

การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี



นายไสว ฝักขาว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาหลักสูตรและการสอน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-84-399-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 15642434

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL SYSTEM FOR
MEANINGFUL LEARNING IN CHEMISTRY

Mr. Sawai Fugkhao

A dissertation submitted in partial fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy
Curriculum and Instruction Program
Graduate School
Chulalongkorn University
1994

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในวิชาเคมี
โดย	นายไสว พักขาว
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทศนา แชนมณี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. กิ่งฟ้า สินธวงษ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

.....
 (ศาสตราจารย์ ดร. ทวาร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
 (รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร เพ็ญ เชื้อพานิช)

.....
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ทศนา แชนมณี)

.....
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา)

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์)

.....
 (ดร. พรพรรณ ไททองกุล)



พิมพ์ต้นฉบับทศด้อยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

โล้ว พักขาว : การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี (THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL SYSTEM FOR MEANINGFUL LEARNING IN CHEMISTRY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ทิศนา แยมมณี, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร. กิ่งฟ้า ลินรวงษ์, 452 หน้า. ISBN 974-584-399-7

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ ได้ข้อค้นพบดังนี้

1. ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี มีองค์ประกอบดังนี้

1.1 ตัวบ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ตัวนักเรียน สื่อการเรียน การสอน ตัวครู และเครื่องมือประเมิน

1.2 กระบวนการ แบ่งเป็น 2 แบบคือ กระบวนการสำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหา ประกอบด้วย การทบทวนบทเรียนก่อนเรียน การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า การสอนให้ เกิดมโนทัศน์ การสรุปบทเรียนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และการประเมินผล การเรียนรู้ ส่วนกระบวนการแบบที่สองเป็นกระบวนการสำหรับบทเรียนที่เป็นการทดลอง ซึ่งมีกิจกรรม เหมือนกับกระบวนการสำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหา แต่มีการให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววี ประกอบ เรื่องที่ทดลองด้วย

1.3 ผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์

1.4 กลไกควบคุม ประกอบด้วย การใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การให้ความสนใจนักเรียนทุกคน และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน

2. การทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คณะกรรมการบริหารหลักสูตร
ภาควิชา.....
สาขาวิชา.....
ปีการศึกษา.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

C240024 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEY WORD: MEANINGFUL LEARNING / ADVANCE ORGANIZER / CONCEPT MAP / VEE DIAGRAM

SAWAI FUGKHAO : THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL SYSTEM FOR MEANINGFUL LEARNING IN CHEMISTRY. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. TISSANA KHAMMANEE, Ed.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. KINGFA SINTUWONG, Ed.D. 452 pp. ISBN 974-584-399-7

The purposes of this study were: (1) to develop an instructional system that could help students learn meaningfully in Chemistry, (2) to compare Chemistry learning achievement and attitude towards science between the experimental group learned by using instructional system for meaningful learning in Chemistry and the control group learned by using the traditional system. The findings were as follows:

1. The instructional system for meaningful learning in Chemistry which was developed were consisted of the following components:

1.1 The input was consisted of instructional objectives, content, students, instructional media, teacher, and measuring instruments.

1.2 The process was devided into two processes. First, was the process for Chemistry content teaching consisting pre-testing learners' basic concepts, presenting advance organizers, teaching content or concepts, having the students construct concept maps and evaluating learning outcome. Second, was the process for Chemistry content and laboratory teaching which follows the same process as the first one, only adding the construction of vee diagrams for each laboratory.

1.3 The output was consisted of Chemistry learning achievement and attitude towards science.

1.4 The controlling techniques were: questioning, observing students' behavior, giving attention and feedback to the students.

2. The system was tried out with students in Mathayom Suksa 5 of Pracharatuppatum secondary school in the first semester of 1993 academic year. Its results showed that the mean scores of Chemistry learning achievement and students' attitude towards science of the experimental group were higher than those of the control group at the .05 level of significance.

ภาควิชา..... คณะกรรมการบริหารหลักสูตร
ศึกษาศาสตร์

สาขาวิชา..... หลักสูตรและการสอน

ปีการศึกษา..... 2536

ลายมือชื่อนิติ..... *Lonh*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *ทิสานา ขัมมานี*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *กิงฟา สิงตวอง*



