

รายงานการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง

สมดุลเคมี ( Chemical Equilibrium )

รศ.สุภाध ร่มถ่ายพูน @ มหาวิทยาลัยราชภัฏสongo

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันราชภัฏพิษณุโลก พิมพ์โดย



งานวิจัยนี้

ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิมพ์โลก

ประจำปีการศึกษา 2540

# สารบัญ

หน้า

## ประกาศคุณูปการ บทคัดย่อ

### An Abstract

#### บทที่ 1 บทนำ

ถุนิหลัง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความสำคัญของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

ข้อทดลองเบื้องต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

#### บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. สักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. สักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. ข้อคิดเห็นของนักศึกษาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1

1

2

2

3

3

3

4

5

5

5

7

9

10

11

13

13

15

15

15

16

	หน้า
<b>ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดีย</b>	19
1. ความหมายของมัลติมีเดีย	19
2. การใช้งานของมัลติมีเดีย	19
3. คุณลักษณะเฉพาะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับมัลติมีเดีย	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
1. งานวิจัยภายในประเทศ	21
2. งานวิจัยในต่างประเทศ	24
<b>บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย</b>	26
กลุ่มตัวอย่าง	26
เครื่องมือในการวิจัย	26
วิธีดำเนินการวิจัย	27
การวิเคราะห์ข้อมูล	46
สติติที่ใช้ในการวิจัย	46
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	48
ผลการวิเคราะห์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี	48
ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมี	49
ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	54
ความถ่วงหมายของการวิจัย	54
ความสำคัญของการวิจัย	54
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
วิธีดำเนินการวิจัย	54
สรุปผลการวิจัย	55
อภิปรายผล	56
ข้อเสนอแนะ	57
ข้อเสนอแนะด้านการเรียนการสอน	57
ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย	57

บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูณคณี	64
ภาคผนวก 2. แบบศึกษา	81
ภาคผนวก 3. แบบทดสอบ	89
ภาคผนวก 4. แบบสอบถาม	99
ภาคผนวก 5. คู่มือการใช้แผ่น CD - ROM	104

มหาวิทยาลัยราชภัฏปิบูลราชกิจจการ  
Pibulsongkram Rajabhat University

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. ทดสอบกลุ่มสัญลักษณ์ภาพต่างๆ บนวินโดวส์	27
2. ทดสอบกลุ่มไอคอนของโปรแกรมออฟฟิศแวร์	28
3. ทดสอบข้อนำทางของโปรแกรมออฟฟิศแวร์	28
4. ทดสอบหน้าต่างการเปิดไฟล์	29
5. ทดสอบหน้าต่างไฟล์ที่เปิดใหม่	29
6. ทดสอบสัญลักษณ์ภาพต่างๆ	30
7. ทดสอบหน้าต่าง Auhorware Professional	33
8. ทดสอบหน้าต่างงบทรีน	33
9. ทดสอบสัญลักษณ์ภาพที่นำมาจัดเรียงบนเส้นแนวนอน	34
10. ทดสอบหน้าต่างนำเสนอบาทรีน	34
11. ทดสอบกล่องเครื่องมือสร้างภาพ	35
12. ทดสอบสัญลักษณ์ภาพ Display บนเส้นแนวนอน	35
13. ทดสอบการตั้งชื่อสัญลักษณ์ภาพ	36
14. ทดสอบหน้าจอ Presentation	36
15. ทดสอบการเขียนด้วยปากกา	37
16. ทดสอบการเขียนวงกลม	37
17. ทดสอบการเรียกไฟล์ภาพ	38
18. ทดสอบการเรียกคูไฟล์ภาพ	38
19. ทดสอบการเรียกใช้ไฟล์ภาพ	39
20. ทดสอบการใช้คำสั่งสร้างภาพเคลื่อนไหว	39
21. ทดสอบคำแนะนำภาพเคลื่อนไหว	40
22. ทดสอบสัญลักษณ์ภาพที่เรียกภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอบนเส้นแนวนอน	40
23. ทดสอบการเรียกคูไฟล์ภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ	41
24. ทดสอบคำสั่งของภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ	41
25. ทดสอบภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ	42
26. ทดสอบสัญลักษณ์ภาพในการสร้างเมนู	42

ภาคประกอบ	หน้า
27. แสดงภาพปุ่มนิมุน	43
28. แสดงสัญลักษณ์ภาพของแต่ละหน้าที่นำมาเรียงต่อกัน	43
29. แสดงสัญลักษณ์ภาพการคิดเห็นต่อไปและการซ่อนหน้ากลับ	44
30. แสดงสัญลักษณ์ภาพในการสร้างแบบทดสอบและรวมคะแนน	44
31. แสดงสัญลักษณ์ภาพในการสร้างแบบทดสอบและรวมคะแนน	45
32. แสดงแผนภูมิบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48

มหาวิทยาลัยราชภัฏปิบูลราชวัลลภ  
Pibulsongkran Rajabhat University

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักศึกษา	49
2. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเขตติของนักศึกษาด้านการนำเสนอ	49
3. แสดงค่าเฉลี่ยและค่านบีของเบนมาตรฐานของเขตติของนักศึกษาด้านการนำไปใช้	50
4. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเขตติของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	52

มหาวิทยาลัยราชภัฏปิบูลราชวัลลภ  
PibulSongkram Rajabhat University

## ประกาศคัญปีการ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จสุล่วงลงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีซึ่งจากศูนย์คอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประทิทช์ สิงหาเดช และเจ้าหน้าที่ของศูนย์ฯ ทุกคนที่อธิบายให้ทราบที่และให้ความสะดวกในการทดลองใช้บทเรียน จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณสถาบันราชภัฏพิบูลสงครามที่สนับสนุนให้เงินทุนในการทำวิจัย ตลอดจนนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 คณะครุศาสตร์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้บทเรียนและตอบแบบสอบถาม

ถูกต้อง  
มีนาคม 2542

โปรแกรมวิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง สมดุลเคมี สำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 รหัส 4023201 พร้อมทั้งหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมี และศึกษาeffectดิของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี

จากผลการนำเสนอที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักศึกษาของสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก คณะครุศาสตร์ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 49 คน โดยตอบแบบทดสอบและแบบสอบถามeffectที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี ผลปรากฏดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมีที่ได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้คะแนนเฉลี่ย 30.2 จากคะแนนเต็ม 50 หรือคิดเป็นร้อยละ 60.4 ซึ่งมีค่ามากกว่าร้อยละ 50 จึงพอว่าค่อนข้างดี

2. effectดิของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนค้านการนำเสนอและค้านการนำไปใช้มีความเหมาะสมและอยู่ในระดับดี

## **An Abstract**

The purposes of the research were to construct and develop computer-aided instruction on Chemical Equilibrium in Inorganic Chemistry 1 (4023201) for the second year students (1998) who major in general science of Faculty of Education at Rajabhat Institute Pibulsongkram, to evaluate the achievement on Chemical Equilibrium of the students and to study the attitude of the students who study on Chemical Equilibrium by computer-aided instruction.

Fourty-nine general science students who study in the second year of Faculty of Education at Rajabhat Institute Pibulsongkram answered the test and quarternaries of computer-aided instruction on Chemical Equilibrium The results are as follows :

1. The efficiency of the students to computer-aided instruction on Chemical Equilibrium was rather good at the mean of 30.2 from the total 50 or 60.4 percent which greater than 50 percent.
2. The attitude of the students to computer-aided instruction on Chemical Equilibrium was good on the presentation and usage.

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในยุคโลกาภิวัตน์การเรียนการสอนจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดการรับรู้ได้ดีขึ้นช่วยประหยัดเวลาและแรงงานได้ ความจริงทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเข้ามาเมื่อบนทางและแทรกอยู่กับงานทุกวิภาคภูมิการทุกอาชีพ ในวงการศึกษาที่ เช่น กับคอมพิวเตอร์ให้เข้ามายื่นช่องกับการเรียนการสอนในโรงเรียน สถาบันการศึกษา และมหาวิทยาลัยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

สำหรับในระดับอุดมศึกษานั้นจำเป็นอย่างยิ่งท้องมีการพัฒนาด้านการเรียนการสอนทั้งนี้เนื่องจาก องค์ความรู้และแนวความคิดขยายขึ้นอย่างมากและรวดเร็วกว่าจะใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม ในสังคมของการบรรยายหรือทดลองปฏิบัติการ ประกอบกับกำลังการผลิตบัณฑิตที่ต้องการให้ได้ ปริมาณมากขึ้นและมีคุณภาพดีขึ้น มีข้อจำกัดด้านผู้สอน ปัญหาการขาดแคลนครุภัณฑ์ความรู้ความ สามารถในสาขาวิชาต่าง ๆ กำลังทวีความรุนแรงขึ้น จึงเป็นห้องพื้นที่ของอาจารย์ที่ต้องการสอนทั้ง ประสิทธิภาพดังที่ชัยยงค์ พรมวงศ์ (2533 : 66-67) กล่าวถึงสิ่งที่ใช้ในการสอนให้เกิดประสิทธิภาพ ด้วยเหตุผลดังนี้คือ

1. ช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความอყากรู้อยากเห็น เพื่อจะสามารถใช้มนุษย์ ชื่นมโนยากรู้อยากเห็นในสิ่งต่าง ๆ อญญาให้ผู้เรียนจึงเกิดความสนใจอย่างจริงจัง

2. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพื่อจะสื่อสารกับผู้สอนแบบปากต่อปาก ให้ความเป็น รู้ประธรรม ทำให้ประหยัดเวลาของผู้สอนไปได้มาก

3. สามารถอ่านเวลา สถานที่และระยะทางได้ กล่าวคือ นำภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต กลับมาดูประกอบการเรียนได้

4. สามารถย้อนนาฬิกาของวัตถุที่ใหญ่กว่าที่จะนำของจริงมาประกอบการสอนได้

5. ทำให้จดจำสิ่งที่ควรจำได้ ไว้ได้นาน

6. จะมีส่วนเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้นได้

สื่อการสอนจึงเป็นตัวกลางที่ช่วยนำความรู้จากผู้สอนไปยังผู้เรียน ทำให้การสอนบรรลุผลสำเร็จ ตามเป้าหมาย สื่อการสอนอย่างหนึ่งที่น่าสนใจคือ คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยอ่านนาย ความสะดวกให้แก่มนุษย์มากนัก บทบาทหนึ่งของคอมพิวเตอร์ที่ให้ประโยชน์แก่วงการศึกษาคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) คอมพิวเตอร์ในด้านนี้ขยับตัวเร็ว

มาก เพราะปัจจัยการขาดแคลนครุผู้นี้ความรู้ความสามารถในวิชาต่าง ๆ ประกอบกับทฤษฎีการเรียน การสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถของตนเอง คนเก่งควรจะเรียนรู้ได้มากกว่า กว้างกว่า และลึกกว่าผู้ที่ช้า ความสามารถของผู้เรียนไม่ควรถูกปิดกั้นและถูกทำให้ช้าลง แต่ในขณะเดียวกันผู้ที่มีความสามารถด้อยกว่าก็ไม่ได้ถูกหักด้วย สามารถใช้เวลาบททวน ฝึกหัดได้นานเท่าที่ต้องการโดยไม่ไปทำความรำคาญแก่ผู้ที่เรียนได้เร็วกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้ได้เป็นอย่างดีในเรื่องเหล่านี้ (ไสภารรม แสงศพท., 2539 : 52-53)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าที่สุด การสอนแบบออนไลน์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลิตขึ้นใช้งานว่ามีหลากหลายรูปแบบ เช่น เพื่อใช้ในการสอน (Tutorials) เพื่อการฝึกหัด (Drill & Practice) เพื่อใช้เป็นสถานการณ์จำลอง (Simulations) เป็นเกมเพื่อการสอน (Instructional Games) เพื่อการทดสอบ (Test) และแบบผสมผสาน (Hybrid Designs) ซึ่งใช้งานได้ด้านวัสดุประสงค์ของบทเรียนแต่ละอย่าง

สำหรับวิชาเคมีซึ่งเป็นวิทยาการแขนงหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาสาระที่มีความเข้าใจยาก และต้องมีการทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมักจะพบปัจจัยหลายประการ เช่น ปัญหาค้าน เครื่องมือและอุปกรณ์ เวลา อันตรายที่เกิดขึ้น ตลอดจนสถานการณ์ที่มีอยู่ไม่เห็น ผู้จัดเรียนเห็นว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีโครงสร้างของบทเรียนที่ดีทันสมัย และนำเสนอโดยสื่อที่เหมาะสม จะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ และทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

- เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูลเคมี สำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมี อนินทร์ 1 รหัส 4023201
- เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมคูลเคมี
- เพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีเรื่องสมคูลเคมี

### ความสำคัญของการวิจัย

- เป็นแนวทางในการผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี
- เป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิชาเคมี
- ทำให้การสอนบทเรียนทำได้รวดเร็ว ประหยัดเวลาและแรงงาน

- ผู้เรียนสนใจในวิชาเคมีและเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น

#### ขอบเขตของการวิจัย

- สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเฉพาะเรื่องสมดุลเคมี (Chemical Equilibrium)
- ประชากรที่ใช้ได้แก่นักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีอนิโนธิร์ย 1 (โปรแกรม ก.บ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป)สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิมพ์ໄโลก

#### ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ กำหนดข้อตกลงของการวิจัยไว้ดังนี้

- อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย
  - ไมโครคอมพิวเตอร์
  - Pentium -100 ขึ้นไป
  - Hard Disk 1.2 GB
  - RAM 16 MB
  - VGA Monitor
  - Audio Card ของ Sound Blaster 16
  - ไมโครโฟน
- อุปกรณ์ซอฟต์แวร์ (Software) ประกอบด้วย
  - MS-DOS 6.2 Thai Edition
  - Authorware Professional หรือ Macromedia Authorware

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

- คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเสนอเนื้อหาบทเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ด้วยวิธีการบันทึกโปรแกรมเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีทั้งภาพประกอบ คำบรรยาย เสียงและเสียง การรอดให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์
- ผลสัมฤทธิทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ความเข้าใจในการตอบแบบทดสอบหลังเรียน
- เจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความคิดเห็น ความรู้สึก่อนເอີຍຂອງຈົດໃຈທີ່ນີ້คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากที่ได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ศูนย์สร้างขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยออกเป็นหัวข้อดัง ๆ ดัง

1. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่
  - 1.1 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.4 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.5 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.6 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.7 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่
  - 2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.3 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดีย
  - 3.1 ความหมายของมัลติมีเดีย
  - 3.2 การใช้งานของมัลติมีเดีย
  - 3.3 คุณลักษณะเฉพาะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับมัลติมีเดีย
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น
  - 4.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

## ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1. ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประวัติความเป็นมาอย่างไร ตลอดจนการนำมาใช้ประโยชน์ในทางการศึกษา สรุปได้ดังนี้ (ทักษิณ สาวนานนท์, 2529 : 57-61 และสิริพร พิพัฒ์คง, 2537 : 181-183) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเริ่มต้นในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2499 ที่มหาวิทยาลัยฟลอริดาและสแ肯ฟอร์ด แต่ก่อนหน้านี้ก็ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาโดยใช้รวมคะแนนในการสอน แต่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน ซึ่งรวมถึงการทบทวนบทเรียน แนะนำข้อคุณที่เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เพิ่งจะเริ่มขึ้น ทำการทำในระยะแรกที่มีการนำคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่คือ ไอบีเอ็ม (IBM) 1500 มาใช้จะจัดในรูปแบบที่ใช้เทอร์มินัล ซึ่งจะต้องบันทึกผู้เรียนได้ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาตัวบัญชี ซึ่งจะเริ่มใช้กับวิชาฟิสิกส์และสถิติ กำหนดให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนเพื่อเข้าห้องเรียน ไม่มีอาจารย์สอนหน้าชั้น ต่อมาการใช้ภาษาเบสิกแทน ทำให้นักศึกษาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ง่ายขึ้น และได้มีการเขียนโปรแกรมชีเอไอในสาขาวิชาอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น สำหรับที่มหาวิทยาลัยสแ肯ฟอร์ด ได้นำวิธีการชีเอไอมาใช้ในการพัฒนาหักษะของเด็กนักเรียน โดยมีการจัดทำรายวิชาภาษาอังกฤษ และคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดให้เด็กนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ เป็นการเน้นว่าการเรียนรู้จะทำได้โดยผ่านวิธีการทำแบบฝึกหัดเป็นสำคัญ

ต่อมาการศึกษาและนักคอมพิวเตอร์มีความเห็นร่วมกันว่า การนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มาใช้กับการสอนแบบโปรแกรมจะทำได้เป็นอย่างดี โดยบริษัทไอบีเอ็มเริ่มพัฒนาโปรแกรมชีเอไออันแรกที่เริ่มต้นด้วยการสอนระบบเลขฐานสอง กำหนดให้ตัวระบบสามารถรับผู้เรียนได้ครั้งละ 32 คน การทำชีเอไอจึงได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ปี พ.ศ. 2503 มหาวิทยาลัยอิสตันบูลสามารถทำเทอร์มินัลที่พูดจาได้ตอบกับผู้เรียนได้และพัฒนาชีเอไอขึ้นใหม่เรียกว่า พลาโต (PLATO) ซึ่งบันทึก Programmed Logic for Automatic Teaching Operations โดยได้รับการสนับสนุนจากบริษัทนาโนเทคโนโลยี จำกัด ซึ่งปัจจุบันถือว่าโปรแกรมนี้เป็นตัวอย่างของระบบการสอนชีเอไอที่ใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ปี พ.ศ. 2510 ได้มีการสัมมนาให้คุณท้าวไปได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดทำชีเอไอค้านอื่นในวงกว้าง ออกไป โครงการของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เริ่มทำชีเอไอขึ้นบ้างนั้นก็ได้เพิ่มเติมความคิดที่ให้มีการรวมคะแนนของผู้เรียนในการทำแบบฝึกหัดแต่ละตอน เพื่อใช้เป็นตัวตัดสินในการที่จะเลือกเนื้อหาที่จะเรียนต่อไป

ในปี พ.ศ. 2514 ได้มีการพัฒนานำไปรrogramชื่อ "โอนาใช้กับมินิคอมพิวเตอร์" เริ่มต้นที่มหาวิทยาลัยบริษัทคัมยังและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี โดยผู้สนใจกับโทรศัพท์กับโทรศัพท์เข้าด้วยกันผลิตออกมานเป็นรายวิชาทางภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ โปรแกรมที่มีชื่อว่าทิกซิต (TICCIT) ซึ่งย่อมาจาก Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television เป็นโปรแกรมที่ประสบความสำเร็จพอสมควร

ปี พ.ศ. 2520 สมาคมหลักสูตรคอมพิวเตอร์ (Computer Curriculum Corporation หรือ CCC) ของ  
สหรัฐอเมริกาได้ให้ข้อมูลที่ได้รับการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับอาร์คเวอร์และซอฟต์แวร์ หลักสูตรการ  
อบรมและการบ่ม้ำรุ่งรักษากำ จึงทำให้มีการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ช่วงสอนที่มีชื่อว่า CCC-17  
Instructional System ที่นักเรียนสามารถเรียนพร้อมกันครั้งละ 96 คน แทนการเรียนแบบเดินที่เรียนได้  
ครั้งละ 8 คน

ปี พ.ศ. 2524 สมาคมหลักสูตรคอมพิวเตอร์ ได้ออกแบบและผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนัก

เรียนที่เพิ่งเริ่มหัดอ่านที่มีชื่อว่า Digital Speech System หรือ DSS ซึ่งนักเรียนจะฟังคำข้อแจ้งจากคอมพิวเตอร์ผ่านเครื่องขยายเสียงและการฝึกทักษะการเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง (English as a Second Language หรือ ESL) สำหรับนักเรียนที่ต้องใช้สองภาษาควบกัน (Bilingual Students) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงสุด

ปี พ.ศ. 2525 สมาคมหลักสูตรคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาเพื่อให้นักเรียนใช้ศึกษาวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตรเป็นรายบุคคลกับไมโครคอมพิวเตอร์ ผลของการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา และสำนักทดสอบทางการศึกษาของมหาวิทยาลัยพริ้นซ์ตันรัฐนิวเจอร์ซีย์ สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมาคมหลักสูตรคอมพิวเตอร์ได้นำไปใช้ในโรงเรียนประถม 4 แห่ง เป็นเวลาติดต่อกัน 4 ปี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้โปรแกรมศึกษาทางคณิตศาสตร์มีทักษะในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น สรุวนักเรียนที่ใช้โปรแกรมศึกษาทางภาษาและการอ่านมีทักษะทางภาษาและการอ่านเพิ่มขึ้น เก็บน้อยแต่ส่วนมาก และปีต่อ ๆ มาจะคงที่

จะเห็นได้ว่าได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการสอนและได้ก่อให้เกิดประโยชน์เป็นอย่างมาก แนวคิดเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการสอนได้เผยแพร่ไปในประเทศต่าง ๆ เช่น อังกฤษ แคนาดา และญี่ปุ่น ในสหราชอาณาจักรในชื่อว่า ซีเอแอล (CAL) ซึ่งย่อมาจาก computer Assisted Learning หรือ ซีบีไอ (CBI) ซึ่งย่อมาจาก Computer Based Instruction ทั้งซีเอไอ ซีบีไอ และซีเอแอล ต่างก็มีความหมายเหมือนกัน

ปี พ.ศ. 2526 โรงเรียนแห่งทุกโรงในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทยอังกฤษ จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างน้อยโรงเรียนละหนึ่งเครื่องเพื่อใช้ในการเรียนการสอนและในปี พ.ศ. 2527

โรงเรียนระดับประถมศึกษามีเครื่องคอมพิวเตอร์ 14 ได้มีการฝึกอบรมครุในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำความรู้ไปใช้สอนนักเรียน

สำหรับในประเทศไทยมีสถาบันอุดมศึกษา 2 แห่ง คือ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช ได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้วิจัยและพัฒนาทางด้านการประยุกต์ใช้ในโครงการคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 และได้ประดิษฐ์โปรแกรมสำรวจ FEP (Formative Evaluation Program) ใช้ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 ต่อมาเดือนกันยายน พ.ศ. 2529 ได้ประดิษฐ์โปรแกรมที่สองคือ SCAI (System Control for Computer Assisted Instruction) SCAI จะแสดงข้อความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ได้กับทุกวิชา SCAI ใช้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 แบบ คือ แบบแสดงข้อความ แบบประเมินพัฒนาการ และแบบประเมินผลรวม ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเครื่องถ่ายเอกสาร ต่อมาเดือนเมษายน พ.ศ. 2530 ได้มี SCAI II เกิดขึ้น รุ่นนี้เพิ่มประสิทธิภาพด้านความเร็วในการทำงานและสามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มากขึ้นนิดเดียว (วสันต์ ศรีมงคล และคณะอื่น ๆ , 2541 : 23 ; อ้างอิงจาก บุญนาวา ลายสนิทเสรีกุล, 2530 : 54-58)

