1);
If (0,00 <= Y1) And (Y1 <= 1,00) Then
Begin
Y2 := 1 - Y1;
Phi1 := 1.0; Phi2 := 1.0;
act1 := 1.0; act2 := 1.0;
Total := ( Y1 * psat1 ) + ( Y2 * psat2 );
psat1 := exp( a1 - ( b1 / ( Total + c1 ) ) );
psat2 := exp( a - ( b / ( Total + c ) ) );
psat1 := P * (( ( Y1 * phi1 ) / act1 ) +
((( Y2 * phi2 ) / act2 ) * ( psat1 / psat2 )));
Total := ( b1 / ( a1 - ( Ln(psat1) ) ) ) - c1;
psat1 := exp( a1 - ( b1 / ( Total + c1 ) ) );
psat2 := exp( a - ( b / ( Total + c ) ) );
Total := Total + 273.15;
Tc12 := Sqrt( Tc11 * Tc22 );
Zc12 := ( Zc11 + Zc22 ) / 2;
Vc12 := Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
W12 := ( W11 + W22 ) / 2;
Pc12 := ( Zc12 * R * Tc12 ) / Vc12;
Tr11 := Total / Tc11;
Tr22 := Total / Tc22;
Tr12 := Total / Tc12;
Bo11 := 0.083 - ( 0.422 / Power(Tr11,1.6) );
Bo22 := 0.083 - ( 0.422 / Power(Tr22,1.6) );
Bo12 := 0.083 - ( 0.422 / Power(Tr12,1.6) );
Bi11 := 0.139 - ( 0.172 / Power(Tr11,4.2) );
Bi22 := 0.139 - ( 0.172 / Power(Tr22,4.2) );
Bi12 := 0.139 - ( 0.172 / Power(Tr12,4.2) );
B11 := (( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 )) *
( Bo11 + ( W11 * Bi11 ) );
B22 := (( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 )) *
( Bo22 + ( W22 * Bi22 ) );
B12 := (( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 )) *
( Bo12 + ( W12 * Bi12 ) );
Debal2 := ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J := B11 * ( P - psat1 );
K := P * Sqr(Y2) * Debal2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

M := B22 * (P - psat2);
O := P * Sqr(Y1) * Dehal2;
phi1 := Exp((J + K) / L);
phi2 := Exp((M + O) / L);
X1 := (Y1 * phi1 * P) / (act1 * psat1);
X2 := (Y2 * phi2 * P) / (act2 * psat2);
ACTIVITY(X1, X2, Total, d12, d21, V1, V2, Phi1, Phi2);
psat1 := P * (((Y1 * phi1) / act1) +
              ((Y2 * phi2) / act2) * (psat1 / psat2));
Ttotal := (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
LOOP1:
psat1 := exp(a1 - (b1 / (Ttotal + c1)));
psat2 := exp(a - (b / (Ttotal + c)));
Ttotal := Ttotal + 273.15;
Tr11 := Ttotal / Tc11;
Tr22 := Ttotal / Tc22;
Tr12 := Ttotal / Tc12;
Bo11 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr11, 1.0));
Bo22 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr22, 1.0));
Bo12 := 0.083 - (0.422 / Power(Tr12, 1.0));
B111 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr11, 4.2));
B122 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr22, 4.2));
B112 := 0.139 - (0.172 / Power(Tr12, 4.2));
B11 := ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
        (Bo11 + (W11 * B111));
B22 := ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
        (Bo22 + (W22 * B122));
B12 := ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
        (Bo12 + (W12 * B112));
Dehal2 := (2 * B12) - B11 - B22;
J := B11 * (P - psat1);
K := P * Sqr(Y2) * Dehal2;
L := R * Ttotal;
M := B22 * (P - psat2);
O := P * Sqr(Y1) * Dehal2;
phi1 := Exp((J + K) / L);
phi2 := Exp((M + O) / L);
LOOP2:
X1 := (Y1 * phi1 * P) / (act1 * psat1);
X2 := (Y2 * phi2 * P) / (act2 * psat2);
X1 := X1 / (X1 + X2);
X2 := X2 / (X1 + X2);
para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * Ttotal)));
para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * Ttotal)));
act1new := Exp((-Ln(X1 + (X2 * para1)) +
                (X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
                (para2 / (X2 + (X1 * para2)))))));
act2new := Exp((-Ln(X2 + (X1 * para2)) -
                (X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
                (para2 / (X2 + (X1 * para2)))))));
If act1new - act1 >= 0.1 Then
Begin
act1 := act1new;
act2 := act2new;
Goto LOOP2;
End
Else
Begin
psat1 := P * (((Y1 * phi1) / act1) +
              ((Y2 * phi2) / act2) * (psat1 / psat2));
Ttotal := (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
Tfinal := Ttotal + 273.15;
End;
If Tfinal - Ttotal >= 0.1 Then
Begin
Ttotal := Tfinal - 273.15;
Goto LOOP1;
End
Else
Begin
X1 := (Y1 * phi1 * P) / (act1new * psat1);
WriteLn(' X1 =', X1:7:3,
        ' Y1 =', Y1:7:3,
        ' T =', (Tfinal - 273.15):8:3);
End;
End
Else
Begin
WriteLn(' Y1 must be * 0.00 <= Y1 <= 1.00 * ');
End;
Repeat ReadFunctionKey(code);
Until (code = $4100) or (code = $4300);
Until code = $4300;
WindowClose;
WindowClose;
WindowClose;
End;
(cal dew T)

