



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนปฏิบัติการ

วิชาหลักเคมี

Research for the Module Development

on Laboratory of Principle Chemistry

รองศาสตราจารย์สุภาพ รมณีย์พิกุล

พ.ศ. 2550

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ชื่อเรื่อง การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี

ผู้วิจัย รองศาสตราจารย์สุภาพ รมนิษฐ์พิกุล

ปีที่ทำการวิจัย 2549 – 2550

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน รวมทั้งศึกษาคุณภาพของชุดการเรียนการสอน โดยศึกษาจากความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนการสอน ตลอดจนศึกษาความก้าวหน้าของการเรียน โดยศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในวิชาหลักเคมีเฉพาะส่วนปฏิบัติการตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 โดยสร้างชุดการเรียนการสอน 7 ชุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดการเรียนการสอน ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน

ผลการวิจัย พบว่า

1. ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75/ 75 (\pm 5) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. ผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อชุดการเรียนการสอนในทุก ๆ ด้าน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Research Title : **Research for the Module Development on Laboratory
of Principle Chemistry**

Name : **Assoc.Prof. Suphap Ramaneepikool**

Field : **Chemistry**

Research Year : **2006 – 2007**

Abstract

The purposes of this research were to construct the modules on laboratory of principle chemistry course, to determine effectiveness of the modules, to study the attitude of students towards the modules and to compare the pretest and posttest achievement scores of the students who learned from the modules.

Seven modules had been constructed. The content of these modules corresponded to the Rajabhat Institute Curriculum 2000. The study was separated into three parts : firstly, the students' efficiency, secondly, students' achievement and finally, the students' attitude. Samples were 14 Pibulsongkram Rajabhat University students. The tools of research comprised modules, pretest, posttest and attitude test.

The study showed that :

1. The efficiency of the modules was 75/75 (± 5) as the normal standard set.
2. The students had positive attitude towards all modules.
3. The pretest and posttest achievement scores showed statistically significant differences at .01 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	v
สารบัญแผนภูมิ	vi
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน หรือ โมดูล (Instructional Module)	5
2.2 หลักการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน	7
2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอน	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	17
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
3.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	19
3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	23
3.5 กำหนดตัวแปรที่ศึกษา	23
3.6 การรวบรวมข้อมูล	23
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	30
4.1 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้	30
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้	31
4.3 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้	32
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการวิจัย	40
5.2 อภิปรายผล	41
5.3 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้	47
ภาคผนวก ข วิเคราะห์ความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ	62
ภาคผนวก ค วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบ	67
ภาคผนวก ง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	70
ภาคผนวก จ แบบสอบถามความคิดเห็นและคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษา ต่อการเรียนรู้	95
ภาคผนวก ฉ แผนการสอน และตัวอย่างบทเรียนสำเร็จรูปที่ 1	104

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3.1	แสดงแบบแผนการทดลอง 17
ตาราง 3.2	ชื่อบทเรียนและชื่อหัวเรื่องของชุดการเรียนรู้ปฏิบัติกรวิชาหลักเคมี 20
ตาราง 4.1	ค่าประสิทธิภาพและร้อยละความก้าวหน้าในการใช้ชุดการเรียนรู้ 30
ตาราง 4.2	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ 31
ตาราง 4.3	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 1 32
ตาราง 4.4	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 2 34
ตาราง 4.5	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 3 35
ตาราง 4.6	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 4 36
ตาราง 4.7	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 5 37
ตาราง 4.8	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 6 38
ตาราง 4.9	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักศึกษา ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 7 39

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิ 3.1	
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือการวิจัย	19

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้แบบ Laboratory approach หรือ Experimental approach เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ครบทุกด้าน ทั้งด้านความคิดรวบยอดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) การจัดการเรียนรู้แบบ Laboratory approach เป็นวิธีสอนหรือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับกันมานานแล้ว และก็เป็นวิธีการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่กำหนดให้ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ (ประคิษฐ์ วิชัย และคนอื่นๆ, 2544)

การเรียนการสอน โดยวิธีการบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยที่ผู้เรียน ไม่ได้ปฏิบัติการทดลองจริง ถึงแม้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาต่างๆ ได้นั้น แต่ผู้เรียนจะไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ทักษะการปฏิบัติต่างๆ อันจะทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการของการเจริญงอกงามไม่ครบทุกด้าน และไม่เกิดความชำนาญในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความชำนาญเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของโลกยุคโลกาภิวัตน์ (อุไรวรรณ วิจารณ์กุล , 2543) แต่ในสภาพความเป็นจริงของการสอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยใช้กระบวนการทดลองปฏิบัติจริงยังทำได้ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุมาลี พิตรากุล และยุวณิตย์ หงษ์ตระกูล (2543 : 54)

ชุดการเรียนการสอน (Module) หรือบทเรียนสำเร็จรูปจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ ดังเช่น ผลการวิจัยของอุไรวรรณ วิจารณ์กุล และคนอื่นๆ (2543) ซึ่งได้พัฒนาการเรียนการสอน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนชีววิทยาที่สร้างขึ้นพบว่านักศึกษาหรือผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ จากผลการวิจัยของประวีตร ชูศิลป์ (2548) ซึ่งได้ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โดยวิธี Laboratory approach พบว่าผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว เพิ่มมากขึ้น จากเดิมก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชุดการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยในการสอนแบบปฏิบัติการทดลองเพราะเป็นการจัดโอกาสให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงเป็นการช่วยในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

ด้วยสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัย จึงได้จัดทำชุดการเรียนการสอนในเชิงปฏิบัติการของวิชาหลักเคมี และได้นำไปทดลองใช้ในการวิจัยเรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี”

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดการเรียนการสอน โดยศึกษาจากความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนการสอน
2. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนแตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1) ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่เรียนวิชาหลักเคมี

2) กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิชาเอกวิทยาศาสตร์สุขภาพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาหลักเคมีในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 14 คน

2. ระยะเวลา

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้เวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

3. เนื้อหา

ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นใช้เนื้อหาวิชาหลักเคมีเฉพาะภาคปฏิบัติการตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ประกอบด้วยชุดการเรียนรู้และคู่มือครู จำนวน 7 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 การแยกสารผสม มี 3 ตอน

1.1 การกลั่นแบบธรรมดา

1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

1.3 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

ชุดที่ 2 สมบัติทั่วไปของกรดและเบส

ชุดที่ 3 สารละลาย มี 2 ตอน

3.1 การเตรียมสารละลาย

3.2 การไทเทรตกรดกับเบส

ชุดที่ 4 ปฏิกิริยาเคมี

ชุดที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยา

ชุดที่ 6 สมบัติของสารประกอบอินทรีย์ มี 2 ตอน

6.1 ปฏิกิริยาของแอลเคนและแอลคีน

6.2 ปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

ชุดที่ 7 การตรวจสอบไอออนในสารละลาย มี 2 ตอน

7.1 การตรวจสอบแคตไอออนในสารละลาย

7.2 การตรวจสอบแอนไอออนในสารละลาย

4. ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการเรียนรู้แต่ละชุด ทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน รวมทั้ง ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนการสอน (Module) หมายถึง เนื้อหาและสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนของวิชาหลักเคมีเฉพาะส่วนที่เป็นภาคปฏิบัติ (รหัสวิชา 4021114) ตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 แบ่งเป็น 7 ชุด แต่ละชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วยชุดการเรียนรู้พร้อมคู่มือครู บทเรียนสำเร็จรูป และแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการตอบสนองที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียน สามารถประเมินเป็นคะแนนได้โดยแบบทดสอบ

3. ประสิทธิภาพของชุดการเรียน หมายถึง คุณภาพของชุดการเรียน ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยถือเกณฑ์ 75/ 75

75 ตัวแรก เป็นค่าเฉลี่ยคิดร้อยละของคะแนนที่ผู้เรียน ได้จากการทำแบบฝึกหัด หรือการปฏิบัติ

75 ตัวหลัง เป็นค่าเฉลี่ยคิดร้อยละของคะแนนที่ผู้เรียน ได้จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี
2. ทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งก่อนและหลังใช้ชุดการเรียน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยเรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี” ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนหรือโมดูล
2. หลักการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน
3. การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน หรือโมดูล (Instructional Module)

ได้มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน หรือโมดูลไว้ดังนี้

วีระ ไทยพานิช (2529 : 34) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนว่า ชุดการเรียนรู้ (Learning package) มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instructional package) ชุดการเรียนรู้เบ็ดเสร็จ (Self - instructional package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized learning package) ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multimedia) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ หัวข้อ เนื้อหา ชุดการเรียนรู้ อาจมีรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่ส่วนมากจะประกอบด้วยคำชี้แจง หัวข้อ จุดมุ่งหมาย การประเมินผลเบื้องต้น การทำหัตถกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อเปรียบเทียบเป็นรายบุคคลและให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 18) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียนรู้การสอน หมายถึง หน่วยการเรียนรู้สำเร็จรูปในตัวเอง มุ่งให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง ซึ่งในชุดการเรียนรู้การสอนหนึ่ง ๆ จะมีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปศึกษาค้นคว้าจากที่อื่นอีก ในชุดการเรียนรู้แต่ละชุดจะมีคำแนะนำ จุดมุ่งหมาย การทดสอบก่อนการเรียนรู้และการทดสอบหลังการเรียนรู้

ลำพอง บุญช่วย (2530 : 198) ได้สรุปว่า ชุดการเรียนรู้การสอน หมายถึง การวางแผนการเรียนรู้การสอนของครู โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ร่วมกัน (Multimedia approach) เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ที่วางไว้โดยการจัดสื่อต่าง ๆ เหล่านี้ไว้เป็นชุดหรือกล่องเพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนได้ใช้ในการเรียนรู้

สัจด์ อุทรานันท์ (2532 : 167-168) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่าเป็นการเตรียมการสอนแต่ละเรื่องโดยละเอียด ซึ่งผู้สอนจะนำเอาเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องที่ได้จัดสรรเวลาไว้ในแผนการสอนระยะยาวมาทำการออกแบบวิธีการสอนว่าจะดำเนินกิจกรรมการสอนอย่างไร จะใช้สื่อการเรียนการสอนอะไร จะทำการวัดผลการเรียนการสอนอย่างไร และจะทำการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดได้อย่างไร

บุหงา วัฒนะ (2534 : 320) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนไว้ว่า ชุดการเรียนการสอน คือ การจัดโปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกันหรือที่เรียกว่าสื่อประสม (Multimedia system) เพื่อมุ่งสนองจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (นิคม ทาแดง และคนอื่น ๆ 2543 : 113) ได้กล่าวสรุปว่าชุดการเรียนการสอนเป็นชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากแหล่งความรู้ในรูปของสื่อต่าง ๆ ในสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่จัดไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และใคร่ครวญตามที่ละเอียดตามลำดับขั้น ได้ร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง ได้รับคำติชมทันที และได้รับประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จและเกิดความภาคภูมิใจ

ลอเรนซ์ (Lawrence, 1973) ได้ให้นิยามของชุดการเรียนการสอนหรือโมดูล คือ หน่วยการสอนที่มีเนื้อหาจบในตัว สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเองมากกว่าจะใช้ครู โมดูลประกอบด้วยสื่อการเรียนและกระบวนการที่จะถ่ายทอดเรื่องราวอย่างใดอย่างหนึ่ง

พาร์สัน และคนอื่น ๆ (Parson and others, 1976) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโมดูล ว่าเป็นบทเรียนที่นักเรียนสามารถเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ด้วยตนเองอย่างสะดวกตามความสามารถของตนเอง จะใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

สรุปความหมายของชุดการเรียนการสอน หรือ โมดูล ได้ว่าเป็นสื่อประสมที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้เพื่อช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทำให้สะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน ทั้งนี้ เพราะประกอบไปด้วยจุดประสงค์ ความรู้พื้นฐาน กิจกรรม ตลอดจนการประเมินผล

ในปัจจุบันนักการศึกษา เสนอแนะให้ใช้คำว่าชุดการเรียนเพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่างๆ ในชุดการสอน เพื่อศึกษาด้วยตนเอง

2.2 หลักการสร้างชุดการเรียนการสอน

2.2.1 ประเภทของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอน แบ่งเป็น ประเภทใหญ่ ๆ มี 3 ประเภท

- 1) ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายของครู
- 2) ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม
- 3) ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล

ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายของครู คือ ชุดการเรียนการสอนที่ครูสร้างขึ้นมาเพื่อใช้สอนหรือเสนอประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน อาจเรียกว่าชุดการสอน (Teaching packing) ประกอบด้วย

1) คู่มือครู ในคู่มือครูจะเสนอแนะแนวทางในการสอนให้แก่ครูเป็นอย่างดี ซึ่งประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

- (1) จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
- (2) รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหา
- (3) วิธีดำเนินการสอนเพื่อบรรลุถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย
- (4) รายการสื่อการสอนที่ใช้
- (5) คำแนะนำการใช้สื่อการสอน
- (6) หนังสืออ้างอิงประกอบการค้นคว้า

2) สื่อการสอน (Instructional media) ที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับกิจกรรมในการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนรู้บังเกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว

3) แบบฝึกหัด

4) แบบทดสอบ มีทั้งแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน (Pretest and posttest)

ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมการเรียนที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในแต่ละหมวดวิชา อาจมีหลาย ๆ ชุดก็ได้ แต่ละชุดจะจัดเป็นศูนย์กลางกิจกรรมจะมีสื่อหรือบทเรียนครบชุดไว้ให้ตามจำนวน

ผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ สื่อที่ใช้ในแต่ละศูนย์กิจกรรมจัดไว้ในรูปของสื่อผสม อาจใช้สื่อสำหรับรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มที่ทุกคนใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนประเภทนี้ต้องการความช่วยเหลือจากครูไม่มากนัก จะต้องการความช่วยเหลือจากครูในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น เมื่อเคยชินแล้วผู้เรียนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ ครูคอยเป็นผู้ดูแลในระหว่างผู้เรียนทำกิจกรรมชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม บางทีเรียกว่า ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ (Learning center)

ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล คือ ชุดการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้ อาจจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Module) หรือบทเรียนสำเร็จรูปเฉพาะเรื่องก็ได้

นอกจากชุดการเรียนการสอนทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวมาแล้ว ยังมีชุดการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ อีก ซึ่งแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ เช่น ชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้ปกครอง ชุดการเรียนการสอนซ่อมเสริม ชุดการเรียนการสอนประกอบการผลิตและการใช้รายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษา ฯลฯ เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตามจะต้องประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- 1) คำชี้แจง (Prospectus) คือ คำอธิบายถึงขอบข่ายของชุดการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ ความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนต้องมีก่อนเรียน และขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมด
- 2) วัตถุประสงค์ (Objectives) คือ ข้อความที่ระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเมื่อเรียนไปแล้ว ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้าง
- 3) การประเมินผลก่อนเรียน (Pre-assessment) เป็นการกระทำที่มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การประเมินผลก่อนสอน อาจทดสอบข้อเขียน สัมภาษณ์ การปฏิบัติงานหรือให้ตอบคำถามก็ได้
- 4) การกำหนดกิจกรรม (Enabling activities) คือ การกำหนดแนวทางหรือวิธีการเพื่อไปสู่วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นด้วย
- 5) การประเมินผลหลังการเรียน (Posttest) คือ การประเมินผลหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจบกระบวนการแล้วเพื่อทราบว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงใด

2.2.3 การผลิตชุดการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนตามแผนจุฬา หรือ Chulalongkorn University Plan for Multimedia Instructional Package Production เรียกก่าย ๆ ว่า CHULA PLAN ผู้ที่คิดค้นระบบการผลิต คือ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (นิคม ทาแดง และคนอื่น ๆ, 2543 : 67-68) แบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดหมวดหมู่เนื้อหาประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม

ขั้นที่ 2 กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง ๆ ละ 1 - 2 ชั่วโมง

ขั้นที่ 3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย

ขั้นที่ 4 กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สารและหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องโดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