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดีได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร. ทศนา แชนมณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์
ดร. กิ่งฟ้า สีนธวัช อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะในการทำ
วิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความเสียสละของท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพของระบบการเขียนการสอน
เพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณา
ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองใช้ระบบการเขียนการสอนทุกท่าน ตลอดจน
อาจารย์ที่กรุณาตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการเขียนการสอน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ศิริ สุงคาสีธิ ผู้อำนวยการโรงเรียนประชาชาษฎร์อุปถัมภ์
ที่ได้กรุณาให้ใช้โรงเรียนเป็นโรงเรียนสำหรับทดลองใช้ระบบการเขียนการสอนและขอขอบคุณ
หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์และรองหัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์โรงเรียนประชาชาษฎร์อุปถัมภ์ที่ได้
อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้ระบบการเขียนการสอนเป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

สุดท้ายขอขอบคุณกรมสามัญศึกษาที่ได้อนุญาตให้ผู้วิจัยลาศึกษาต่อ และขอขอบคุณ
ศาสตราจารย์ ดร. สุจริต เนียรชอบ อดีตประธานสาขาหลักสูตรและการสอนที่ได้ให้กำลังใจมาโดย
ตลอด ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิช ประธานสาขาหลักสูตรและการสอน
ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดีนอกจากนี้ขอขอบคุณ
อาจารย์ มณฑนา พิภขาว ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ไสว พิภขาว



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญแผนภาพ.....	ญ

บทที่

1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	26
สมมติฐานของการวิจัย.....	27
ขอบเขตของการวิจัย.....	29
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	30
ประโยชน์ของการวิจัย.....	32
2 วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอน.....	33
ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์.....	60
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	71
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า.....	89
แนวคิดเกี่ยวกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์.....	99
แนวคิดเกี่ยวกับแผนผังรูปตัววี.....	127
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	148
เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์.....	169
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	189
การศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	190

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์..	191
การสังเคราะห์แนวคิดของ ออซุเบล โนแวนค และโกวิน และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน.....	191
การกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี.....	192
การนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้.....	194
การประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน.....	213
การปรับปรุงระบบการเรียนการสอน.....	214
4 ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอน.....	218
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมี.....	218
ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน.....	236
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	256
สรุปผลการวิจัย.....	257
การอภิปรายผล.....	262
ข้อเสนอแนะ.....	275
บรรณานุกรม.....	278
ภาคผนวก.....	291
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและเกณฑ์ในการเลือกผู้ทรงคุณวุฒิ	293
ภาคผนวก ข แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี	297
ภาคผนวก ค มโนทัศน์พื้นฐานและตารางวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐาน	317
ภาคผนวก ง แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน	323
ภาคผนวก จ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2	331
ภาคผนวก ฉ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	346

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ช แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์	370
ภาคผนวก ช แบบสอบถามความคิดเห็นของครูเคมีต่อระบบการเรียนการสอน	380
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแผนการสอน	384
ภาคผนวก ญ ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนคีนและแผนผังรูปตัววี ที่นักเรียนสร้าง.....	441
ประวัติผู้เขียน.....	452

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1 รูปแบบของการเรียนรู้ในโรงเรียนของแครอล.....	6
2 ตัวแปรที่สำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม.....	7
3 ผลของตัวแปรที่อธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	9
4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ สมมติฐาน และทฤษฎี.....	13
5 โครงสร้างของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	15
6 หน้าที่ของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในโครงสร้างทางปัญญาในสมอง.....	22
7 ลักษณะแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map).....	23
8 แผนผังรูปตัววีพร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของแผนผัง.....	24
9 องค์ประกอบของระบบที่สมบูรณ์	35
10 แสดงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของเกลเซอร์.....	37
11 แสดงระบบการเรียนการสอนของฟาร์มเมอร์และฟาร์เรลล์	38
12 ระบบการเรียนการสอนของ สัจด์ อุกรานันท์	40
13 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของเกลเซอร์.....	42
14 ขั้นตอนการจัดระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของสัจด์ วิสวธีรานนท์... ..	43
15 ขั้นตอนของระบบที่นำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน.....	51
16 ขั้นตอน 4 ขั้นที่นำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ.....	52
17 ตัวอย่างระบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	54
18 รูปแบบการสอนการเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษา....	56
19 ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย.....	58
20 ความสัมพันธ์ของความรู้ 2 ส่วน คือ โลกของความจริงและโลกของทฤษฎี... ..	67
21 โครงสร้างของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	69
22 เงื่อนไขสำหรับการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทั้งความหมายเชิงตรรกะ และความหมายเชิงศักยภาพ	74
23 ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ที่มีความหมาย การมีความหมายเชิง ศักยภาพ การมีความหมายเชิงตรรกะ และการมีความหมายทางจิตวิทยา....	75