End (unit)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit CALCGRAP ;

Interface

Uses Dos,Graph,OpenGr ;

```
Procedure GRAPHBUBL_P( psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real );
Procedure GRAPHDEW_P ( psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real );
Procedure GRAPHBUBL_T( tsat1,tsat2,a,b,c,al,bl,cl,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,
  Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real );
Procedure GRAPHDEW_T ( tsat1,tsat2,a,b,c,al,bl,cl,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,
  Tc22,Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real );
```

Implementation

Const R = 83.14 ;

Var code : word ;

```
num,runs : Integer ;
a,b,c,al,bl,cl,temp,press,d12,d21,V1,V2,para1,para2,Ptotal,
Tc11,Tc12,Tc22,Pc11,Pc12,Pc22,Vc11,Vc12,Vc22,Zc11,Zc12,Zc22,
W11,W12,W22,psat1,psat2 : Real ;
```

PROCEDURE ReadFunctionKey(var Code : Word) ;

VAR Regs : Registers ;

BEGIN

Regs.AH = \$00 ;

Intr (\$16,Regs) ;

Code := Regs.AX ;

END ;

FUNCTION Roots(value,num : Real) : Real ;

BEGIN

Roots := Exp(Ln(value) * (1 / num)) ;

END ;

FUNCTION Power(value,num : Real) : Real ;

BEGIN

Power := Exp(Ln(value) * num) ;

END ;

```
PROCEDURE GRAPHBUBL_P( psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Tc11,Tc22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real ) ;
```

VAR uv : Integer ;

Delta12,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2

X1,X2,Y1,Y2,Ptotal,Pfinal,Tr11,Tr12,Tr22,

Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,I,K,L,M,O : Real ;

LABEL LOOP ;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2 : real) ;

Begin

para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * T))) ;

para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * T))) ;

act1 := Exp(- Ln(X1 + (X2 * para1)) +

X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2)))) ;

act2 := Exp(- Ln(X2 + (X1 * para2)) -

X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -

(para2 / (X2 + (X1 * para2)))) ;

Ptotal := ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +

((X2 * act2 * psat2) / Phi2) ;

End ;

BEGIN (graph bubl P)

opengraph ;

SetBlkColor(1) ;

SetColor(15) ;

rectangle(5,3,GetMaxX-5,GetMaxY-3) ;

rectangle(9,6,GetMaxX-9,GetMaxY-6) ;

SetColor(7) ;

rectangle(90,15,390,315) ;

SetColor(15) ;

Line(75,15,75,315) ;

Line(90,320,390,320) ;

run := 90 ;

Repeat

Line(run,321,run,323) ;

run := run + 60 ;

Until run >= 390 ;

s := 15 ;

Repeat

Line(68,s,74,s) ;

s := s + 30 ;

Until s >= 320 ;

SetLineStyle(1,\$C3,1) ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetColor(7);
run = 150;
Repeat
  Line(run,15,run,315);
  run = run + 60;
Until run > 330;

s = 45;
Repeat
  Line(90,s,390,s);
  s = s + 30;
Until s > 270;

SetLineStyle(0,BC3,1);
SetColor(15);
OutTextXY(76,326,0.00); OutTextXY(256,326,0.60);
OutTextXY(136,326,0.20); OutTextXY(316,326,0.80);
OutTextXY(196,326,0.40); OutTextXY(376,326,1.00);