ขั้นที่ 6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

ขั้นที่ 7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ขั้นที่ 8 เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 9 หาประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอน เพื่อประกันว่าชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จะต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 การทดสอบประสิทธิภาพต้องดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ แบบเดี่ยว (1 : 1) แบบกลุ่ม (1 : 10) และภาคสนาม (1 : 100)

ขั้นที่ 10 การใช้ชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีขั้นตอนการใช้ดังนี้ คือ ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ขั้นที่ 2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผลการสอน และขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน

2.3.1 เกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพ

ใช้เกณฑ์ความก้าวหน้าในการเรียนและเกณฑ์ประสิทธิภาพ

1. เกณฑ์ความก้าวหน้าในการเรียน

เป็นการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับการทดสอบหลังเรียนว่าได้คะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เช่น ตั้งเกณฑ์คะแนนเพิ่มไว้เฉลี่ยร้อยละ 25 หมายความว่า ผู้เรียนสามารถทำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนได้มากกว่าคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน เฉลี่ยแล้วต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 จึงจะถือว่าถึงเกณฑ์

2. เกณฑ์ประสิทธิภาพ

เป็นการเปรียบเทียบคะแนนจากการประกอบกิจกรรม (E_1) กับคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (E_2) ว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ $E_1/E_2 = 80/80$ หมายความว่า ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียน เช่น ตอบคำถามในรูปแบบฝึกหัดได้คะแนนเฉลี่ยแล้วต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 เช่นเดียวกัน จึงจะถือว่าถึงเกณฑ์

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน หรือ E_1/E_2 ใช้หลักดังนี้

- 1) 90/90 หรือ 85/85 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นเรื่องของความจำ (พุทธิพิสัย)
- 2) 80/80 หรือ 75/75 สำหรับเนื้อหาวิชาทักษะ (จิตพิสัยและทักษะพิสัย)

2.3.2 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน

การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน จะต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีค่าเป็น E_1/E_2

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากกิจกรรมหรืองานที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำ

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนการทดสอบหลังการเรียน

วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ค่าร้อยละประสิทธิภาพของกระบวนการ

X = คะแนนรวมของกิจกรรมหรือแบบฝึกหัด

n = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้น

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 = ค่าร้อยละประสิทธิภาพของผลลัพธ์

F = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

n = จำนวนผู้เรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.3.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน

เมื่อผลิตชุดการเรียนการสอนแล้ว ต้องนำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. แบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการนำบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้กับผู้เรียนครั้งละ 1 คน 3 ครั้ง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการแล้วก็นำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
2. แบบกลุ่ม (1 : 10) หลังจากที่ได้ปรับปรุงบทเรียนสำเร็จรูปที่ได้นำไปทดลองแบบเดี่ยวแล้ว ก็จะเป็นการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวน 6 – 10 คน ซึ่งมีความสามารถคละกัน ผลที่ได้จากการทดลองใช้ก็จะนำไปทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. แบบภาคสนาม (1 : 100) เป็นการนำบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้ในชั้นเรียนที่มีผู้เรียน 30 – 100 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ก็จะต้องปรับปรุงชุดการเรียนการสอน และทำการทดลองหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

อุไรวรรณ วิจารณ์กุล (2543) ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อศึกษาความคิดรวบยอดทักษะการปฏิบัติการและเจตคติที่มีต่อการเรียนพันธุศาสตร์จุลินทรีย์ในเชิงปฏิบัติการ โดยสร้างบทปฏิบัติการในวิชาพันธุศาสตร์จุลินทรีย์ จำนวน 10 ปฏิบัติการ เนื้อหาของปฏิบัติการสอดคล้องกับหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ประชากรที่ศึกษาเป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 39 คน แบบแผนการวิจัยที่ใช้ คือ Pretest – Posttest design โดยใช้แบบวัดความคิดรวบยอด แบบสอบถามวัดเจตคติแบบสังเกตพฤติกรรมวัดทักษะการปฏิบัติการวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS for Window 98 ผลการวิจัยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษาโปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์มีความคิดรวบยอดในหลักการที่สำคัญทางพันธุศาสตร์จุลินทรีย์สูง มีเจตคติที่ดีในทางบวกต่อวิชาพันธุศาสตร์จุลินทรีย์และมีทักษะการปฏิบัติการทดลองสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ $p < .01$

ทองคำ บ่อคำ (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของคลื่นโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการเรียนตามปกติในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 80 ข้อ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของคลื่นของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติ .05

ประดิษฐ์ วิชัย และคนอื่นๆ (2544) ได้รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนวิชาแคลคูลัสโดยใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยได้สร้างชุดการเรียน 6 หน่วยการเรียนรู้ ใช้นักศึกษาปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย 48 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง ผลการวิจัย พบว่า ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.77/ 85.74 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีความคิดเห็นว่า ชุดการเรียนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ดีขึ้น มีกิจกรรมเพียงพอ น่าสนใจ ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย การนำเสนอเนื้อหาที่มีความสำคัญเหมาะสม กิจกรรมมีความเหมาะสมส่งเสริมให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และมีรูปแบบเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ส่วนเครื่องคำนวณเชิงกราฟนักศึกษามีความคิดเห็นว่า ใช้งานง่าย เหมาะสมกับกิจกรรมในชุดการเรียน ช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจ และช่วยให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ดีขึ้น อยู่ในระดับมาก

ประเสริฐศรี เฟื่องพัด และคนอื่นๆ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 โดยสร้างชุดการเรียนการสอน 6 ชุด ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏ พุทธศักราช 2543 และได้นำไปทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูปเจตคติของนักศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 143 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ บทเรียนสำเร็จรูป แบบสอบถามวัดเจตคติ และแบบประเมินตนเองก่อนและหลัง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS/FW ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนสำเร็จรูปแต่ละชุดมีความสัมพันธ์ของกระบวนการต่อผลลัพธ์ ($E_1 : E_2$) อยู่ในเกณฑ์ 75 : 75 ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบน $\pm 5\%$ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนสำเร็จรูปในทุก ๆ ด้าน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ (2544) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาความคิดและการตัดสินใจแบบชุดวิชา พบว่าบทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชุดวิชา มีประสิทธิภาพ 96.70/94.26 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 44 คน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เข้าชั้นเรียนตามปกติกับการเรียนการสอนแบบชุดวิชาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการตอบแบบสอบถามของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียน

การสอนแบบชุดวิชา เพราะมีความยืดหยุ่นในการเรียน มีโอกาสรับทราบข้อบกพร่องของตนเอง และมีพัฒนาการเป็นของตัวเองเพิ่มมากขึ้น

สุรพล โคตรนรินทร์ (2543) ได้สร้างและพัฒนาชุดการเรียนการสอนกิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า แม่เหล็ก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 80.9/ 80.2 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้ และได้นำเอาชุดการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาแล้วไปทดสอบข้ามกลุ่มกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโนนหันวิทยา อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น เพื่อยืนยันค่าประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผล ได้ค่าประสิทธิภาพ 83.1/80.9 และค่าดัชนีประสิทธิผล .68 แสดงว่าชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จริง

สุวัฒนา คันน์ (2542) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารอาหาร” และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูปกับที่เรียนโดยการสอนปกติ โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Nonrandomized Pretest – Posttest Controlled Group Design กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม กรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป เท่ากับ 93.32/ 92.32 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง “สารอาหาร” สูงขึ้นกว่าที่เรียนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวภา สมวิวัฒนกุล (2541) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช 1 ห้องเรียน 40 คน ที่ได้จากการสุ่มห้องเรียนแบบง่าย การวิจัยปรากฏผลว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประชา เลียบสื่อตระกูล (2540) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูล เรื่อง “การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงในวิชาวงจรไฟฟ้า 1” ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนโมดูล จำนวน 6 บทเรียน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดลองกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.65/ 84.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในประเทศ พบว่า ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยหลาย ๆ ท่านมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนสูงกว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ และยังพบว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอีกด้วย

2.4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

แมคโดนัลด์ (McDonald, 1971) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิธีสอน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนสื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเองกับวิธีสอนแบบธรรมดาที่ใช้การบรรยายและอภิปรายในวิชาภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนสื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์และเจตคติสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายและอภิปราย

คอกกี (Caucci, 1971) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิธีสอนทั่วไป โดยการสอนแบบบรรยายอภิปราย (Lecture - Discussion) กับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาฝึกหัดครู 82 คน ใช้เวลาในการทดลอง 2 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนนั้นนักศึกษามีอิสระในการศึกษาหาความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบบรรยาย - อภิปราย เขายังได้เสนอแนะว่า ชุดการเรียนการสอนควรเขียนหลักการเบื้องต้น หรือคำชี้แจง (Introduction) ให้กว้างครอบคลุมถึงความมุ่งหมายของบทเรียน และก่อนที่ผู้เรียนจะทำกิจกรรมการเรียน ควรจะมีความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ หรือเข้าใจคำสั่งที่เขียนไว้ในกิจกรรมนั้น ๆ ก่อน กลวิธีที่ใช้ในการทบทวนความรู้ควรมีมากพอสมควร รวมทั้ง การเสริมแรง (Reinforcement) ก็ควรนำมาช่วยในการเรียนด้วย เช่น ให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

มีค (Meeke, 1972) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดการเรียนการสอนกับวิธีสอนแบบธรรมดาในวิชาเดียวกัน ได้ทำการศึกษาวิจัยกับนักศึกษามหาวิทยาลัย จำนวน 144 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมใช้เทคนิควิธีสอนแบบธรรมดา กลุ่มทดลองใช้ชุดการเรียนการสอน พบว่านักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในด้านการเรียนรู้และด้านอื่น ๆ

ริกบี้ (Rigby, 1974) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกับการสอนปกติในการสอนพิมพ์ดีดในมหาวิทยาลัยมิชิแกน ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมเป็นเทคนิคการสอนที่เชื่อถือได้ และบางกรณีได้ผลดีกว่าการสอนแบบปกติ ตลอดจนนักศึกษาที่มีเจตคติที่ดีต่อชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรม

บรอเลย์ (Brawley, 1975) ได้วิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนแบบสื่อประสมเพื่อใช้สอนในการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า โดยสร้างชุดการเรียนการสอน จำนวน 12 ชุด ใช้เวลาในการทำการเรียน 15 วัน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในต่างประเทศ จะเห็นว่า การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการสอนโดยวิธีธรรมดา รวมทั้ง มีเจตคติที่ดีต่อชุดการเรียนการสอน

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ พอสรุปได้ดังนี้

ยิ่งขึ้น

1. สามารถนำชุดการเรียนการสอนไปช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น
2. ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
3. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการแก้ปัญหา
4. ช่วยให้การสอนของครูมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
5. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
6. สร้างให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

1. ระเบียบวิธีวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
5. กำหนดตัวแปรที่ศึกษา
6. การรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest (ศิริเพ็ญ มากบุญ, 2541) ดังแสดงในตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แสดงแบบแผนการทดลอง

ก่อนปฏิบัติการ	ทดลอง	หลังปฏิบัติการ
Treatment (T_1)	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- T_1 แทนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการใช้ชุดการเรียน
- T_2 แทนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้ชุดการเรียน
- X แทนการสอนโดยใช้ชุดการเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

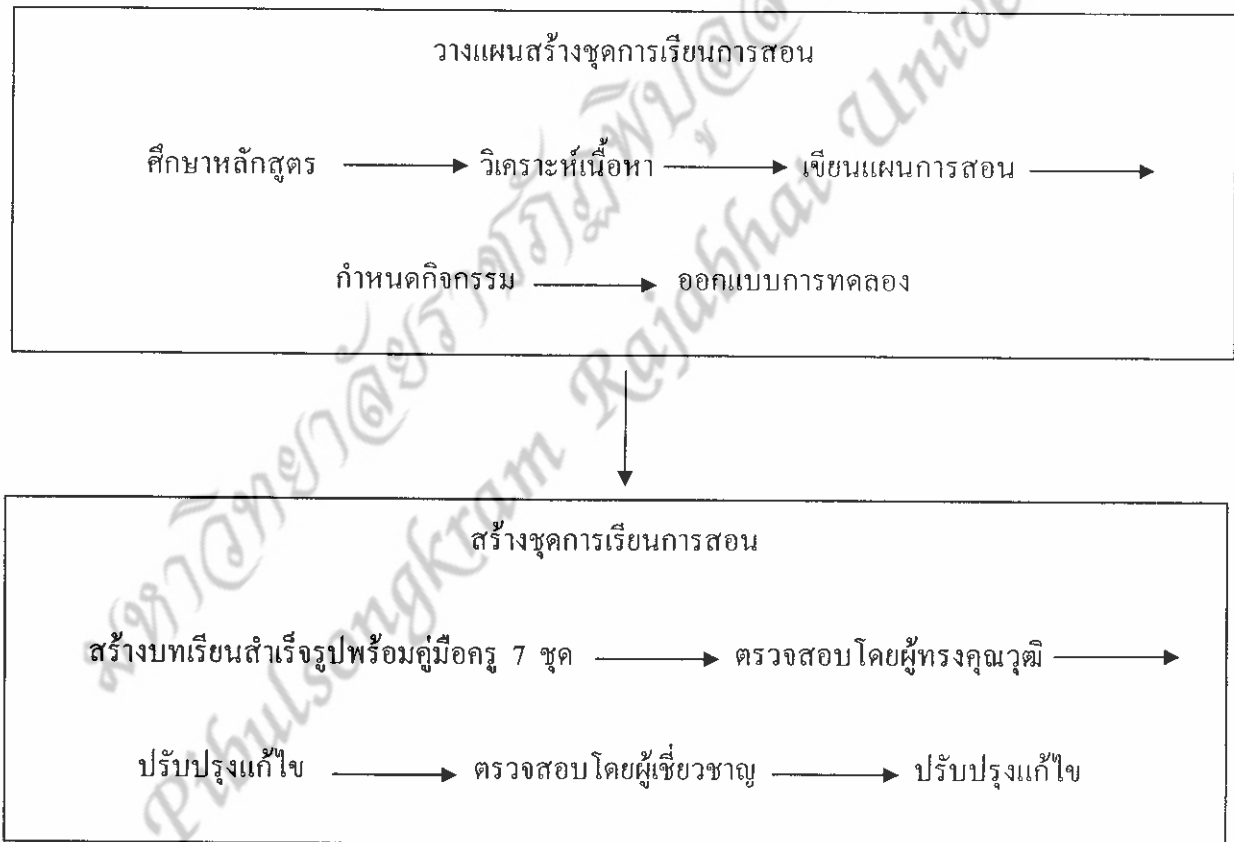
1. บทเรียนสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามหลักสูตรของสถาบันราชภัฏ ในวิชา 4021114 หลักเคมี (เฉพาะภาคปฏิบัติการ)
2. แบบประเมินตนเองก่อนเรียนและแบบประเมินตนเองหลังเรียน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดการเรียนการสอนแต่ละชุด ชุดละ 8-17 ข้อ แต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก 5 ตัวเลือก
3. คู่มือครู เป็นการแนะนำการใช้ชุดการเรียนของครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน กิจกรรมที่ผู้สอนต้องเตรียมล่วงหน้า ได้แก่ การเตรียมสื่อการสอน ตลอดจน วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี คำเฉลยของคำถามแต่ละกิจกรรมรวมทั้งแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน (พร้อมเฉลยคำตอบ)
4. แบบสอบถามวัดระดับความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี มีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) ให้เลือกตอบตามความจริงหลังจากที่ได้ศึกษาชุดการเรียนแล้ว โดยมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด มีทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พล คำปิงส์ และคนอื่นๆ (2543) ดังนี้
 - 1) วัตถุประสงค์ของบทเรียนสำเร็จรูปในเรื่องความชัดเจนและความเข้าใจ
 - 2) ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้บทเรียนสำเร็จรูป
 - 3) โอกาสในการใช้วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
 - 4) ความสนุกเพลิดเพลินในการใช้บทเรียนสำเร็จรูป
 - 5) การเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผลของบทเรียนสำเร็จรูป
 - 6) วิธีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนสำเร็จรูป มีความง่าย กระชับและชัดเจน
 - 7) ความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนสำเร็จรูป
 - 8) ความยากของเนื้อหาของบทเรียนสำเร็จรูป
 - 9) ความยาวของเนื้อหาของบทเรียนสำเร็จรูป
 - 10) ความยากของศัพท์ที่ใช้
 - 11) รูปภาพประกอบในบทเรียนสำเร็จรูป ทำให้เกิดความเข้าใจ
 - 12) คำถามและความสามารถในการตอบคำถาม
 - 13) ความเข้าใจคำสั่ง และความสามารถในการปฏิบัติตามคำสั่ง