2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช ได้ทดลองนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อสื่อสื่อใน การเรียนการสอนทางไกล ได้รับความร่วมมือจากแคนาดา ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้คือ VITAL (Videotext Integrated Teaching and Learning) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้าง เก็บ แสดงข้อมูล ทั้งที่เป็นเนื้อหาภาษาไทย อังกฤษ และภาพประกอบ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้มีการ ได้ดูบนกันระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดวิชาที่เปิดสอน ซึ่ง ใช้ระบบนำทางความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในชุดวิชาต่าง ๆ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ VITAL ยังสามารถกรองงานการพิมพ์สำหรับใช้ผลิตรายการวิทยุ โทรทัศน์ และสร้างต้นฉบับสำหรับงาน พิมพ์ของสำนักพิมพ์ของมหาวิทยาลัยได้ ที่สูญเสียการของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชในจังหวัด เชียงใหม่ ขอนแก่น และกรุงเทพฯ ได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ VITAL ทดลองใช้ในชุดวิชา วิทยาศาสตร์กับสังคมและชุดวิชาสถิติศาสตร์และธุรกิจ (วสันต์ ศรีมงคลและคณะอื่น ๆ , 2541 : 24 ; อ้างอิงจาก ชูศักดิ์ เพรสคอท, 2531 : 131-132)

## 2. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนหรือคอมพิวเตอร์การเรียนการสอนในภาษาอังกฤษเรียกว่า CAI (Computer Assisted Instruction หรือ Computer Aided

Instruction) หรือ CAL (Computer Assisted Learning) หรือ CBE (Computer Based Education) หรือ CATL (Computer Assisted Teaching and Learning) ซึ่งเป็นความหมายอย่างเดียวกัน ได้มีผู้ให้คำอธิบายหรือให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

ขัน ถุ่รธรรม (2531 : 121) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นโปรแกรมที่นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ จะช่วยนำทัเรียนที่ได้เตรียมไว้ย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

กิตานันท์ มลิกอง (2531 : 168) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ และยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปในทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ดังนั้นจึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางเพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเรียนโดยระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียนประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลเสริมกลับเพื่อการเสริมแรงและให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าตามลำดับต่อไป

ภพ เถาไพบูลย์ (2534 : 228) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีการใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนจอหรือหน้าจอ (Monitor) จัดเป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์เรียนด้วยคนเองได้ แต่ต้องออกแบบโปรแกรมให้เหมาะสม ผู้เรียนจะได้สัมผัสโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ได้เก็บข้อมูลเนื้อหาวิชา และจัดเรียงลำดับไว้ เช่นเดียวกับแบบเรียนโปรแกรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนความคิดรวบยอดและฝึกหัดด้วยสถานการณ์จำลองและเกมสื่อคอมพิวเตอร์ ใช้กันมากในการศึกษาและสามารถประยุกต์เวลาในการสอน

ฤพิน พิพิธกุลและอรพารย ตันบรรจง (2536 : 171) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอมพิวเตอร์หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการสอนวิชาการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เช่น ประวัติความเป็นมา ลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์ การเขียนคอมพิวเตอร์ภาษาต่าง ๆ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนหมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครุในการเรียนการสอน โดยนำเสนอเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในโปรแกรม นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน กือ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พ่วงที่จำเป็น โปรแกรมและเนื้อหาหลักสูตร

ชินน์ (Zinn, 1976 : 268) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝนฝึกหัดแบบฝึกหัดและบททวนค่าดับบลเรียนให้แก่นักเรียนและบางครั้งก็ช่วยนักเรียนในด้านการติดต่อกันเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

พรินิส (Prenis, 1977 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนรู้รายวิชาไปที่ละเอียดอนในขณะที่มีการเรียนการสอนซึ่งเป็นอยู่กับการตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถ่ายทอดให้คอมพิวเตอร์สามารถอธิบายกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้หรือสามารถให้การฝึกฝนช้าแก่นักเรียนได้

สปลิตเกอร์เบอร์ (Splitgerber, 1979 : 20) ได้ให้คำจำกัดความของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นกระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode)

จากความหมายต่าง ๆ ดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่นำเสนอเนื้อหาวิชา และถ่ายทอดความรู้ทางวิชาชีพที่เก็บไว้อ่านง่ายเป็นระบบ ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ด้วย เป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองได้ ผู้เรียนสามารถใช้ฝึกหัดบททวนบทเรียนและสามารถอธิบายกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาได้

### 3. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวงการศึกษาเป็นที่มีหลายประเภทกล่าวโดยสรุปแล้วแบ่งเป็น 5 ประเภท (ศุกร์ รอดโพธิ์ทอง, 2539 : 1-3) ได้แก่

3.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) ที่พัฒนาขึ้นจากความเชื่อที่ว่า คอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากครูเรียน กต่อว่า โดยสรุปก็คือ นำเข้าให้แทนครูได้ในหลาย ๆ ภาษา เช่น ไทย อังกฤษ ฯลฯ แต่ปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเกี่ยวกับข้อจำกัดความคิดและความเชื่อในการนำเสนอเทคโนโลยีชนิดนี้มาใช้ ตลอดจนงบประมาณ โครงการของระบบการศึกษา รวมทั้งปัญหาเฉพาะด้านของแต่ละแห่ง อย่างไรก็ตาม คอมพิวเตอร์การศึกษาเชื่อว่าในอนาคตสามารถน้ำหนักของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้มาใช้เพื่อสอนเสริมสอนทั้งบททวน หรือให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองการเรียนในชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนอาจเรียนด้วยความสมัครใจหรืออาจเป็นงานค้นคว้าจากผู้สอนในห้องเรียนปกติ

3.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาทวน (Drill and Practice) ใช้บททวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นแบบการทดสอบทวนความคิดหลักและการฝึกฝนในรูปแบบของ การทดสอบ ส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นความรู้ (Knowledge) เป็นส่วนมาก

3.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) อาจออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่ หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมในสิ่งที่ศึกษาหรือทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ในรูปแบบของบทบาทสมมุติ (Roles Play) เพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหรืออาจเป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นต้น

3.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games) พัฒนาจากแนวคิดและทฤษฎีทางด้านการเสริมแรง (Reinforcement Theory) บนพื้นฐานการคืนพันที่ว่าความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนาน จะให้ผลดีต่อการเรียนรู้ และความคงทนในการจำศึกษาการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหาแนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้วกล้ายกับแบบฝึกทบทวน แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกคุ้นเคยขึ้น บทเรียนแบบเกมการสอนที่ศึกษาต้องท้าทาย (Challenge) กระตุ้นจินตนาการเพื่อฝึก และความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)

3.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test) เป็นแบบที่สร้างขึ้นก่อนอื่น ใช้เพื่อทดสอบความรู้และพิมพ์ผลการสอนของนักเรียนอาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน post-test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียน หากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่าง ๆ อาจถูกเก็บไว้ในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Item Bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้ได้ ลักษณะของข้อสอบอาจเป็นแบบเดือกดตอบ (Multiple Choices) หรือแบบถูก-ผิด (True-False) เพื่อคอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูก-ผิดได้ การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลองเข้ามาร่วมด้วย

#### 4. ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีการแบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะค่าสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทคำสอนคายด้วยหรือคงเดิมคือ จะเรียนบทเรียนนั้นก็ครั้ง คอมพิวเตอร์จะแสดงคำสอนเดิมทุกครั้ง ไม่เปลี่ยนแปลง
2. ประเภทคำสอนเอง คือ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้เห็นด้วยข้างละได้รับคำสอนที่ยกจ่ายพอ ๆ กัน แต่ไม่ซ้ำกัน
3. ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง คือ ผู้เรียนจะได้รับบทเรียนที่มีความยากง่ายไม่เท่ากัน เปลี่ยนไปตามระดับความสามารถของผู้เรียน

นอกจากนี้อาจแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะความซับซ้อนของคอมพิวเตอร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบง่าย (Simplistic CAI) เป็นคอมพิวเตอร์ที่เขียนโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ง่าย ๆ ใช้ชาร์คแวร์น้อย มักมีข้อจำกัดด้านความสามารถในการสร้างภาพ (Graphic) และความซับซ้อนในการคำนวณ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบขั้นซ่อน (Complex CAI) เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในด้านการสร้างภาพ การคำนวณและอื่น ๆ

หรืออาจแบ่งลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามบทบาทและหน้าที่ต่อการเรียนได้ 2 แบบ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป มีหน้าที่สนับสนุนการสอนตามปกติ เนื้อหาของบทเรียนมักเป็นการเสริมความเข้าใจ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก ทำหน้าที่แทนการสอนปกติใช้สอนโดยไม่ต้องมีการเสริมจาก การสอนในชั้นเรียน

## 5. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ศิรุปái ได้คัดนี้ (สถาพร แสงศพท., 2539 : อ้างอิงมาจาก Hannafin and Peck, n.d. : 17-25)

1. ต้องมีวัตถุประสงค์การเรียน เพราะจะช่วยแนะนำกิจกรรมที่เหมาะสมและหัวข้อที่จำเป็นในบทเรียนให้แก่ผู้สร้างบทเรียนช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบรายละเอียดหัวข้อสำคัญ ๆ ในบทเรียน ช่วยให้ผู้สอนตัดสินใจได้ถูกต้องว่าบทเรียนใดเหมาะสมกับชั้นเรียนหรือเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนและยังเป็นตัวกำหนดการประเมินผลทั้งของนักเรียนและของครูบทเรียนเอง วัตถุประสงค์จะเป็นตัวบอกวิธีการประเมินผล ดังนั้นวัตถุประสงค์จึงต้องวัดได้ มาก ให้รู้ว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนนั้นแล้ว ได้ความรู้อะไรบ้าง

2. จะต้องเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน บทเรียนบางอย่างสร้างขึ้นมาสำหรับคนบางกลุ่ม การสอนจะเหมาะสมกับคนกลุ่มนั้น ๆ ท่านนั้น ก่อนจะนำบทเรียนประเทกน์ไปใช้จะต้องประเมินระดับความรู้ ทักษะ ความสามารถของผู้เรียนเสียก่อน นอกจากนี้แล้วเครื่องมือที่ใช้เป็นตัวໄ่าสัมภูต (Input) เช่น แป้นพิมพ์ (Keyboard) จอสัมผัส (Touch Screen) เป็นต้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับผู้เรียนด้วย

3. จะต้องมีปฏิกริยาประเภทสั่งครรภ์ ให้มากที่สุด (Maximizes Interaction) ข้อดีของการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่ดีเหนือค่า คือการสั่งสั่งครรภ์แบบโปรแกรมที่มีปฏิกริยาประเภทสั่งครรภ์ระหว่างผู้เรียนกับตัวบทเรียน

4. จะต้องสามารถปรับใช้ได้ตามความต้องการของผู้เรียน ควรนับบทเรียนสอนซ่อนให้ด้วยกับผู้เรียนเข้าเป็นต้องใช้ส่วนนี้ บางบทเรียนจะให้นักเรียนเลือกระดับความยากของบทเรียน ได้ตามที่ต้องการ

รวมทั้งอาจมีส่วนที่ผู้สร้างบทเรียนสร้างให้มีการเก็บบันทึกและเก็บคำวิจารณ์ของผู้เรียนเมื่อเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว

5. จะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจตลอดเวลา บทเรียนที่ดีจะต้องส่งเสริมให้เกิดการคิดและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

6. จะต้องเข้าหาผู้เรียนในลักษณะทางบวก เช่น ทำให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ไม่ใช่วิธีการทำโทษ

7. จะต้องมีปฏิกริยาข้อนกลับหลาย ๆ อช่าง ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนอาญุน้อย ๆ ปฏิกริยาข้อนกลับทางบวกจะกระตุ้นเมื่อผู้เรียนทำงานได้ดี เช่น คำชมเชย รูปภาพ เป็นต้น

8. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการสอน หลากหลายบทเรียนถูกพัฒนาใช้ในโรงเรียนและใช้โดยนักเรียนแต่ละคนในห้องเรียน ครูและนักเรียนจะเกี่ยวข้องกัน แต่จะปฏิบัติกิจกรรมกันคนละอย่าง บทเรียนที่ดีจะต้องมีครูเกี่ยวข้องด้วย แต่ต้องน้อยที่สุด นักเรียนควรจะเรียนด้วยแต่เดินจนจบโดยปราศจากการช่วยเหลือจากครู ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของนักเรียนควรจะบันทึกโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อว่าครูจะได้ประเมินผลได้ในภายหลัง สำหรับนักเรียนโดยรึ่มีการเรียนมากขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะต้องปรับให้เข้ากับสถานการณ์นั้น ๆ เช่น นำเอาคอมพิวเตอร์ไว้ในห้องปฏิบัติการแทนการวางแผนในห้องเรียน เป็นต้น

9. ประเมินผลความสามารถผู้เรียน ให้อ่ายangenเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อคำダメที่ถูกต้องกับวัตถุประสงค์ของการสอนหรือผู้เรียนเข้าไปถูกต้องและค่าตอบแทนก็จะประเมินผลอย่างเหมาะสม

10. จะต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นแหล่งความรู้อย่างฉลาด เช่น ใช้คอมพิวเตอร์ในการคิดคำนวณซึ่งจะใช้เวลาอีกมากในการหาผลลัพธ์ ใช้จัดเก็บและจัดการกับข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้แปลความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนกับทั้งกลุ่ม ในการนี้ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องพึ่งพาความบันเทิงความสนุกสนานของคอมพิวเตอร์ เพราบางทีความสามารถจำต้องของคอมพิวเตอร์อาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

11. ขึ้นกับหลักการของ การออกแบบการสอน การออกแบบบทเรียนที่ดีจะชูใจผู้เรียน ให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียน ตรวจสอบความรู้เบื้องต้นตามที่บทเรียนนั้น ๆ ต้องการ แสดงการสอนที่มีขั้นตอนและประเมินความก้าวหน้าได้บ่อย ๆ ให้ปฏิกริยาข้อนกลับมีการฝึกทักษะอย่างพอเพียง มีการประเมินผลการเรียนทั้งของผู้เรียนและตัวบทเรียนในตอนสุดท้ายของการเรียน

12. จะต้องประเมินผลได้ทั้งบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องถูกประเมินผลได้หลายระดับด้วยเด่นคุณภาพการสอน ความมีคุณค่า ความสาขางานมีชีวิตชีวา หลักสูตรที่เกี่ยวข้องและรวมไปถึงความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย

## 6. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทบาทหนึ่งของคอมพิวเตอร์ที่ให้ประโยชน์แก่วิธีการศึกษาคือ การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลากหลายประการดังนี้ (ทักษิณ สวนานันท์, 2530 : 215; อรพินทร์ ประสิทธิรัตน์, 2530 : 8; บุพิน พิพิธกุลและอรพรรณ ตันบรรจง, 2536 : 173; สิริพร ทิพย์คง, 2537 : 175)

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามอัจฉริภาพ มีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีกด้านต้องการ
2. ช่วยประหยัดเวลาในการสอน ครูจะได้มีเวลาที่เหลือไปใช้ปรับปรุงการสอน ศึกษาค่าธรรมะ และวิจัย เป็นการพัฒนาความสามารถให้นำกันยิ่งขึ้น
3. ผู้เรียนป้อนกลับได้ทันที สามารถรวมเอาสี ภาพและเสียงเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
4. สามารถชี้ให้เห็นได้ตามสถานที่ที่สังเคราะห์ เช่นที่บ้าน โรงเรียน หรือที่ทำงานที่ได้
5. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น ไม่ลืมแปลงเวลา
6. ทำให้ผู้เรียนมีเขตคิดต่อวิชาที่เรียน
7. สอนสังกัดและทักษิณชั้นสูงตลอดจนจัดอบรมสถานการณ์ท่านให้กับต่อการเรียนรู้
8. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนตามกำลังขั้นตอนจากง่ายไปยากทำให้เกิดความแม่นยำในเนื้อหาวิชาที่ไม่เข้าใจ
9. เป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งเปลี่ยนใหม่
10. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล หารือต้องคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา
11. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน ได้โดยอัตโนมัติ
12. สามารถคำนวณ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจึงเรียนได้เร็วและถูกต้อง
13. ผู้เรียนไม่สามารถตอบผลิตภัณฑ์ตอบก่อนเป็นการบังคับให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริงก่อน จึงจะดำเนินบทเรียนต่อไป
14. ช่วยผ่อนแรงผู้สอนและลดปัญหาการขาดแคลนครุภัณฑ์สอน ทำให้การสอนมีมาตรฐานและคุณภาพเหมือนกัน
15. เป็นการสร้างเสริมนวัตกรรมเพื่อการศึกษา
16. ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คิคานันท์ นลิตทอง (2538 : 198-199) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดัง

## 7.1 ข้อคิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพราะการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่เปลี่ยนแปลงใหม่

2. มีการใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเพิ่มความเหมือนจริง เป็นการเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอყากรีบเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด และทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ช่วยบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น คะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไป

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้สอนเป็นรายบุคคล โดยกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนพร้อมทั้งแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยผู้เรียนที่เรียนช้า ไม่ต้องเร่งรีบ และไม่ต้องอยู่เมื่อตอนคำถูกติด

6. ช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียน ได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูล ได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมายัง

## 7.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานที่จะต้องพิจารณาให้รอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการคุ้มครองข้อมูล

2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ มีจำนวนและขนาดเนื้อหาจำกัด ส่วนใหญ่จะใช้ในวงการศึกษาเท่านั้น ๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ไดมาตรฐานระดับเดียวกันเพื่อสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เช่น ชุดฟ์แวร์ที่ผลิตขึ้นใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของไอบีเอ็ม ไม่สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของแมคอินทอช (Macintosh)

4. การที่ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองเป็นงานที่ต้องยาศักดิ์เวลา สดีปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่งทำให้เป็นภาระเพิ่มมากขึ้น

5. ไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ทั้งนี้ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้วางโปรแกรมไว้ล่วงหน้าไม่สามารถขับเคลื่อนทุกอย่างตามที่วางไว้

6. เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะที่เป็นผู้ใหญ่อย่างจะไม่ชอบ ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

## หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Courseware) มีองค์ประกอบดังนี้ (บุปผาดิ พัทพิกรณ์, 2535 : 14-15)

1. เลือกโปรแกรมสร้างบทเรียน
2. เรียนรู้วิธีใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน
3. กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. วางแผนรีปต์บทเรียน
6. สร้างบทเรียนตามสคริปต์
7. ทดสอบบทเรียน
8. เก็บไฟล์บทเรียนลงแฟล์
9. เตรียมแผ่นดิสก์บทเรียน

ก่อนจะลงมือสร้างบทเรียนควร ได้ทำความคุ้มเคยกับโปรแกรมสร้างบทเรียนก่อนว่ามีองค์ประกอบและลักษณะการทำงานอย่างไร หลังจากได้ทดลองใช้โปรแกรมเพื่อให้เกิดความคุ้มเคยเบื้องต้นแล้วเข้าใจการทำงานและความสามารถในการทำงานของโปรแกรมแล้ว ขั้นตอนไปจึงเป็นการเลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะเป็นแบบฝึกทบทวน แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ แบบสร้างสถานการณ์จำลองหรือแบบเกณฑ์กันนั้นซึ่งออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนโดยเขียนผังการทำงานของบทเรียนจะช่วยให้เข้าใจชัดเจนขึ้นว่าจะสร้างบทเรียนอย่างไร นิยมเขียนผังการทำงานของโปรแกรมบทเรียนโดยใช้รูปสัญลักษณ์แทนความหมายของแต่ละกระบวนการที่เรียนดังนี้ (บุปผาดิ พัทพิกรณ์, 2535 : 15-16)

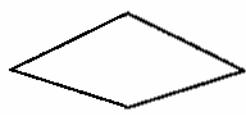
→ แผนที่ทางจากกรอบหนึ่งไปอีกรอบหนึ่ง



แผนกรอบเริ่มต้นหรือกรอบขอบบทเรียน

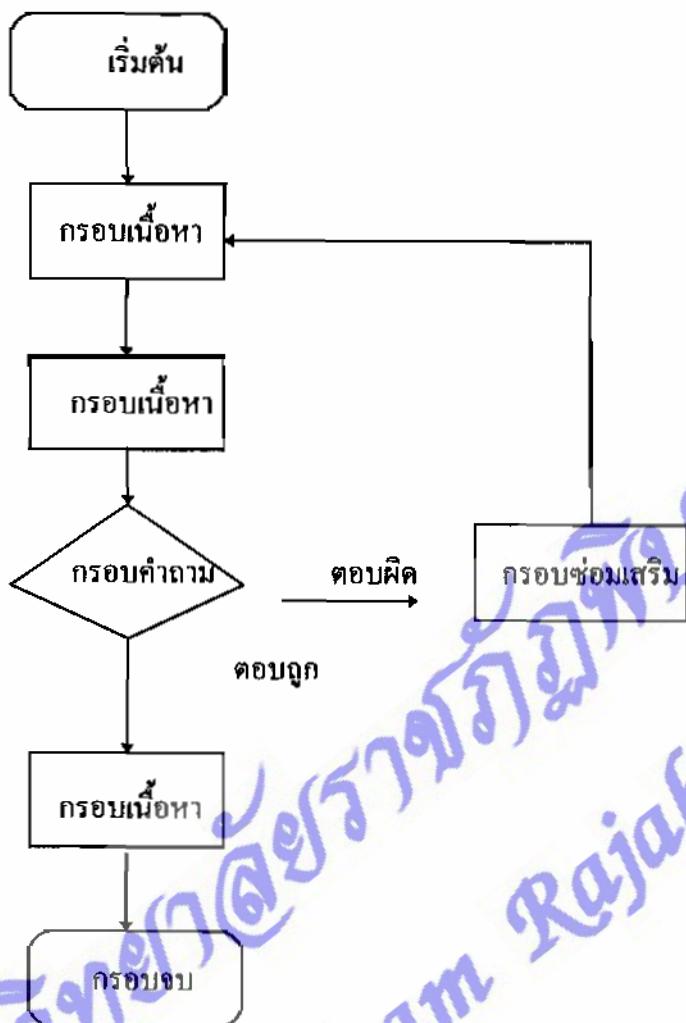


แผนกรอบเนื้อหาและกรอบช่องเสริม



แผนกรอบคำถ้ามหรือกรอบตัดสินใจว่าจะเลือกอะไร

ตัวอย่างผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์



3. รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 2 ลักษณะ (บุปผาดิ พัทธิกรณ์, 2535 :

16-20)

#### 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program)

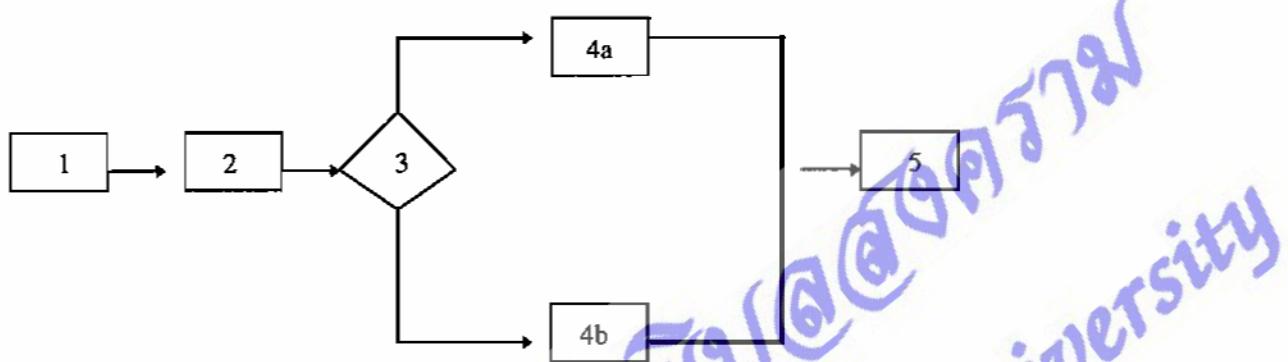
เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่องเป็นเทคนิควิธีการที่สร้างและใช้ได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถ้าเรียงต่อกันไปในทิศทางเดินทางเดียว ลักษณะบทเรียนแบบนี้ไม่เกินที่นิยมในปัจจุบัน เพราะจะเรียกเนื้อหาด้วยตัว ผู้เรียนเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อ

ความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันซึ่งต้องเรียนผ่านทุกกรอบมาที่ละกรอบเหมือนกันทุกคน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เป็นแผนผังได้ดังนี้



## 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแพกเกจ (Branching Program)

บทเรียนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะท้าทายและน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนเลือกได้ตามระดับความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตน แสดงแผนผังได้ดังนี้



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแพกเกจ มีหลายรูปแบบดังนี้คือ

1. แบบข้อนกลับ (Linear Program with Repetition) กล้ามกลึงกับโปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำาณแก้กระระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบไม่ถูกโปรแกรมจะให้ผู้เรียนข้อนกลับมาอั้งกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้งและถามคำาณเดิมซ้ำอีก

2. แบบสอนก่อนข้ามกรอบ (Pre-test and Skip Format) บทเรียนลักษณะนี้ทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เมื่อหานี้ไปอั้งกรอบเนื้อหาอุดประสงค์อื่น

3. แบบข้ามและข้อนกรอบ (Gate Frames) ผู้เรียนสามารถข้ามกรอบไปได้หากกรอบขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา หรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อเป็นการทำทวนเนื้อหานางส่วนใหม่

4. แบบทางเดินหลักเส้น (Secondary Tracks) ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลักระดับทางเดินระดับที่ 1 ที่ในเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำาณบิษยะละเอียดมากนัก ทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อ กับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจะมีได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับความเข้าใจในเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อย

เพียงใด กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มาตรฐานลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงข้อความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น

5. แบบกรอบซ่อมเสริมเดียว (Single Remedial Branch) จะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถ้าด้วยกันจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางนวากและเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนแล้วจึงเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป

6. แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบกรอบซ่อมเสริมเดียว ต่างกันตรงที่แทนที่จะแยกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียวกลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนข้อละ 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม

7. แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาตามด้วยกรอบคำถ้าที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถ้าแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถ้าแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถ้าเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถ้าในกรอบนั้นใหม่และเลือกคำถือบอื่น ดังนั้นจะมีคำถือบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำถือบ คำถือบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไปนั่นคือ ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าตอบผิดไปограмก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมาเข้าคำถ้าเดิมใหม่

8. แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequence) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แยกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถ้าของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องก็สามารถเดินต่อจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ข้อหน้า ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเดือกดำเนินที่มีอยู่ 3 คำถือบโดยมีคำถือบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำถือบ คำถือบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำถือบที่ถูกต้องก็จะไปยังเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมาเข้าคำถ้าของกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อปรึกษาและตอบคำถ้าใหม่อีกครั้ง ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกรอบ บางคนผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ

9. แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อมูลร่องของผู้เรียนหรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำตามอยู่ในรูปแบบที่มีค่าตอบใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำตามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

## ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดีย

### 1. ความหมายของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียหมายถึง การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการผลิตหรือเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ร่วมด้วย ๆ เพื่อเสนอผลในรูปแบบของตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงเพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาและเรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่หลากหลายและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับสื่อ (กิตานันท์ มลิทอง, 2538 : 84) ซึ่งตรงกับที่อนุชัย ธรรมเรืองไชยศรี (2538 : 1) กล่าวไว้ว่า นั้นคือการผสมผสานกันของตัวอักษรชนิดเช่น ตัวอักษร ภาษา เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพหน้าจอ ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดข้อมูลไปยังผู้ฟังโดยการผสมสื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ

วิธีผสมผสานสื่อกำได้หลายวิธี โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการให้มีการประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการจัดเรื่องเรื่องราวเป็นลำดับขั้นตอนและฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นการคัดเลือกเสริม เพื่อใช้ในการรับและอัดสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพที่ต้องการ (พรพิพัฒน์ อัจฉิมารังษี, 2536 : 21-22)

นอกจากนี้ยังรวมไปถึง ความหมายของมัลติมีเดียหมายถึง การคิดค่อสื่อสารในหลากหลายรูปแบบ เช่นตัวอักษร ภาษา หรือเสียง ซึ่งสามารถแยกส่วนประกอบของโปรแกรมในลักษณะมัลติมีเดียได้ดังนี้

1. ตัวอักษร (Text) ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ (Font) ขนาด (Size) และสี (Color)
2. ภาพนิ่ง (Picture) ซึ่งมีสีที่สวยงาม
3. ภาพยนตร์ (Movie) ซึ่งถ่ายจากของจริง
4. ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เช่น การตุน
5. เสียง (Sound) โดยนำเสนอจากเสียงจริงหรือสังเคราะห์ใหม่
6. การควบคุม (Control) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกส่วนที่ต้องการ

### 2. การใช้งานของมัลติมีเดีย

การใช้งานของมัลติมีเดียมีราก柢มาจากดังนี้ (กองบรรณาธิการ, 2537 : 128-131)

1. การติดเสียงคือ การบันทึกเสียงโดยผ่านไมโครโฟนแล้วเก็บเสียงนั้นเป็นไฟล์ ซึ่งต้องใช้การคัดเสียงในโทรศัพท์และซอฟต์แวร์ที่เขียนสนับสนุนความสามารถด้านการบันทึกเสียง เช่น ผู้ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งสารสัคเวิ้งหลาย นอกจากระบบนี้รูปภาพและคำบรรยายที่เป็นตัวอักษร แล้วข้างสามารถทำให้มีเสียงออกมายได้ด้วย ซึ่งเสียงที่เปล่งออกมานามากไฟล์ที่นำไปประยุกษาไปในโปรแกรมที่ใช้งาน

2. สั่งงานด้วยเสียง เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มักมีเดิมที่ทางด้านการสั่งงานเป็นความสามารถอีก อันหนึ่งที่พึงจะทำได้แล้วในเดือนนี้ ซึ่งต้องมีการคัดเสียง ในโทรศัพท์และซอฟต์แวร์ที่สนับสนุน การสั่งงานด้วยเสียง

3. ข้อมูลภาพ เนื่องจากไฟล์ภาพคุณภาพสูงแต่ละภาพมีขนาดใหญ่ ตั้งแต่หลายร้อยกิกะไบต์ ไปถึงหลายเมกะไบต์ การเก็บไฟล์ภาพเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่ต้องใช้ชีรอมเก็บไฟล์ภาพ และผู้ใช้สามารถเอารูปชีรอมเป็นข้อมูลภาพได้ หากที่เก็บของสร้างขึ้นมา หรือมาจากการถ่ายภาพด้วยไฟล์มาร์มูราซึ่งต้องนี้ การคัดลอกสำหรับแคปเจอร์ภาพ และมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำภาพมาใช้งานได้

4. การกระจายข้อมูล เนื่องจากความจุของแผ่นชีรอมหนึ่งแผ่นมีค่ามาก ดังนั้นไฟล์ข้อมูลไฟล์เสียง หรือไฟล์รูปภาพ สามารถจัดเก็บไว้ในแผ่นชีรอมได้ ซึ่งต้องมีโทรศัพท์ชีรอมสำหรับเขียน

5. ประชุมทางไกล การประชุมทางไกลของบุคคลแต่ละสถานที่โดยใช้ชีนั้นมีประโยชน์ ทักษะอย่าง นักจากที่ผู้ประชุมสามารถประชุมเป็นภาพและเสียงแล้ว ผู้ประชุมสามารถส่งแฟกซ์ข้อความไฟล์ของข้อมูลถึงผู้เข้าประชุมแต่ละคนได้อีกด้วย

### 3. คุณลักษณะเฉพาะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับมัลติมีเดีย

คุณลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับมัลติมีเดียมีดังนี้ (กองบรรณาธิการ, 2537 : 132)

1. พีซีที่ใช้อายุน้อยกว่าเป็นเครื่องระดับ 486 Dx-33
2. หน่วยความจำหรือแรมอย่างน้อย 8 MB ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการกำหนดความเร็วในการทำงานของเครื่อง
3. ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้ความจุขนาด 240 MB เป็นอย่างต่ำ เพื่อเก็บข้อมูลประเภทไฟล์เสียงและภาพมาก ๆ
4. จอภาพ 14 นิ้ว ความละเอียด 800 x 600 พิกเซล และ廉เป็นจอภาพ 17 นิ้ว ความละเอียด 1024 x 768 พิกเซล สำหรับบันทึกโทรศัพท์

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

ได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างกว้างขวางทั่วภัยในประเทศและต่างประเทศดังนี้

**1. งานวิจัยภายในประเทศ**

สมบัติ สาหาน (2534 : 79-80) "ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์ โดยนำเสนอไปทดลองใช้กับนิสิตของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร วิชาเอกฟิสิกส์ ผลปรากฏว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์มีความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างบทเรียนและภาพประกอบอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการเรียนการสอนได้"

พรพรรณ หาญพิกพ (2535 : 204-205) "ได้วิจัยผลของสื่อของจริงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องตัวแอลกอเจนของพนักงานธนาคารพาณิชย์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานธนาคารกรุงไทยสำนักงานใหญ่ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มแรกเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเดียว กลุ่มที่สองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบของจริง ผลการวิจัยสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีสื่อของจริงประกอบบทเรียนกับไม่มีสื่อของจริงประกอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05"

วิชาร์ช เกษมพิทักษ์พงศ์ (2536 : 320) "ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษานิที ๕ ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คนของโรงเรียนวัดโนนทึพยัพ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทางภาษา จากนั้นจึงทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน ของโรงเรียนอุพราช จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้และท่าการปรับปรุง จากการทดลองพบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 85/85 คือได้ 90.12/92.93"

มนดา อนันตศิริชัย (2536 : 311) "ได้ทดลองใช้โปรแกรมในโครงการคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร เป็นกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้และไม่ใช้บทเรียนในโครงการคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้บทเรียนในโครงการคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนทดลองใช้อารยธรรมข้าคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นยังพบว่าบันทึกเรียนที่ใช้บทเรียนโปรแกรมในโครงการคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้และบันทึกเรียนที่ใช้บทเรียนนี้ยังเห็นค่ายต่อการนำไปบทเรียนโปรแกรมในโครงการคอมพิวเตอร์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ ประกอบกับมีความต้องการที่จะเรียนในเรื่องอื่น ๆ ของวิชาฟิสิกส์ด้วย"

๑  
๕๖๑. ๓๙๐๗๔๕๕๔๖๗  
๒. ๒

128743

อมร สุขจารัส (2536 : 329-330) ได้วิจัยเรื่องผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร โดยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร ให้กับกลุ่มทดลองเรียนบทเรียนเรื่องการย่อยอาหาร โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเวลา 2 สัปดาห์ และกับกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีสอนปกติใช้เวลา 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเห็นด้วยอย่างมากกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำไปใช้ในการเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร มาใช้ช่วยสอนแทนครูได้

สำพาย รัตต์ โอกาส (2538 : 44-45) ได้ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเมตริกซ์และคีทอร์มินันต์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพเป็น  $86.20/82.43$  และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีนัส คุณแสงและคนอื่น ๆ (2538 : 528-529) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขา วิชาเคมี คณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในหัวข้อเรื่อง “ของแข็ง” โดยใช้โปรแกรมกราฟิก THAISHOW รุ่น 3 ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำมาใช้ได้กับทั้งขอสีและขอโนในโคลร์ เมื่องจากโปรแกรมกราฟิก THAISHOW มีข้อจำกัดคือ สามารถเขียนโปรแกรมให้มีขนาดได้ไม่เกิน 65535 ใบต์ เท่านั้น ไม่สามารถออกแบบเป็น 3 โปรแกรมย่อยคือ SOLID-1, SOLID-2 และ SOLID-3 แต่ละโปรแกรมจะมีขนาดไม่เกิน 65535 ใบต์

พ.ต.ทวีศักดิ์ บุญรักษาและปรีชา อุพาพิน (2538 : 662-663) ได้ศึกษาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาทักษะในการใช้เส้นในนำแสงของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณภาพหาราคาคกระบบ โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional 2.0 และ Macromedia Director 4.0 ซึ่งพัฒนาภายใต้ในໂຄຣซอฟต์แวร์ 3.11 โดยได้แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 3 ตอน คือ ความรู้เบื้องต้นทางแสง อุปกรณ์แสง และการประยุกต์ใช้เส้นในนำแสง ลักษณะของบทเรียนแต่ละตอนจะประกอบด้วยเนื้อหาวิชาที่มีรูปภาพเคลื่อนไหว ตัวหนังสือ เสียงพูด และเสียงดนตรีประกอบในลักษณะที่ได้ตอบกับผู้เรียนได้ นอกจากนี้เมื่อเรียนจบแต่ละตอนก็จะมีแบบทดสอบท้าชนให้ทดลองทำอีกด้วย จึงเหมาะสมสำหรับผู้สอนไปเพื่อใช้ในการศึกษาหรือทบทวนในเรื่อง เทคโนโลยีเส้นในนำแสงเบื้องต้นจากคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง

นิรันดร์ วิทิตอนันต์ และสมเกียรติ ปauthumสีริวรรษ (2538 : 506-507) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อใช้คำนวณและวิเคราะห์ผลการทดลองทางฟิสิกส์ในวิชาปฎิบัติการฟิสิกส์ I ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นของการวิจัยนี้ชื่อ Lab Physics Utility (LPU Ver. 1.0) จัดเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประणา CBLA (Computer Based Learning Aids) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณเพื่อลดขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการคำนวณค่าต่าง ๆ ถ้าจะพิเศษของซอฟต์แวร์นี้คือ สามารถแสดงผลและการติดต่อกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย ตลอดจนสามารถสร้างกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น ๆ ด้วย สำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ที่ซอฟต์แวร์นี้คำนวณได้คือ เครื่องแอดวูด การเคลื่อนที่แบบชาร์มอนิกอย่างง่ายของสปริง กฎของชาร์ลและเกย์-ลูสแซก การทดลองของเมย์และกำลังสูงสุดของไฮด์ ความด้านทาน

สุนีต ฤทธิ์ประเสริฐ (2540 : 102) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนานักศึกษาเดียวเพื่อช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 50 คน และครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนทดลองใช้บทเรียนดังกล่าวแล้วตอบแบบทดสอบและแบบสอบถาม เจตคติที่มีต่อบทเรียนนี้ ผลการวิจัยสรุปว่าบทเรียนมีผลต่อความเข้าใจในเรื่องฟิสิกส์เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ส่วนครูผู้สอนให้ต่อแบบสอบถามด้านเจตคติที่มีต่อบทเรียนนี้ ผลการวิจัยสรุปว่าบทเรียนมีผลต่อความเข้าใจในเรื่องฟิสิกส์เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ระดับคิด สำหรับเจตคติที่ต่อบทเรียนของนักเรียนและครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในด้านความน่าสนใจของบทเรียน มีผลต่อความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมีผลต่อความเข้าใจ ความหมายและออกคลื่อนของภาษาประกอบภาษาเคลื่อนไหวกับเนื้อหาในบทเรียนมีผลต่อความเข้าใจ ความหมายและออกคลื่อนของภาษา..

หทัยา ปานะบุตร (2540 : 67) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องทัศนอุปกรณ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกักดิชุมพลวิทยา จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียน มัลติมีเดียวิชาฟิสิกส์เรื่องทัศนอุปกรณ์โดยใช้โปรแกรมสำหรับป้องเซอร์แวร์ และแบบสอบถามด้านเจตคติคือบทเรียนมัลติมีเดีย พนวจเจตคติของนักเรียนในด้านความน่าสนใจของบทเรียน ความเข้าใจ ภาษาของเนื้อหาบทเรียน ความสะดวกและรวดเร็วในการเรียนปกติ ความรู้และความเพลิดเพลิน การจัดการเรียนการสอนไม่จำกัดสถานที่และเวลาซึ่งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ช่วยให้เรียนรู้ได้กว้าง

ข้าง ช่วยให้ความรู้มากกว่าตัวเรียนธรรมชาติ การจัดทำบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนวิชาอื่นและความหมายของบทเรียนสำหรับใช้ในการสอนแทนครุอยู่ในระดับคุณภาพ

## 2. งานวิจัยในต่างประเทศ

ทาวโร (Tauro, 1981 : 643-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาเคมี และเขตติดต่อวิชาเคมีของนักศึกษาที่เลือกลงทะเบียนวิชาเคมี 127 มหาวิทยาลัยคอนเนคติก็ต สหรัฐอเมริกา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สองใช้การเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเขตติดต่อวิชาเคมีในเชิงบวกสูงกว่ากลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนตามปกติ และนักศึกษายังแสดงความคิดเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นและแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

โอดิเคน (Oden, 1982 : 355-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวัดผลกระทบต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเรียนจากการสอนแบบบรรยาย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเขตติดต่อวิชาคณิตศาสตร์และนิรภัยแบบแพร่หลายกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไรท์ (Wright, 1984 : 1063-A) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการเรียนช่องเรียนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม ซึ่งคัดเลือกจากโรงเรียนในรัฐแคลิฟอร์เนีย กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มนี้มีความคล้ายคลึงกันมาก กลุ่มแรกใช้เวลาเรียน 6 สัปดาห์ในการเรียนช่องเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ในช่วงภาคฤดูร้อน ยกเว้นหนึ่งใช้การเรียนการสอนแบบเดิม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมของนักเรียนที่ใช้ช่องเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบเดิมในห้องเรียน

ไวส์ (wise, 1984 : 2432-A) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบจำลองในโครงคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตติดต่อของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภาษาไทย ใช้กลุ่มตัวอย่าง 58 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการ กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์หลังปฏิบัติการ และกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนปฏิบัติการและหลังปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนตามปกติ และแต่ละกลุ่มต่างก็มีเขตติดต่อวิชาคณิตศาสตร์ภาษาไทย

จอห์นสัน, จอห์นสันและสแลนน์ (Johnson, Johnson and Slannen, 1985 : 668-677) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโครงสร้างการเรียนแบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเขตติดต่อของนักเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยเดียวทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือมีผลต่อปริมาณและ

คุณภาพของผลสัมฤทธิ์ประจำวันต่อการแก้ปัญหาการทดสอบความจำและการนำเสนอความรู้ไปใช้ได้สูงกว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแบ่งขั้นและแบบรายบุคคล

กิชา拉 (Gizara, 1989 : 3236-B) ได้วิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจาก การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนแบบปกติ โดยให้กู้นหนึ่งเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกกู้นหนึ่งเรียนโดยโปรแกรมการเรียน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกู้นที่ เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดีกวากู้นที่ใช้โปรแกรมการเรียน

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีสถาบันการศึกษาต่าง ๆ หลายแห่งต่างก็ได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนกันอย่างกว้างขวาง ได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้สอนในสาขาวิชาต่าง ๆ ซึ่งได้ให้คุณค่าและประโยชน์หลัก ของการผลของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสอนเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น ตลอดจนมีความกระตือรือร้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นผู้เรียนซึ่งมีจิตติที่ดีต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นควรสนับสนุนวิชาต่าง ๆ จึงควรได้มีการพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ สะดวกและง่ายต่อการใช้เป็นที่นำเสนอในห้องการเรียนรู้

### บทที่ 3

#### การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินตามขั้นตอนค่าง ๆ ในเรื่องต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สอดคล้องในการวิจัย

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โปรแกรมวิชา  
วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก จำนวน 49 คน

#### เครื่องมือในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเกณฑ์ วิชาเคมีนิโนนทรี 1 (หลักสูตร ค.บ. วิทยาศาสตร์  
ทั่วไป) ซึ่งผู้จัดสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมออชอร์เวร์ (Authorware) มีการเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด  
และแบบทดสอบหลังเรียน สำหรับอุปกรณ์ชาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้มีดังนี้

1. ไมโครคอมพิวเตอร์เครื่อง Pentium 400 ขึ้นไป
  2. Hard Disk 12 GB
  3. Ram 16 MB
  4. VGA Monitor
  5. MS-DOS 6.2 Thai Edition
  6. Authorware Version 3.5
  7. Microsoft Word for Windows 95
2. แบบทดสอบหลังเรียน มีลักษณะเป็นปรนัยแบบเดือกดอน 5 ตัวเลือก อยู่ท้ายบทเรียน จำนวน

3. แบบสอบถามเจตคติต่อนที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมุดเกมี มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า (Rating Scale) ให้เลือกตอบตามความจริงหลังจากได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว มีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด มีทั้งหมด 15 ข้อ

### วิธีดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมที่สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอยเชอร์แวร์

1.1 วิธีการใช้โปรแกรมอยเชอร์แวร์ มีรายละเอียดดังนี้

1) เมื่อเข้าสู่โปรแกรมwin โควส์ที่มีระบบมัลติมีเดียครบจะอุ่นสัญญาณภาพ  
หรือไอคอน(Icon) ต่างๆ ค้างภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงกลุ่มสัญญาณภาพต่าง ๆ บนวินโควส์

2) คลิกมาส์ส่องครั้งที่กู้น ไอคอนอ้อเซอร์แวร์ จะปรากฏกรอบของโปรแกรมอ้อเซอร์แวร์ ซึ่งจะปรากฏกู้น ไอคอนค้าง ๆ ของอ้อเซอร์แวร์ดังภาพประกอบ 2



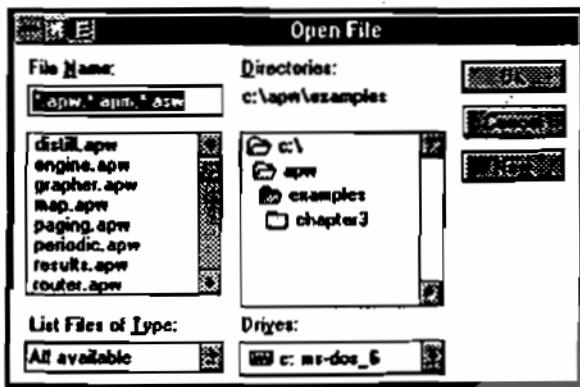
ภาพประกอบ 2 แสดงกู้น ไอคอนของโปรแกรมอ้อเซอร์แวร์

3) คลิกมาส์ส่องครั้งที่กู้น ไอคอนอ้อเซอร์แวร์ จะปรากฏหน้าของโปรแกรมดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงหน้าของโปรแกรมอ้อเซอร์แวร์

4) คลิกเมาส์หนึ่งครั้งที่ภาพของนำเพื่อผ่านไป จะปรากฏกรอบ Open File สำหรับใช้เรียกไฟล์เดิมที่มีอยู่แล้วอย่างมาใช้งานต่อดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงหน้าต่างการเปิดไฟล์

5) คลิกเมาส์ที่ปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกกรอบนี้ และสร้างไฟล์ใหม่ต่อไป โดยคลิกเมาส์ที่เมนู File และเลือกเมนูช่อง New File จะปรากฏกรอบข้อ Untitled และเส้นแพนกุน (Flow Line) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงหน้าต่างไฟล์ที่เปิดใหม่