OutTextXY(43,313, 0); OutTextXY(43,133,300);
OutTextXY(43,283, 50); OutTextXY(43,103,350);
OutTextXY(43,253,100); OutTextXY(43,73,400);
OutTextXY(43,223,150); OutTextXY(43,43,450);
OutTextXY(43,193,200); OutTextXY(43,13,500);
OutTextXY(43,163,250);

SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetLineStyle(0,BC3,1);
Line(420,7,420,GetMaxY-7);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetTextStyle(2,0,5);
OutTextXY(12,20,'Pxy Diagram');
SetTextStyle(2,0,4);
SetColor(10);
OutTextXY(8,90,' X1 : GREEN');
SetColor(4);
OutTextXY(8,110,' Y1 : RED');
SetColor(15);
OutTextXY(8,50,' X axis : Mole Fraction');
OutTextXY(8,70,' Y axis : Pressure / kPa');
SetTextStyle(2,0,4);
OutTextXY(8,160,' <Shift><PrSc> Graph Print');
OutTextXY(8,180,' F9 LEAVE GRAPHICS');
SetTextStyle(0,0,0);
SetColor(12);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(90,15,390,315,clipon);

X1 = 0.00; X2 = 1.00;
Repeat
  T = T + 272.15;
  Phi1 = 1.00; Phi2 = 1.00;
  ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);
  LOOP
  Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (Phi1 * Ptotal);
  Y2 = (X2 * act2 * psat2) / (Phi2 * Ptotal);
  Tc12 = Sqrt(Tc11 * Tc22);
  Zc12 = (Zc11 + Zc22) / 2;
  Vc12 = Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
  W12 = (W11 + W22) / 2;
  Pc12 = (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
  Tr11 = T / Tc11;
  Tr22 = T / Tc22;
  Tr12 = T / Tc12;
  Bo11 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
  Bo22 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
  Bo12 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
  B111 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
  B122 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
  B112 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
  B11 = ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
    (Bo11 + (W11 * B111));
  B22 = ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
    (Bo22 + (W22 * B122));
  B12 = ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
    (Bo12 + (W12 * B112));
  Delta12 = (2 * B12) - B11 - B22;
  J = B11 * (Ptotal - psat1);
  K = Ptotal * Sqr(Y2) * Delta12;
  L = R * T;
  M = B22 * (Ptotal - psat2);
  O = Ptotal * Sqr(Y1) * Delta12;
  Phi1 = Exp((J + K) / L);
  Phi2 = Exp((M + O) / L);
  Pfinal = ((X1 * act1 * psat1) / Phi1) +
    ((X2 * act2 * psat2) / Phi2);

  IF Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Begin
  Pfinal = Pfinal;
  Goto LOOP;
End
Else
  Begin
    Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * Pfinal);
    Pwpair = (round(X1 * 300), round(300 - ((Pfinal * 3)/5), 1.0));
    Pwpair = (round(Y1 * 300), round(300 - ((Pfinal * 3)/5), 4));
    X1 = X1 + 0.001;
    X2 = 1.00 - X1;
    T = T - 273.15;
  End;

Until X1 > 1.00;

SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,cbpm);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,cbpm);
SetColor(1);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
Repeat
  ReadFunctionalKey(code); Until code = #4300;
CloseGraph;
END; ( graph buhl P )

PROCEDURE GRAPHDEW_P ( psat1,psat2,d12,d21,V1,V2,T,Te11,Te22,
  Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real);
VAR uv : integer;
  Debal2,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,
  X1,X2,Y1,Y2,Pfinal,Tr11,Tr12,Tr22,
  Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,I,K,L,M,O : Real;
LABEL LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2 : real);
Begin
  para1 = (V2 / V1) * ( Exp(-d12 / (R * T)) );
  para2 = (V1 / V2) * ( Exp(-d21 / (R * T)) );
  act1 = Exp(- Ln(X1 + (X2 * para1)) +
    X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
  act2 = Exp(- Ln(X2 + (X1 * para2)) -
    X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    (para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
  Ptotal = 1 / (((Y1 * phi1) / (act1 * psat1)) +
    ((Y2 * phi2) / (act2 * psat2)));
End;