14) เวลาที่กำหนดให้พอดี

15) ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน

3.3 การสร้าง และหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยยึดแนวทางของดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ ตามขั้นตอนดังแผนภูมิ 3.1



แผนภูมิ 3.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือการวิจัย

3.3.1 การสร้างชุดการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร และวิเคราะห์เนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชาหลักเคมี ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 และวิเคราะห์จากตำราหลักเคมีที่เป็นมาตรฐานสากลทั่ว ๆ ไป โดยผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสามารถนำมาปฏิบัติการทดลองให้เห็นจริงได้ และได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 เรื่อง เพื่อสร้างเป็นชุดการเรียนรู้อีก 7 ชุด พร้อมคู่มือครู เนื้อหาแต่ละบทแบ่งเป็นหัวเรื่องย่อยตามความเหมาะสม ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ชื่อบทเรียนและชื่อหัวเรื่องของชุดการเรียนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี

ชุดการเรียน	ชื่อชุดการเรียน	ชื่อหัวเรื่อง
1	การแยกสารผสม	1.1 การกลั่นแบบธรรมดา 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย 1.3 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ
2	สมบัติทั่วไปของกรดและเบส	-
3	สารละลาย	3.1 การเตรียมสารละลาย 3.2 การไทเทรตกรดกับเบส
4	ปฏิกิริยาเคมี	-
5	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	-
6	สมบัติของสารประกอบอินทรีย์	6.1 ปฏิกิริยาของแอลเคนและแอลคีน 6.2 ปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด
7	การตรวจสอบไอออนในสารละลาย	7.1 การตรวจสอบแคตไอออนในสารละลาย 7.2 การตรวจสอบแอนไอออนในสารละลาย

2. กำหนดจุดประสงค์ของชุดการเรียน ความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียน
3. สรุปสาระสำคัญของชุดการเรียน แต่ละชุดการเรียน
4. กำหนดกิจกรรมการเรียนในแต่ละชุดการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
5. สร้างข้อสอบให้ตรงกับจุดประสงค์แต่ละชุดการเรียน
6. นำชุดการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาตรวจสอบแล้วแก้ไข

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา ได้แก่

- 1) รองศาสตราจารย์ฤดีวรรณ บุญยะรัตน์
- 2) รองศาสตราจารย์กุลยา จันทร์อรุณ

3.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน

นำชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลอง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน จำนวน 3 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างจากผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และ อ่อน กลุ่มละ 1 คน เพื่อหาข้อผิดพลาดและความไม่เข้าใจเกี่ยวกับภาษา เวลา กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2. ทดลองแบบกลุ่ม นำชุดการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วไปใช้กับนักศึกษา จำนวน 10 คน ที่มีความสามารถต่างกันแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. ทดสอบภาคสนาม ผู้วิจัยดำเนินการทดลองที่ละชุดการเรียน โดยใช้นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 14 คน

- 1) นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- 2) นักศึกษาศึกษาชุดการเรียน
- 3) นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 4) นักศึกษาตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
- 5) ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและความคิดเห็นที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน

6) ผู้วิจัยนำข้อมูล จากข้อ 5) มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

- (1) ประสิทธิภาพของชุดการเรียนแต่ละชุด
- (2) ความก้าวหน้าในการเรียนโดยทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการเรียนแต่ละชุด

(3) ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน

7) นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาพิจารณาปรับปรุงชุดการเรียนตาม

ข้อเสนอแนะของนักศึกษา

3.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวางแผนการทดลอง การสร้างชุดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบ และสร้างเครื่องมือวัด ดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มทดลองและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

3.3.4 การวิเคราะห์และการคัดเลือกข้อสอบ

ข้อสอบที่ใช้เป็นแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียนควรเป็นชุดเดียวกัน มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก มีตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงหนึ่งตัวเลือกในแต่ละข้อ

หลังจากได้นำข้อทดสอบที่สร้างขึ้น 100 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียน หรือมีความรู้ในเรื่องที่ทดสอบ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 40 คน เป็นนักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์วิชาเอกชีววิทยาประยุกต์ และวิทยาศาสตร์การกีฬาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ตรวจและให้คะแนน ข้อที่ทำถูกต้องข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ทำผิดข้อละ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนเสร็จแล้ว ได้นำมา วิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำ (Discriminating power) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 ในการแบ่งกลุ่ม

จากค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ จะเป็น คำนีชี้ได้ว่าข้อสอบข้อนั้น ๆ ควรเก็บไว้ใช้ ปรับปรุงใหม่หรือทิ้งไป โดยทั่วไปแล้วข้อสอบที่จะเก็บไว้ใช้ ต่อไปควรมีค่าความยาก .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ประคอง กรรณสูตร, 2542)

ค่าระดับความยากใช้สูตร $p = P_H + P_L / 2n$ และอำนาจจำแนกใช้สูตร $r = (P_H - P_L) / n$

P คือ จำนวนผู้ตอบแต่ละข้อถูก กลุ่มสูงใช้ P_H กลุ่มต่ำใช้ P_L

n คือ จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม ซึ่งต้องมีจำนวนเท่ากัน

หลังจากวิเคราะห์ข้อทดสอบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อทดสอบโดยพิจารณา ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) มีข้อสอบที่ใช้เกณฑ์ได้ 91 ข้อ แต่คัดเลือกข้อที่ดีที่สุดไว้ 80 ข้อ ให้มีเนื้อหาครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ไว้ใช้ในการวิจัยต่อไป

3.4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเอกวิทยาศาสตร์สุขภาพที่เรียนวิชาหลักเคมี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 14 คน

3.5 กำหนดตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนแต่ละชุดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน
 - 2) ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการเรียน

3.6 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปให้นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. ให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมการเรียนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดการเรียน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบรายงานผลการศึกษาบทเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมตอบคำถาม และการรายงานผลการทดลอง เป็นการวัดกระบวนการเรียน และนำข้อมูลไปหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
3. ประเมินตนเองหลังเรียนชุดการเรียนแต่ละบท ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบประเมินก่อนเรียน เพื่อนำข้อมูลไปหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน

4. หลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้เรียนต่อชุดการเรียนรู้ทุกชุด

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ก่อนเรียนชุดการเรียนรู้แต่ละชุด ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเป็นการประเมินตนเองก่อนเรียน
2. เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการตามชุดการเรียนรู้แต่ละชุด ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ เป็นการประเมินตนเองหลังเรียน
3. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาหาความแตกต่างด้วยค่าที (t - test)
4. เมื่อปฏิบัติครบทุกชุดของชุดการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็น และนำข้อมูลมาดำเนินการ ดังนี้

1) ตรวจสอบให้คะแนนจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้

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

2) วิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยให้เกณฑ์ในการแปลความหมายจากค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย	1.50-2.49	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	2.50-3.49	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.50-4.49	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	4.50-5.00	หมายถึง	ดีมาก

5. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ และความก้าวหน้าทางการเรียน

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียน คำนวณจากสูตร E_1/E_2

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ค่าร้อยละประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ = คะแนนรวมของทักษะการปฏิบัติการในระหว่างการ
ชุดการเรียน (กระบวนการ)
 A = คะแนนเต็มของทักษะการปฏิบัติการในระหว่างการ
ทดลองในชุดการเรียน (กระบวนการ)
 n = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 = ค่าร้อยละประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ = คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้
ชุดการเรียน (ผลลัพธ์)
 B = คะแนนเต็มของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้
ชุดการเรียน (ผลลัพธ์)
 n = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

(นภาพร สิงห์ตัด , 2533)

2. ความก้าวหน้าในการปฏิบัติการ

$$\text{ร้อยละของความก้าวหน้า} = \frac{\text{คะแนนเฉลี่ยหลังการใช้ชุดการเรียน} - \text{ก่อนใช้ชุดการเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม}} \times 100$$

(คณัย เทียนพุดิ , 2525)

3. วิเคราะห์ค่าความยากของข้อทดสอบ (p) ค่าอำนาจจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่มคะแนนต่ำของข้อทดสอบแต่ละข้อ ใช้สูตร

$$p = (P_H + P_L) / 2n$$

p = ระดับความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

P_H = จำนวนผู้ตอบข้อถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบข้อถูกในกลุ่มต่ำ

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

$$r = (P_H - P_L) / n$$

r = อำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

P_H = จำนวนผู้ตอบข้อถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบข้อถูกในกลุ่มต่ำ

n = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

4. หาค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละชุด ใช้สูตร

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

\bar{X} = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

5. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ใช้สูตร

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

S.D.	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
ΣX	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
ΣX^2	=	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
N	=	จำนวนคนทั้งหมด

ถ้า $N > 30$ จะใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma X^2}{N} - \left(\frac{\Sigma X}{N}\right)^2}$$

(ประกอบ กรรณสูต, 2542 : 70)

6. หาค่าความแปรปรวน (Variance) ของคะแนน

$$S_x^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

S_x^2	=	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
ΣX	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
ΣX^2	=	ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
N	=	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

ถ้า $N > 30$ จะใช้สูตร

$$S_x^2 = \frac{\sum X^2}{N} - \left[\frac{\sum X}{N} \right]^2$$

S_x^2 = ค่าความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ = ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว

N = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

7. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ กูดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$KR21 : r_{xx} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(k - \bar{X})}{kS_x^2} \right]$$

r_{xx} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง

k = จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

\bar{X} = คะแนนเฉลี่ย

S_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนน

(ประกอบ กรรณสูต, 2542 : 41)

8. การทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนใช้ชุดการเรียนรู้ และหลังใช้ชุดการเรียนรู้ ด้วยค่าที (t - test)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

ΣD = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนการใช้
ชุดการเรียนและหลังการใช้ชุดการเรียนแต่ละคู่

ΣD^2 = ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนการใช้
ชุดการเรียนและหลังการใช้ชุดการเรียนแต่ละคู่
ที่ยกกำลังสอง

N = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

(ประกอบ วรรณสุด, 2542 : 119)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการได้สร้างชุดการเรียนรู้พร้อมคู่มือครู 7 ชุด และได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย เป็น 3 ตอน ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้
3. ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้

4.1 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

ค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้แต่ละชุด ได้ถูกคำนวณ โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) และแปลความโดยเทียบกับเกณฑ์ $E_1 : E_2 = 75 : 75$ โดยมีค่าเบี่ยงเบนได้ $\pm 5\%$ ปรากฏผลการวิจัยในภาคผนวก ก ซึ่งแสดงประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้และความก้าวหน้าในการใช้ชุดการเรียนรู้ ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าประสิทธิภาพและร้อยละความก้าวหน้าในการใช้ชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้	ค่าประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$	ร้อยละความก้าวหน้า ในการใช้ชุดการเรียนรู้
ชุดที่ 1 การแยกสารผสม	77.50 : 75.35	47.15
ชุดที่ 2 สมบัติทั่วไปของกรดและเบส	74.30 : 73.95	50.00
ชุดที่ 3 สารละลาย	75.70 : 73.20	50.70
ชุดที่ 4 ปฏิกริยาเคมี	79.30 : 73.95	58.25
ชุดที่ 5 อัตราการเกิดปฏิกิริยา	78.20 : 72.85	56.40
ชุดที่ 6 สมบัติของสารประกอบอินทรีย์	78.95 : 71.80	43.60
ชุดที่ 7 การตรวจสอบไอออนในสารละลาย	79.65 : 75.35	56.40

ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา $E_1 : E_2 = 75 : 75$ โดยการยอมรับประสิทธิภาพมีค่าเบี่ยงเบนได้ $\pm 5\%$ จากเกณฑ์ในการพิจารณาดังกล่าว พบว่าชุดการเรียนทุกชุดมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ทั้งกระบวนการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับความก้าวหน้าของการใช้ชุดการเรียนทุกชุด อยู่ในช่วง 43.60% - 58.25%

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้ชุดการเรียน และหลังใช้ชุดการเรียน แสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียน

ชุดการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
ชุดที่ 1	5.64	2.17	15.07	2.27	18.46*
ชุดที่ 2	4.79	1.37	14.79	1.25	19.07*
ชุดที่ 3	4.50	0.94	14.65	2.06	18.66*
ชุดที่ 4	3.14	1.23	14.79	1.25	26.47*
ชุดที่ 5	3.29	1.68	14.57	0.76	23.83*
ชุดที่ 6	5.64	1.34	14.36	1.50	18.40*
ชุดที่ 7	3.79	1.72	15.07	1.00	20.95*

* $p < .01$

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 ในทุกชุดการเรียน ดังนั้นจึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าการใช้ชุดการเรียนที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

4.3 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน

ระดับความคิดเห็นใช้เกณฑ์การประเมินตามค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00	มากที่สุด
3.50 – 4.49	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด หรือ ไม่มี

ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ชุดที่ 1

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน	4.29	0.91	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียน	4.43	0.65	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียน	4.43	0.85	มาก
5. การเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.43	0.65	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.36	0.50	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.29	0.91	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนที่ทำให้เกิดความเข้าใจบทเรียน	4.43	0.76	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนและความสามารถในการตอบคำถาม	4.29	0.91	มาก

ตาราง 4.3 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำสั่งที่แจ่มและความสามารถในการปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำสั่งที่แจ่ม	4.43	0.76	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.43	0.76	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.43	0.76	มาก
รวม	4.40	0.76	มาก

จากตาราง 4.3 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนชุดที่ 1 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ชุดที่ 2

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน	4.43	0.65	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียน	4.29	0.91	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
5. การเรียนรู้อย่างใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.43	0.76	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	3.86	0.95	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.36	0.63	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.29	0.61	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนที่ทำให้เกิดความเข้าใจบทเรียน	4.43	0.76	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนและความสามารถในการตอบคำถาม	4.07	0.92	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.43	0.76	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	3.71	0.91	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.43	0.76	มาก
รวม	4.30	0.78	มาก

จากตาราง 4.4 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนชุดที่ 2 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ชุดที่ 3

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
5. การเรียนรู้อย่างใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียน	4.43	0.65	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.36	0.93	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนที่ทำให้เกิดความเข้าใจ บทเรียน	4.36	0.93	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนและความสามารถในการตอบ คำถาม	4.43	0.76	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการ ปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.43	0.76	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.43	0.65	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.29	0.61	มาก
รวม	4.41	0.76	มาก

จากตาราง 4.5 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนชุดที่ 3 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ชุดที่ 4

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน	4.07	0.62	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียน	4.21	0.70	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
5. การเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียน	4.21	0.89	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.43	0.76	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนที่ทำให้เกิดความเข้าใจ บทเรียน	4.43	0.76	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนและความสามารถในการตอบ คำถาม	4.43	0.76	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการ ปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.43	0.76	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.43	0.76	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.43	0.65	มาก
รวม	4.38	0.75	มาก

จากตาราง 4.6 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนชุดที่ 4 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 5

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนรู้	4.43	0.94	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
5. การเรียนรู้อย่างใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียนรู้	4.00	0.55	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.29	0.61	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	4.36	0.50	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	3.64	0.84	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียนรู้	4.36	0.63	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความเข้าใจ บทเรียน	4.43	0.76	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนรู้และความสามารถในการตอบ คำถาม	4.21	0.70	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการ ปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.07	0.83	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.14	0.86	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.07	0.83	มาก
รวม	4.25	0.74	มาก