แผนเมนูบนกรอบหน้าต่าง Untitled จะมีเมนูหลักดังนี้คือ

(1) File ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับการเปิดไฟล์เก่าและสร้างไฟล์ใหม่ การนำเอาภาพมาประกอบเนื้อหา การจัดเก็บไฟล์ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบ การแสดงผลของการ การแพคไฟล์ การจัดพิมพ์งาน เลิกใช้งาน

(2) Edit ใช้จัดการเกี่ยวกับการสร้างของภาพ เช่น การลบทิ้ง การอัดสำเนา การรวม/แยกกลุ่มภาพหรือข้อความ การเลือกภาพ/ข้อความ การกำหนด Effect ต่าง ๆ ในการนำเสนอ/ลงข้อมูลบนของภาพ การกำหนดสีพื้นและสีตัวอักษร การกำหนดลักษณะ การแสดงลักษณะบนพื้นของ

(3) Variables ใช้เกี่ยวกับรายการตัวแปรที่มีให้เลือกใช้และสามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ตามความต้องการ

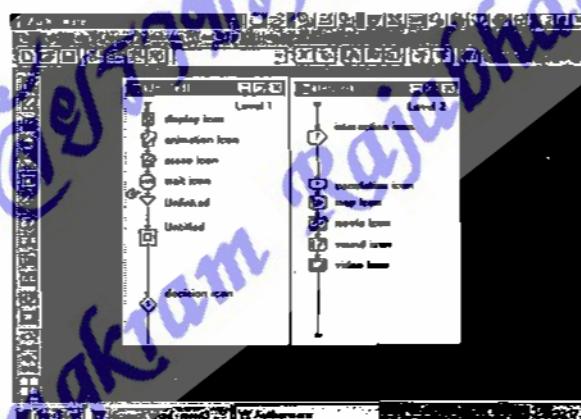
(4) Models ใช้ในการแสดงของภาพหรือโครงสร้างบทเรียน

(5) Font เป็นรูปแบบตัวอักษร ขนาด ลักษณะการพิมพ์ภาษาต่าง ๆ

(6) Style การจัดตัวอักษร จัดหน้าจอ

(7) Try It การทดลองบทเรียนที่สร้างขึ้น

6) สัญลักษณ์ภาพต่าง ๆ ที่เรียงอยู่บนหน้าจอทางด้านซ้ายมือ ชี้สู่ความสามารถในการสร้างภาพประกอบ 6 สัญลักษณ์เหล่านามาเรียงบนเส้นแนวนอนกันไปได้ทันทีดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงสัญลักษณ์ภาพต่าง ๆ

## จากภาพประกอบที่ 6 สัญลักษณ์ภาพที่ใช้มีดังนี้

 (1) Display Icon ใช้สร้างภาพ/ข้อความใด ๆ บนกรอบของไอคอนชนิดนี้ จากการใช้กล่องเครื่องมือ

 (2) Animation Icon ใช้เคลื่อนย้ายภาพ/ข้อความจากจุดหนึ่ง ๆ ไปยังอีกจุดหนึ่งภายในเวลาหรือความเร็วที่กำหนด ต้องทำงานร่วมกับไอคอนตัวอื่น เช่น Display Icon, Interaction Icon หรือ Calculation Icon

 (3) Erase Icon ใช้ลบภาพ/ข้อความบนหน้าจอคือรูปแบบต่าง ๆ ของการลบโดยการนำ Erase Icon ไปวางเรียงต่อจาก Icon ที่มีภาพหรือข้อความที่ต้องการลบ

 (4) Wait Icon ใช้หยุดการทำงานของขอบเขต/บทบรรยายชั่วขณะกว่าจะมีการกดปุ่มคลิกเม้าส์หรือหมุนเวลาตามที่กำหนดไว้

 (5) Navigate Icon เป็นปุ่มสำหรับเลือกไปยังหน้าต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น เป็นหน้าต่อไปหรือไปยังหน้าแรก

 (6) Frame Work Icon ใช้กำหนดทางเลือกตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น การเลือกสูตรไปใช้งานหน้าต่อไปหรือย้อนกลับไปยังหน้าที่ผ่านมา หรือจะใช้งานต้องการกลับไปหน้าแรกหรือหน้าสุดท้าย ในขณะที่ใช้งานอาจใช้ปุ่มสูตรค้นหาหน้าที่ต้องการ ในการทำงานของสัญลักษณ์ให้นำมาวางไว้ที่เส้น Line แล้วคลิกที่สัญลักษณ์ของ Frame Work Icon ก็จะแสดง Display Icon, Interaction Icon และ Navigate Icon เพื่อเขียนทางเดิน

 (7) Decision Icon ใช้ในการกำหนดทางเลือกตามที่ต้องการ ได้แก่ การวนลูป หรือการแสดงซ้ำ ๆ ในบทเรียน/บทบรรยาย

 (8) Interaction Icon ใช้กำหนดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ กับผู้เรียนตามการเลือกแต่ละแบบ



(9) Calculation Icon แสดงฟังก์ชันค่าง ๆ ซึ่งใช้ในการคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปคำนวณและประเมินผล ซึ่งต้องใช้ร่วมกับไอคอนชนิดอื่น ๆ



(10) Map Icon จัดและรวมกลุ่มไอคอน เพื่อจัดระเบียบการคิดและการวางแผนบทเรียน/บทบรรยายให้ชัดเจน



(11) Start and Stop กำหนดการทำงานเป็นส่วนย่อย ๆ หรือแบ่งตอนตามความต้องการในบทเรียน/บทบรรยาย โดยไม่ต้องเริ่มตั้งแต่ต้น



(12) Sound Icon ใช้ในการพسانเสียงต่าง ๆ ที่ได้จากการทำงานของเครื่องเสียงเข้ากับกรอบบทเรียน/บทบรรยาย และการกำหนดครุปแบบการแสดงเสียง



(13) Movie Icon ใช้พسانภาพเคลื่อนไหวแบบภาพยนตร์เข้ากับบทเรียน/บทบรรยาย โดยใช้ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวที่สร้างมาจากโปรแกรมอื่น



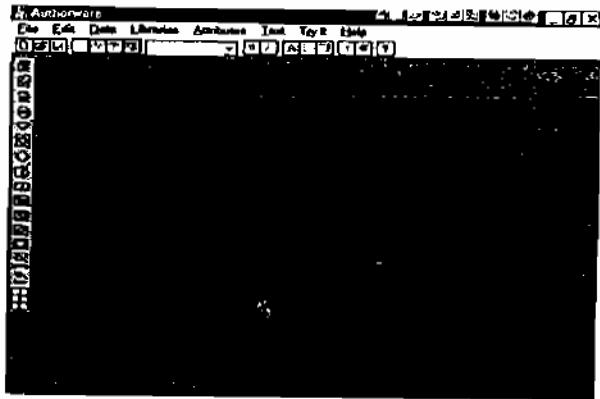
(14) Video Icon ใช้พسانภาพวิดีโอเข้ากับบทเรียน/บทบรรยาย โดยใช้อุปกรณ์ประกอบ



(15) Move Icon ใช้ในการทำให้ภาพที่สร้างใน Display Icon เคลื่อนที่

1.2 การทำงานของโปรแกรมซอฟต์แวร์ จะประกอบด้วยหน้าต่างสำหรับทำงานเฉพาะอย่างนี้ 4 ส่วน คือ

1) ส่วนของโปรแกรมที่มีแบบรือหน้าต่างว่า Authorware Professional จะมีสัญลักษณ์ภาพเรียงเป็น列าอยู่ภายใต้ชื่อในกรอบที่เหลือบนศีนผ้าด้านซ้ายของภาพ สัญลักษณ์ภาพเหล่านี้นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียน (Design Icon) ในหน้าต่างออกแบบบทเรียนดังภาพประกอบ 7



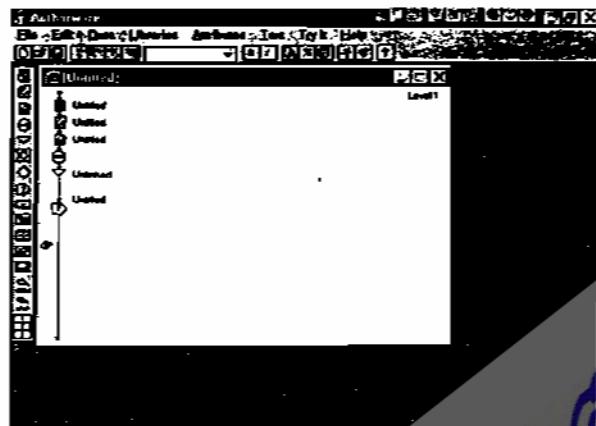
ภาพประกอบ 7 แสดงหน้าต่าง Authorware Professional

2) ส่วนออกแบบบทเรียน ซึ่งจะมีหน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window) ซึ่งประกอบด้วยไฟล์บทเรียน และเส้นลำดับบทเรียน (Flow Line) เป็นหน้าต่างที่ไม่มีเมนูดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงหน้าต่างบทเรียน

ในหน้าต่างนี้จะมีส่วนสำหรับนำสัญลักษณ์ภาพมาวางตามลำดับที่ออกแบบบนที่เรียนสามารถใช้มาส์ลากไปวางในตำแหน่งต่าง ๆ สลับที่กันได้หรือนำสัญลักษณ์ภาพใหม่มาแทรกระหว่างสัญลักษณ์ภาพที่วางไว้แล้วก็ได้ ถ้าสัญลักษณ์ภาพมีมากให้ใช้วิธีการรวมสัญลักษณ์ภาพไว้ด้วย Map Icon คัพภาพประกอบ 9



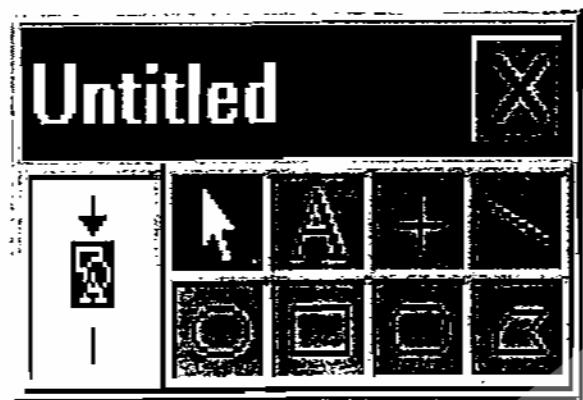
ภาพประกอบ 9 แสดงสัญลักษณ์ภาพที่นำมาจัดเรียงบนเส้นแผนภูมิ

3) ส่วนนำเสนอบบทเรียน จะมีหน้าต่างนำเสนอบบทเรียน (Presentation Window) ซึ่งหน้าต่างนี้จะปรากฏเมื่อเปิดสัญลักษณ์ภาพดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงหน้าต่างนำเสนอบบทเรียน

4) ส่วนเครื่องมือสร้างภาพ จะมีกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Tool Box) ประกอบด้วยແຕบชื่อของสัญลักษณ์ภาพที่เปิด ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ตามสมบัติของเครื่องมือดังภาพประกอบ 11



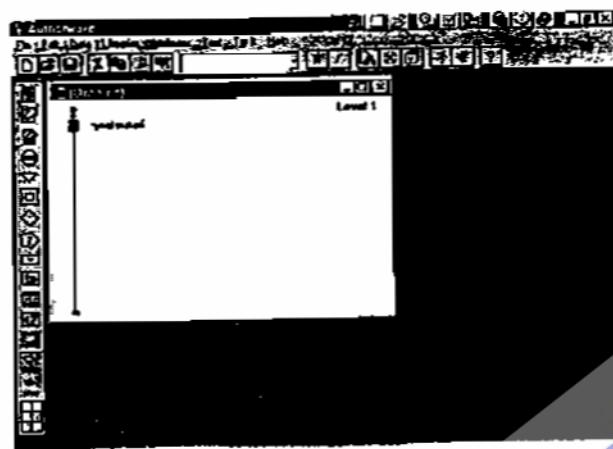
ภาพประกอบ 11 แสดงกล่องเครื่องมือสร้างภาพ

การเปลี่ยนการสร้างภาพและตัวอักษร โดยการใช้กล่องเครื่องมือใน Display Icon ให้นำ Display Icon มาวางไว้ที่เส้นแพนぐนิคดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงสัญลักษณ์ภาพ Display บนเส้นแพนぐนิ

คลิกเมาส์ที่ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นแบบสีน้ำเงินที่ตัวอักษรให้พิมพ์ตัวอักษรเพื่อเป็นการตั้งชื่อ  
Display Icon ค้างภาพประกอบ 13



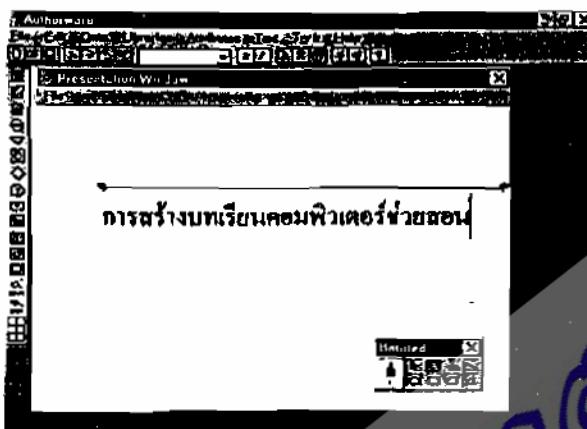
ภาพประกอบ 13 แสดงการตั้งชื่อสัญลักษณ์ภาพ

คลิกเมาส์สองครั้งที่ Display Icon จะปรากฏกรอบ Presentation Window และกล่องเครื่องมือ ค้าง  
ภาพประกอบ 14



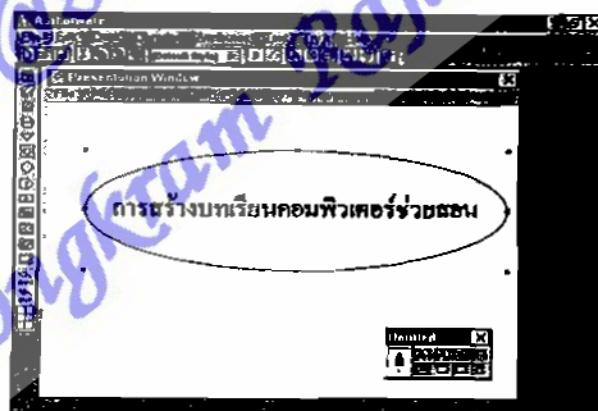
ภาพประกอบ 14 แสดงหน้าจอ Presentation

เมื่อปุ่มกดล่องเครื่องมือที่สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ เช่น ถ้าต้องการจะเขียนตัวอักษรให้คลิกมาส์ที่ตัวแทนนั้นและสามารถพิมพ์ตัวอักษรได้ เมื่อสร้างตัวอักษรเสร็จแล้วให้คลิกมาส์ที่รูปลูกศร ดังภาพประกอบ 15



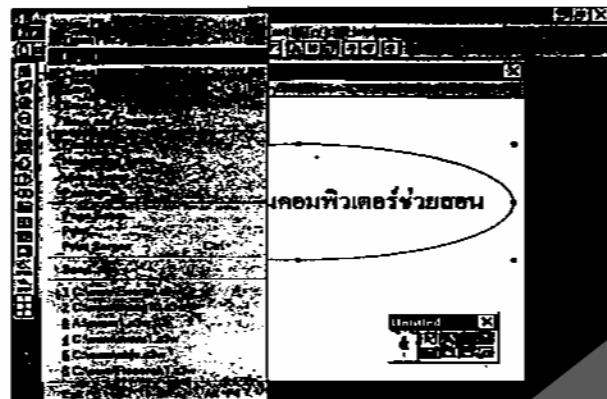
ภาพประกอบ 15 แสดงการเขียนตัวอักษร

การสร้างรูปวงกลม วงรี สำหรับเดินตรง กากบาท กระทำได้เช่นเดียวกัน โดยการคลิกมาส์ เลือกรูปตามความต้องการในกล่องเครื่องมือ แล้วจึงไปคลิกที่หน้าจอ Presentation ก็จะได้ภาพที่ต้อง การนั้น ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงการเขียนรูปวงรี

การเรียกภาพนิ่งจากไฟล์ที่มีอยู่แล้วโดยคลิกเมาส์สองครั้งที่ Display Icon จะปรากฏหน้าจอ Presentation Window ให้คลิกที่ไฟล์เมนูเลือก Import Graphics ดังภาพประกอบ 17



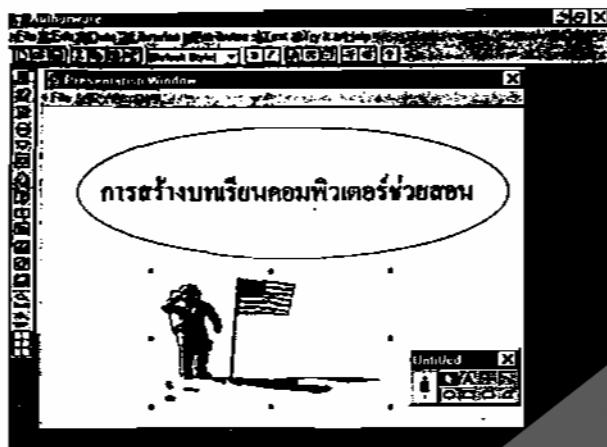
ภาพประกอบ 17 แสดงการเรียกไฟล์ภาพ

เมื่อปรากฏกรอบ Import Graphics ก็ให้กดคลิกเมาส์เลือก Drive และใน Subdirectory ที่มีภาพเก็บอยู่จะจะปรากฏชื่อไฟล์ที่เก็บรูปภาพในสกุล .BMP และ .PCX ดังภาพประกอบ 18



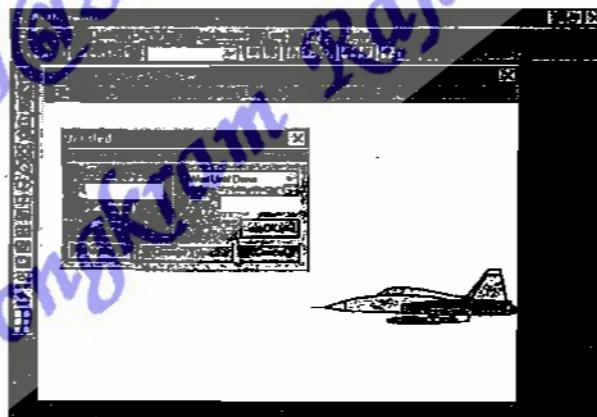
ภาพประกอบ 18 แสดงการเรียกคุไฟล์ภาพ

ใส่รูปภาพที่ต้องการแล้วด้วยการขอภาพก่อนให้คลิกเลือกที่ปุ่ม View เมื่อได้ภาพแล้ว ก็ให้คลิกที่ปุ่ม Paste ภาพที่เลือกไว้จะไปปรากฏที่กรอบ Presentation ดังภาพประกอบ 19



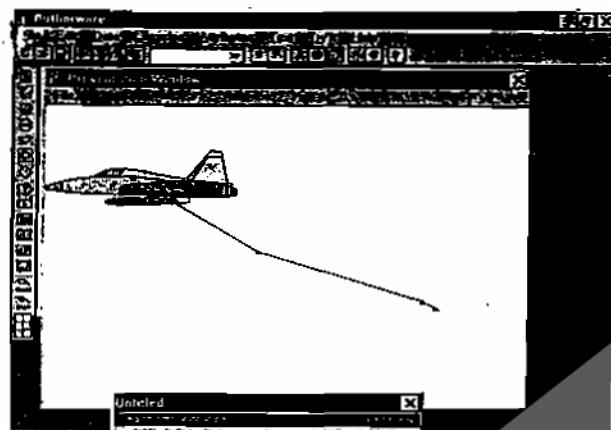
ภาพประกอบ 19 แสดงการเรียกใช้ไฟล์ภาพ

การสร้างภาพเคลื่อนไหวจากโปรแกรมอธิบายเบื้องต้น เมื่อสร้างภาพจากกล่องเครื่องมือหรือเรียกภาพนั่นมาแล้วต้องการให้เป็นภาพเคลื่อนไหวให้กดปุ่ม Move Icon มาทางค่อ Display Icon ที่มีภาพที่ต้องการให้เคลื่อนไหว ให้คลิกมาส์ส่องครั้งที่ Move Icon จะปรากฏกรอบขึ้นมาให้คลิกที่ปุ่ม Change Type และคลิกเลือกที่ Fixed Path แล้วคลิกปุ่ม OK จากนั้นจะได้กรอบดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 แสดงการใช้คำสั่งสร้างภาพเคลื่อนไหว

ขั้ยกรอบการเคลื่อนที่ไว้ด้านข้างเพื่อให้เห็นภาพที่ต้องการทำให้เคลื่อนไหว หลังจากนั้นนำไปคลิกมาส์ที่รูปภาพ แล้วคลิกลากรูปภาพไปตำแหน่งที่ต้องการให้ภาพเคลื่อนที่ไป แล้วกดปุ่ม OK ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 แสดงคำแนะนำภาพเคลื่อนไหว

ถ้าต้องการคุยกับที่ทำการเคลื่อนไหวให้นำ Wait Icon มาวางต่อ Move Icon แล้วให้คลิกมาส่องครั้งที่ Wait Icon เพื่อเลือกเงื่อนไขก่อนพิมพ์ลงกับบันทึก Erase Icon มาวางต่อ Wait Icon เพื่อใช้ลบภาพทั้งหมดของหน้าจอ ก่อนที่จะนำเสนอนำหน้าใหม่ จากนั้นให้ไปเลือกที่เมนู Try It คลิกเดือด Run

การเรียกภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอจากไฟล์ที่จัดเก็บไว้แล้วให้นำ Movie Icon มาวางไว้บนเส้นแนวนอน แล้วคลิกมาส่องครั้งที่ Movie Icon จะปรากฏกรอบให้เลือกชื่อไฟล์และสกุลของภาพเคลื่อนไหว ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 แสดงคำแนะนำภาพที่เรียกภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอบนเส้นแนวนอน

เลือก Drive และ Subdirectory ที่เก็บไฟล์ของภาพเคลื่อนไหวจากวีดิโอดามที่ต้องการ เมื่อได้แล้ว ให้กดปุ่ม Preview เพื่อดูก่อนว่าใช้ไฟล์ตามที่ต้องการหรือไม่ ดังภาพประกอบ 23



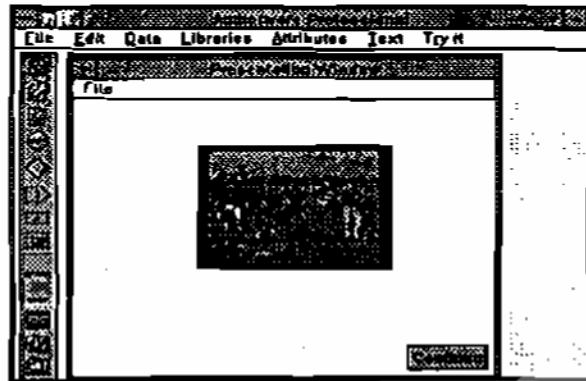
ภาพประกอบ 23 แสดงการเรียกคุ้มไฟล์ภาพเคลื่อนไหวจากวีดิโอดาม

เมื่อได้ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวตามที่ต้องการแล้วให้คลิกที่ปุ่ม OK จะปรากฏกรอบเพื่อกำหนดความยาวของภาพตามต้องการได้ ดังภาพประกอบ 24