BEGIN ( graph dew P )
  opengraph;
  SetBkColor(1);
  SetColor(15);
  rectangle(5,1,GetMaxX-5,GetMaxY-3);
  rectangle(9,4,GetMaxX-9,GetMaxY-6);
  SetColor(7);
  rectangle(90,15,390,315);
  SetColor(15);
  Line(75,15,75,315);
  Line(90,320,390,320);

  run = 90;
  Repeat
    Line(run,324,run,323);
    run = run + 60;
  Until run > 390;

  s = 15;
  Repeat
    Line(68,s,74,s);
    s = s + 30;
  Until s > 320;

  SetLineStyle(1,$C3,1);
  SetColor(7);
  run = 150;
  Repeat
    Line(run,15,run,315);
    run = run + 60;
  Until run > 330;

  s = 45;
  Repeat
    Line(90,s,390,s);
    s = s + 30;
  Until s > 290;

  SetLineStyle(0,$C3,1);
  SetColor(15);
  OutTextXY(76,326,'0.00'); OutTextXY(256,326,'0.60');
  OutTextXY(136,326,'0.20'); OutTextXY(316,326,'0.80');
  OutTextXY(196,326,'0.40'); OutTextXY(376,326,'1.00');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OutTextXY(43,313, 0); OutTextXY(43,133,300);
OutTextXY(43,283, 50); OutTextXY(43,103,350);
OutTextXY(43,253,100); OutTextXY(43,73,400);
OutTextXY(43,223,150); OutTextXY(43,43,450);
OutTextXY(43,193,200); OutTextXY(43,13,500);
OutTextXY(43,163,250);

```

```

SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetLineStyle(0,0,3,1);
Line(420,7,420,GetMaxY-7);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetTextStyle(2,0,5);
OutTextXY(12,20,' Psy Diagram');
SetTextStyle(2,0,4);
SetColor(10);
OutTextXY(8,90,' X1 : GREEN');
SetColor(4);
OutTextXY(8,110,' Y1 : RED');
SetColor(15);
OutTextXY(8,50,' X axis : Mole Fractions');
OutTextXY(8,70,' Y axis : Pressure / kPa');
SetTextStyle(2,0,4);
OutTextXY(8,160,' <Shift><PriSc> Graph Print');
OutTextXY(8,180,' F9 LEAVE GRAPHICS');
SetTextStyle(0,0,0);
SetColor(12);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(90,15,390,315,clipon);

```

```

Y1 = 0.00; Y2 = 1.00;
Repeat
T = T + 273.15;
Phi1 = 1.00; Phi2 = 1.00;
act1 = 1.00; act2 = 1.00;
Ptotal = 1 / ((( Y1 * phi1 ) / ( act1 * psat1 )) +
              (( Y2 * phi2 ) / ( act2 * psat2 )));
X1 = ( Y1 * phi1 * Ptotal ) / ( act1 * psat1 );
X2 = ( Y2 * phi2 * Ptotal ) / ( act2 * psat2 );
ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2,psat1,psat2);
LOOP1 :
Tc12 = Sqrt(Tc11 * Tc22);
Zc12 = (Zc11 + Zc22) / 2;
Vc12 = Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
W12 = (W11 + W22) / 2;
Pc12 = (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
Tr11 = T / Tc11;
Tr22 = T / Tc22;
Tr12 = T / Tc12;
Bo11 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
Bo22 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
Bo12 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
B111 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
B122 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
B112 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
B11 = (( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 )) *
       ( Bo11 + ( W11 * B111 ) );
B22 = (( ( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 )) *
       ( Bo22 + ( W22 * B122 ) );
B12 = (( ( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 )) *
       ( Bo12 + ( W12 * B112 ) );
Delta12 = ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J = B11 * ( Ptotal - psat1 );
K = Ptotal * Sqr(Y2) * Delta12;
L = R * T;
M = B22 * ( Ptotal - psat2 );
O = Ptotal * Sqr(Y1) * Delta12;
Phi1 = Exp((J + K) / L);
Phi2 = Exp((M + O) / L);
LOOP2 :
X1 = ( Y1 * phi1 * Ptotal ) / ( act1 * Psat1 );
X2 = ( Y2 * phi2 * Ptotal ) / ( act2 * Psat2 );
X1 = X1 / ( X1 + X2 );
X2 = X2 / ( X1 + X2 );
act1new = Exp((- Ln(X1 + ( X2 * para1 ))) +
              X2 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ))) -
              ( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 )))););
act2new = Exp((- Ln(X2 + ( X1 * para2 ))) -
              X1 * (( para1 / ( X1 + ( X2 * para1 ))) -
              ( para2 / ( X2 + ( X1 * para2 )))););
If act1new - act1 >= 0.1 Then
Begin
act1 = act1new;
act2 = act2new;
Goto LOOP2;
End
Else
Begin
Ptotal = 1 / (((Y1 * phi1) / (act1new * psat1)) +