จากตาราง 4.7 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 5 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 6

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.43	0.76	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
5. การเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.00	0.55	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	4.00	0.96	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	4.36	0.50	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนรู้	4.29	0.61	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียนรู้	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความเข้าใจ บทเรียน	4.29	0.61	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนรู้และความสามารถในการตอบ คำถาม	4.00	0.55	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการ ปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.07	0.47	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.14	0.95	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.36	0.50	มาก
รวม	4.27	0.68	มาก

จากตาราง 4.8 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ชุดที่ 6 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

ตาราง 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ชุดที่ 7

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียน	4.00	0.55	มาก
2. ความชัดเจนของขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียน	4.07	0.47	มาก
3. โอกาสการใช้เครื่องมือในการทดลอง	4.07	0.27	มาก
4. ความสนุกเพลิดเพลินกับการทดลองในชุดการเรียน	4.14	0.36	มาก
5. การเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผลของชุดการเรียน	4.21	0.98	มาก
6. วิธีการนำเสนอเนื้อหาของชุดการเรียนในด้านความง่าย กระชับ และชัดเจน	4.07	0.92	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.07	0.62	มาก
8. ความยากของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.14	0.53	มาก
9. ความยาวของเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียน	4.14	0.53	มาก
10. ความยากของศัพท์ที่ใช้ในชุดการเรียน	4.43	0.76	มาก
11. รูปภาพประกอบในชุดการเรียนที่ทำให้เกิดความเข้าใจ บทเรียน	4.43	0.76	มาก
12. คำถามของชุดการเรียนและความสามารถในการตอบ คำถาม	4.07	0.62	มาก
13. ความเข้าใจคำสั่ง หรือคำชี้แจงและความสามารถในการ ปฏิบัติตามคำสั่ง หรือคำชี้แจง	4.43	0.76	มาก
14. เวลาที่กำหนดให้พอดี	4.14	0.36	มาก
15. ความเหมาะสมของแบบประเมินตนเองของผู้เรียน	4.29	0.91	มาก
รวม	4.20	0.63	มาก

จากตาราง 4.9 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อการใช้ชุดการเรียนชุดที่ 7 อยู่ในระดับมาก
ทุกรายการ

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนสำเร็จรูป และคู่มือการเขียนรายงาน และได้นำชุดการเรียนการสอนนี้ทดลองใช้กับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 14 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป และความคิดเห็นของนักศึกษา

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนทุกชุด อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ทั้งกระบวนการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ $E_1 : E_2 = 75 : 75$ โดยมีค่าเบี่ยงเบน $\pm 5\%$ และความก้าวหน้าของการใช้ชุดการเรียนทุกชุด อยู่ในช่วง $43.60\% - 58.25\%$
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนทุกชุดมีความแตกต่างกัน โดยหลังการใช้ชุดการเรียน นักศึกษามีการเรียนรู้ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$
3. จากการทดสอบคุณภาพของชุดการเรียน โดยใช้แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน ผลปรากฏว่า นักศึกษามีความคิดเห็นอยู่ในระดับ $3.64 - 4.43$ หรือระดับมาก ต่อชุดการเรียนทั้ง 7 ชุด ในทุก ๆ ด้าน ได้แก่
 - 1) วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการใช้ ตลอดจนเนื้อหาที่มีความละเอียด ชัดเจนดี ทำให้เข้าใจและปฏิบัติตามได้เป็นอย่างดี
 - 2) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผล สนุกเพลิดเพลิน ในการทดลอง ทั้งนี้ เพราะมีโอกาสได้ใช้เครื่องมือในการทดลอง
 - 3) คำศัพท์ไม่ยาก มีรูปภาพประกอบ คำถามชัดเจน เวลาที่กำหนดในการทดลองเหมาะสม ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี
 - 4) แบบวัดผลด้วยตนเอง มีความเหมาะสมดี

5.2 อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัย พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75 : 75 โดยมีค่าเบี่ยงเบน $\pm 5\%$ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของประเสริฐศรีเพ็งพัด และคนอื่น ๆ (2544) ที่ว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 มีประสิทธิภาพ 75 : 75

2. จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนใช้และหลังใช้ชุดการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยสอดคล้องกับการวิจัยของ ประดิษฐ์ วิชัย และคนอื่น ๆ (2544) ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัสโดยใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ด้านความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดการเรียนรู้ทุกชุดในระดับมาก เช่นเดียวกับงานวิจัยของประเสริฐศรี เพ็งพัด และคนอื่น ๆ (2544) และประดิษฐ์ วิชัย และคนอื่น ๆ (2544)

ดังนั้น การใช้ชุดการเรียนรู้ในการเรียนปฏิบัติการวิชาหลักเคมี จะช่วยให้นักศึกษามีการพัฒนาสูงขึ้นทั้งความรู้ ความก้าวหน้าทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดเห็นต่อวิชาที่เรียน เพราะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนักศึกษาได้มีโอกาสใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทดลองค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้เกิดความอยากรู้ อยากรับรู้ ช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียน และจงใจให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการนำชุดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มอื่น ๆ อีก
2. ควรส่งเสริมให้มีการจัดทำชุดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ

บรรณานุกรม

- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2541). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : เทพเนรมิตการพิมพ์.
- คนัย เทียนพุฒิ. (2525). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินการจัดดำเนินโครงการประชุมปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทอดศักดิ์ จันทร์อรุณ. (2544). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาการคิดและการตัดสินใจแบบชุดวิชา. พิษณุโลก : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ทองคำ บ่อคำ. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของคลื่นโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการเรียนตามปกติในชั้นเรียน. พิษณุโลก : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- นภาพร สิงห์หัต. (2531). การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางการวิจัยสำหรับครูและบุคลากรการศึกษาประจำการ. วิทยานิพนธ์การศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- นิคม ทาแดง และคนอื่น ๆ. (2543). เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการศึกษาพัฒนาสรร หน่วยที่ 1 – 7. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุหงา วัฒนะ. (2534). “ชุดการเรียนการสอน” เอกสารคำสอนวิชา หลักสูตรการสอน. พระนครศรีอยุธยา : ภาควิชาหลักสูตรการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ประคอง กรรณสุด. (2542). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประชา เลียบสื่อตระกูล. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงจากการสอนโดยใช้บทเรียนโมดูล และการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประดิษฐ์ วิชัย และคนอื่น ๆ. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนวิชาแคลคูลัสโดยใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสถาบันราชภัฏ. เลข : สถาบันราชภัฏเลย.

- ประวิตร ชูศิลป์. (2548). การศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครูเรื่องการสอนวิทยาศาสตร์
ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Laboratory Approach. พิษณุโลก :
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ประเสริฐศรี เฟื่องพัด และคนอื่นๆ. (2544). การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนปฏิบัติการ
เคมีเชิงฟิสิกส์ 1. พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- พล คำปึงส์ และคนอื่นๆ. (2543). คู่มือการรวบรวมข้อมูล (โครงการประเมินชุดการสอนวิชา
ฟิสิกส์พื้นฐาน). เลข : สถาบันราชภัฏเลย.
- ลำพอง บุญช่วย. (2530). การสอนเชิงระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี : คณะครุศาสตร์ สถาบัน
ราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- วิทยากร เชียงดูล. (2543). ปฏิรูปการศึกษาอย่างไร เพื่อใคร, เพื่ออะไร ?. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริเพ็ญ มากบุญ. (2541). การพัฒนาแบบฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางการวิจัย สำหรับ
นักศึกษาคณะ. ลพบุรี : ภาควิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบัน
ราชภัฏเทพสตรี.
- สังัด อุทรานันท์. (2532). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 6.
กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). รายงานการประชุมปฏิบัติการ
มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
คุรุสภา.
- สีปป์นนท์ เกตุทัต. (2538). “แนวความคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีกับการศึกษาของประเทศไทย” ปาฐกถาพิเศษในการประชุมทางวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีศึกษารั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ชมรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา.
- เสาวนีย์ ลีขาบัณเจติ. (2528). โมดูล. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวภา สมวิวัฒน์กุล. (2541). ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สมศักดิ์ อภิบาลศรี. (2537). เอกสารการอบรมประกอบการเขียนผลงานวิชาการเรื่องชุดการสอน.
นครราชสีมา : สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

- สุวรรณ ดันน์. (2542). การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “สารอาหาร” และ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดย บทเรียนสำเร็จรูปกับที่เรียนโดยการสอนปกติ. ปรินญาณีพนธ์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักมาตรฐานการศึกษา, สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ. (2543). **หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543**. กรุงเทพมหานคร.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุมาลี พิตรากุล และ ยูนิคย์ หงษ์ตระกูล. (2544). การศึกษาแนวโน้มกลยุทธ์นวัตกรรม การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. เชียงใหม่ : สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.
- สุรพล โคตรนรินทร์. (2543). การสร้างและพัฒนาชุดการสอนกิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า แม่เหล็ก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. เลข : คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเลย.
- อุไรวรรณ วิจารณ์กุล. (2543). ผลของการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ ในวิชาพันธุศาสตร์จุลินทรีย์ ต่อความคิดรวบยอดที่สำคัญทางพันธุศาสตร์ ทักษะและทัศนคติของนักศึกษาโปรแกรมวิชา ชีววิทยาประยุกต์. พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- อุไรวรรณ วิจารณ์กุล และคนอื่นๆ. (2543). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนโดยเน้นการ ปฏิบัติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ : ชุดการเรียนชีววิทยา. พิษณุโลก : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- Allison, Robert D. (1973). “An Investigation into the Attitude towards Science of College Chemistry Students as a Function of Laboratory Experience.” **Dissertation Abstracts International**. 33(7) : 3422 – A; January.
- Brawley, Oletha Daniels. (1975). “A Study to Evaluate the Effects of Using Multimedia Instruction for College Physical Science.” **Dissertation Abstracts International**. 7(1) : 35.
- Cauci, David John. (1971). “A Summative Education of a Module Method of Instruction.” **Dissertation Abstracts International**. 3000 – A.
- Houston, R.W. and others. (1972). **Development Instructional Modules**. Texas : College of Education. University of Texas.

Lawrence, Gordon. (1973). **Florida Module on Genetic Teacher Competencies : Module on Modules**. Florida : University of Florida.

Mc.Donald, Ellen and Jean Baird. (1971). "The Development and Evaluation of a Set of Multimedia Self–Instruction Learning Activity Packages for Use in Remedial English at Urban Community College." **Dissertation Abstracts International**. 34(10) : 1950 – A.

Meeke, Elija Bruce. (1972). "Learning Packages Versus Conventional Methods of Instructional." **Dissertation Abstracts International**. 33(2) : 1950 – A.

Parsons, J. and others. (1976). "Criteria for Selecting Evaluation or Development Learning Modules." **Educational Technology**. 4 : 31 – 32; February.

Rigby, Dorothy Sue. (1974). "The Effectiveness of Learning Activity of Package Instructional Versus the Teacher Direct Methods of Teaching Intermediate College, Type Writing." **Dissertation Abstracts International**. 35(8) : 979 – A.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Pibulsongkram Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ และร้อยละความก้าวหน้าในการเรียน

ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการแยกสารผสม

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	7	17	16	10	100
2	6	18	16	12	144
3	5	16	15	11	121
4	5	16	15	11	121
5	3	15	16	12	144
6	2	11	12	9	81
7	2	11	13	9	81
8	5	14	12	9	81
9	6	16	16	10	100
10	7	18	17	11	121
11	9	17	18	8	64
12	8	15	17	7	49
13	8	14	18	6	36
14	6	13	16	7	49
รวม	79	211	217	132	1292

$$\bar{X}_n = \frac{79}{14} = 5.64$$

$$\bar{X}_a = \frac{211}{14} = 15.07$$

$$\bar{X}_u = \frac{217}{14} = 15.50$$

$$E_1 = \frac{15.50}{20} \times 100 = 77.50$$

$$E_2 = \frac{15.07}{20} \times 100 = 75.35$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{77.50}{75.35} = 1.03$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{15.07 - 5.64}{20} \times 100 = 47.15$$

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

$$t = \frac{132}{\sqrt{\frac{(14 \times 1292) - (132)^2}{14 - 1}}}$$

$$t = 18.46$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_a = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_u = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสมบัติทั่วไปของกรดและเบส

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	7	16	15	9	81
2	6	14	14	8	64
3	4	15	15	11	121
4	7	15	15	8	64
5	5	13	16	8	64
6	4	14	15	10	100
7	6	15	15	9	81
8	3	17	15	14	196
9	3	17	14	14	196
10	4	15	15	11	121
11	4	13	15	9	81
12	4	14	15	10	100
13	6	15	14	9	81
14	4	14	15	10	100
รวม	67	207	208	140	1450

$$\bar{X}_n = \frac{67}{14} = 4.79$$

$$\bar{X}_n = \frac{207}{14} = 14.79$$

$$\bar{X}_u = \frac{208}{14} = 14.86$$

$$E_1 = \frac{14.86}{20} \times 100 = 74.30$$

$$E_2 = \frac{14.79}{20} \times 100 = 73.95$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{74.30}{73.95} = 1.01$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{14.79 - 4.79}{20} \times 100 = 50.00$$

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

$$t = \frac{140}{\sqrt{\frac{(14 \times 1450) - (140)^2}{14-1}}}$$

$$t = 19.07$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_u = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารละลาย

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	4	15	15	11	121
2	5	14	16	9	81
3	3	14	15	11	121
4	5	16	17	11	121
5	4	13	16	9	81
6	4	17	16	13	169
7	4	14	16	10	100
8	5	17	15	12	144
9	5	18	15	13	169
10	6	17	17	11	121
11	6	12	12	6	36
12	3	12	13	9	81
13	5	12	14	7	49
14	4	14	15	10	100
รวม	63	205	212	142	1494

$$\bar{X}_n = \frac{63}{14} = 4.50$$

$$\bar{X}_n = \frac{205}{14} = 14.64$$

$$\bar{X}_u = \frac{212}{14} = 15.14$$

$$E_1 = \frac{15.14}{20} \times 100 = 75.70$$

$$E_2 = \frac{14.64}{20} \times 100 = 73.20$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{75.70}{73.20} = 1.03$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{14.64 - 4.50}{20} \times 100 = 50.70$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{142}{\sqrt{\frac{(14 \times 1494) - (142)^2}{14-1}}}$$

$$t = 18.66$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาเคมี

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	2	17	18	15	225
2	3	15	15	12	144
3	2	15	16	13	169
4	6	15	16	9	81
5	4	14	16	10	100
6	2	15	17	13	169
7	3	16	17	13	169
8	4	17	16	13	169
9	2	14	15	12	144
10	3	14	16	11	121
11	5	15	17	10	100
12	2	13	14	11	121
13	3	13	14	10	100
14	3	14	15	11	121
รวม	44	207	222	163	1933

$$\bar{X}_n = \frac{44}{14} = 3.14$$

$$\bar{X}_n = \frac{207}{14} = 14.79$$

$$\bar{X}_n = \frac{222}{14} = 15.86$$

$$E_1 = \frac{15.86}{20} \times 100 = 79.30$$

$$E_2 = \frac{14.79}{20} \times 100 = 73.95$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{79.30}{73.95} = 1.07$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{14.79 - 3.14}{20} \times 100 = 58.25$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{163}{\sqrt{\frac{(14 \times 1933) - (163)^2}{14-1}}}$$

$$t = 26.47$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยา

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	2	15	16	13	169
2	2	14	15	12	144
3	4	15	16	11	121
4	4	16	16	12	144
5	4	15	15	11	121
6	1	15	16	14	196
7	7	14	16	7	49
8	4	14	16	10	100
9	2	15	16	13	169
10	3	15	16	12	144
11	2	14	16	12	144
12	2	13	15	11	121
13	3	14	15	11	121
14	6	15	15	9	81
รวม	46	204	219	158	1824

$$\bar{X}_n = \frac{46}{14} = 3.29$$

$$\bar{X}_a = \frac{204}{14} = 14.57$$

$$\bar{X}_u = \frac{219}{14} = 15.64$$

$$E_1 = \frac{15.64}{20} \times 100 = 78.20$$

$$E_2 = \frac{14.57}{20} \times 100 = 72.85$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{78.20}{72.85} = 1.07$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{14.57 - 3.29}{20} \times 100 = 56.40$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{158}{\sqrt{\frac{(14 \times 1824) - (158)^2}{14-1}}}$$

$$t = 23.83$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องสมบัติของสารประกอบอินทรีย์