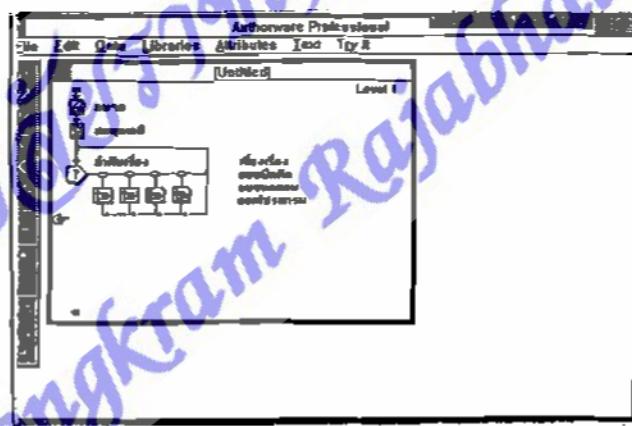
ภาพประกอบ 24 แสดงคำสั่งของภาพเคลื่อนไหวจากวีดิโอดาม

คลิกเม้าส์ซึ่กครั้งกี่จะปรากฏหน้าจอจะได้ภาพเคลื่อนไหวจากวีดิโอดตามที่ต้องการ สามารถคลิกข้ายกตำแหน่งของภาพไปไว้ตามที่ต้องการได้ดังภาพประกอบ 25



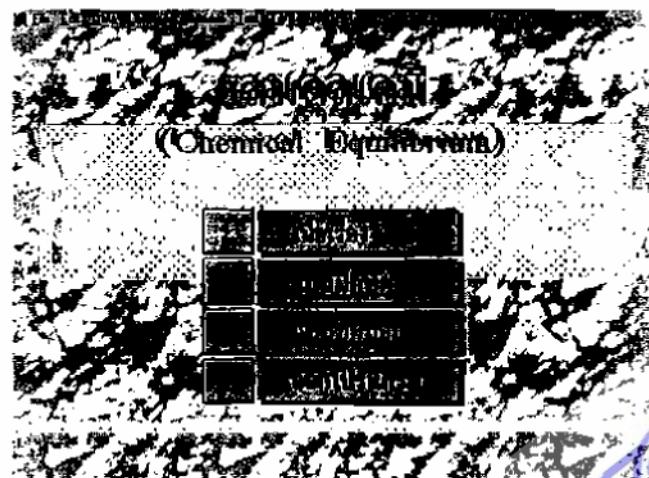
ภาพประกอบ 25 แสดงภาพเคลื่อนไหวจากวีดิโอด

การสร้างเมนูเพื่อใช้เลือกเนื้อหา โดยการใช้ Interaction Icon ร่วมกับใช้ Map Icon ดังภาพประกอบ 26



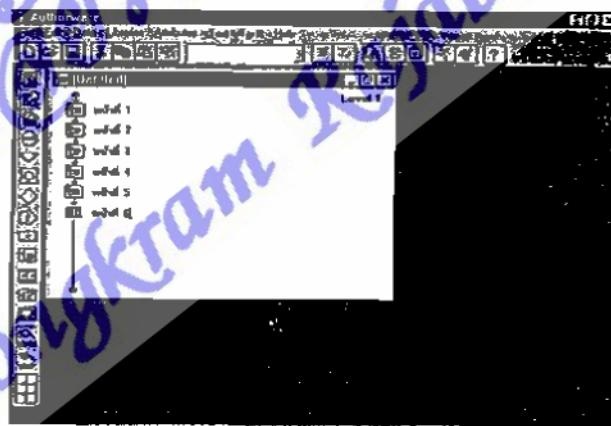
ภาพประกอบ 26 แสดงสัญลักษณ์ภายในการสร้างเมนู

การนำ Map Icon มาวางที่เดินแผนกุมิ ก็จะปรากฏปุ่มสำหรับให้คลิกเลือกเท่ากับจำนวนของ Map Icon สามารถเขียนข้อความต่าง ๆ ลงบนปุ่มได้ตามความต้องการคั่งภาพประกอบ 27

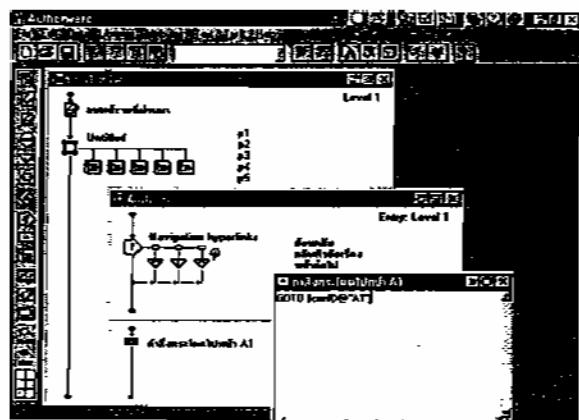


ภาพประกอบ 27 แสดงภาพปุ่มเมนู

ในการจัดเรียงปุ่มต่าง ๆ ที่ได้จาก Map Icon ให้คลิกมาเพื่อสองครั้งที่ Interaction Icon การขึ้นหน้ากันบันของแต่ละหน้าจอ ทำได้โดยนำหน้าจอที่สร้างเสร็จแล้วไว้ในแต่ละหน้ามาเรียงต่อกันโดยใช้ Frame Work Icon ดังภาพประกอบ 28 และภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 28 แสดงสัญลักษณ์ภาพของแต่ละหน้าที่นำมาเรียงต่อกัน



ภาพประกอบ 29 แสดงสัญลักษณ์ภาพการคลิกหน้าต่อไปและการข้อนหน้าก่อน

การสร้างแบบทดสอบและรวมคะแนน โดยใช้ Calculation Icon, Interaction Icon, Map Icon และ Display Icon ดังภาพประกอบ 30 และภาพประกอบ 31



ภาพประกอบ 30 แสดงสัญลักษณ์ภาพในการสร้างแบบทดสอบและรวมคะแนน



### ภาพประกอบ 31 แสดงสัญลักษณ์ภาพในการสร้างแบบทดสอบและรวมคะแนน

2. ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่องสมดุลเคมีเกี่ยวกับจุดประس่งกึ่งการเรียนรู้และขอบเขตของเนื้อหาวิชา
  3. จัดแบ่งเนื้อหา โดยจะเน้นส่วนไขความสำคัญ ๆ เป็นหัวข้อค่าง ๆ ดังนี้
    1. ความหมายของสมดุลเคมี
    2. กฎของสมดุลเคมี
    3. จลนพลศาสตร์เคมีและค่าคงตัวสมดุล
    4. เทอร์โมไครานามิกส์และค่าคงตัวสมดุล
    5. ความสัมพันธ์ระหว่าง  $K_p$  และ  $K_c$
    6. ข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงตัวสมดุล
    7. หลักของเลอชาเตอเลอ
    8. การคำนวณเกี่ยวกับสมดุลเคมี
  4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่เป็นระบบมัลติมีเดียกึ่งประกอบด้วยภาพ เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ในร้านค้าด้านชั้นการนำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัดจะมีการเลือกตอบโดยกดคปุ่มหรือคลิกเมาส์ มีการเสริมแรงและแนะนำการทำแบบฝึกหัด มีการเฉลยแบบฝึกหัดและการแจ้งผลการเรียนในทันที
  5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการเรียนการสอน โดยทดลองกับนักศึกษาจำนวน 49 คน
  6. ให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามตามวัดเจอกดที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามวัดเขตติที่นำมาวิเคราะห์

2. วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามวัดเขตติโดยดำเนินการดังนี้

1) นำแบบสอบถามวัดเขตติมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ดังนี้

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
น้อย	2	คะแนน
น้อยที่สุด	1	คะแนน

2) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง ควรปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง พอดี
คะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง ดี
คะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง ลึกมาก

### สูตรที่ใช้ในการวิจัย

1. สูตรใช้หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$\bar{X}$  แทนค่าเฉลี่ย  
 $X$  แทนคะแนนของแต่ละคน  
 $\sum X$  แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทนจำนวนนักศึกษา

f แทนความถี่

2. สัดสีใช้หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N - 1)}}$$

S.D. แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทนคะแนนของแต่ละคน

$\sum X$  แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักศึกษา

f แทนความถี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

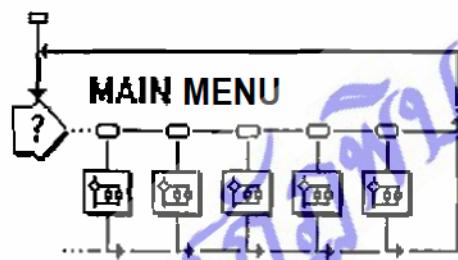
## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นและได้นำไปใช้ในการศึกษาเรื่องสมดุลเคมีในวิชาเคมีอนินทรีย์ I ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณิตศาสตร์ ได้ผลการวิจัยดังนี้

#### ผลการวิเคราะห์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสมดุลเคมี

บทเรียนชุดนี้ประกอบด้วย 5 หัวข้อเรื่อง ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 แสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### รายละเอียดมีดังนี้

1. บทนำ แสดงผลทางของภาพ 3 กรอบ
2. บทเรียน แสดงผลทางของภาพทั้งหมด 47 กรอบ ซึ่งประกอบด้วย
  - 2.1 ความหมายของสมดุลเคมี แสดงผลทางของภาพ 6 กรอบ
  - 2.2 กฎของสมดุลเคมี แสดงผลทางของภาพ 5 กรอบ
  - 2.3 ขั้นตอนวิธีคิด แสดงผลทางของภาพ 9 กรอบ
  - 2.4 เทอร์โมไคนามิกส์ แสดงผลทางของภาพ 4 กรอบ
  - 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง  $K_p$  และ  $K_c$  แสดงผลทางของภาพ 4 กรอบ

- 2.6 ข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงตัวสมดุล แสดงผลทางขอภาพ 6 กรอบ
- 2.7 หลักของเลอชาเตอร์กิโอ แสดงผลทางขอภาพ 5 กรอบ
- 2.8 การคำนวณเกี่ยวกับสมดุลเคมี แสดงผลทางขอภาพ 8 กรอบ
3. แบบฝึกหัด แสดงผลทางขอภาพ 21 กรอบ
4. แบบทดสอบ แสดงผลทางขอภาพ 28 กรอบ
5. บทงบ แสดงผลทางขอภาพ 1 กรอบ

### ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการใช้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี ได้ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของนักศึกษา

จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
49	50	30.2	60.4

จากตาราง 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 30.2 หรือคิดเป็นร้อยละ 60.4

### ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาที่มีต่อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ได้ผลดังตาราง 2 ดังตาราง 4

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติของนักศึกษาด้านการนำเสนอ

ข้อที่	เจตคติ	$\bar{x}$	S.D.
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความน่าสนใจเพียงใด	4.19	0.44
2	ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้อง	4.04	0.62

ข้อที่	เขตติ	$\bar{X}$	S.D.
3.	กับเนื้อหาเพียงใด เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความหมายสนับสนุนเพียงใด	3.12	0.89
4.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความหมายสนับสนุนเนื้อหาในบทเรียนเพียงใด	3.80	0.64
5.	ภาษาที่ใช้คำศัพท์ ตลอดจนสัญลักษณ์ต่างๆ หมายความเพียงใด	3.72	0.64
6.	ความละเอียดของเนื้อหาในบทเรียนเรื่องนี้ หมายความเพียงใด	3.72	0.53
	รวม	3.76	0.62

จากตาราง 2 ค่าเฉลี่ยของเขตติของนักศึกษาด้านการนำเสนอ มีค่าเท่ากับ 3.76 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเกี่ยวกับความนำเสนอ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเขตติของนักศึกษาด้านการนำไปใช้

ข้อที่	เขตติ	$\bar{X}$	S.D.
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความหมายสนับสนุน ให้สอนแทนครู ได้มากน้อยเพียงใด	3.73	0.74
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนได้สะดวกและรวดเร็ว กว่าการเรียนตามปกติ มากน้อยเพียงใด	3.78	0.70
3.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ได้ดี กว่าตัวเรียนธรรมดามากน้อยเพียงใด	3.45	0.58
4.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมี ความรับผิดชอบในการเรียนมากน้อยเพียง ใด	3.50	0.88

ข้อที่	เขตคติ	$\bar{X}$	S.D.
5.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากน้อยเพียงใด	3.65	0.64
6.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใด	3.58	0.61
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด	3.93	0.64
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเด่นที่มากน้อยเพียงใด	3.80	0.64
9.	ผู้ที่เรียนรู้สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด	3.75	0.62
10.	สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้เรียนโดยไม่จำกัดสถานที่และเวลามากน้อยเพียงใด	3.60	0.83
11.	สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาอื่นในสาขาวิชาเดียวกันได้มากน้อยเพียงใด	3.87	0.55
12.	สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาในสาขาวิชาอื่นๆ ได้มากน้อยเพียงใด	3.87	0.67
	รวม	3.70	0.67

จากตาราง 3 ค่าเฉลี่ยของเขตคติของนักศึกษาด้านการนำไปใช้มีค่าเท่ากับ 3.70 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเกี่ยวกับการให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใดของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเขตติของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อที่	เขตติ	$\bar{x}$	S.D.
1.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความน่าสนใจเพียงใด	4.19	0.44
2.	ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาเพียงใด	4.04	0.62
3.	เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด	3.12	0.89
4.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียนเพียงใด	3.80	0.64
5.	ภาษาที่ใช้คำศัพท์ ตลอดจนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เหมาะสมเพียงใด	3.72	0.64
6.	ความละเอียดของเนื้อหาในบทเรียนเรื่องนี้เหมาะสมเพียงใด	3.72	0.53
7.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมที่จะใช้สอนแทนครูได้มากน้อยเพียงใด	3.73	0.74
8.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการเรียนตามปกติมากน้อยเพียงใด	3.78	0.70
9.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ได้ดีกว่าตัวเรียนธรรมดามากน้อยเพียงใด	3.45	0.58
10.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนมากน้อยเพียงใด	3.50	0.88

ข้อที่	เอกสาร	$\bar{X}$	S.D.
11.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากน้อยเพียงใด	3.65	0.64
12.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใด	3.58	0.61
13.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด	3.93	0.64
14.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่มากน้อยเพียงใด	3.80	0.64
15.	ผู้ที่เรียนรู้สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้น ๆ ได้มากน้อยเพียงใด	3.75	0.62
16.	สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้เรียนโดยไม่จำกัดสถานที่และเวลามากน้อยเพียงใด	3.60	0.83
17.	สามารถนำไปทบทวนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาอื่นในสาขาวิชาเดียวกันได้มากน้อยเพียงใด	3.87	0.55
18.	สามารถนำไปทบทวนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาในสาขาวิชาอื่น ๆ ได้มากน้อยเพียงใด	3.87	0.67
	รวม	3.72	0.65

จากตาราง 4 ค่าเฉลี่ยของเอกสารของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 3.72 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเกี่ยวกับความน่าสนใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

- เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูณเคมี สำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมี อนินทรีย์ 1 รหัส 4023201
- เพื่อหาผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมคูณเคมี
- เพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีเรื่องสมคูณเคมี

#### ความสำคัญของการวิจัย

- เป็นแนวทางในการผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี
- เป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิชาเคมี
- ทำให้การสอนบทเรียนทำได้รวดเร็ว ประหยัดเวลาและแรงงาน
- ผู้เรียนสนใจในวิชาเคมีและเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงครามพิษณุโลก จำนวน 49 คน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูณเคมี ซึ่งเป็นโปรแกรมของอาจารย์ware
- แบบทดสอบวัดผลลัพธ์ทางการเรียนเรื่องสมคูณเคมี
- แบบสอบถามวัดเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูณเคมี

#### วิธีดำเนินการวิจัย

- ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่องสมคูณเคมีเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้และขอบเขตของเนื้อหาวิชา

2. จัดแบบเนื้อหาเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของสมดุลเคมี
2. กฎของสมดุลเคมี
3. จอนพกศาสตร์เคมีและค่าคงที่สมดุล
4. เทอร์โมไดนามิกส์และค่าคงที่สมดุล
5. ความสัมพันธ์ระหว่าง  $K_p$  และ  $K_c$
6. ข้อสรุปเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล
7. หลักของเลอชานเดลิเอ
8. การคำนวณเกี่ยวกับสมดุลเคมี

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งประกอบด้วยภาพ เสียง เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด แบบแบบทดสอบ

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการเรียนการสอน โดยทดลอง กับนักศึกษาจำนวน 49 คน

5. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมีจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ โดยหาค่าเฉลี่ยและร้อยละ

6. วิเคราะห์ผลคิดที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ จากแบบสอบถามโดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมีที่ได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ คะแนนเฉลี่ย 30.2 มากคะแนนเดิน 50 หรือคิดเป็นร้อยละ 60.4 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 50 ซึ่งทั่วไปอยู่ที่

2. ค่าเฉลี่ยระดับเขตคิดของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการนำเสนอ มีค่า เท่ากับ 3.76 ผลการศึกษาปรากฏว่าอยู่ในระดับดี ซึ่งในด้านการนำเสนอประกอบด้วยความน่าสนใจ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาของภาพประกอบ ความ เหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ คำศัพท์ ตลอด จนสัญลักษณ์ต่าง ๆ และความเหมาะสมในด้านความละเอียดของเนื้อหาในบทเรียน

3. ค่าเฉลี่ยระดับเขตคิดของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการนำไปใช้มีค่า เท่ากับ 3.70 ซึ่งอยู่ในระดับดี ซึ่งเขตคิดด้านการนำไปใช้ประกอบด้วย ความเหมาะสมในการใช้สื่อ

แทนครุ ความสะความรู้เรื่องการเรียนตามปกติ การให้ความรู้ที่ดีกว่าเดารเรียน การทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน การทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน การส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ การให้ความรู้และความเพลิดเพลิน การให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ การช่วยผู้ที่เรียนเข้า การนำไปใช้ประโยชน์จากเวลาและสถานที่ การนำไปใช้กับเนื้อหาอื่นในสาขาวิชา กัน และการนำไปใช้กับเนื้อหาวิชาในสาขาอื่น ๆ

## อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเรื่องสมดุลเคมีโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้คะแนนเฉลี่ย 30.2 หรืออยู่ระดับ 60.4 ซึ่งไม่สูงมากนักอาจเป็นเพราะสาเหตุดัง ๆ ดังนี้

1.1 ทักษะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของนักศึกษางานคนซึ่งไม่ชำนาญพอ จึงมีส่วนทำให้การเรียนรู้ในเนื้อเรื่องลดลงได้

1.2 เมื่อหัวข้อบางส่วนเป็นการจำแนก จึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจยาก

1.3 เวลาที่ใช้ในการศึกษาบทเรียนมีจำกัดอาจเป็น เพราะห้องเรียนไม่อ่อนนวย

1.4 พื้นความรู้ของนักศึกษาห้องทดลองเคมีซึ่งไม่เทียบ泊

2. จากการวิเคราะห์เขตคิดของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี พบว่านักศึกษามีเขตคิดที่คล้ายกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่น่าสนใจสามารถอ่านเข้าใจได้ดีกัน ทำให้เกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย (อรพินธ์ ประสีหิรัตน์, 2530 : 8) เป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเพื่อการเรียนคุ้มค่าคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่เปลกแตกต่าง (กิตานันท์ มลิทอง, 2538 : 198-199) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการได้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ตันบรรจง, 2536 : 171) ทำให้เรียนได้สะดวก รวดเร็วและประหยัดเวลา (ทักษิณา สวนานันท์, 2530 : 215) สำหรับผู้ที่มีความสามารถด้อยกว่าก็สามารถใช้เวลาบนหน้าจอได้นานเท่าที่ต้องการโดยไม่ทำความรำคาญให้แก่ผู้ที่เรียนได้รีบกว่า (โภกาพรรณ แสงศรีพันธ์, 2539 : 52-53)

## **ข้อเสนอแนะ**

### **ข้อเสนอแนะด้านการเรียนการสอน**

1. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียนโดยไม่จำกัดเวลา
2. ใน การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรให้ผู้สอนมีส่วนในการบรรยายประกอบการเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น
3. ควร มีการพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักศึกษาอย่างกว้างขวาง เพราะจะช่วยให้การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างได้ผลและมีประสิทธิภาพ
4. ควรพัฒนาปรับปรุงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ให้มีประสิทธิภาพและทันสมัยอยู่เสมอ

### **ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย**

1. ควร มีการเบริ่งเท็บผลลัมภุทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบธรรมชาติกับวิธีสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ควร มีการทดสอบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเนื้อหาอื่น ๆ ในวิชาเคมี หรือรายวิชาอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏปิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กิตานันท์ มลิกอง . จีตีรอม . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538 .
- \_\_\_\_\_. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531 .
- กองบรรณาธิการ . “ปีด โลกลมัคติมีเดีย,” คอมพิวเตอร์รีวิว . 11 (119) : 128-133 ; กรกฎาคม 2537 .
- ครรชิต จำรนนา . “แนะนำระบบ Multimedia,” ใน เอกสารสัมมนาทางวิชาการเรื่องการใช้ระบบ Multimedia . หน้า 1 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538 .
- ชัยยงค์ พระมรวงศ์ . เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการสอนเล่ม 1 . กรุงเทพฯ :
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช , 2533 .
- ชุมพล ตันติวงศ์ . “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนปากเกร็ด,” ใน เนื้อความย่อวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2530 .
- หน้า 300 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2533 .
- ทักษิณ สวนานนท์ . “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI),” คอมพิวเตอร์รีวิว . 3 (32) : 56-67 ; ทันยาชน 2529 .
- \_\_\_\_\_. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาชาดพิริยา , 2530 .
- ทวี อกรีระดิษ . การพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมซูปเปอร์กราฟิก 3 มิติ แสดงปรากฏการณ์ของอนุภาคและคลื่น . วิทยานิพนธ์ วท.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2531 .
- ทวีศักดิ์ บุญรักษา , พ.ศ. และปรีชา บุญรักษา . “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาเทคโนโลยีเส้นไข่น้ำแสง,” ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21 . หน้า 662-663 . กรุงเทพฯ : สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2538 .
- นันดา บุรากรก . คู่มือการใช้ Macromedia Authorware . กรุงเทพฯ : คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540 .
- นิรันดร์ วิทิตอนันต์ และสมเกียรติ ปานติริวรรตน์ . “ซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ผลการทดลองทางพิสิกส์ (LPU Ver.1.0),” ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21 . หน้า 506-507 . กรุงเทพฯ : สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2538 .
- บุนพชาติ ททธิกรพ . “สร้าง CAI ด้วยโปรแกรม Authorware,” ใน เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ . หน้า 1-30 . กรุงเทพฯ : สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2535 .
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ . การผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ . กรุงเทพฯ . สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ , 2538 .

ประดุง สุขผลอช . การศึกษาประถมที่วิภาคการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ด้วยการจัดกลุ่มนักเรียนสามแบบ . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุ โลโก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2539 .

พิมพ์ครั้งที่ 1 . การทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ ค 102 เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุ โลโก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2538.

พรพิพิธ อัจฉิมารังษี . “นักศึกษาดีเด่น : ผู้ช่วยสร้างบทเรียนสำหรับครู,” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ . เกษตรศาสตร์ , 10 (3) : 21-25 ; ธันวาคม 2536 .