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

      ((V2 * phi2) / (acti2new * psat2));
End;
If Pfinal - Ptotal >= 0.1 Then
Begin
  Ptotal = Pfinal;
  Goto LOOP1;
End
Else
Begin
  X1 := (Y1 * phi1 * Pfinal) / (acti1 * psat1);
  Putpascal(round(X1 * 300),round(300 - ((Pfinal * 3)/5)),10);
  Putpascal(round(Y1 * 300),round(300 - ((Pfinal * 3)/5)),4);
  Y1 := Y1 + 0.001;
  Y2 := 1.00 - Y1;
  T := T - 273.15;
End;

Until Y1 > 1.00;
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetColor(1);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
Repeat
  ReadFunctionKey(code); Until code = #4300;
CloseGraph;
END; ( graph dew P )

PROCEDURE GRAPHBUBL_T(tsat1,tsat2,a,h,c,ai,bi,ci,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,Tc22,
Pc11,Pc22,Vc11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22: Real);
VAR uv: Integer;
Deba12,B11,B12,B22,phi1,phi2,acti1,acti2,X1,X2,Y1,Y2,
Ttotal,Tfinal,Tr11,Tr12,Tr22,Bo11,Bo12,Bo22,
B111,B112,B122,J,K,L,M,O: Real;
LABEL LOOP;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2: real);
Begin
  para1 := (V2 / V1) * ( Exp(-d12 / (R * T)) );
  para2 := (V1 / V2) * ( Exp(-d21 / (R * T)) );
  acti1 := Exp( - Ln(X1 + (X2 * para1)) +
  X2 * (( para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
  (para2 / (X2 + (X1 * para2)))) );
  acti2 := Exp( - Ln(X2 + (X1 * para2)) -
  X1 * (( para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
  (para2 / (X2 + (X1 * para2)))) );
End;

BEGIN ( graph bubl T )
opengraph;
SetBkColor(1);
SetColor(15);
rectangle(5,1,GetMaxX-5,GetMaxY-3);
rectangle(9,4,GetMaxX-9,GetMaxY-6);
SetColor(7);
rectangle(90,15,390,315);
SetColor(15);
Line(75,15,75,315);
Line(90,320,390,320);

run := 90;
Repeat
  Line(run,321,run,323);
  run := run + 60;
Until run > 390;

s := 15;
Repeat
  Line(68,s,74,s);
  s := s + 30;
Until s > 320;

SetLineStyle(1,$C3,1);
SetColor(7);
run := 150;
Repeat
  Line(run,15,run,315);
  run := run + 60;
Until run > 330;

s := 45;
Repeat
  Line(90,s,390,s);
  s := s + 30;
Until s > 290;

SetLineStyle(0,$C3,1);
SetColor(15);
OutTextXY(76,326,0.60); OutTextXY(256,326,0.60);
OutTextXY(136,326,0.20); OutTextXY(316,326,0.80);
OutTextXY(196,326,0.40); OutTextXY(376,326,1.00);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OutTextXY(43,313,' 0'); OutTextXY(43,133,'300');
OutTextXY(43,283,' 50'); OutTextXY(43,103,'350');
OutTextXY(43,253,'100'); OutTextXY(43,73,'400');
OutTextXY(43,223,'150'); OutTextXY(43,43,'450');
OutTextXY(43,193,'200'); OutTextXY(43,13,'500');
OutTextXY(43,163,'250');

```

```

SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetLineStyle(0,C3,1);
Line(420,7420,GetMaxX-7);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetTextStyle(2,0,5);
OutTextXY(12,20,'Tay Diagram');
SetTextStyle(2,0,4);
SetColor(10);
OutTextXY(8,90,' X1 : GREEN');
SetColor(4);
OutTextXY(8,110,' Y1 : RED');
SetColor(15);
OutTextXY(8,50,' X axis : Male Fraction');
OutTextXY(8,70,' Y axis : Temp / Celsius');
SetTextStyle(2,0,4);
OutTextXY(8,160,' <shift><Print> Graph Print');
OutTextXY(8,180,' F9 LEAVE GRAPHICS');
SetTextStyle(0,0,0);
SetColor(12);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(90,15,390,315,clipon);

```