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	5	15	17	10	100
2	6	16	16	10	100
3	4	14	14	10	100
4	5	15	15	10	100
5	4	13	14	9	81
6	8	12	17	4	16
7	6	13	17	7	49
8	6	15	15	9	81
9	8	16	17	8	64
10	7	15	16	8	64
11	5	13	15	8	64
12	4	12	14	8	64
13	6	16	17	10	100
14	5	16	17	11	121
รวม	79	201	221	122	1104

$$\bar{X}_n = \frac{79}{14} = 5.64$$

$$\bar{X}_n = \frac{201}{14} = 14.36$$

$$\bar{X}_n = \frac{221}{14} = 15.79$$

$$E_1 = \frac{15.79}{20} \times 100 = 78.95$$

$$E_2 = \frac{14.36}{20} \times 100 = 71.80$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{78.95}{71.80} = 1.10$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{14.36 - 5.64}{20} \times 100 = 43.60$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{122}{\sqrt{\frac{(14 \times 1104) - (122)^2}{14-1}}}$$

$$t = 18.40$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

ชุดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องการตรวจสอบไอออนในสารละลาย

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (20)	คะแนน หลังเรียน (20)	คะแนน กระบวนการ (20)	D	D ²
1	8	16	17	8	64
2	5	14	14	9	81
3	5	14	15	9	81
4	3	16	17	13	169
5	2	15	16	13	169
6	6	14	15	8	64
7	4	14	15	10	100
8	2	15	16	13	169
9	3	16	17	13	169
10	3	16	17	13	169
11	4	17	17	13	169
12	2	14	15	12	144
13	3	15	16	12	144
14	3	15	16	12	144
รวม	53	211	223	158	1836

$$\bar{X}_n = \frac{53}{14} = 3.79$$

$$\bar{X}_n = \frac{211}{14} = 15.07$$

$$\bar{X}_u = \frac{223}{14} = 15.93$$

$$E_1 = \frac{15.93}{20} \times 100 = 79.65$$

$$E_2 = \frac{15.07}{20} \times 100 = 75.35$$

$$\text{ประสิทธิภาพของชุดการเรียน} = E_1/E_2 = \frac{79.65}{75.35} = 1.06$$

$$\text{ร้อยละความก้าวหน้า} = \frac{15.07 - 3.79}{20} \times 100 = 56.40$$

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{158}{\sqrt{\frac{(14 \times 1836) - (158)^2}{14-1}}}$$

$$t = 20.95$$

หมายเหตุ : อักษรและความหมายที่ใช้กับสัญลักษณ์ทางสถิติ

$$\bar{X}_n = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน}$$

$$\bar{X}_s = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน}$$

$$\bar{X}_u = \text{ค่าเฉลี่ยคะแนนกระบวนการ}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ข
วิเคราะห์ความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

วิเคราะห์ความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง (P _H)	กลุ่มต่ำ (P _L)	$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$
1	จ	11	4	0.38	0.35
2	จ	9	4	0.33	0.25
3	ก	11	5	0.40	0.30
4	จ	10	5	0.38	0.25
5	ง	10	5	0.38	0.25
6	ข	10	5	0.38	0.25
7	ค	10	5	0.38	0.25
8	ข	12	8	0.50	0.20
9	จ	15	10	0.63	0.25
10	ก	14	9	0.58	0.25
11	จ	10	5	0.38	0.25
12	ง	10	5	0.38	0.25
13	ก	12	8	0.50	0.20
14	ข	11	7	0.45	0.20
15	ค	14	10	0.60	0.20
16	ค	13	8	0.53	0.25
17	ง	11	5	0.40	0.30
18	ค	16	8	0.60	0.40
19	ง	16	6	0.55	0.50
20	จ	13	8	0.53	0.25
21	ค	16	6	0.55	0.50
22	ง	13	8	0.53	0.25
23	ข	16	11	0.68	0.25
24	ค	14	8	0.55	0.30
25	ง	16	10	0.65	0.30

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง (P _H)	กลุ่มต่ำ (P _L)	$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$
26	ค	14	7	0.53	0.35
27	ง	14	8	0.55	0.30
28	ง	12	8	0.50	0.20
29	จ	13	5	0.45	0.40
30	ข	12	5	0.43	0.35
31	ข	13	5	0.45	0.40
32	ก	13	5	0.45	0.40
33	จ	11	6	0.43	0.25
34	ก	16	9	0.63	0.35
35	จ	14	7	0.53	0.35
36	ค	15	6	0.53	0.45
37	ง	14	6	0.50	0.40
38	ก	14	4	0.45	0.50
39	ง	13	7	0.50	0.30
40	ค	15	5	0.50	0.50
41	ก	10	5	0.38	0.25
42	ข	12	6	0.45	0.30
43	ง	14	8	0.55	0.30
44	จ	11	5	0.40	0.30
45	จ	11	7	0.45	0.20
46	ง	13	5	0.45	0.40
47	จ	13	5	0.45	0.40
48	ก	15	7	0.55	0.40
49	ค	16	11	0.68	0.25
50	ง	13	5	0.45	0.40

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง (P_H)	กลุ่มต่ำ (P_L)	$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$
51	จ	13	5	0.45	0.40
52	ก	13	5	0.45	0.40
53	จ	10	5	0.38	0.25
54	ค	10	5	0.38	0.25
55	ก	10	6	0.40	0.20
56	ง	9	3	0.30	0.30
57	ก	11	5	0.40	0.30
58	จ	10	5	0.38	0.25
59	ข	12	6	0.45	0.30
60	ง	14	9	0.58	0.25
61	ก	10	5	0.38	0.25
62	ข	10	5	0.38	0.25
63	จ	16	12	0.70	0.20
64	ค	11	5	0.40	0.30
65	จ	16	10	0.65	0.30
66	ง	10	5	0.38	0.25
67	จ	15	9	0.60	0.30
68	ก	14	9	0.58	0.25
69	ข	15	9	0.60	0.30
70	ง	16	9	0.63	0.35
71	ค	17	9	0.65	0.40
72	ง	15	10	0.63	0.25
73	ก	16	10	0.65	0.30
74	ข	16	8	0.60	0.40
75	จ	16	10	0.65	0.30

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง (P _H)	กลุ่มต่ำ (P _L)	$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$	$r = \frac{P_H - P_L}{n}$
76	ค	14	6	0.50	0.40
77	ก	14	6	0.50	0.40
78	จ	16	10	0.65	0.30
79	ง	13	8	0.53	0.25
80	ง	15	8	0.58	0.35

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ก

วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด

คนที่	คะแนนที่ ได้รับ (X)	X ²	คนที่	คะแนนที่ ได้รับ (X)	X ²
1	69	4761	21	57	3249
2	68	4624	22	57	3249
3	67	4489	23	56	3136
4	66	4356	24	55	3025
5	65	4225	25	55	3025
6	65	4225	26	55	3025
7	64	4096	27	54	2916
8	64	4096	28	53	2809
9	63	3969	29	52	2704
10	63	3969	30	52	2704
11	62	3844	31	51	2601
12	62	3844	32	51	2601
13	61	3721	33	50	2500
14	61	3721	34	49	2401
15	60	3600	35	48	2304
16	60	3600	36	45	2025
17	59	3481	37	44	1936
18	59	3481	38	43	1849
19	58	3364	39	40	1600
20	58	3364	40	38	1444
			รวม	2259	129933

ค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด จะได้

$$\bar{X} = \frac{2259}{40} = 56.48$$

ค่าความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด จะได้

$$\begin{aligned} S_x^2 &= \frac{\sum X^2}{N} - \left[\frac{\sum X}{N} \right]^2 \\ &= \frac{129933}{40} - \left[\frac{2259}{40} \right]^2 \\ &= 58.9 \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง ใช้สูตร KR21 จะได้

$$\begin{aligned} \text{KR21 : } r_{xx} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(k - \bar{X})}{kS_x^2} \right] \\ r_{xx} &= \frac{80}{80-1} \left[1 - \frac{56.48(80 - 56.48)}{80(58.9)} \right] \\ &= 0.7272 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อทดสอบประจำบทที่ 1

1. ข้อใดมี 2 ภูมิภาค

- ก. น้ำที่มีเกลือละลายอยู่
- ข. ทองเหลือง
- ค. น้ำตาลละลายน้ำ
- ง. น้ำแข็ง
- จ. น้ำแข็งปนกับน้ำ

2. สารผสมข้อใดเหมาะสำหรับการกลั่นแบบธรรมดา

- ก. น้ำเกลือ
- ข. ของเหลว 2 ชนิด ที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน
- ค. ของแข็งและไม่ระเหยผสมกับของเหลวที่ระเหยได้
- ง. ของแข็งที่ระเหยง่ายผสมกับของเหลวที่ระเหยง่าย
- จ. ถูกเฉพาะ ก และ ค

3. ในการกลั่นเติม boiling chip เพื่ออะไร

- ก. ทำให้อุณหภูมิของจุดเดือดต่ำลง
- ข. เพื่อให้การเดือดช้าลง
- ค. ทำให้การเดือดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ไม่รุนแรง
- ง. เพื่อให้เดือดเร็วขึ้น
- จ. ถูกทั้ง ก และ ง

4. สารใดมีจุดเดือดต่ำ

- ก. ระเหยง่าย
- ข. ความดันไอเท่ากับบรรยากาศ
- ค. ความดันไอสูงที่อุณหภูมิห้อง
- ง. ความดันไอต่ำที่อุณหภูมิห้อง
- จ. ถูกทั้ง ก และ ค

5. ภาชนะที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการสกัด

- ก. บีกเกอร์
- ข. หลอดทดลอง
- ค. กรวยกรอง
- ง. กรวยแยก
- จ. ขวดรูปกรวย

6. ถ้า C_1 เป็นความเข้มข้นของตัวละลายในตัวทำละลายที่ 1

C_2 เป็นความเข้มข้นของตัวละลายในตัวทำละลายที่ 2

ค่า K_D (ค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจง) เท่ากับเท่าไร

เฉลยแบบทดสอบประจำบทที่ 1

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | จ | 6. | จ |
| 2. | จ | 7. | ค |
| 3. | ค | 8. | บ |
| 4. | จ | 9. | จ |
| 5. | ง | 10. | ก |

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อทดสอบประจำบทที่ 2

- สาร A เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน A คือสารใด
 - กรดอ่อน
 - ด่าง
 - เบส
 - กรดแก่
 - ถูกทั้ง ข และ ค
- สารใดไม่ใช่กรด
 - H_2CO_3
 - CH_3COOH
 - HCl
 - KOH
 - H_2SO_3
- สารใดทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้ NaCl
 - HCl
 - H_2S
 - Na_2O
 - H_2
 - ถูกทั้ง ก และ ข
- ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติของด่าง
 - ลื่นมือ
 - เปรี้ยว
 - ฝาด
 - ทำปฏิกิริยากับกรดได้เกลือกับน้ำ หรือเกลืออย่างเดียว
 - ถูกเฉพาะ ก และ ค
- สารใดเปลี่ยนสีฟีนอล์ฟทาลีนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู
 - CH_3COOH
 - H_2CO_3
 - NaOH
 - NaCl
 - H_2S
- สารใดทำปฏิกิริยากับ Zn ได้ H_2
 - KOH
 - H_2O
 - H_2SO_4
 - CO_2
 - NH_3
- ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับเกลือคาร์บอเนตได้แก๊สใด
 - O_2
 - Cl_2
 - H_2
 - CO_2
 - CO

8. สารใดทำปฏิกิริยากับกรดได้ H_2S

- | | |
|------------------|----------------------------|
| ก. CaO | ข. H_2SO_4 |
| ค. FeS | ง. Na_2O |
| จ. SO_2 | |

9. NH_4Cl ทำปฏิกิริยากับ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้แก๊สอะไร

- | | |
|------------------|------------------|
| ก. N_2 | ข. Cl_2 |
| ค. H_2 | ง. NH_3 |
| จ. NO_2 | |

10. H_2SO_4 ทำปฏิกิริยากับสารใดให้ CO_2

- | | |
|--------------------------|------------------|
| ก. CaO | ข. MgS |
| ค. Na_2O | ง. NaOH |
| จ. NaHCO_3 | |

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 2

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | จ | 6. | ค |
| 2. | ง | 7. | ง |
| 3. | ก | 8. | ค |
| 4. | ข | 9. | ง |
| 5. | ค | 10. | จ |

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

14. ต้องเติม H_2SO_4 เข้มข้น 0.1 M ที่ cm^3 จากบิวเรตต์ เพื่อให้สารละลาย NaOH 1 N 25 cm^3 สะเทิน

ก. 125

ข. 250

ค. 50

ง. 25

จ. 20

15. อุปกรณ์ที่ไม่ใช่ ในการไทเทรต

ก. ปิเปตต์

ข. บิวเรตต์

ค. ขวดรูปชมพู่

ง. บีกเกอร์

จ. กรูชบีล

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Pibulsongkram Rajabhat University

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 3

- | | | | |
|----|----|-----|---|
| 1. | ค. | 9. | จ |
| 2. | ง | 10. | ข |
| 3. | ช | 11. | ข |
| 4. | ค | 12. | ก |
| 5. | ง | 13. | จ |
| 6. | ค | 14. | ก |
| 7. | ง | 15. | จ |
| 8. | ง | | |

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อทดสอบประจำบทที่ 4

- โลหะทองแดงทำปฏิกิริยากับสารใดได้ NO_2
 - NH_4OH
 - H_2SO_4 (conc.)
 - HNO_3 (conc.)
 - NO
 - $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- $\text{Cu}(\text{OH})_2$ สลายตัวให้สารใด
 - CuO
 - CuOH
 - Cu_2O
 - CuO กับ H_2O
 - Cu กับ H_2O
- เมื่อนำ Zn ทำปฏิกิริยากับ CuSO_4 จัดเป็นปฏิกิริยาชนิดใด
 - การแทนที่
 - การแทนที่สองต่อ
 - การรวมตัว
 - การสลายตัว
 - ถูกทั้ง ก และ ค
- จากปฏิกิริยา $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{HNO}_3$ จัดเป็นปฏิกิริยาแบบใด
 - การรวมตัว
 - การสลายตัว
 - การแทนที่
 - การสลายตัวสองต่อ
 - ถูกทั้ง ก และ ข
- โลหะใดแทนที่ H ในกรดได้
 - Cu
 - Au
 - Fe
 - Ag
 - ถูกทั้ง ก และ ค
- แผ่นเหล็กหนัก 5 g จุ่มในสารละลายที่มี ZnSO_4 20 g และ CuSO_4 20 g โลหะใดถูกแทนที่ได้ด้วยเหล็ก
 - Cu
 - Zn
 - ทั้ง Cu และ Zn
 - SO_4^{2-}
 - ไม่มีข้อใดถูก

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 4

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | ค | 6. | ก |
| 2. | ง | 7. | ข |
| 3. | ก | 8. | ง |
| 4. | ง | 9. | จ |
| 5. | ค | 10. | จ |