พรพรรณ หาญพิกุล . “ผลของสื่อของจริงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตัวแอลกอเจนของพนักงานธนาคารพาณิชย์,” ใน รวมบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ปีการศึกษา 2535 . หน้า 204-205 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

กพ เลาห์ ไพบูลย์ . การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา . เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เชียงใหม่ คอมเมอร์เชียล, 2534 .

มนดา อนันดศรีชัย . “การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่,” ใน เนื้อความย่อวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2533 . หน้า 311 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2536 .

ชิน ภู่วรรณย . “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,” ใน โครงการคอมพิวเตอร์ , 36 : 120-129; ถุนกาพันธ์ 2531 .

อุพิน พิพิธกุล และ อรพรวน ดันบรรจง . เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์ . พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2536 .

วงศ์สันต์ ศรีเมืองคล และคนอื่นๆ . การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการสร้างที่ 3 วิชาฟิสิกส์ 1 (3 422) . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุ โลโก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2541 .

วิชยรัช เกษมนพิทักษ์พงศ์ . “การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5,” ใน รวมบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2528-2534 . หน้า 320 . เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2536 .

วันัส คุณแสง และคนอื่นๆ . “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องของแข็ง,” ใน การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21 . หน้า 528-529 . กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2538 .

วีระพงษ์ แสงชูโภ . “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนช่องเสริมวิชาเคมี โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ,” ใน เนื้อความย่อวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2531 . หน้า 271 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2536 .

ศักดิ์ สุวรรณจาย . การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์จากการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบกลุ่มแบ่งขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน . วิทยานิพนธ์ ศศ.น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2535 .

สันติ ม่วงปาน . “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนช่องเสริมวิชาฟิสิกส์,” ใน เนื้อความย่อวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2530 . หน้า 1351 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2533 .

ศิริพร ทิพย์คง . แนวโน้มการสอนคณิตศาสตร์ . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2537 . ฤกษ์ รอดโพธิ์ทอง . “การออกแบบแบบทดสอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน,” ใน เอกสารประกอบการตั้มมนทางวิชาการ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . หน้า 1-3 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539 .

สุนีต ฤทธิ์ประเสริฐ . การพัฒนามัลติมีเดียเพื่อช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ . วิทยานิพนธ์ กศ.น. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2540 .

ไสวพรวน แสงศรีพท . “การเลือกใช้ซอฟแวร์ : ปัญหาที่กำลังตามมา ,” วารสารครุวิทยาศาสตร์ . 4 : 52-56 ; มกราคม-ชั้นวาระ 2539 .

สมบัติ สายหน . การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาเคมีเคลือร์ฟิสิกส์ . วิทยานิพนธ์ กศ.น. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2534 .

พัทธา ปานะบุตร . การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ทัศนอุปกรณ์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ . วิทยานิพนธ์ กศ.น. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2540 .

อนร สุขจำรัส . “ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง การบ่มข้าว,” ใน เนื้อความย่อวิทยานิพนธ์ พ.ศ. 2533 . หน้า 329-330 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2536 .

อ่ำพารัตน์ โภกาส . การทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมตริกซ์และตัวแปรเชิงเส้นตัวที่ ๑ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ . วิทยานิพนธ์ กศ.น. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2538 .

Gizara , Jeanne M. “A Computer of the Effects of Student Controlled CAI and Computer Controlled CAI in a Remedial Program for Solving Problems in Chemistry,” Dissertation Abstracts International . 49 (08) : 3236-B ; February, 1989.

- Johnson, Rogen T., Johnson, David W. and Stanne, Mary Beth. "Effects of Cooperative, Competitive and Individualistic Goal Structures on Computer-Assisted Instruction," *Journal of Education Psychology* . 77 (6) : 668-677 ; March, 1985 .
- Oden, Robin Earl. "An Assessment of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitudes of Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Students," *Dissertation Abstracts International* . 43 (2) : 355-A ; August, 1982 .
- Prenis, John. *Running Press Glossary of Computer Terms*. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc., 1977.
- Splittgerber, Fred L. "Computer-Based Instruction : A Revolution in the Making," *Educational Technology* . 19 (1) : 20-26 ; January, 1979.
- Swartz, Jeff. *Authorware Professional for Windows*. San Francisco : Macromedia, inc., 1993 .
- Turner, Gwendolyn Yvonne. "A Comparison of Computer-Assisted Instruction and Programmed Instructional Booklet in Teaching Selected Phonics Skills to Preservice Teachers," *Dissertation Abstracts International* , 44 (6) : 1750-A ; December, 1983 .
- Tauro, John P. "A Study of Academically Superior Students Response to Particular Computer Assisted Programs in Chemistry," *Dissertation Abstracts International* . 42 (2) : 643-A ; August, 1981 .
- Wilkinson, A.C. *Classroom Computers and Cognitive Science*. New York : Academic Press, 1983.
- Wise, Kelvin Charles. 'The Impact of High School Physical Science Students,' *Dissertation Abstracts International* . 44 (8) : 2432-A ; February, 1984 .
- Wright, P.A. "A Study of Computer-Assisted Instruction for Remediation in Mathematics on the Secondary Level," *Dissertation Abstracts International* , 44 (4) : 1063-A ; October, 1984 .
- Zinn, K.I. "Computer Assisted Instruction (CAI)," *Encyclopedia of Computer Science* . 7 (22) : 124; June, 1976 .

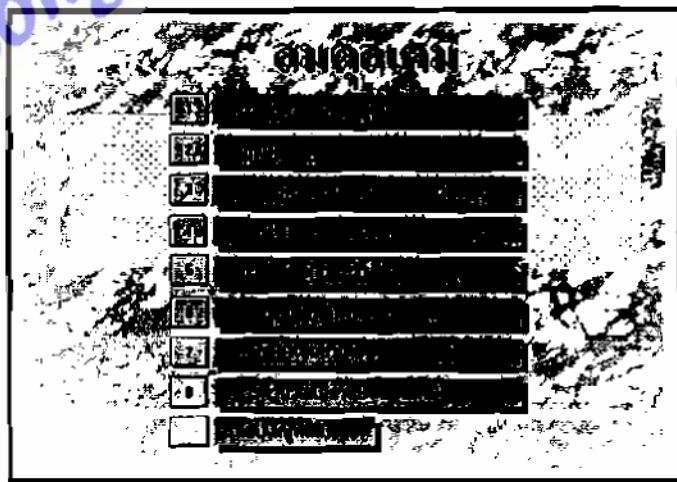
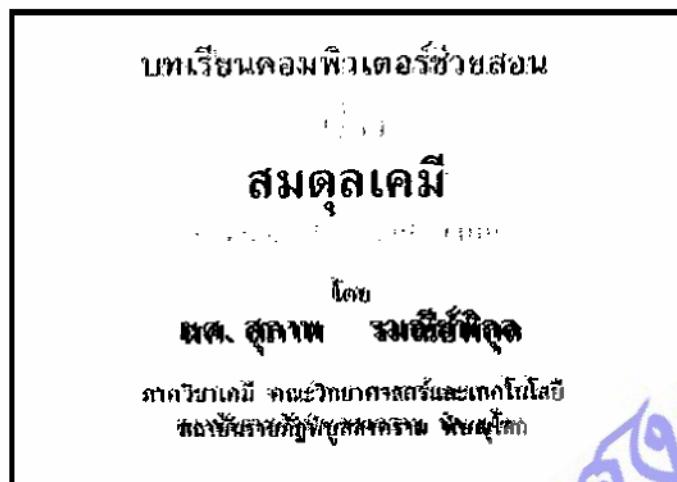
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก

ภาคผนวก

Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมดุลเคมี

( Chemical Equilibrium )



**1. ความหมายของสมดุลเคมี**

**ความหมายของสมดุลเคมี**

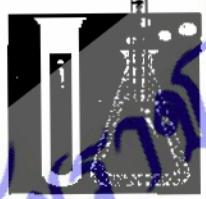
สมดุลเคมี (chemical equilibrium) หมายความว่าที่อัตราการเดิน  
ปฏิกริยาไปทางหนึ่งเท่ากับอัตราการเดินปฏิกริยาตรงกัน

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

อัตราการเดินปฏิกริยาของ A กับ B เดินเป็น C กับ D จะเท่ากับ  
อัตราการเดินปฏิกริยาของ C กับ D เดินเป็น A กับ B

[อธิบาย]

**สิ่งที่นำไปสมดุลเคมี**



1. ถ้าสมดุลเคมีนี้ A ไม่รวมเข้าด้วยกันหมด ความตันของ A ยังคงต่อไป รวมตันของ B ยังคงต่อไปเช่นเดียวกัน ความตันของ C และ D ก็จะลดลงไม่เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะปล่อยเวลาให้ผ่านไปนานเพียงใด

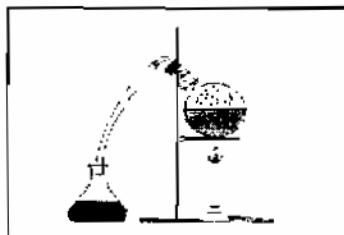
[อธิบาย]



2. ถ้าระบบมีให้หลุดร่อง แล้วมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่นเวิร์กิ้ง สมดุล动态 (dynamic equilibrium) ซึ่งในสภาวะเดียวกัน ในการบังคับใช้การเปลี่ยนแปลงที่ซ่อนอยู่ในไดโนเสาร์อยู่ตลอดเวลา

[อธิบาย]

3. ถ้าเราทราบว่ามีสาร A ให้เปลี่ยนสีเมื่อ遇到สาร B แล้ว การเปลี่ยนสีของสาร A แสดงว่ามี สาร B ที่สามารถทำปฏิกิริยาได้ เมื่อ遇到สาร A ไม่ได้แสดงว่าสาร A ไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้



แสดงว่าสาร A สามารถทำปฏิกิริยาได้

4. การเข้าไปของสมดุลของระบบ อาร์ติจั่ฟันเปรียกใช้เรียกว่า ต้นกำเนิดของสมการกึ่ง แสดงให้เข้าใจว่าในระบบจะมีความต่อห้ามปิด บริเวณใดอย่างไรด้วยตัวๆ ที่เริ่มต้นด้วยการให้กํากําลังเดิมที่ต้องดู



ถ้าเริ่มต้นด้วย  $\text{PCl}_5(\text{g})$  1 โมล น้ำสีขาวในภาชนะปิด หรือถ้า  $\text{PCl}_3(\text{g})$  1 โมล และ  $\text{Cl}_2(\text{g})$  1 โมล จะเป็นไปได้ยากที่จะไม่ในกรณีขนาดเดียวว่า ที่ถูกยกให้ต้องกัน พบว่าผลลัพธ์ต่างๆ ของระบบที่กํากําลังเดิม ให้ดูอนก็จะถูกประยุกต์

แสดงว่าสาร A สามารถทำปฏิกิริยาได้

### 2. สมการ平衡เคมี



$$K = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

ตรวจสอบการคำนวณค่า K (เรียกว่า กฎสมดุลเคมี (law of chemical equilibrium))

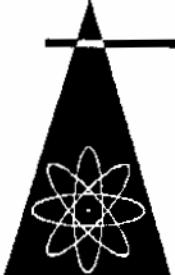
ค่า K เรียกว่า ค่าคงตัวสมดุล (equilibrium constant)

จะมีค่าคงตัวเดียวกันเมื่อถูกปฏิเสธว่า

[ ] หมายถึง ความเข้มข้นซึ่งเป็น mol dm<sup>-3</sup>

แสดงว่าสาร A สามารถทำปฏิกิริยาได้

**การหาค่าคงตัวสมดุลในปฏิกิริยาเเลกพันธ์**



ในปฏิกิริยาเเลกพันธ์ที่สำคัญอยู่ในรูปการที่เป็นสารละลาย  
ค่าคงตัวสมดุลจะได้มา  $K_c$  เช่น

$$A (aq) + bB (aq) \rightleftharpoons C (aq) + dD (aq)$$

$$K_c = \frac{[C]^d}{[A]^b[B]^c}$$

□ ▢ □ □ □

**ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเดียวที่เป็นแก๊ส ทางด้านซ้ายคือ K\_c ตาม  
ความเข้มข้น หรือ ความดันย่ออยู่ได้ เช่น**

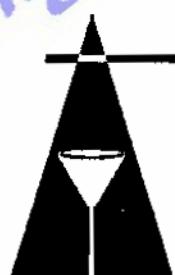
$$N_2 (g) + 3H_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$$


$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

กรณี  $K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3}$

□ ▢ □ □ □

**การหาค่าคงตัวสมดุลในปฏิกิริยาไวไฟพันธ์**



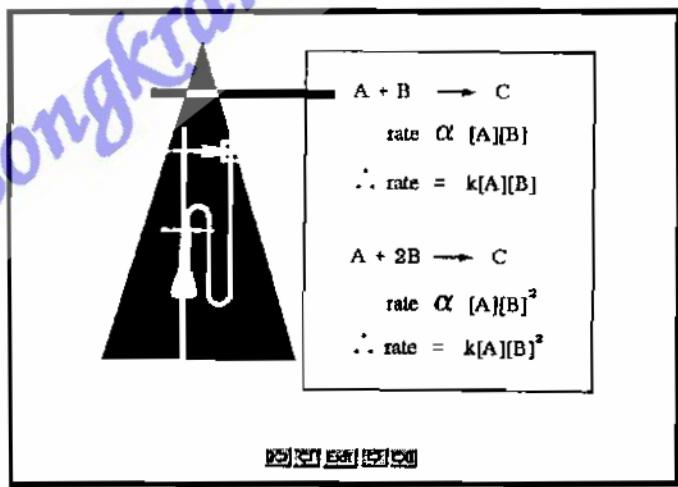
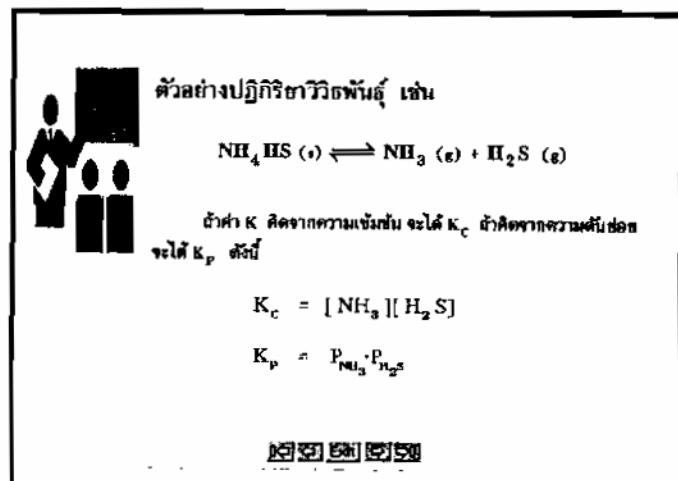
ปฏิกิริยาไวไฟพันธ์เป็นปฏิกิริยาที่มีสารละลายเป็นรูปแก๊ส  
ค่า K จะต้องมากกว่าที่เป็นแก๊ส หรือสารละลายที่น้ำ เช่น

$$S (s) + O_2 (g) \rightleftharpoons SO_2 (g)$$

$$K' = \frac{[SO_2]}{[S][O_2]}$$

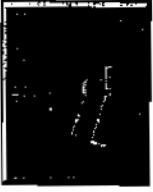
$$\frac{[SO_2]}{[O_2]} = [S] K' = K$$

□ ▢ □ □ □



กัญชลิกา คือ สารเคมีที่มีความสำคัญทางชีวภาพ

กัญชลิกา Catecholamine Goldberg และ Peter Waage นักเคมีชาวอเมริกันปี พ.ศ. 1888  
ชื่อไม่ทราบ




ต้นฉบับเดิม

กัญชลิกา คือ สารเคมีที่มีความสำคัญทางชีวภาพ

ปฏิกิริยา  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

$$\text{rate}_f = k_f [A]^a [B]^b$$

$$\text{rate}_r = k_r [B]^c [F]^d$$

ที่ภาวะสมดุล  $k_f [A]^a [B]^b = k_r [C]^c [D]^d$

$$\frac{k_f}{k_r} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

หรือ  $K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

สมการนี้เป็นไปตาม Law of Mass Action

ถ้าเขียน  $\frac{[B]^c [F]^d}{[A]^a [B]^b}$  ใช้กราฟทางคณิตศาสตร์ express ได้



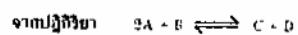
กัญชลิกา คือ สารเคมีที่มีความสำคัญทางชีวภาพ

การทำดัชนีสมดุลกับกลไกของปฏิกิริยา



การเขียนสมการแสดงค่าคงดัชนีสมดุลของปฏิกิริยาให้เขียนตามสมการดูอธิบายด้านบน  
กลไกของปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร  
หรือฝีจานวนที่สั้น ไม่เกินมาเกินมากขึ้นด้วย  
ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ดังต่อไปนี้

กัญชลิกา คือ สารเคมีที่มีความสำคัญทางชีวภาพ



ขั้นปฏิกรณ์ขั้นเดียวโดยตรง (One-step mechanism) ดังนี้

$$\text{rate}_f = k_f [A]^2 [B]$$

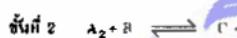
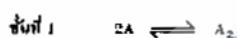
$$\text{rate}_r = k_r [C] [D]$$

$$\text{อัตรา} \quad \frac{k_f}{k_r} = \frac{[C][D]}{[A]^2[B]}$$

$$\text{คงที่} \quad K = \frac{[C][D]}{[A]^2[B]}$$

[Home] [Exit] [End]

ขั้นปฏิกรณ์ขั้นเดียวสองขั้น (Two-step mechanism) ดัง



จานปั๊วี่ห์ขั้นที่ 1  $\text{rate}_{1f} = k_{1f} [A]^2$

$$\text{rate}_{1r} = k_{1r} [A_2]$$

$$\therefore k_{1f} [A]^2 = k_{1r} [A_2]$$

$$\therefore K_1 = \frac{k_{1f}}{k_{1r}} = \frac{[A_2]}{[A]^2}$$

[Home] [Exit] [End]

จานปั๊วี่ห์ขั้นที่ 2  $\text{rate}_{2f} = k_{2f} [A_2][B]$

$$\text{rate}_{2r} = k_{2r} [C][D]$$

$$\text{แต่ } k_{2f} [A_2][B] = k_{2r} [C][D]$$

$$\therefore K_2 = \frac{k_{2f}}{k_{2r}} = \frac{[C][D]}{[A_2][B]}$$

[Home] [Exit] [End]

นำ  $K_1$  คูณกับ  $K_2$  จะได้

$$K_1 K_2 = \frac{[A_2]}{[A]^2} \times \frac{[C][D]}{[A_2][B]}$$

$$K = \frac{[C][D]}{[A]^2[B]}$$

จะเห็นว่าค่าคงตัวสมดุลไม่เกี่ยวข้องกับกลไกของปฏิกิริยา ไม่ว่าปฎิกิริยาจะเกิดขึ้นที่ชั้นตอน ท่า  $K$  จะมีค่าเท่ากันเสมอ

ตอบ ออก แบบ ๑๔๐

#### ๔. เพศในเกณฑ์และค่าคงตัวสมดุล

การหาค่าคงตัวสมดุลจากทางอิสระนั้นดู

นอกหากำค่าคงตัวสมดุลได้จากการบันทึกของกระบวนการ  
ห้องความตันของแก๊สแล้ว ซึ่งมาได้จากการถังงานสักงาน  
มาตรฐาน ( $G^\circ$ ) ของสารที่ใช้ข้อมูลปฎิกิริยาดังนี้

$$-RT \ln K = \Delta G^\circ$$

$$\log K = \frac{-\Delta G^\circ}{2.303 RT}$$

$$K = 10^{-\Delta G^\circ / 2.303 RT}$$

ตอบ ออก แบบ ๑๔๐

#### ตัวอย่าง ๑ หาค่าคงตัว $K$ ของปฏิกิริยาดังนี้ที่ $25^\circ C$



$$\text{ให้แสดงว่า } \Delta G_f^\circ (SO_3) = -370.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G_f^\circ (SO_2) = -300.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$



ตอบ ออก แบบ ๑๔๐

วิธีทำ

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G_f^\circ (\text{ผลิตภัณฑ์}) - \sum \Delta G_f^\circ (\text{ตัวเริ่มต้น})$$

$$= \Delta G_f^\circ (\text{SO}_3) - \Delta G_f^\circ (\text{SO}_2) - \Delta G_f^\circ (\text{O}_2)$$

$$= 2(-370.4) - 2(-300.4) = 0$$

$$\therefore \Delta G^\circ = -140 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{กรณี } \log K_p = \frac{\Delta G^\circ}{-2.303 RT}$$

$$= \frac{-140 \times 1000 \text{ J mol}^{-1}}{-2.303(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) 296 \text{ K}}$$

$$\log K_p = 24.54$$

$$K_p = 3.5 \times 10^{24}$$

คืน | ออก | ออกจากห้อง | ออกจากห้อง

ตัวอย่าง 2

ที่ 700 K ปฏิกิริยา  $\text{CO (g)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH (g)}$   
มีค่า  $\Delta G_{700 \text{ K}}^\circ = -13.46 \text{ kJ}$  กรณี  $K_p$  ของปฏิกิริยาที่ 700 K

วิธีทำ

$$\log K_p = \frac{\Delta G^\circ}{-2.303 RT}$$

$$= \frac{-13.46 \times 1000 \text{ J mol}^{-1}}{-2.303(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) 700 \text{ K}}$$

$$\log K_p = 1.004$$

$$K_p = 10.09$$

คืน | ออก | ออกจากห้อง | ออกจากห้อง

การคำนวณค่า  $K_p$  และ  $K_c$



สมการปฏิกิริยา  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$   
 ก้าวที่ 1 คำนวณค่า  $K_p$  ด้วยสูตรความเสถียร  
 กรณี  $K_p$  เป็นค่าความเสถียรของสารที่  
 ไม่ได้เป็นแก๊ส

กรณีสารที่อยู่ในฟазเดียวกันเป็นแก๊สทุกอย่าง  
 สามารถคำนวณค่า  $K_p$  ให้ได้โดยใช้สูตร

$$P_A = \frac{n_A RT}{V}$$

$$P_B = \frac{n_B RT}{V}$$

$$P_C = \frac{n_C RT}{V}$$

$$P_D = \frac{n_D RT}{V}$$

คืน | ออก | ออกจากห้อง | ออกจากห้อง

แบบที่ 2 คือ  $K_p = \frac{P_A^a P_B^b}{P_C^c P_D^d}$  และ  $K_c = \frac{[A]^a [B]^b}{[C]^c [D]^d}$



$\therefore K_p = (RT)^{\Delta n}$

$P_A = (A) RT$

$P_B = (B) RT$

$P_C = (C) RT$

$P_D = (D) RT$

$\therefore K_p = \frac{(C)^c (RT)^c (D)^d (RT)^d}{(A)^a (RT)^a (B)^b (RT)^b}$

$= \frac{(C)^c (D)^d RT^{(c+d)-(a+b)}}{(A)^a (B)^b}$

$\therefore K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

ดังนั้น  $\Delta n = 0$

จะได้  $K_p = K_c (RT)$

$\therefore K_p = K_c$

[OK] [Exit] [Help]

จึงเขียนสมการอย่างทั่วไปได้ว่า  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

และ  $K_p = \frac{P_{N_2} P_O_2}{P_{N_2O_4}}$  เมื่อ  $K_p = 6.73$  ที่  $T = 298\text{ K}$

แทนค่า  $6.73 \text{ atm}^{-1} = K_c (RT)^{\Delta n}$

$K_c = \frac{6.73 \text{ atm}^{-1}}{(RT)^{\Delta n}}$

$= (6.73 \text{ atm}^{-1}) (RT)$

$= (6.73 \text{ atm}^{-1}) (0.0821 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) (298 \text{ K})$