```

X1 = 0.00; X2 = 1.00;
Repeat
Phi1 = 1.00; Phi2 = 1.00;
Ttotal = (X1 * tsat1) + (X2 * tsat2);
psat1 = exp(a1 - (b1 / (Ttotal + c1)));
psat2 = exp(a2 - (b2 / (Ttotal + c2)));
Ttotal = Ttotal + 273.15;
ACTIVITY(X1,X2,Ttotal,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2);
psat1 = P / (((X1 * act1) / phi1) +
((X2 * act2) / phi2) * (psat2 / psat1));
Ttotal = (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
LOOP :
psat1 = exp(a1 - (b1 / (Ttotal + c1)));
psat2 = exp(a2 - (b2 / (Ttotal + c2)));
Ttotal = Ttotal + 273.15;
Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);
Y2 = (X2 * act2 * psat2) / (phi2 * P);
Tc12 = Sqrt(Tc11 * Tc22);
Zc12 = (Zc11 + Zc22) / 2;
Vc12 = Power(((Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3)) / 2),3);
W12 = (W11 + W22) / 2;
Pc12 = (Zc12 * R * Tc12) / Vc12;
Tr11 = Ttotal / Tc11;
Tr22 = Ttotal / Tc22;
Tr12 = Ttotal / Tc12;
Bo11 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr11,1.6));
Bo22 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr22,1.6));
Bo12 = 0.083 - (0.422 / Power(Tr12,1.6));
B111 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr11,4.2));
B122 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr22,4.2));
B112 = 0.139 - (0.172 / Power(Tr12,4.2));
B11 = ((R * Tc11) / (Pc11 * 100)) *
(Bo11 + (W11 * B111));
B22 = ((R * Tc22) / (Pc22 * 100)) *
(Bo22 + (W22 * B122));
B12 = ((R * Tc12) / (Pc12 * 100)) *
(Bo12 + (W12 * B112));
Dkhal2 = (2 * B12) - B11 - B22;
J = B11 * (P - psat1);
K = P * Sqr(Y2) * Dkhal2;
L = R * Ttotal;
M = B22 * (P - psat2);
O = P * Sqr(Y1) * Dkhal2;
phi1 = Exp((J + K) / L);
phi2 = Exp((M + O) / L);
ACTIVITY(X1,X2,Ttotal,d12,d21,V1,V2,phi1,phi2);
psat1 = P / (((X1 * act1) / phi1) +
((X2 * act2) / phi2) * (psat2 / psat1));
Tfinal = (b1 / (a1 - (Ln(psat1)))) - c1;
Tfinal = Tfinal + 273.15;
If Tfinal - Ttotal >= 0.1 Then
Begin
Ttotal = Tfinal - 273.15;
Goto LOOP;
End
Else
Begin
Tfinal = Tfinal - 273.15;
Y1 = (X1 * act1 * psat1) / (phi1 * P);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PutPixel(round(X1 * 300),round(300 - ((Tfinal * 3/5)),10);
PutPixel(round(Y1 * 300),round(300 - ((Tfinal * 3/5)),4);
X1 = X1 + 0.001;
X2 = 1 - X1;
End;

Until X1 > 1.0;
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetColor(1);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please!');
Repeat
  ReadFunctionKey(code); Until code = #4300;
CloseGraph;
END;      ( graph buhl T )

PROCEDURE GRAPHDEW_T( tset1,tset2,a,b,c,a1,b1,c1,d12,d21,V1,V2,P,Tc11,
Tc22,Pe11,Pe22,Vo11,Vc22,Zc11,Zc22,W11,W22 : Real );
VAR uv : Integer;
Delta12,B11,B12,B22,phi1,phi2,act1,act2,act1new,act2new,
X1,X2,Y1,Y2,Ttotal,Tfinal,Tr11,Tr12,Tr22,
Bo11,Bo12,Bo22,B111,B112,B122,J,K,L,M,O : Real;
LABEL LOOP1,LOOP2;

Procedure ACTIVITY(X1,X2,T,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2 : real );
Begin
  para1 = (V2/V1) * ( Exp(-d12/(R*T)) );
  para2 = (V1/V2) * ( Exp(-d21/(R*T)) );
  act1 = Exp( - Ln(X1 + (X2 * para1)) +
    X2 * (( para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    ( para2 / (X2 + (X1 * para2))) ) );
  act2 = Exp( - Ln(X2 + (X1 * para2)) -
    X1 * (( para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
    ( para2 / (X2 + (X1 * para2))) ) );
End;