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อทดสอบประจำบทที่ 5

- I_2 ทำปฏิกิริยากับน้ำแป้งได้สีอะไร
 - ไม่มีสี
 - สีน้ำตาล
 - สีเหลือง
 - สีน้ำเงิน
 - สีแดง
- สิ่งที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้แก่อะไร
 - อุณหภูมิ
 - ตัวเร่งปฏิกิริยา
 - ความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยา
 - ธรรมชาติของตัวทำปฏิกิริยา
 - ถูกทุกข้อ
- ถ้าเพิ่มความเข้มข้น A 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลง และเพิ่มความเข้มข้น B เป็น 2 เท่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่ม 4 เท่า ข้อใดถูกต้อง
 - ความเข้มข้นของ A ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - ความเข้มข้นของ B ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - ความเข้มข้นของ A และ B ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
 - $\text{rate} = k[A]$
 - $\text{rate} = k[A]^2$
- ปฏิกิริยาหนึ่งมีกฎอัตราเป็น $\text{rate} = k[A]^2[B]$ ข้อสรุปใดถูกต้อง
 - เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง
 - เป็นปฏิกิริยาอันดับสอง
 - เป็นปฏิกิริยาอันดับสาม
 - เป็นปฏิกิริยาอันดับศูนย์
 - ถูกเฉพาะ ก และ ข
- ข้อใดถูกต้อง
 - ปฏิกิริยาอันดับสอง จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของความเข้มข้นที่เท่ากัน 2 ค่า ของสารชนิดเดียวกัน
 - อันดับของปฏิกิริยาหาได้จากผลบวกของสัมประสิทธิ์ของสารในสมการปริมาณสัมพันธ์
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาแปรผันโดยตรงกับเวลาที่ใช้
 - อัตราการเกิดปฏิกิริยาแปรผกผันกับเวลาที่ใช้
 - ถูกเฉพาะ ก และ ข

6. จากปฏิกิริยา $A + 2B \rightarrow P$ ข้อใดถูกต้อง

- ก. A ถูกใช้ไปเท่ากับ B
- ข. B ถูกใช้ไปเป็น 2 เท่าของ A
- ค. A ลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของ B
- ง. A ถูกใช้ไปเป็น 2 เท่าของ B
- จ. ถูกเฉพาะ ข และ ค

7. จากปฏิกิริยา $2\text{ICl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{HCl}$ ได้ผลการทดลองดังนี้

ความเข้มข้นเริ่มต้น ของ ICl (mol/dm^3)	ความเข้มข้นเริ่มต้น ของ H_2 (mol/dm^3)	อัตราเร็วเริ่มต้น ($\text{mol/dm}^3 \text{ s}$)
0.1	0.1	1.6×10^{-3}
0.1	0.2	3.2×10^{-3}
0.2	0.1	6.4×10^{-3}

จงเขียนกฎอัตราของปฏิกิริยานี้

- ก. $\text{rate} = k [\text{ICl}]^2 [\text{H}_2]$
- ข. $\text{rate} = k [\text{ICl}][\text{H}_2]$
- ค. $\text{rate} = [\text{ICl}][\text{H}_2]$
- ง. $\text{rate} = k [\text{ICl}]$
- จ. $\text{rate} = k [\text{H}_2]$

8. ค่าคงตัวอัตรา (k) ของข้อ 7 เท่ากับกี่ (dm^3)² mol⁻² s⁻¹

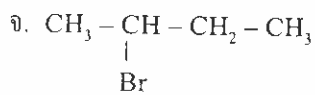
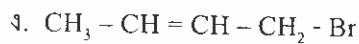
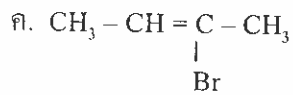
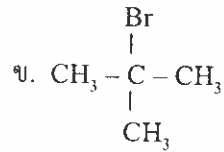
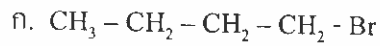
- ก. 1.6×10^{-3}
- ข. $(0.1)^3$
- ค. 3.2×10^{-3}
- ง. 6.4×10^{-3}
- จ. 1.6

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 5

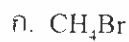
- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1. | ง | 6. | จ |
| 2. | ฉ | 7. | ก |
| 3. | ก | 8. | จ |
| 4. | ค | | |
| 5. | ง | | |

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

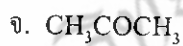
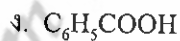
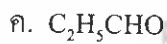
5. เมื่อเพิ่ม HBr ไปยัง $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ จะได้สารใด



6. $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{แสง}} \text{A} + \text{HBr}$ จากปฏิกิริยา A คือสารใด



คำถามตั้งแต่ข้อ 7 - 11 ให้พิจารณาเลือกตอบโดยใช้ตัวเลือกต่อไปนี้



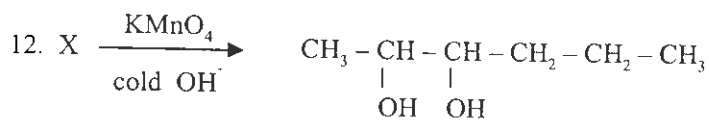
7. กรดอินทรีย์

8. แอลกอฮอล์

9. อีเทอร์

10. ทีโตน

11. แอลดีไฮด์



X เป็นสารประเภทใด

ก. แอลเคน

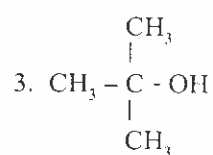
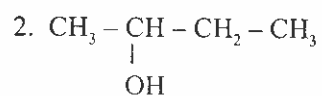
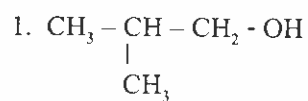
ข. แอลคีน

ค. แอลกอฮอล์

ง. ไฮโดรคาร์บอน

จ. ถูกทั้ง ข และ ง

13. จงเรียงลำดับแอลกอฮอล์ที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายลูคัส จากเร็วไปช้า



ก. $1 > 2 > 3$

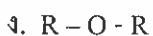
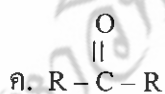
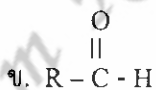
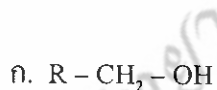
ข. $3 > 1 > 2$

ค. $2 > 3 > 1$

ง. $3 > 2 > 1$

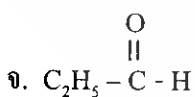
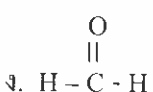
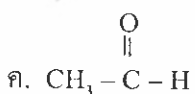
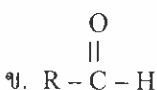
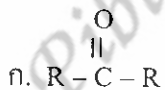
จ. $1 > 3 > 2$

14. 2, 4 - dinitrophenylhydrazine ใช้ทดสอบสารใด

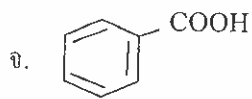
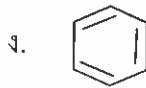
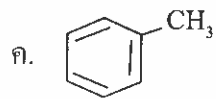
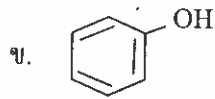
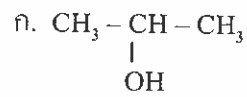


จ. ถูกทั้ง ข และ ค

15. สารใดถูกออกซิไดส์ได้ยาก



16. สารใดเป็นสารประเภทฟีนอลที่ทำปฏิกิริยากับ FeCl_3



17. กรดคาร์บอนิกทำปฏิกิริยากับ NaHCO_3 ได้แก๊สใด



จ. ถูกทั้ง ข และ ค

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
Pibulsongkram Rajabhat University

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 6

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | ค | 10. | จ |
| 2. | ก | 11. | ค |
| 3. | ง | 12. | จ |
| 4. | ก | 13. | ง |
| 5. | จ | 14. | จ |
| 6. | ข | 15. | ก |
| 7. | ง | 16. | ข |
| 8. | ก | 17. | ง |
| 9. | ข | | |

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Pibulsongkram Rajabhat University

ข้อทดสอบประจำบทที่ 7

- การวิเคราะห์แคตไอออน และแอนไอออน ได้แบ่งจำนวนหมู่ของแคตไอออน และแอนไอออน เป็นกี่หมู่
 - ก. 5, 2
 - ข. 3, 5
 - ค. 5, 3
 - ง. 2, 3
 - จ. 2, 4
- ข้อใดไม่ใช่แคตไอออนหมู่ 1
 - ก. Ag^+
 - ข. Pb^{2+}
 - ค. Hg_2^{2+}
 - ง. Hg^{2+}
 - จ. ถูกเฉพาะ ข และ ค
- สารใดเป็นตะกอนสีขาว
 - ก. AgCl
 - ข. PbCrO_4
 - ค. PbS
 - ง. $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 - จ. ถูกทุกข้อ
- สารใดเป็นตะกอนสีเหลือง
 - ก. AgCl
 - ข. PbCrO_4
 - ค. PbS
 - ง. $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 - จ. ถูกทุกข้อ
- รีเอเจนต์สำหรับแคตไอออนหมู่ 1 ได้แก่ข้อใด
 - ก. HCN
 - ข. H_2SO_4
 - ค. CO_2
 - ง. H_2S
 - จ. HCl
- รีเอเจนต์สำหรับแคตไอออนหมู่ 2 ได้แก่ข้อใด
 - ก. H_2SO_4
 - ข. HCN
 - ค. H_2S
 - ง. NH_3
 - จ. O_2

เฉลยข้อทดสอบประจำบทที่ 7

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| 1. | ค | 6. | ค |
| 2. | ง | 7. | ก |
| 3. | ก | 8. | จ |
| 4. | ข | 9. | ง |
| 5. | จ | 10. | ง |

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามวัดความคิดเห็น

และคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการใช้ชุดการเรียน

แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดการเรียน

ชื่อชุดการเรียน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง : หลังจากนักศึกษาเรียนจบชุดการเรียนนี้แล้ว โปรดแสดงความคิดเห็น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด เพียงช่องเดียว

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนชัดเจนเข้าใจง่าย					
2. ขั้นตอนในการใช้ชุดการเรียนบอกไว้ชัดเจน					
3. ท่านมีโอกาสใช้เครื่องมือในการทดลอง					
4. ท่านมีความสุขเพลิดเพลินกับการทดลอง					
5. ชุดการเรียนนี้ช่วยให้ท่านเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความคิดและเหตุผล					
6. การนำเสนอเนื้อหาง่ายกระชับและชัดเจนดี					
7. ท่านเข้าใจเนื้อหาที่เสนอไว้ในชุดการเรียนนี้ดี					
8. เนื้อหาไม่ยากเกินไป					
9. เนื้อหาไม่ยาวเกินไป					
10. ศัพท์ที่ใช้ไม่ยากเกินไป					
11. รูปภาพประกอบช่วยให้ท่านเกิดความเข้าใจดียิ่งขึ้น					
12. คำถามที่ใช้เข้าใจง่ายและสามารถหาคำตอบได้					
13. คำสั่งหรือคำชี้แจงในชุดการเรียนเข้าใจง่ายและท่านปฏิบัติได้					
14. เวลาที่กำหนดให้พอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป					
15. แบบวัดผลด้วยตนเองเหมาะสม					

หมายเหตุ : 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 1

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	4	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	4	5	5
2	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	3	5	5	5
3	5	5	4	5	5	4	4	3	5	5	5	5	4	4	4
4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	3	4	5	5	5
5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5
6	4	5	4	5	5	4	5	5	3	4	3	4	5	4	4
7	3	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4
8	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4
9	3	4	3	5	5	3	4	5	3	5	5	3	5	3	3
10	5	4	5	3	5	4	5	5	5	4	5	5	3	5	5
11	3	5	5	5	5	5	4	5	3	3	4	3	5	3	3
12	5	5	3	5	4	5	4	4	5	5	5	5	3	5	5
13	5	5	5	5	3	5	4	5	3	3	5	3	5	5	5
14	3	3	5	3	3	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 2

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	5	4	5	3	5	3	5	5	4	5	3	5	5	4
2	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	5	5
3	4	5	4	3	5	4	5	4	4	3	5	3	5	4	4
4	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5	4	5	5	4	5
5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	3	5	3	5	3	4
6	4	3	5	3	5	5	3	4	5	5	5	5	3	4	5
7	5	5	5	5	3	5	3	4	4	4	5	3	5	4	4
8	5	3	5	4	5	4	3	5	3	5	4	4	4	4	5
9	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	3	3
10	3	3	5	4	4	5	4	4	4	5	5	4	3	4	5
11	4	5	3	5	5	3	5	3	4	5	4	3	4	2	3
12	4	5	3	5	4	5	5	4	5	5	3	5	4	2	5
13	5	5	4	4	4	3	5	4	4	5	3	5	5	4	5
14	5	3	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 3

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4
2	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5
3	3	5	4	5	5	4	5	4	3	5	4	5	5	4	4
4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	3	5	3	5	5
5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	3	5	4	5	5	5
6	5	3	5	3	5	5	5	4	3	5	3	5	4	4	4
7	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5
8	5	3	5	3	5	5	4	4	4	5	3	5	4	5	4
9	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	3	5	5	4
10	4	5	3	4	3	5	5	4	4	5	3	5	4	5	4
11	5	4	5	5	5	3	3	5	5	3	5	3	5	4	5
12	5	4	3	5	5	5	5	3	4	5	5	5	4	3	3
13	2	5	5	4	5	2	3	5	5	5	5	4	5	4	4
14	5	4	5	5	4	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 4

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5
2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5
3	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4
5	4	4	3	3	4	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4
6	4	3	5	5	5	4	3	5	5	4	5	4	4	4	5
7	4	4	3	3	3	5	4	5	4	5	3	5	4	5	5
8	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4
9	3	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	3
10	3	5	5	5	3	5	4	5	4	5	4	3	3	5	4
11	4	3	5	5	5	4	5	3	5	3	4	5	5	4	4
12	4	5	5	5	3	5	5	3	5	3	5	3	5	4	4
13	4	4	5	5	3	3	5	4	3	5	5	5	5	3	5
14	4	5	4	4	5	3	5	4	3	5	4	5	5	3	5

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 5

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5
2	5	5	4	3	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
3	5	4	5	5	4	5	4	4	3	4	5	4	4	5	5
4	4	5	4	3	5	4	5	3	3	5	4	5	5	4	3
5	5	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5	3	4	5	5
6	5	4	5	5	4	3	5	3	4	3	5	5	5	3	3
7	4	5	3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	3
8	5	3	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	3	4
9	5	3	5	5	4	4	4	2	4	5	3	3	5	3	4
10	5	4	5	4	3	5	4	3	4	5	3	4	3	3	3
11	5	4	5	4	3	4	4	3	5	3	5	4	5	5	4
12	3	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4
13	2	5	3	5	4	4	4	4	5	4	4	5	3	5	5
14	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 6

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4
2	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5
3	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4
4	4	5	4	5	5	4	3	5	5	5	5	4	4	4	5
5	5	5	3	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4
6	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4
7	3	3	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4
8	4	5	3	3	4	3	3	5	4	5	4	4	4	3	4
9	5	5	5	3	5	3	3	5	4	4	4	4	4	3	4
10	5	3	5	4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	5	5
11	3	5	4	5	5	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4
12	4	5	5	5	3	4	5	4	4	3	4	3	4	3	5
13	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	3	5	5	5	5
14	5	5	4	5	3	5	4	4	5	5	5	3	3	3	4

แสดงคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียน
ในชุดการเรียนที่ 7

คนที่	แบบสอบถามความคิดเห็นข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5
2	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5
3	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
4	4	5	4	4	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	5
5	4	4	5	4	5	3	3	4	4	5	5	4	5	4	3
6	4	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	5	3	4	5
7	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	5	4	5	5	2
8	4	4	4	4	3	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4
9	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	3	3	3	5	5
10	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4
11	4	4	4	5	3	3	4	4	4	5	3	3	4	4	5
12	3	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4
13	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	5
14	4	3	4	5	5	3	5	4	4	5	5	4	4	4	4

ภาคผนวก ง

แผนการสอนและตัวอย่างบทเรียนสำเร็จรูปที่ 1

แผนการสอนบทเรียนสำเร็จรูปที่ 1

เรื่อง การแยกสารผสม

ตอนที่

- 1.1 การกลั่นแบบธรรมดา
- 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- 1.3 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