$= 1.65 \times 10^{-1} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

[OK] [Exit] [Help]

จึงเขียนสมการอย่างทั่วไปได้ว่า  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

และ  $K_p = \frac{P_{CO} P_{Cl_2}}{P_{COCl_2}}$  เมื่อ  $K_p = 3.96$  ที่  $T = 450\text{ K}$

จึงเขียนสมการอย่างทั่วไปได้ว่า  $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

$K_c = \frac{P_{CO} P_{Cl_2}}{P_{COCl_2}}$

$= \frac{3.96 \times 1.2 \text{ atm}^2}{1.0 \text{ atm}}$

$= 3.96 \text{ atm}$

$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}}$

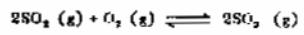
$= \frac{3.96 \text{ atm}}{0.0821 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} (273+450\text{ K})}$

$= 0.064 \text{ mol dm}^{-3}$

[OK] [Exit] [Help]

### ๔. ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวคงที่สมดุล

๑. ตัวคงที่สมดุลจะมีค่าเท่ากับผลบวกของค่าคงที่ของแต่ละปฏิกิริยา คือ



$$K_p = \frac{P_{SO_3}^2}{P_{SO_2}^2 P_{O_2}}$$

ซึ่งเป็นผลการบันทึก



$$K'_p = \frac{P_{SO_3}^4}{P_{SO_2}^4 P_{O_2}^2}$$

$$K'_p = K_p^x$$

๒. ตัวคงที่สมดุลของตัวคงที่ของแต่ละปฏิกิริยาที่อยู่ในระบบเดียวกัน คือตัวคงที่สมดุล

**โดยรวม**

๒. เมื่อเขียนตัวคงที่สมดุล สำหรับตัวคงที่ใดๆ ก็ตาม



$$K_{C(1)} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

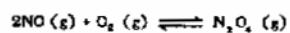


$$K_{C(2)} = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

$$\text{ดังนั้น } K_{C(1)} = \frac{1}{K_{C(2)}}$$

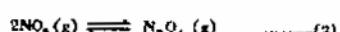
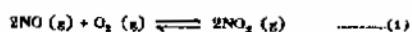
**โดยรวม**

๓. ตัวคงที่สมดุลของตัวคงที่ใดๆ ก็ตาม สำหรับตัวคงที่ของตัวคงที่สมดุลของตัวคงที่ของตัวคงที่ใดๆ ก็ตาม



$$K_{C(1)} = \frac{[N_2O_4]}{[NO]^2 [O_2]}$$

เมื่อเขียนตัวคงที่สมดุลของตัวคงที่สมดุลของตัวคงที่สมดุล 2 ชั้น ได้



**โดยรวม**

ទ.ករណីវិធានលំនៅទៅ 1

$$K_{c(O_2)} = \frac{[NO]^2}{[NO]^2 [O_2]}$$

ទ.ករណីវិធានលំនៅទៅ 2

$$K_{c(O_2)} = \frac{[N_2 O_4]}{[NO]^2}$$

$$K_{c(O_2)} K_{c(O_2)} = \frac{[N_2 O_4]}{[NO]^2 [O_2]} = K_{c(N_2 O_4)}$$

[ទ.ករណី] ឈត្ត [ទ.ករណី]

#### 4. ការរាយការ K ខែងប្រព័ន្ធឌីអីហិមាន

ដ៏ប្រើប្រាស់សាខាទុលាកសក៍នឹងទីតាំងទូទាត់របស់វា

ដ៏ប្រើប្រាស់សាខាទុលាកសក៍នឹងយានទួលិទាញទូទាត់របស់វា

និង រាយការ



$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} P_{H_2}^3}$$

[ទ.ករណី] ឈត្ត [ទ.ករណី]

#### 5. ការរាយការ K ខែងប្រព័ន្ធឌីអីហិមាន ទីតាំងរាយការទាំងអស់ និងការរាយការលំនៅទៅ 2 រាយការ



$$K_c = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$



$$K_p = P_{H_2 O (g)}$$

$$K_c = [H_2 O (g)]$$

[ទ.ករណី] ឈត្ត [ទ.ករណី]

### 7. หลักของเคมีเคมีเเละ (Le Chatelier's Principle)

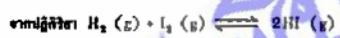
หลุยส์-ลูอ ชาเตลลี (Henry-Louis Le Chatelier) นักเคมีชาวฝรั่งเศสเป็นบุคคลที่ได้รับการยกย่องว่าเป็น “บิดามของเคมี” หลักของเคมีเคมีเเละ ระบุว่า “ถ้าระบบเคมีอยู่ใน平衡แล้ว ถ้าเกิดมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็จะมีการตอบสนองเพื่อปรับสมดุลให้กลับคืนไปอีกครั้งนั้น”



หลักของเคมีเคมีเเละ บันทึกข้อมูลไว้เมื่อเวลาต่อๆ กันมา ทำให้เกิดความต้องการให้ร่วงจากความ平衡เดิมไปสู่ใหม่ ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม ก็จะมีการตอบสนองเพื่อปรับสมดุลให้กลับคืนไปอีกครั้งนั้น

ผลลัพธ์

#### 1. กรณีเข้มข้นป้องกันเดินเข้า



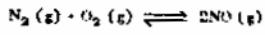
$$K_C = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

ถ้าเพิ่ม  $\text{H}_2$  ให้ในอัตราเดียวกัน ความสมดุลเดินเข้าไปทาง  $\text{H}_2$  จะลดลง แต่  $\text{I}_2$  ที่เพิ่มขึ้นจะลดลง แต่  $\text{I}_2$  จะเพิ่มขึ้น  $\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$  ให้ค่าเท่ากับ  $K_C$  สมดุลจะเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{I}_2$

ในการเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{H}_2$  จะดึงดูดให้เดินเข้าไปทางด้าน  $\text{I}_2$  แต่เพิ่มขึ้น ความสมดุลเดินเข้าไปทาง  $\text{I}_2$  จะลดลง  $\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$  แต่ค่า  $K_C$  สมดุลเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{H}_2$

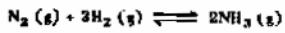
#### 2. กรณีเข้มข้นป้องกันเดิน

ปฏิกิริยาสูตรเดินความร้อน เช่น



เพิ่มเข้มข้น  $\text{N}_2$  ความสมดุลเดินเข้าไปทาง  $\text{N}_2$  จะลดลง ให้เดินเข้าไปทางด้าน  $\text{N}_2$  และ  $\text{O}_2$  จะเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{NO}$  แต่ค่า  $K_C$  ไม่เปลี่ยน สมดุลเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{NO}$

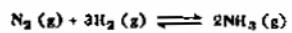
ปฏิกิริยาเคมีเดินเช่น เช่น



เพิ่มเข้มข้น  $\text{N}_2$  ความสมดุลเดินเข้าไปทาง  $\text{N}_2$  จะลดลง ให้เดินเข้าไปทางด้าน  $\text{N}_2$  และ  $\text{H}_2$  จะเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{NH}_3$  แต่ค่า  $K_C$  ไม่เปลี่ยน สมดุลเดินเข้าไปทางด้าน  $\text{NH}_3$

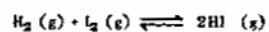
### 3. การปฏิเสธและการดับฟืน

การปฏิเสธเป็นการคัดแยกหัวเมืองที่ไม่ต้องการ สำหรับสารเคมีที่ไม่ต้องการ เช่น



ผู้ใช้ยาที่มีความต้องการหัวเมืองที่ไม่ต้องการ น้ำยาที่ห้ามดับฟืน หรือยาที่ไม่สามารถดับฟืน เช่น ยาฆ่าแมลงที่ห้ามดับฟืน H<sub>2</sub> และ H<sub>2</sub>S รวมทั้งยาห้ามดับฟืน NH<sub>3</sub> ยาที่ห้ามดับฟืนในประเทศไทย แต่สำหรับต่างประเทศ

ผู้ใช้ยาที่ห้ามดับฟืนในประเทศไทย ห้ามดับฟืนในประเทศไทย แต่สำหรับต่างประเทศ ยาดับฟืนที่ห้ามดับฟืนในประเทศไทย ไม่ห้ามดับฟืนในต่างประเทศ เช่น



กําชัน กําล กําล

### 4. การดับฟืนโดยการปิริกษา (catalysis)

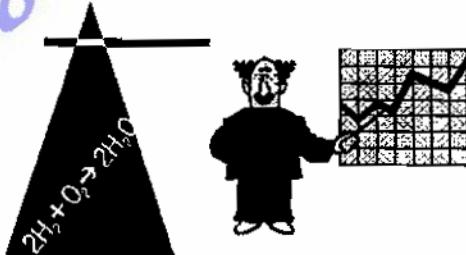
การดับฟืนโดยการปิริกษา ให้พิษซึ่งภัยคุกคามแก่ผู้ปิริกษา เช่น H<sub>2</sub> กับ O<sub>2</sub> ผสมต่อกันที่ 25°C จะไม่ดับฟืนโดยอัตโนมัติได้เลย เมื่อใส่มีดัดฟืนปิริกษา แล้วดันเข้า ถุงมือหู black ภายในห้อง เปิดไฟชาร์จ ปล่อยไว้ครองเด็กที่ไม่สนใจ แล้วทิ้งไว้ที่รากของต้นไม้ อย่างไรก็ตามก็จะดับฟืน



การดับฟืนโดยการปิริกษาจะไม่ดับฟืนต่อต่อไป อีกถ้าหากมีต่อต่อ

กําชัน กําล กําล

### 5. การด้านภายนอกกับภัยคุกคาม



กําชัน กําล กําล

**ตัวอย่าง 1**

NO<sub>2</sub> เป็นแก๊สที่มีพิษ N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> เป็นแก๊สไม่มีพิษ น้ำยาที่ใช้ใน  
อุปกรณ์ทางเดินหายใจและการรักษาพยาบาล

$$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$$

เมื่อกำหนดความดันให้เป็น 1 atm และอุณหภูมิ 25 °C ให้เขียนสมการ平衡ที่อยู่ในรูปของค่า K<sub>c</sub> ของปฏิกิริยา

[ตอบ]

วิธีทำ [N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>] เริ่มต้น =  $\frac{0.025}{5} = 0.005 \text{ mol dm}^{-3}$

$$2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$$

ความเรื้อรังรั่มดัน  
ความเรื้อรังที่กำเนิดจาก 2(0.005 - 0.0125) = 0.010 mol dm<sup>-3</sup>

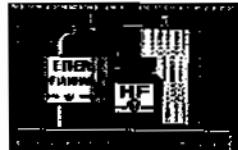
$$\begin{aligned} &= 0.010 && \times 0.005 \text{ mol dm}^{-3} \\ K_c &= \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} \\ &= \frac{0.005 \text{ mol dm}^{-3}}{(0.010 \text{ mol dm}^{-3})^2} \\ &= 7.5 \text{ dm}^4 \text{ mol}^{-1} \end{aligned}$$

ตอบ

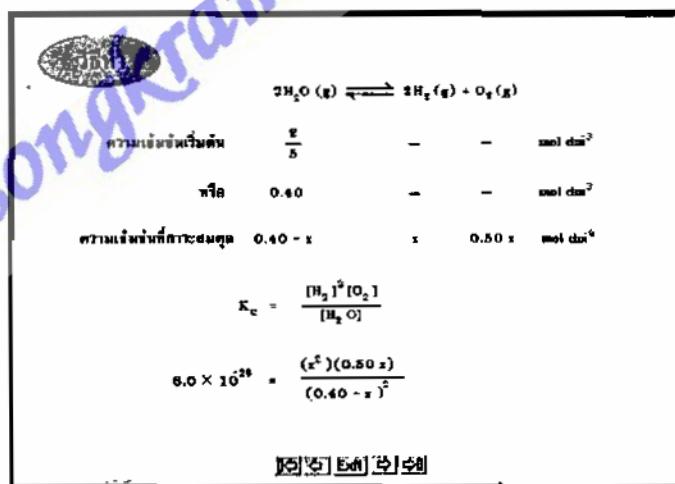
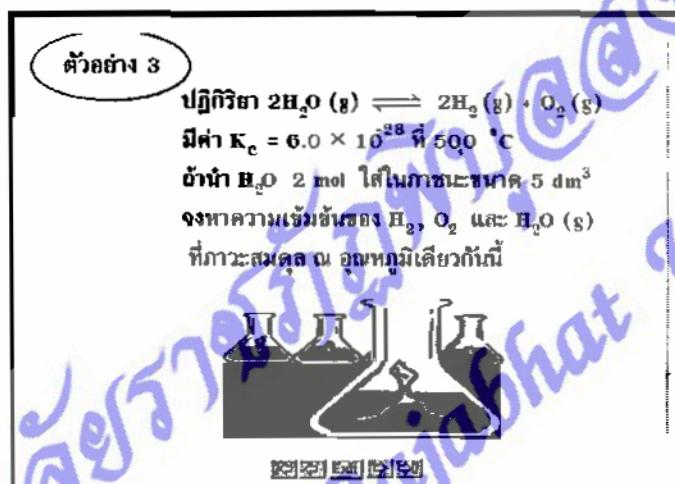
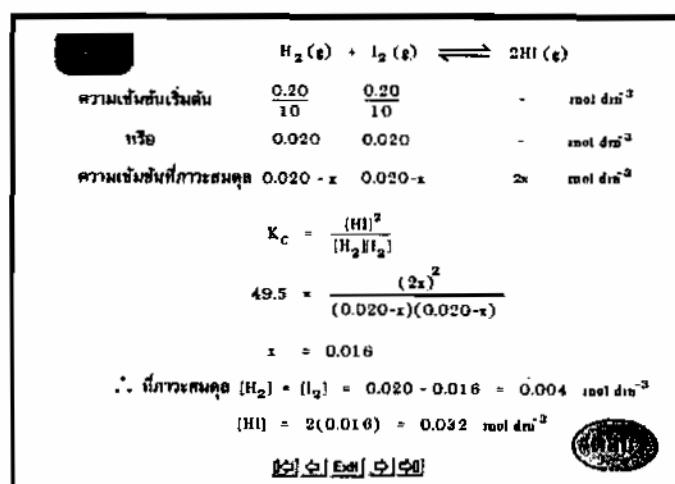
[ตอบ]

**ตัวอย่าง 2**

ปฏิกิริยา H<sub>2</sub>(g) + I<sub>2</sub>(g)  $\rightleftharpoons$  2HI(g) มีค่า K<sub>c</sub> = 49.5 ที่ 440 °C นำ H<sub>2</sub> 0.20 mol และ I<sub>2</sub> 0.20 mol ในภาชนะขนาด 10 dm<sup>3</sup> ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ จึงการคำนวณเพื่อหาข้อของสารและจำนวนที่รักษาสมดุล



[ตอบ]



เมื่อเราต่อ X และ H<sub>2</sub>O มีส่วนของ X = จำนวนโมลที่ออกไซด์ของ X  
0.40 ตัวจะไม่มีผลในไปมาก

$$\text{สมมุติ } 6.0 \times 10^{-2} = \frac{(x^2)(0.60 x)}{(0.40)^2}$$

$$x = 5.7 \times 10^{-10}$$

$$\therefore \text{ ที่ออกไซด์ } [H_2] = 5.7 \times 10^{-10}$$

$$[O_2] = 0.80 x$$

$$= 5.6 \times 10^{-10}$$

$$[H_2O] = 0.40 - (5.7 \times 10^{-10})$$

$$= 0.40 \text{ mol dm}^{-3}$$

ตอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ภาคผนวก 2. แบบฝึกหัดเรื่องสมดุลเคมี

<b>แบบฝึกหัด</b>
แบบฝึกหัดชุดนี้มี 20 ข้อ
ให้นักศึกษาฝึกหัดทำจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง และจะทราบผลว่าตอบข้อใดถูกหรือผิดทันที

มหาวิทยาลัยราชภัฏสongo-kram  
Pibulsongkran Rajabhat University

1. สมดุลของระบบอาจจะเริ่มดำเนินไปในทิศทางด้านใด  
ของสมการก็ได้ จากปฏิกิริยา  $A + 2B \rightleftharpoons C$   
จะใช้สารเริ่มต้นใดได้บ้าง

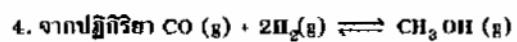
- A 2 mol B 2 mol หรือ C 1 mol
- A 2 mol B 2 mol หรือ C 2 mol
- A 0.5 mol B 1 mol หรือ C 0.5 mol
- A 0.5 mol B 0.5 mol หรือ C 1 mol

2. หัวใจสำคัญต้องของภาษาสมดุล

- อัตราการเดินปฏิกิริยาในเชิงเดียวเท่ากับ อัตราการเดินปฏิกิริยาเดียวกัน
- ที่การ均衡ดูแลรักษาไว้ ไม่เสื่อมไป ความคงเดิมที่
- เมื่อเวลาผ่านไประบบจะเข้าสู่สมดุลได้ใหม่
- ปฏิกิริยาที่สมดุลจะต้องเริ่มดำเนินต่อไป สำหรับสมการเคมี

3. จากปฏิกิริยา  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$   
 $\Delta H^\circ = 15.0 \text{ kcal mol}^{-1}$  ถ้าปฏิกิริยาค้างกล่าวมีการเพิ่มอุณหภูมิ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

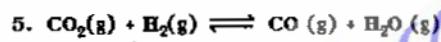
- จะได้  $NO_2$  เพิ่มขึ้น
- $N_2O_4$  จะลดตัวไปเพิ่มขึ้น
- ค่า K จะเพิ่มขึ้น
- จะได้  $NO_2$  เพิ่มขึ้นแต่  $N_2O_4$  มากขึ้น



$\Delta H^\circ = -21.7 \text{ kcal}$  เนื้อหานี้มุ่งให้ปฏิกิริยานี้

ข้อใดถูกต้อง

- บริมาณ  $\text{CH}_3\text{OH}$  จะเท่าเดิม
- บริมาณ  $\text{CH}_3\text{OH}$  จะเพิ่มขึ้น
- ปริมาณ  $\text{CO}$  และ  $\text{H}_2$  จะลดลง
- ปริมาณ  $\text{CO}$  และ  $\text{H}_2$  จะเพิ่มขึ้น



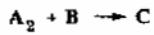
ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาดูดสิ่งความร้อน ดังต่อไปนี้  
ให้เกิด  $\text{CO}$  ได้นำเข้าจะต้องใช้

- ลดอุณหภูมิ
- เพิ่มอุณหภูมิ
- เพิ่มอุณหภูมิและดูด  $\text{CO}_2$  ออก
- ลดอุณหภูมิและเพิ่มความดัน

6. กลไกของปฏิกิริยาในข้อใดที่มีค่า  $K$  มากที่สุดจาก  
ข้อใด ๆ

- $\text{A} \longrightarrow \text{C} + \text{X}$   
 $\text{X} + \text{B} \longrightarrow \text{D}$
- $\text{A} \longrightarrow \text{A}_2$   
 $\text{A}_2 + \text{B} \longrightarrow \text{C} + \text{D}$
- $2\text{A} \longrightarrow \text{A}_2 + \text{C}$   
 $\text{A}_2 \longrightarrow \text{B}$   
 $\text{A} \longrightarrow \text{A}_2 + \text{C}$   
 $\text{A}_2 + \text{B} \longrightarrow \text{D}$

7. ปฏิกิริยาหนึ่งมีกลไกเดินขั้น 2 ขั้น คือ



ค่า K มีค่าเท่าไร

$\frac{[C]}{[A][B]}$

$\frac{[A_2][C]}{[A]^2[B]}$

$\frac{[A_2][C]}{[A][B]}$

$\frac{[C]}{[A]^2[B]}$

8. ปฏิกิริยา  $X + Y \rightarrow Z$  เป็นปฏิกิริยาที่เดิน

ขั้นเดียว กจยอัตราเชิงได้อาร์กิวเมต์

rate =  $[X][Y]$

rate =  $k[X][Y]$

rate =  $k[Z]$

rate =  $\frac{[Z]}{[X][Y]}$

9. ปฏิกิริยา  $A + B \rightleftharpoons C + D$  มีค่าคงตัวสมดุล =  $K_1$ ,

และ  $C + D \rightleftharpoons A + B$  มีค่าคงตัวสมดุล =  $K_2$

ข้อใดถูกต้อง

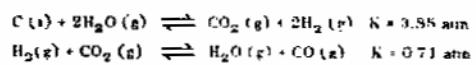
$K_1 = K_2$

$K_1 = \frac{1}{K_2}$

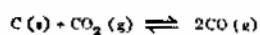
$K_2 = \frac{1}{K_1}$

ถูกทั้ง ๙ และ ๑๐

10. ក្នុង 1000 °C នៃ K នៃសម្រាប់រឿងតិចដែលបានដឹងទៀត



សមារៈ K នៃរឿងតិច



4.56

4.35

2.73

1.94

11. ក្នុង 25 °C នៅពេល  $\text{N}_2\text{O}_4$  និង  $\text{NO}_2$  មួយការការណែនាំ មិគារណ៍  
នៃការណែនាំ  $K_p = 0.844$  atm នាមពេលកម្លាំង  $\text{N}_2\text{O}_4 = 0.563$  atm  
នៅពេល K, នៃសម្រាប់រឿង



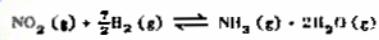
0.886

0.376

0.499

0.140

12.  $K_c$  នៃសម្រាប់រឿងតិចដែលបានដឹងទៀត

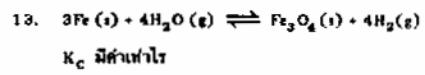


$\frac{[\text{NO}_2][\text{H}_2]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

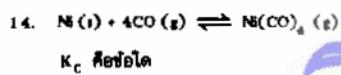
$\frac{[\text{NO}_2][\text{H}_2]^{\frac{7}{2}}}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]^2}$

$\frac{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_2][\text{H}_2]}$

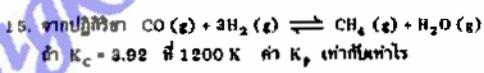
$\frac{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]^{\frac{7}{2}}}{[\text{NO}_2][\text{H}_2]^{\frac{7}{2}}}$



$\frac{(\text{H}_2)^4(\text{Fe}_3\text{O}_4)}{(\text{H}_2\text{O})^4(\text{Fe})^3}$         $\frac{(\text{H}_2)^4}{(\text{H}_2\text{O})^4}$   
  $\frac{(\text{H}_2\text{O})^4}{(\text{H}_2)^4}$         $\frac{(\text{H}_2\text{O})^4(\text{Fe})^3}{(\text{H}_2)^4(\text{Fe}_3\text{O}_4)}$



$\frac{[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{[\text{CO}]^4}$         $\frac{[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{[\text{Ni}][\text{CO}]^4}$   
  $\frac{[\text{Ni}][\text{CO}]}{[\text{Ni}(\text{CO})_4]}$         $\frac{[\text{CO}]^4}{[\text{Ni}(\text{CO})_4]}$



$3.80 \times 10^4$         $3.98 \cdot 10^2$   
  $4.04 \times 10^{-4}$         $3.86 \cdot 10^2$

16. ទាមពីរឹង A  $\rightleftharpoons$  B  
នៃ 25 °C មិត្ត K<sub>p</sub> = 0.14 atm ទាមតារា K<sub>c</sub> មែនបានដូចមាន