BEGIN      ( graph dew T )
  opengraph;
  SetBitColor(1);
  SetColor(15);
  rectangle(5,3,GetMaxX-5,GetMaxY-3);
  rectangle(9,6,GetMaxX-9,GetMaxY-6);
  SetColor(7);
  rectangle(90,15,390,315);
  SetColor(15);
  Line(75,15,75,315);
  Line(90,320,390,320);

  run := 90;
  Repeat
    Line(run,321,run,323);
    run := run + 60;
  Until run > 390;

  s := 15;
  Repeat
    Line(68,s,74,s);
    s := s + 30;
  Until s > 320;

  SetLineStyle(1,$C3,1);
  SetColor(7);
  run := 150;
  Repeat
    Line(run,15,run,315);
    run := run + 60;
  Until run > 330;

  s := 45;
  Repeat
    Line(90,s,390,s);
    s := s + 30;
  Until s > 290;

  SetLineStyle(0,$C3,1);
  SetColor(15);
  OutTextXY(76,326,0.00); OutTextXY(256,326,0.60);
  OutTextXY(136,326,0.20); OutTextXY(316,326,0.80);
  OutTextXY(196,326,0.40); OutTextXY(376,326,1.00);

  OutTextXY(43,313,0); OutTextXY(43,133,300);
  OutTextXY(43,283,50); OutTextXY(43,103,350);
  OutTextXY(43,253,100); OutTextXY(43,73,400);
  OutTextXY(43,223,150); OutTextXY(43,43,450);
  OutTextXY(43,193,200); OutTextXY(43,13,500);
  OutTextXY(43,163,250);

  SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
  SetLineStyle(0,$C3,1);
  Line(420,7,420,GetMaxY-7);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetTextStyle(2,0,5);
OutTextXY(12,20,'Txy Diagram');
SetTextStyle(2,0,4);
SetColor(10);
OutTextXY(8,90,' X1 : GREEN');
SetColor(4);
OutTextXY(8,110,' Y1 : RED');
SetColor(15);
OutTextXY(8,50,' X axis : Mole Fraction');
OutTextXY(8,70,' Y axis : Temp / Celsius');
SetTextStyle(2,0,4);
OutTextXY(8,160,' <Shift><PrtSc> Graph Print');
OutTextXY(8,180,' F9 LEAVE GRAPHICS');
SetTextStyle(0,0,0);
SetColor(12);
OutTextXY(8,250,' Just a moment please! ');
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(90,15,390,315,clipon);
Y1 = 0.0; Y2 = 1.00;
Repeat
Phi1 = 1.0; Phi2 = 1.0;
act1 = 1.0; act2 = 1.0;
Ttotal = ( Y1 * tsat1 ) + ( Y2 * tsat2 );
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Ttotal + c1 ) ) );
psat2 = exp( a2 - ( b2 / ( Ttotal + c2 ) ) );
psat1 = P * ( ( Y1 * phi1 / act1 ) +
( ( Y2 * phi2 / act2 ) * ( psat1 / psat2 ) ) );
Ttotal = ( b1 / ( a1 - ( Ln(psat1) ) ) ) - c1;
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Ttotal + c1 ) ) );
psat2 = exp( a2 - ( b2 / ( Ttotal + c2 ) ) );
Ttotal = Ttotal + 273.15;
Tc12 = Sqrt( Tc11 * Tc22 );
Zc12 = ( Zc11 + Zc22 ) / 2;
Vc12 = Power( ( ( Roots(Vc11,3) + Roots(Vc22,3) ) / 2 ), 3 );
W12 = ( W11 + W22 ) / 2;
Pc12 = ( Zc12 * R * Tc12 ) / Vc12;
Tr11 = Ttotal / Tc11;
Tr22 = Ttotal / Tc22;
Tr12 = Ttotal / Tc12;
Bo11 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr11, 1.6 ) );
Bo22 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr22, 1.6 ) );
Bo12 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr12, 1.6 ) );
Bi11 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr11, 4.2 ) );
Bi22 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr22, 4.2 ) );
Bi12 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr12, 4.2 ) );
B11 = ( ( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 ) ) *
( Bo11 + ( W11 * Bi11 ) );
B22 = ( ( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 ) ) *
( Bo22 + ( W22 * Bi22 ) );
B12 = ( ( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 ) ) *
( Bo12 + ( W12 * Bi12 ) );
Delta12 = ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J = B11 * ( P - psat1 );
K = P * Sqr(Y2) * Delta12;
L = R * Ttotal;
M = B22 * ( P - psat2 );
O = P * Sqr(Y1) * Delta12;
phi1 = Exp( ( J + K ) / L );
phi2 = Exp( ( M + O ) / L );
X1 = ( Y1 * phi1 * P ) / ( act1 * psat1 );
X2 = ( Y2 * phi2 * P ) / ( act2 * psat2 );
ACTIVITY(X1,X2,Ttotal,d12,d21,V1,V2,Phi1,Phi2);
psat1 = P * ( ( Y1 * phi1 / act1 ) +
( ( Y2 * phi2 / act2 ) * ( psat1 / psat2 ) ) );
Ttotal = ( b1 / ( a1 - ( Ln(psat1) ) ) ) - c1;
LOOP1 :
psat1 = exp( a1 - ( b1 / ( Ttotal + c1 ) ) );
psat2 = exp( a2 - ( b2 / ( Ttotal + c2 ) ) );
Ttotal = Ttotal + 273.15;
Tr11 = Ttotal / Tc11;
Tr22 = Ttotal / Tc22;
Tr12 = Ttotal / Tc12;
Bo11 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr11, 1.6 ) );
Bo22 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr22, 1.6 ) );
Bo12 = 0.083 - ( 0.422 / Power( Tr12, 1.6 ) );
Bi11 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr11, 4.2 ) );
Bi22 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr22, 4.2 ) );
Bi12 = 0.139 - ( 0.172 / Power( Tr12, 4.2 ) );
B11 = ( ( R * Tc11 ) / ( Pc11 * 100 ) ) *
( Bo11 + ( W11 * Bi11 ) );
B22 = ( ( R * Tc22 ) / ( Pc22 * 100 ) ) *
( Bo22 + ( W22 * Bi22 ) );
B12 = ( ( R * Tc12 ) / ( Pc12 * 100 ) ) *
( Bo12 + ( W12 * Bi12 ) );
Delta12 = ( 2 * B12 ) - B11 - B22;
J = B11 * ( P - psat1 );
K = P * Sqr(Y2) * Delta12;
L = R * Ttotal;
M = B22 * ( P - psat2 );