แนวคิด

1. สารผสม (mixture) มี 2 ชนิด คือ สารผสมเอกพันธ์ และสารผสมวิวิธพันธ์
2. การแยกสารผสมมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การกลั่น การตกผลึก การสกัดด้วยตัวทำละลาย และโครมาโทกราฟี
3. การกลั่นใช้แยกสารผสมที่เป็นของเหลว หรือสารละลายที่มีสารระเหยยากเป็นตัวละลาย
4. การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสารให้บริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลายสองชนิดที่ไม่ปนเป็นเนื้อเดียวกัน
5. โครมาโทกราฟีเป็นวิธีการแยกสาร พิสูจน์สาร หรือทำสารให้บริสุทธิ์โดยอาศัยความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารที่ผสมรวมกัน เมื่อให้ไหลซึมผ่านไปในตัวกลางที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว นักศึกษาสามารถแยกสารผสมออกจากกันได้โดยวิธี

1. การกลั่นแบบธรรมดา
2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย
3. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

กิจกรรมระหว่างเรียน

1. ทำแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนบทเรียนสำเร็จรูป
2. ศึกษาบทเรียนสำเร็จรูป
3. ปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย
4. ทำแบบประเมินผลตนเองหลังเรียนบทเรียนสำเร็จรูป

สื่อการสอน

1. บทเรียนสำเร็จรูปที่ 1 เรื่อง การแยกสารผสม
2. อุปกรณ์และสารเคมี
3. เอกสารเสริมและหนังสืออ่านประกอบ

เวลาเรียน

บทเรียนสำเร็จรูปนี้ใช้เวลาทั้งหมด 9 คาบ แยกรายละเอียดได้ดังนี้

ตอนที่ 1.1 การกลั่นแบบธรรมดา	3	คาบ
ตอนที่ 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	3	คาบ
ตอนที่ 1.3 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ	3	คาบ

การประเมินผล

1. ประเมินผลจากแบบประเมินตนเองก่อนเรียน และหลังเรียน
2. ประเมินผลจากแบบประเมินหลังจากปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

บทเรียนสำเร็จรูปที่ 1

การแยกสารผสม

ตอนที่ 1.1 การกลั่นแบบธรรมดา (simple distillation)

การกลั่น เป็นวิธีการทำให้ของเหลวบริสุทธิ์ โดยการให้ของเหลวนั้นกลายเป็นไอ แล้วทำให้ควบแน่น (condense) กลับเป็นของเหลวอีก การกลั่นใช้สำหรับแยกของเหลวที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย (volatile liquid) จากของเหลวที่ระเหยเป็นไอได้ยาก (nonvolatile liquid) หรือใช้แยกของเหลวหลายๆ ชนิด ที่มีจุดเดือดต่างกันมาก ๆ เครื่องมือกลั่นแบบธรรมดาอาจใช้แยกของเหลว 2 ชนิดที่มีจุดเดือดต่างกันมากกว่า 80 °C ขึ้นไป แต่ถ้าจุดเดือดของสาร 2 ชนิดนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก ต้องกลั่นซ้ำหลายครั้ง หรือกลั่นโดยใช้เครื่องมือสำหรับการกลั่นแยกลำดับส่วน

ถ้านำของเหลว 2 ชนิดที่ละลายซึ่งกันและกันและมีจุดเดือดใกล้เคียงกันมากกลั่น เมื่อสารผสมเริ่มเดือด ไอของสารที่กลั่นได้ในตอนแรกจะมีอัตราส่วนของสารที่มีจุดเดือดต่ำมากกว่าสารที่มีจุดเดือดสูง เมื่อกลั่นไปนาน ๆ เข้า อัตราส่วนอันนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และสารที่มีจุดเดือดสูงจะกลั่นออกมามากขึ้น โดยทั่วไปแล้วจุดเดือดของของเหลว 2 ชนิดที่ผสมกันอยู่จะอยู่ระหว่างจุดเดือดของของเหลวที่บริสุทธิ์ทั้งสองนั้น การกลั่นแบบธรรมดาจะใช้สำหรับแยกของเหลว 2 ชนิดที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกันไม่ได้บริสุทธิ์

กิจกรรม 1.1.1 การทดลอง

วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติกิจกรรม 1.1.1 แล้ว นักเรียนสามารถ

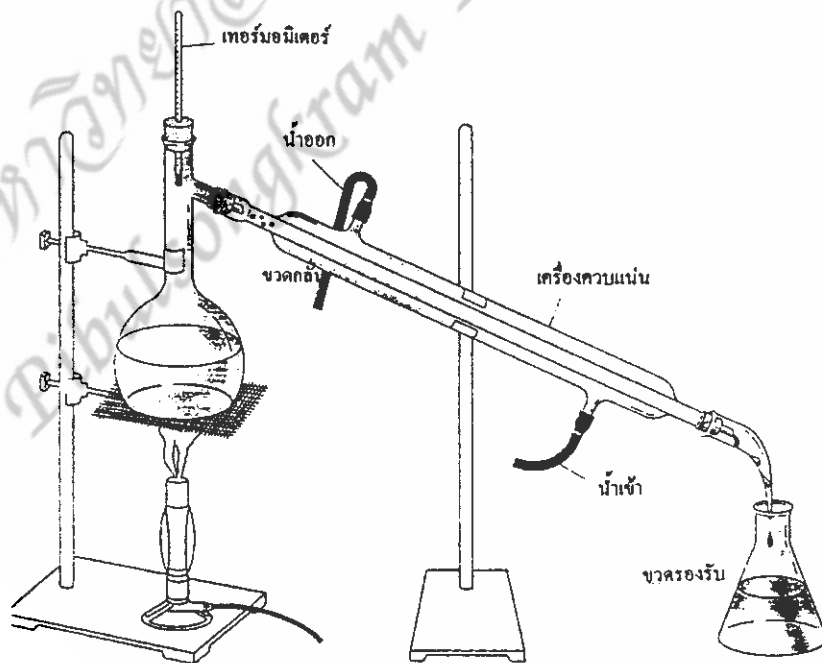
1. บอกถึงเทคนิคการกลั่นแบบธรรมดาได้
2. เปรียบเทียบจุดเดือดของเมทานอลกับน้ำได้
3. หาช่วงจุดเดือดของสารผสมระหว่างน้ำกับเมทานอลได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดกลั่น
2. เครื่องควบแน่น
3. กระบอกตวง ขนาด 25 cm³
4. ตะเกียงเบนเซน
5. เทอร์มอมิเตอร์
6. ขาดังพร้อมตัวหนีบยึด
7. ตะแกรงลวด
8. ตัวหนีบยึดวงแหวน (ring clamp)
9. เศษกระเบื้องเคลือบ
10. ซามกระเบื้องเคลือบ
11. เมทิลแอลกอฮอล์ หรือเมทานอล

วิธีการทดลอง

1. จัดเครื่องมือตามรูป



รูป 1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการกลั่นแบบธรรมดา

2. นำน้ำกลั่น 15 cm³ ผสมกับเมทิลแอลกอฮอล์ 15 cm³ ใส่ลงในขวดกลั่น ใส่เศษกระเบื้องเคลือบชิ้นเล็ก ๆ 2-3 ชิ้น (boiling chip) เพื่อเป็นชิ้นกันเดือดพลุ่ง (bumping) ห้ามใส่ขณะร้อน
3. ให้ความร้อนโดยใช้ตะเกียงเบนเซน จนกระทั่งของเหลวกลั่นออกมาช้า ๆ ประมาณวินาทีละ 1-2 หยด เก็บของเหลวที่กลั่นออกมาด้วยกระบอกตวงขนาด 25 cm³
4. บันทึกอุณหภูมิและปริมาตรของของเหลวที่กลั่นได้ทุกๆ 1 cm³ โดยแยกใส่ภาชนะแต่ละครั้ง จนได้ปริมาตรรวม 20 cm³
5. นำผลที่ได้ทดสอบจุดไฟครั้งละ 1 cm³ ในชามกระเบื้องเคลือบ จนกว่าจะจุดไม่ติด สังเกตผลที่ได้ และบันทึกผลการทดลอง
6. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิ และปริมาตรของของเหลวที่กลั่นได้

กิจกรรม 1.1.2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ของเหลวที่ติดไฟมีปริมาตรถึงปริมาตรที่เท่าไร
2. ของเหลวที่เป็นน้ำเริ่มกลั่นออกมาที่ปริมาตรที่เท่าไร
3. ช่วงจุดเดือดของสารผสมน้ำกับเมทิลแอลกอฮอล์เท่ากับเท่าไร

ตอนที่ 1.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการที่ใช้ในการแยกสาร และทำสารให้บริสุทธิ์โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลายสองชนิดที่ไม่ปนเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น การแยกสารอินทรีย์บางชนิดออกจากสารผสมที่เกิดอยู่ในธรรมชาติ หรือที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี การสกัดน้ำมันหอมจากดอกไม้ การสกัดแอลคาลอยด์ (alkaloid) ออกจากใบไม้ หรือเปลือกไม้ เป็นต้น

ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด โดยทั่วไปมักเป็นน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีสมบัติไม่ปนเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ เช่น เบนซีน คลอโรฟอร์ม (chloroform) ไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) ทอลูอิน (toluene) แอซีโทน เมทิลีนคลอไรด์ (methylene chloride) เป็นต้น

อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารในตัวทำละลาย 2 ชนิดที่ไม่ปนเป็นเนื้อเดียวกันที่ภาวะสมดุลจะมีค่าคงตัว เรียกว่า สัมประสิทธิ์การแจกแจง หรือสัมประสิทธิ์การแบ่งแยก (partition coefficient) ใช้สัญลักษณ์ K_D

กิจกรรม 1.2.1 การทดลอง

วัตถุประสงค์

หลังจากปฏิบัติกิจกรรม 1.2.1 แล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับเทคนิคการสกัดด้วยตัวทำละลายได้
2. กำหนดน้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นน้ำ และในชั้นไดคลอโรมีเทนได้
3. กำหนดหาค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจง (K_D) ของกรดเบนโซอิกในไดคลอโรมีเทน และน้ำได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กรวยแยก (separatory funnel)
2. ขวดรูปกรวย (erlenmeyer flask)
3. เครื่องให้ความร้อน
4. กรดเบนโซอิก (benzoic acid)
5. ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane, CH_2Cl_2)
6. โซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ

วิธีการทดลอง

1. ใส่ไคลคลอโรมีเทนและน้ำ อย่างละ 35 cm³ ลงในกรวยแยกขนาด 250 cm³
2. เติมกรดเบนโซอิก 500 mg ปิดจุกกรวยแยกเขย่าให้กรดเบนโซอิกละลายหมด
3. ปล่อยให้แยกชั้น ไซชั้นล่างซึ่งเป็นชั้นของไคลคลอโรมีเทนลงในขวดรูปกรวย ขนาด 100 cm³
4. เติม anhyd. Na₂SO₄ ลงไปในขวดรูปกรวย แกว่งเบาๆ จนไม่ละลาย
5. ค่อยๆ รินสารละลายลงในขวดรูปกรวย ขนาด 100 cm³ ที่ทราบน้ำหนักแล้ว
6. นำไประเหยเอาตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C
7. ชั่งน้ำหนักของแข็งสีขาวที่ได้
8. คำนวณหาน้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นน้ำ
9. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจง (K_D)

เนื่องจากปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้เท่ากัน จึงคำนวณค่า K_D ได้จากอัตราส่วนน้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นไคลคลอโรมีเทน และในชั้นน้ำ ดังนี้

$$K_D = \frac{\text{น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในไคลคลอโรมีเทน}}{\text{น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในน้ำ}}$$

กิจกรรม 1.2.2 จงตอบคำถาม

1. การสกัดกรดเบนโซอิกโดยใช้กรวยแยกได้
น้ำหนักของกรดเบนโซอิก mg
น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นไคลคลอโรมีเทน mg
น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นน้ำ mg
2. ค่า K_D ของกรดเบนโซอิกในไคลคลอโรมีเทน และน้ำ เท่ากับ
3. ถ้าเปลี่ยนตัวทำละลายเป็น 10% KOH แทนน้ำ จะได้ค่า K_D เท่าเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอนที่ 1.3 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography)

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ เป็นวิธีการแยกสารออกจากกันโดยการนำสารผสมที่ต้องการแยกออกจากกันนั้นไปจุดลงบนกระดาษโครมาโทกราฟี แล้วให้ตัวทำละลายซึมผ่านขณะที่ตัวทำละลายซึมนั้นจะพาสารต่าง ๆ ในสารผสมให้เคลื่อนที่ไปด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน สารชนิดใดละลายในวัฏภาคเคลื่อนที่ได้ดีกว่าละลายในวัฏภาคคงที่ ก็จะสามารเคลื่อนที่ไปได้เร็ว หรือดีกว่า สารชนิดที่ละลายในวัฏภาคคงที่ได้ดี อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารเคลื่อนที่ไปได้ต่อระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปเรียกว่า ค่า R_f ซึ่ง R_f ของสารชนิดหนึ่งจะมีค่าคงตัวที่ภาวะการทดลองอย่างเดียวกัน

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

กิจกรรม 1.3.1

วัตถุประสงค์

หลังจากศึกษาบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับเทคนิคการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้
2. แยกหมึกสีต่าง ๆ ออกจากกันได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดรูเล็ก (capillary tube)
2. กระดาษโครมาโทกราฟี
3. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm³
4. แผ่นกระดาษ
5. น้ำหมึกสีต่าง ๆ ได้แก่ สีดำ สีน้ำเงิน สีม่วง สีเขียว
6. กรดแอสिटิกกลั่น (glacial acetic acid)
7. นอร์แมล - บิวทานอล (n - butanol)

วิธีการทดลอง

1. ใส่ตัวทำละลาย (n-butanol : glacial acetic acid : H₂O = 60 : 15 : 25 โดยปริมาตร) ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 cm³ ให้ตัวทำละลายสูงจากก้นภาชนะประมาณ 2 cm แล้วใช้แผ่นแก้วปิดไว้
2. ตัดกระดาษโครมาโทกราฟี ขนาด 20 x 25 cm แล้วใช้ดินสอดำ (ห้ามใช้หมึก) ชีคเส้นตามความยาวของกระดาษโครมาโทกราฟีให้ห่างจากขอบ 2.5 cm ใช้ดินสอดำจุดเบาๆ ให้ห่างกันพอสมควร 5 จุด
3. ใช้หลอดครูเล็กที่ดึงปลายแหลมจุ่มหมึกแต่ละสี แล้วนำมาจุดเป็นจุดเล็กๆ ตามลำดับ คือ สีน้ำเงิน สีม่วง สีเขียว และจุดสุดท้ายเป็นสีผสมของ 2 สี ใน 4 สี ดังกล่าว
4. นำกระดาษที่จุดหมึกสีต่างๆ มาม้วนเข้าหากันให้ขอบทั้งสองห่างกันเล็กน้อย แล้วเย็บด้วยที่เย็บกระดาษ จากนั้นนำไปวางในบีกเกอร์ที่บรรจุตัวทำละลายไว้แล้ว (ระวังอย่าให้เอียงและบีกเกอร์เพราะจะทำให้ตัวทำละลายซึมขึ้นไปไม่สม่ำเสมอ) ปิดปากบีกเกอร์ด้วยแผ่นกระจก ปล่อยให้ตัวทำละลายซึมขึ้นไปจนถึงขอบบนของกระดาษโครมาโทกราฟี
5. นำกระดาษโครมาโทกราฟีออกจากบีกเกอร์ แล้วใช้ดินสอดำทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งที่ตัวทำละลายซึมขึ้นไปสูงสุด
6. ดึงลวดเย็บกระดาษออก คลี่แผ่นกระดาษโครมาโทกราฟี แล้วทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ ใช้ดินสอดำวงเบาๆ รอบจุดสีต่างๆ ที่ปรากฏบนกระดาษโครมาโทกราฟี
7. หาค่า R_f ของส่วนประกอบในสีต่างๆ และหาว่าสีผสมมีส่วนประกอบเหมือนในหมึกสีอะไรบ้าง นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่แยกหมึกสีต่างๆ เสร็จแล้ว แนบส่งพร้อมกับรายงาน

บันทึกผลกิจกรรม 1.3.1

สาร	ส่วนประกอบ ของหมึกสีต่าง ๆ	ระยะทางจากจุดเริ่มต้น ถึงจุดกึ่งกลางของสาร (cm)
หมึกสีดำ		
หมึกสีน้ำเงิน		
หมึกสีม่วง		
หมึกสีเขียว		
หมึกสีผสม		

ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่สูงสุด.....cm

กิจกรรม 1.3.2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่สูงสุด
2. ค่า R_f ของหมึกสีต่าง ๆ
หมึกสีดำ
หมึกสีน้ำเงิน
หมึกสีม่วง
หมึกสีเขียว
3. องค์ประกอบของหมึกสีผสม และค่า R_f

หนังสืออ่านประกอบ

- โครงการ พวศ. (2545). คู่มือปฏิบัติการเคมี 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2541). หลักเคมี 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรี้นติ้ง เฮ้าส์.
- เผด็จ สิทธิสุนทร และคนอื่นๆ. (2543). คู่มือปฏิบัติการเคมีอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 2 : กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิโรจน์ ปิยวัชรพันธุ์. (2541). เคมีทั่วไป 1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรี้นติ้ง เฮ้าส์.
- สุภาพ รมณีย์พิกุล. (2539). เคมีทั่วไป 1. พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตอนที่ 1.4 เอกสารเสริม

1.4.1 การกลั่นแบบธรรมดา

การกลั่นเป็นกระบวนการเปลี่ยนของเหลวให้เป็นไอโดยใช้ความร้อน แล้วทำให้ไอนี้ควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีก การกลั่นใช้ในการทำให้ของเหลวบริสุทธิ์ หรือใช้แยกของเหลวชนิดหนึ่งออกจากของเหลวอื่น ๆ ได้ ซึ่งของเหลวเหล่านั้นจะต้องมีสมบัติทางกายภาพที่ เรียกว่า การระเหยแตกต่างกัน

โดยทั่วไปแล้ว สารที่ระเหยง่ายจะมีความดันไอสูงที่อุณหภูมิห้อง ส่วนสารที่ไม่ระเหยจะมีความดันไอดำ นั้นคือ สารที่ระเหยได้ง่ายจะมีความดันไอสูงกว่า แต่จุดเดือดต่ำกว่าสารที่ไม่ระเหย

ของแข็งและของเหลวทั้งหลายมีแนวโน้มที่จะระเหยได้ทุก ๆ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งการระเหยกลายเป็นไอจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดันภายนอก เช่น เมื่อบรรจุของเหลวชนิดหนึ่งในภาชนะปิด ของเหลวนั้นจะกลายเป็นไอ จนกระทั่งมีความดันไอคงที่ ซึ่งเป็นความดันไอของของเหลวที่อุณหภูมินั้น ถ้าต้องการให้ของเหลวระเหยได้ตลอดเวลา หรือเกิดดีขึ้น จำเป็นจะต้องให้ไอเหนือของเหลวนั้นออกไป ซึ่งเป็นการลดความดันไอเหนือของเหลวที่นั่นนั่นเอง การกลั่นก็ใช้หลักการนี้ คือ ปล่อยให้ไอของสารที่ระเหยออกมาออกไปแล้วควบแน่นเป็นของเหลว ทำให้การกลั่นดำเนินต่อไปได้ตลอดเวลา

ในการกลั่นจะเติมชิ้นกันเดือดพลุ่ง (boiling stone หรือ boiling chip) เพื่อให้การเดือดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และไม่รุนแรง

การกลั่นสามารถนำมาใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของของเหลวได้ ซึ่งของเหลวที่บริสุทธิ์จะมีลักษณะดังนี้

1. ส่วนประกอบของสารที่กลั่นได้ จะมีลักษณะเหมือนกับส่วนประกอบของของเหลว

2. ส่วนประกอบจะไม่มีเปลี่ยนแปลง

3. อุณหภูมิของจุดเดือดในขณะที่กลั่นจะคงที่ตลอดเวลา

4. การกลั่น จะทำให้เราทราบจุดเดือดของของเหลวบริสุทธิ์ได้

นอกจากจะใช้การกลั่นตรวจสอบความบริสุทธิ์ของของเหลวแล้ว ยังสามารถใช้กลั่นสารละลายได้อีกด้วย การกลั่นสารละลายเป็นกระบวนการแยกของแข็งที่ไม่ระเหยออกจากตัวทำละลายหรือของเหลวที่ระเหยง่าย โดยของแข็งที่ไม่ระเหย หรือตัวละลายจะอยู่ในขวดกลั่น ส่วนของเหลว

ที่ระเหยง่ายจะถูกกลั่นออกมา เมื่อการกลั่นดำเนินไปจนกระทั่งอุณหภูมิของการกลั่นคงที่ แสดงว่าสารที่เหลือเป็นสารบริสุทธิ์

อนึ่งในขณะที่กลั่นจะสังเกตเห็นว่า อุณหภูมิของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพราะสารละลายเข้มข้นขึ้น เนื่องจากตัวทำละลายระเหยออกไป และได้ของแข็งที่บริสุทธิ์ในที่สุด

ข้อควรระวัง เมื่อต้องการระเหยสารละลายเพื่อแยกตัวทำละลาย และตัวละลายออกจากกัน โดยให้ความร้อนจากไฟฟ้า หรือตะเกียง ไม่ควรระเหยสารละลายให้แห้งสนิท เพราะของแข็งที่ได้นั้น อาจจะสลายตัวได้

1.4.2 การสกัด

เป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการแยกสารทั้งของแข็ง และของเหลวออกจากสารเจือปนอื่น ๆ โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยทั่วไปการสกัดจะใช้เพื่อแยกสารอินทรีย์ออกจากสารละลายในน้ำ โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ การสกัดในลักษณะนี้เป็นแบบ Liquid - Liquid extraction

การสกัดเอาสารประกอบจากตัวทำละลายชนิดหนึ่งเข้าไปอยู่ในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่ง เป็นกระบวนการสมดุลซึ่งขึ้นกับความสามารถในการละลายของสารประกอบในตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดนั้น อัตราส่วนความสามารถในการละลายของสารประกอบในตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด เรียกว่า สัมประสิทธิ์การแจกแจง (distribution coefficient, K_D) ดังนั้น

$$K_D = \frac{C_1}{C_2}$$

C_1 เป็นความเข้มข้นของสารในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง มีหน่วยเป็น g/ mL
 K_D เป็นค่าเฉพาะสำหรับสารประกอบตัวหนึ่ง และคู่ตัวทำละลายคู่หนึ่งที่อุณหภูมิที่กำหนด

โดยทั่วไปการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง ถ้าใช้ครั้งละน้อย ๆ หลาย ๆ ครั้ง จะดีกว่าใช้ตัวทำละลายอินทรีย์จำนวนนั้นเพียงครั้งเดียว

การเลือกตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด มีหลักดังนี้

1. ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับสารละลายที่ต้องการสกัด
2. ละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี และละลายสารที่ไม่ต้องการได้น้อยมาก ๆ

หรือไม่ละลายเลย

3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายที่ต้องการสกัด หรือถ้าทำปฏิกิริยาก็ต้องสามารถทำกลับไปเป็นสารเดิมได้ง่าย

4. มีจุดเดือดต่ำ เพื่อจะระเหยออกจากสารที่ต้องการได้ง่ายหลังจากการสกัด

ตัวทำละลายที่ดี และนิยมใช้ในการสกัดสาร ได้แก่ ไดเอทิลอีเทอร์ บีโทรมลิวอีเทอร์ แอซีโตน ทอลูอิน เป็นต้น

ในการสกัดสารละลายในน้ำ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้อาจมีความหนาแน่นมากหรือน้อยกว่าน้ำ โดยปกติตัวทำละลายที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะอยู่ชั้นล่างในกรวยแยกเสมอ ยกเว้นกรณีที่ตัวละลายเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และมีความเข้มข้นมากอาจมีผลทำให้ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ของตัวทำละลายทั้งสองเปลี่ยนไปได้ การทดสอบง่าย ๆ เพื่อให้ทราบว่าชั้นไหนเป็นชั้นน้ำทำได้โดยการหยดน้ำลงในกรวยแยก พร้อมทั้งสังเกตดูว่า น้ำลงไปชั้นไหนชั้นนั้นจะเป็นชั้นน้ำ

1.4.3 โครมาโทกราฟี

Chromatography มาจากภาษากรีก ว่า **Chromatos** ซึ่งแปลว่า สี ตามความหมายเดิมของโครมาโทกราฟี หมายถึง การแยกสารผสมที่มีสีซึ่งได้มาจากพืชต่างๆ ในปัจจุบันนี้ โครมาโทกราฟี หมายถึง การแยกสารผสมทุกชนิดทั้งที่มีสีและไม่มีสี เนื่องจากโครมาโทกราฟีเป็นวิธีที่ใช้แยกสารผสม เพื่อวิเคราะห์ทางคุณภาพวิเคราะห์ (qualitative analysis) และปริมาณวิเคราะห์ (quantitative analysis) รวมทั้ง ในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ต่างๆ โครมาโทกราฟีแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. โครมาโทกราฟีแบบดูดซับ (adsorption chromatography) เป็นการแยกสารตามสมบัติการดูดซับของสาร ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1.1 โครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ (column chromatography)

1.2 โครมาโทกราฟีแบบแผ่นบาง (thin layer chromatography หรือ TLC)

2. โครมาโทกราฟีแบบแบ่งละลาย (partition chromatography) เป็นการแยกสารตามสมบัติการแบ่งละลายของสารในวัฏภาคคงที่ และวัฏภาคเคลื่อนที่ เช่น โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography)
3. โครมาโทกราฟีแบบแลกเปลี่ยนไอออน (ion-exchange chromatography) เป็นการแยกสาร โดยอาศัยการแลกเปลี่ยนประจุของสารระหว่างวัฏภาคคงที่ และวัฏภาคเคลื่อนที่
4. โครมาโทกราฟีแบบสัมพรรคภาพ (affinity chromatography) เป็นการแยกสารตามความจำเพาะตัวของการจับกันของสารชีวโมเลกุล
5. เจลฟิльтраชัน (gel filtration) เป็นการแยกสารตามขนาดโมเลกุล

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

เป็นวิธีแยกสารตามสมบัติการแบ่งละลายของสารในตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำในกระดาษกรอง และตัวเคลื่อนสาร กระดาษกรองที่ใช้เป็นสารพวกเซลลูโลส ซึ่งก็คือสารประกอบโพลีไฮดรอกซี (polyhydroxy) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงสามารถดูดไอน้ำในบรรยากาศไว้ได้ประมาณ 5-20 % ขึ้นกับว่ามีไอน้ำในอากาศมากน้อยเพียงใด ส่วนวัฏภาคเคลื่อนที่โดยทั่วไปนิยมใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีน้ำประกอบอยู่

วิธีการของโครมาโทกราฟีแบบกระดาษเป็นแบบ partition chromatography เนื่องจากการแยกสารขึ้นอยู่กับความแตกต่างในการกระจายของสารแต่ละชนิดในวัฏภาคหนึ่ง และวัฏภาคเคลื่อนที่ซึ่งเป็นของเหลวต่างชนิดที่ไม่ผสมกัน

การทำโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ มี 2 วิธี คือ โครมาโทกราฟีแบบเคลื่อนลง (descending chromatography) และโครมาโทกราฟีแบบเคลื่อนขึ้น (ascending chromatography) แต่ที่นิยมกันมากคือ โครมาโทกราฟีแบบเคลื่อนขึ้น

บรรณานุกรม

- กฤษณา ชูติมา. (2538). **หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โครงการ พวส. (2545). **คู่มือปฏิบัติการเคมี 1**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2541). **หลักเคมี 1**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- ประภาณี เกษมศรี ณ อรุยา และคนอื่นๆ. (2535). **เคมีทั่วไปเล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2539). **เทคนิคทางเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ประกายพริก.
- เผด็จ สิทธิสุนทร และคนอื่นๆ. (2543). **คู่มือปฏิบัติการเคมีอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิโรจน์ ปิยวัชรพันธุ์. (2541). **เคมีทั่วไป 1**. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- สุภาพ รมณีพิบูล. (2539). **เคมีทั่วไป 1**. พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- Chang, Raymond. (2002). **Chemistry**. 7th ed. New York : McGraw - Hill Companies, Inc.

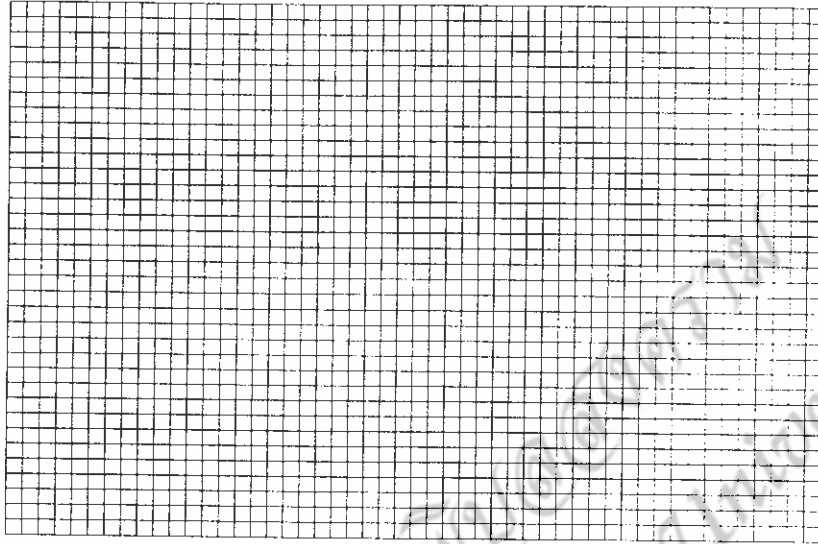
รายงานผลการศึกษายปเรียน การกลั่นแบบธรรมดา

ผู้รายงาน เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
ผู้ร่วมงาน 1. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
2. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
3. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
อาจารย์ผู้สอน.....

กิจกรรม 1.1.1 ผลการทดลอง

ปริมาตรของ ของเหลวที่กลั่นได้ (cm ³)	อุณหภูมิ (°C)	การติดไฟ	ปริมาตรของ ของเหลวที่กลั่นได้ (cm ³)	อุณหภูมิ (°C)	การติดไฟ
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10			20		

กราฟ



กิจกรรม 1.1.2 ตอบคำถาม

1. ของเหลวที่ติดไฟมีปริมาตรถึงปริมาตรที่เท่าไร

.....

.....

.....

.....

2. ของเหลวที่เป็นน้ำเริ่มกลั่นออกมาที่ปริมาตรที่เท่าไร

.....

.....

.....

3. ช่วงจุดเดือดของสารผสมน้ำกับเมทิลแอลกอฮอล์เท่ากับเท่าไร

.....

.....

.....

รายงานผลการศึกษายทเรียน การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ผู้รายงาน เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
ผู้ร่วมงาน 1. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
2. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
3. เลขที่..... กลุ่ม..... สาขาวิชา.....
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
อาจารย์ผู้สอน.....

กิจกรรม 1.2.1 ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....

กิจกรรม 1.2.2 ตอบคำถาม

- การสกัดกรดเบนโซอิกโดยใช้กรวยแยกได้
น้ำหนักของกรดเบนโซอิก mg
น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นไดคลอโรมีเทน mg
น้ำหนักของกรดเบนโซอิกในชั้นน้ำ mg
- ค่า K_D ของกรดเบนโซอิกในไดคลอโรมีเทน และน้ำ เท่ากับ

.....
.....
.....

รายงานผลการศึกษายทเรียน โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

ผู้รายงาน เลขที่ กลุ่ม สาขาวิชา

ผู้ร่วมงาน 1. เลขที่ กลุ่ม สาขาวิชา

2. เลขที่ กลุ่ม สาขาวิชา

3. เลขที่ กลุ่ม สาขาวิชา

วันที่ เดือน พ.ศ.

อาจารย์ผู้สอน

กิจกรรม 1.3.1 ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรม 1.3.2 ตอบคำถาม

1. ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่สูงสุด

.....

.....

2. ค่า R_f ของหมึกสีต่าง ๆ

หมึกสีดำ.....

หมึกสีน้ำเงิน.....

หมึกสีม่วง.....

หมึกสีเขียว.....