$5.72 \times 10^{-3}$         $3.62 \times 10^{-2}$

$1.54 \times 10^{-2}$         $2.04 \times 10^{-2}$

17. K<sub>p</sub> នៃរឹង  $\text{COCl}_2(s) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Cl}_2(g)$   
មិត្ត  $4.56 \times 10^2$  atm នៃ 295 °C  $\Delta G^\circ$  នៃ 295 K មិត្ត  
នៃ kJ mol<sup>-1</sup>

0.583       7.45

17.15        $2.01 \times 10^{-2}$

18. ទាមពីរឹង X (s)  $\rightleftharpoons$  2Y (s) នៃ 25 °C មិត្ត  $\Delta G_{298\text{K}}^\circ = -9.8 \text{ kJ}$   
មែន K<sub>p</sub> មែនបានដូចមាន

1.72       52.18

20.47       2.95

19. ປົກສິນ  $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$  ມີ  $K_C = 33.3$  ອີ 760 °C  
ໃຫຍ່ມູນຄີ  $\text{PCl}_5$   $1.29 \times 10^{-3}$  mol dm<sup>-3</sup>  $\text{Cl}_2$   $1.87 \times 10^4$  mol dm<sup>-3</sup>  
ອາກະການເປັນພື້ນຖານ  $\text{PCl}_3$  (ຫຼຸ່ມ) mol dm<sup>-3</sup> ສິ້ນແມ່ນ

4.35       0.23

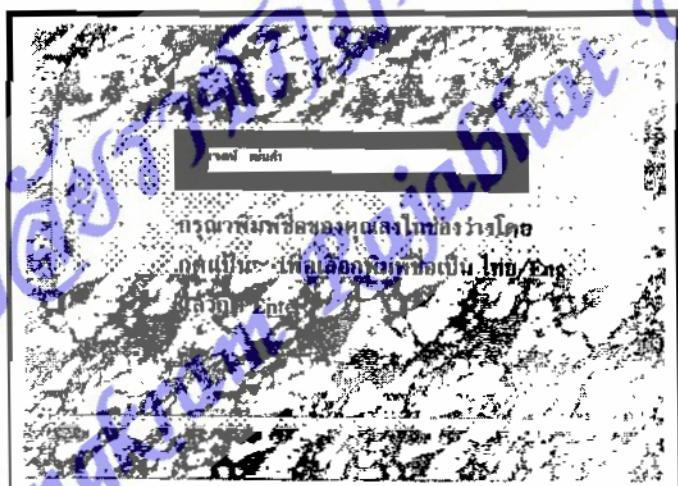
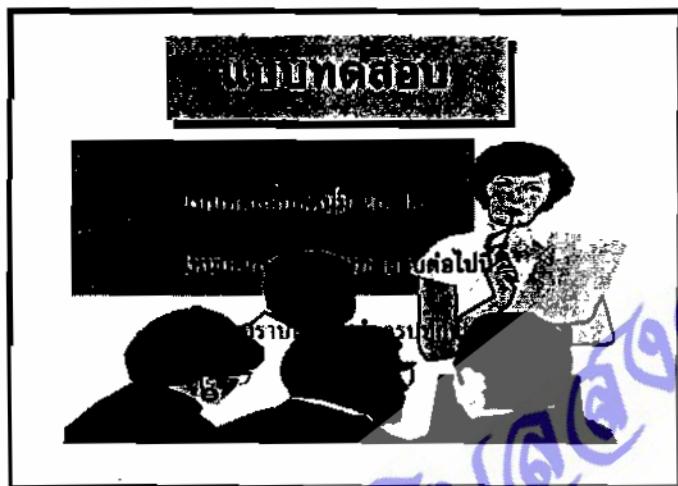
$2.3 \times 10^3$         $4.83 \times 10^3$

20.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{aq})$   
ໃນລາຍນາ 1 dm<sup>3</sup> ຂະໜີ  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ມີ mol ດັວດ ຂະໜີ ຕິດຕັ້ງກັນ  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
1 mol ເຊື້ອໄຫີດ  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  0.90 mol ສິ້ນແມ່ນ ບັນດາ  $K = 4.0$

2.025       2.925

0.2025       0.225

ภาคผนวก 3. แบบทดสอบเรื่องสมุดโน๊ต



ข้อ 1. ชาปฏิกิริยา  $\text{Fe}_3\text{O}_4(s) + \text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{Fe}(s) + \text{CO}_2(g)$   
ถ้ามี  $\text{CO}_2$  ของจากปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลตั้งแต่แรก จะเกิด  
อะไรขึ้น

- ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นก่อน
- ปฏิกิริยาจะดำเนินไปช้าลงกว่า
- ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ
- จะลดความต้องการ  $\text{Fe}(s)$  มากขึ้น
- จะเกิด  $\text{CO}$  มากขึ้น

ข้อ 2. ชาปฏิกิริยา  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$  ที่ภาวะสมดุล เหลือ A, B, C, D  
น้ำหนัก 0.22, 0.22, 1.78, 1.78 mol dm<sup>-3</sup> พานิชย์ที่น้ำหนักที่น้ำหนักนี้  
ปัจจุบันหักปฏิกิริยาดำเนินไป 2 ชั่วโมง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ตามมาได้

- ความเข้มข้นของ A และ B จะลดลง
- ความเข้มข้นของ C และ D จะมากขึ้น
- ความเข้มข้นของ A และ B จะมากขึ้น สำหรับ C และ D  
จะไม่เปลี่ยนแปลง
- ความเข้มข้นของ A, B, C, D ซึ่งคงที่เดิม
- พารา K ของปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปทางเดียว

ข้อ 3. สมดุลของระบบอาจดูร่วมด้วยปฏิกิริยาข้างต้นให้ของสมการที่ได้  
ชาปฏิกิริยา  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  จะใช้สารร่วมด้วยได้ดังนี้  
ซึ่งบวกกันเท่าไร

- $\text{H}_2, \text{I}_2$  各  $\pm 0.5$  mol หรือ  $\text{HI} 4$  mol
- $\text{HI} 2$  mol หรือ  $\text{H}_2, \text{I}_2$  各  $\pm 1.0$  mol
- $\text{HI} 2$  mol หรือ  $\text{H}_2, \text{I}_2$  各  $\pm 0.5$  mol
- $\text{H}_2, \text{I}_2$  各  $\pm 0.5$  mol หรือ  $\text{HI} 1$  mol
- $\text{H}_2, \text{I}_2$  各  $\pm 0.5$  mol หรือ  $\text{HI} 2$  mol

ข้อ 4. จ้ากปฏิวัติ化ต่อไปนี้ :  $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$  ถ้าค่า  $\text{CO}_2$  ที่มี  $^{14}\text{CO}_2$  นำไปปฏิวัติ化ต่อไปนี้ ทั้งปัจจุบันและในอดีต  $\text{CaCO}_3$  หากเราหักพาน้ำมี  $^{14}\text{CO}_2$  มันอยู่กับ  $\text{CaCO}_3$  ซึ่งส่วนใหญ่จะ

- A ปฏิวัติ化ให้มีอัตราการหลุดออกมาก
- B ตัวรวมกันดูด ระบบปฏิวัติหักพาน์ ผู้คนปฏิวัติหักพาน์ลดลง
- C ตัวรวมกันดูด ระบบอยู่ดี ไม่มีตัวรวมกันลดลง
- D ปฏิวัติ化ให้มีอัตราการหลุดออกมาก  $^{14}\text{CO}_2$  มากกว่า  $\text{CO}_2$  ปกติ
- E ปฏิวัติ化ให้มีอัตราการหลุดออกน้อยกว่า  $\text{CO}_2$

ข้อ 5.  $\text{A}_2 (\text{g}) + 2\text{B}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}_3 (\text{g})$  ถ้าเพิ่มความดันให้แก่ปฏิวัติ化ที่ ณ สถานที่เดียวกัน เวลาไป ซึ่งส่วนใหญ่จะ

- A ตัวรวมกันดี ระบบจะไม่มีอัตราการหลุดออกมาก
- B ตัวแยกตัวกันดี ระบบจะไม่มีอัตราการหลุดออกมาก
- C ตัวรวมกันดี ระบบจะมีอัตราการหลุดออกมาก
- D ตัวแยกตัวกันดี ระบบจะมีอัตราการหลุดออกมาก
- E ตัวรวมกันดี สถานที่เดียวกันเวลาไปใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการหลุดออก

ข้อ 6. ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ปฏิวัติ化  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 + \text{ความร้อน}$  ตัวรวมกันดูด (K) จะเป็นอย่างไร

- A คงที่
- B ลดลง
- C หายใจ
- D ไม่เปลี่ยนเป็น 2 ตัวรวมกันดูด
- E ไม่เปลี่ยนเป็น 2 ตัวแยกตัวกัน

ข้อ 7. ชาบปูริฟิยา  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (s)  $\rightleftharpoons \text{NH}_3$  (g) +  $\text{HCl}$  (g)  
ขอเชิญลงมาต่อ K

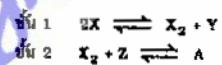
- $K = [\text{NH}_3][\text{HCl}]$
- $K = [\text{NH}_3]$
- $K = [\text{NH}_3]^2[\text{HCl}]$
- $K = [\text{NH}_3] + [\text{HCl}]$
- $K = \frac{[\text{NH}_3][\text{HCl}]}{[\text{NH}_4\text{Cl}]}$

ข้อ 8. จงเลือก  $K_c$  ของปฏิกิริยาดังนี้



- $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]$
- $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$
- $\frac{[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{[\text{Mg}(\text{OH})_2]}$
- $\frac{[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{[\text{Mg}(\text{OH})_2]}$
- $[\text{Mg}^{2+}] + [\text{OH}^-]^2$

ข้อ 9. จงเขียนสมการและค่า K ของปฏิกิริยาหนึ่งที่มีผลในเกลือที่มี 2 ส่วนตามด้าน



- $\frac{[\text{Y}][\text{A}]}{[\text{X}]^2[\text{Z}]}$
- $\frac{[\text{X}]^2[\text{Z}]}{[\text{A}][\text{Y}]}$
- $\frac{[\text{Y}][\text{A}]}{[\text{X}][\text{Z}]}$
- $\frac{[\text{Y}][\text{A}]}{[\text{Z}][\text{X}]}$
- $\frac{[\text{X}][\text{Z}]}{[\text{Y}][\text{A}]}$

ข้อ 10. ชาติปฏิริติรา  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  มีผลการณ์ที่ดีปฏิริติรา  
ในห้องน้ำ เลือกได้จากทั้ง 4

$\text{rate}_f = k_f [C]^c [D]^d$         $\text{rate}_f = k_f [A]^a [B]^b$

$\text{rate}_f = [A]^a [B]^b$         $\text{rate}_f = [C]^c [D]^d$

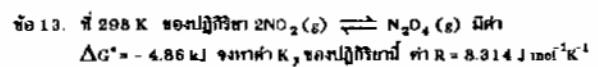
$\text{rate}_f = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

ข้อ 11. ชาตปฏิริติรา  $H_2 (g) + Br_2 (g) \rightleftharpoons 2HBr (g)$   
เข้ามาร่วมความคิดเห็นดังต่อไปนี้ปฏิริติราที่ถูก

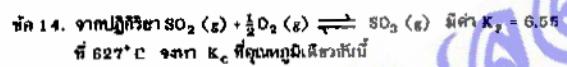
- ปฏิริติราเริ่มต้นใหม่
- ปฏิริติราเริ่มต้นใหม่
- เห็น HBr มากที่สุด
- ไม่มีผล
- เห็น  $Br_2$  มากที่สุด

ข้อ 12.  $K_e$  ของปฏิริติราเมื่อไปที่  $900^\circ C$  มีค่าเท่ากับ 0.28  
 $CS_2 (g) + 4H_2 (g) \rightleftharpoons CH_4 (g) + 2H_2S (g)$   
หาก  $K_p$  ที่อุณหภูมิเดียวกัน

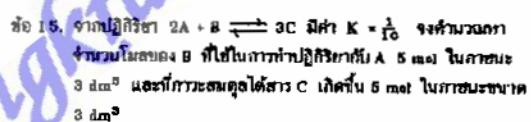
- $2.7 \times 10^1$
- $2.6 \times 10^3$
- $3.0 \times 10^3$
- $5.1 \times 10^2$
- $2.9 \times 10^1$



- |  |       |
|--|-------|
|  | 1.002 |
|  | 7.1   |
|  | 9.3   |
|  | 91.54 |
|  | 4.5   |



- |  |       |
|--|-------|
|  | 0.76  |
|  | 0.39  |
|  | 0.045 |
|  | 46.99 |
|  | 56.3  |



- |  |        |
|--|--------|
|  | 451.67 |
|  | 450.0  |
|  | 150.56 |
|  | 150.0  |
|  | 155.9  |

ข้อ 16. จากปฏิกิริยา  $A + 2B \rightleftharpoons 2C$  มีอัซ A = 3 mol และ B = 5 mol  
ให้ปฏิกิริยาที่นี้ในภาชนะขนาด 3  $\text{dm}^3$  ที่การดูดซึ�บเหลือ A = 1 mol  
จงหาค่าคงที่ของค่า K

	0.48
	3.0
	16.0
	1.2
	48

ข้อ 17. จากปฏิกิริยา  $2\text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g})$  มีอัซ  $\text{N}_2\text{O}_4 = 0.1$  mol  
ให้ในภาชนะ 2  $\text{dm}^3$  ที่ได้รับปฏิกิริยาที่ดูดซึบ  $\text{N}_2\text{O}_4$  จำนวน  
ความถี่ 0.02 mol  $\text{dm}^{-3}$  จะมี  $\text{NO}_2$  (กิตติมศักดิ์) ละ  $\text{dm}^{-3}$

	0.02
	0.03
	0.05
	0.08
	1.0

ข้อ 18. จากปฏิกิริยา  $\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI} (\text{g})$  มีค่า  $K_c = 49.5$   
ที่ 440 °C สำหรับ  $\text{H}_2 = 0.5$  mol ที่ปฏิกิริยาที่  $\text{I}_2 = 0.5$  mol ใน  
ภาชนะขนาด 2  $\text{dm}^3$  ที่ดูดซึบมีเดรากอน์ จึงควรจะเป็นเท่า  
กัน เป็น  $\text{mol dm}^{-3}$  ที่การดูดซึบ

	0.389
	0.195
	0.055
	0.129
	3.50

ข้อ 19. จ้าปฏิกิริยา  $H_2 (g) + CO_2 (g) \rightleftharpoons CO (g) + H_2O (g)$   
มีค่า  $K = 0.771$  ที่  $750^\circ C$  ถ้ามี  $H_2$  1.00 mol และ  $CO_2$  1.00 mol ผสมกันในภาชนะขนาด 5 dm<sup>3</sup> ที่นี่ได้จะเป็นปริมาณของ  $CO$  (g) เป็น mol dm<sup>-3</sup> ที่กราดและ

	0.1065		0.02
	0.055		0.0935
	0.035		

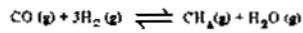
ข้อ 20. สารเคมีรวมทั้ง  $CO$ ,  $H_2$  และ  $CH_3OH$  อยู่ในหม้อต้มร้อนกวาว  
 $CO (g) + 2H_2 (g) \rightleftharpoons CH_3OH (g)$  ที่  $250^\circ C$  ถ้ามีมี  
ปริมาณของ  $CO$ ,  $H_2$  และ  $CH_3OH$  เป็นที่ 0.086, 0.191 และ  
0.015 mol dm<sup>-3</sup> ตามลำดับ จ้าว  $K_c$  ของปฏิกิริยานี้

	0.82		1.2
	19.1		3.4
	4.3		

ข้อ 21. จ้าปฏิกิริยา  $2HBr (g) \rightleftharpoons H_2 (g) + Br_2 (g)$  มีค่า  
 $K_c = 1.6 \times 10^{-2}$  ที่  $200^\circ C$  ถ้ามีความเข้มที่บ่อบอก  $HBr$   
เป็น mol dm<sup>-3</sup> ที่ภาวะสมดุล บ่อบริ่ษัทโดยใช้  $HBr$  0.01 mol  
ในภาชนะ 1 dm<sup>3</sup>

	0.008		0.001
	0.002		0.0016
	0.005		

ป้อ 22. ที่กราฟสมดุล สาระนั้นประกอบด้วย  $\text{CO}$  0.3 mol,  $\text{H}_2$  0.1 mol และ  $\text{H}_2\text{O}$  0.02 mol และ  $\text{CH}_4$  ในภาชนะ 1.0  $\text{dm}^3$  ที่ 1,200 K ค่า  $K_c$  ของปฏิกิริยาดังกล่าวเท่ากับ 3.22 จงหาความเข้มข้นของ  $\text{CH}_4$  ที่กราฟสมดุลในปฏิกิริยาดังไปนี้



- |  |                             |  |                            |
|--|-----------------------------|--|----------------------------|
|  | 0.0190 mol dm <sup>-3</sup> |  | 0.039 mol dm <sup>-3</sup> |
|  | 0.059 mol dm <sup>-3</sup>  |  | 0.093 mol dm <sup>-3</sup> |
|  | 0.016 mol dm <sup>-3</sup>  |  |                            |

ป้อ 23. ปฏิกิริยา  $\text{A}(\text{s}) + 3\text{B}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{D}(\text{g})$   
มีผลต่อเวลาในภาชนะ 5  $\text{dm}^3$  ที่  $\text{A}$  2 mol,  $\text{B}$  2 mol,  
 $\text{C}$  1 mol และ  $\text{D}$  3 mol จงคำนวณค่าสมดุล

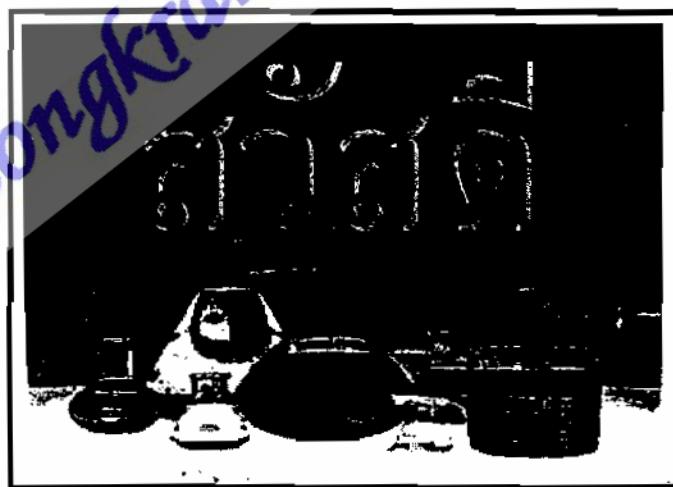
- |  |      |  |       |
|--|------|--|-------|
|  | 5.1  |  | 10.1  |
|  | 50.6 |  | 126.6 |
|  | 5.6  |  |       |

ป้อ 24. ขั้นปฏิกิริยา  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  มีค่า III  
0.050 mol dm<sup>-3</sup> ให้การ平衡ค่า  $K_c$  เป็นค่าใดที่แสดงค่าสมดุล  
ของขั้นปฏิกิริยา  $\text{H}_2$  เป็น mol dm<sup>-3</sup> ที่กราฟสมดุล  
ที่  $K_c = 49.5$

- |  |       |  |       |
|--|-------|--|-------|
|  | 1.57  |  | 0.028 |
|  | 0.035 |  | 0.047 |
|  | 0.065 |  |       |

ข้อ 25. ค่าคงที่สมดุล ( $K_c$ ) ของปฏิกิริยา  
 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$   
 ที่  $425^\circ\text{C}$  มีค่าเท่ากับ 1.84 และค่า  $K_c$  ของปฏิกิริยา  
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$

- |                          |                   |                          |       |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | มีค่าเท่ากับ 0.84 | <input type="checkbox"/> | 3.68  |
| <input type="checkbox"/> | 3.39              | <input type="checkbox"/> | 0.543 |
| <input type="checkbox"/> | 0.92              |                          |       |



#### ภาคผนวก 4. แบบสอบถาม

#### แบบสอบถาม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมคูลเคนี  
ระดับปริญญาตรี

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 เอกกิจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่องสมคูลเคนี

**แบบสอบถามเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล**  
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วงสอน เรื่อง สมดุล态นิ**  
**ระดับปริญญาตรี**

---

ตอนที่ 1      แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพช่วงตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ขอให้ท่านเขียนเครื่องหมาย / ลงใน  หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

**1. เพศ**

- ชาย
- หญิง

**2. อายุ**

- ต่ำกว่า 18 ปี
- 18 ปี
- 19 ปี
- 20 ปี
- 21 ปี
- มากกว่า 21 ปี

**3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดเฉลี่ยสะสม) ของผู้ตอบแบบสอบถาม**

- ต่ำกว่า 1.80
- 1.80 - 1.99
- 2.00 - 2.49
- 2.50 - 2.99
- 3.00 - 3.49
- 3.50 - 4.00

ตอนที่ 2 เอกกิจของนักศึกษาที่มีต่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง สมุดอานี  
คำชี้แจง ให้นักศึกษาเข้าใจเครื่องหมาย / ลงในช่องที่กำหนดให้ตามความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านการนำเสนอด้วยสื่อ</b>					
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องนี้ มีความน่าสนใจเพียงใด					
2. ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและถูกต้องกับเนื้อหาเพียงใด					
3. เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเหมาะสมเพียงใด					
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มี ความเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน เพียงใด					
5. ภาษาที่ใช้ คำศัพท์ ตลอดจนสัญลักษณ์ ต่าง ๆ เหมาะสมเพียงใด					
6. ความละเอียดของเนื้อหาในบทเรียนเรื่องนี้ เหมาะสมเพียงใด					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ตัวนักการนำเสนอให้กับ</b>					
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความ เหมาะสมที่จะใช้สอนแทนครุ่ได้มากน้อย เพียงใด					
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ เรียนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการเรียน ตามปกติมากน้อยเพียงใด					
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ความรู้ ได้ดีกว่าตัวเราเรียนธรรมดามากน้อย เพียงใด					
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน มากน้อยเพียงใด					
5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มากน้อยเพียงใด					
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้ เกิดความคิดสร้างสรรค์มากน้อย เพียงใด					
7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ และความแหลกเล็กเพลินมากน้อยเพียงใด					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ดำเนินการนำไปใช้					
8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ มากน้อยเพียงใด					
9. ผู้ที่เรียนเข้าสามารถใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียน นั้น ๆ ได้มากน้อยเพียงใด					
10. สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้เรียนโดยไม่จำกัดสถานที่ และเวลา มากน้อยเพียงใด					
11. สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้กับเนื้อหาอื่นในสาขาเดียวกันได้ มากน้อยเพียงใด					
12. สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้กับเนื้อหาในสาขาอื่น ๆ ได้มากน้อย เพียงใด					

## ภาคผนวก 5. คู่มือการใช้แผ่น CD-ROM

---

### คู่มือการใช้แผ่น CD-ROM

---

ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้ง Microsoft Windows Thai 95 ที่มีอุปกรณ์ Sound Card และลำโพงเสียงสมบูรณ์ มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มี Windows Thai 95
2. นำแผ่น CD บทเรียนไปในช่องขับ CD - Drive
3. คลิกเมาส์ที่ปุ่ม Start
  - \* เลือกคลิกที่ Run
  - \* พิมพ์ d:\Chemistry.exe
  - \* คลิก OK. เป็นเริ่มต้นเข้าสู่บทเรียน
  - \* เลือกรายการบทเรียนจาก Menu ตามต้องการ
  - \* เมื่อเรียนจบแล้วให้คลิกลงทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ท้ายบทเรียน