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

O := P * Sqr(Y1) * Delat2;
phi1 := Exp((J+K)/L);
phi2 := Exp((M+O)/L);
LOOP2 :
X1 := (Y1 * phi1 * P) / (act1 * psat1);
X2 := (Y2 * phi2 * P) / (act2 * psat2);
X1 := X1 / (X1 + X2);
X2 := X2 / (X1 + X2);
para1 := (V2 / V1) * (Exp(-d12 / (R * Total)));
para2 := (V1 / V2) * (Exp(-d21 / (R * Total)));
act1new := Exp(-Ln(X1 + (X2 * para1))) +
(X2 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
act2new := Exp(-Ln(X2 + (X1 * para2))) -
(X1 * ((para1 / (X1 + (X2 * para1))) -
(para2 / (X2 + (X1 * para2)))));
If act1new - act1 >= 0.1 Then
Begin
act1 := act1new;
act2 := act2new;
Goto LOOP2;
End
Else
Begin
psat1 := P * ((Y1 * phi1) / act1) +
((Y2 * phi2) / act2) * (psat1 / psat2));
Tfinal := (b1 / (a1 - Ln(psat1))) - c1;
Tfinal := Tfinal + 273.15;
End;
If Tfinal - Total >= 0.1 Then
Begin
Total := Tfinal - 273.15;
Goto LOOP1;
End
Else
Begin
X1 := (Y1 * phi1 * P) / (act1new * psat1);
Pupinc1(round(X1 * 300),round(300 - ((Tfinal * 3)/5),10);
Pupinc2(round(Y1 * 300),round(300 - ((Tfinal * 3)/5),4);
Y1 := Y1 + 0.001;
Y2 := 1 - Y1;
End;
Until Y1 > 1.0;
SetViewPort(0,0,GetMaxX,GetMaxY,clipon);
SetViewPort(420,7,GetMaxX-10,GetMaxY-7,clipon);
SetColor(1);
OutTextXY(8,250,'Just a moment please!');
Repeat
ReadFunctionKey(code); Until code = $4300;
CloseGraph;
END; (graph dew T)
END. (unit)

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้