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่	หน้า
24 ลำดับชั้นในการเรียนรู้ชื่อ	77
25 ลำดับชั้นในการเรียนรู้ชื่อมโนทัศน์	78
26 ความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่างความคิดใหม่และความคิดเดิมที่มีอยู่.....	81
27 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเกิดจากการ ได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้.....	83
28 การเรียนรู้แบบท่องจำ.....	84
29 การเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	84
30 การจำแนกระดับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของซูเบล.....	87
31 องค์ประกอบของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ตามแนวคิด ของโนแวก.....	101
32 การเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมายซึ่งเกิดจาก การได้รับความรู้จากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้	102
33 การเรียนรู้ที่มีความหมาย เมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับโครงสร้าง ทางปัญญา (subsumer).....	103
34 การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับชั้นอย่างง่าย..	104
35 ตัวอย่างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่องน้ำ.....	105
36 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่แตกต่างกันของมโนทัศน์ชุดเดียวกัน	106
37 การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์โดยใช้แผ่นกระดาษ สีเหลืองเคลื่อนย้ายได้.....	109
38 การให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์	115
39 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี.....	122
40 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี .	123
41 ลักษณะโครงสร้างของ แผนผังรูปตัววี ของ โกวิน (Gowin).....	128
42 แผนผังรูปตัววีซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของโกวิน ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบของกระบวนการทางความคิดโดยละเอียด.....	130
43 แผนผังรูปตัววีสำหรับการปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของเอนไซม์...	136

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่	หน้า
44	แผนผังรูปตัววีแสดงมโนทัศน์ การบันทึกข้อมูล การจัดการกระทำข้อมูล และ ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาการเพิ่มความร้อนแก่น้ำแข็ง.....137
45	แผนผังรูปตัววีในการสอนเรื่อง ความแตกต่างระหว่างสารประกอบจากธาตุ และของผสม138
46	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นต่างๆ จากชั้นพื้นฐานไปสู่ชั้นสูง.....157
47	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ชั้น สัมพันธ์กับชั้นเรียน.....162
48	องค์ประกอบของเจตคติ.....172
49	ขั้นตอนการวิจัย.....217
50	ระบบการเขียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี.....235

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 จุดเน้นของวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบต่างๆ.....	17
2 ข้อดีของวิธีสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ที่มีความหมายที่เหนือกว่าการสอน ตามปกติ.....	20
3 ขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนรู้การสอนของ กาเฮ้ และบริกส์	46
4 ลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าจากการสังเคราะห์ความหมายของ นักการศึกษาต่างๆ.....	90
5 การประเมินลักษณะทั่วไปของการสร้าง แผนผังรูปตัววี.....	142
6 การแจกแจงความถี่ของการตอบแบบวัดเจตคติชุดหนึ่งแยกตามรายชื่อและ รายคนตามแนวคิดของกัตต์แมน.....	181
7 การแจกแจงความถี่ของการตอบแบบวัดเจตคติชุดหนึ่งแยกตามรายชื่อและ รายคนตามแนวคิดของออสกูด.....	184
8 จำนวนนักเรียนที่ไปกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามเพศ.....	198
9 ค่ามัธยฐานเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการ ทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม.....	199
10 จำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสาร สัมพันธ์ 2 จำแนกตามระดับจุดประสงค์การเรียนรู้ของออร์ซุเบล.....	203
11 จำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี จำแนกตามระดับจุดประสงค์การเรียนรู้ของออร์ซุเบล....	204
12 จำนวนข้อในแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามระดับและทิศทาง ของเจตคติ.....	209
13 แสดงลำดับขั้นการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความ ความหมายในวิชาเคมีกับการสอนปกติเมื่อสอนบทเรียนเป็นเนื้อหา.....	210
14 แสดงลำดับขั้นการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความ ความหมายในวิชาเคมีกับการสอนปกติเมื่อสอนบทเรียนเป็นการทดลอง....	212
15 การกำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างมโนทัศน์.....	222
16 ขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววีของโกวิน ขั้นตอนของผู้วิจัย...	223

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17	ขั้นตอนการสอนตามระบบที่ผู้วิจัยพัฒนา สำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหา.....231
18	ขั้นตอนการสอนตามระบบที่ผู้วิจัยพัฒนา สำหรับบทเรียนที่เป็นการทดลอง.....232
19	คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2236
20	คะแนนจากการเขียนแผนผังรูปตัววีในแต่ละการทดลองในบทเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2239
21	คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....241
22	คะแนนจากการเขียนแผนผังรูปตัววีในแต่ละการทดลองในบทเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....243
23	คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2.....245
24	คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....246
25	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการ ทดสอบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 จากการทดสอบกลางภาคเรียน.....248
26	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการ ทดสอบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีจากการทดสอบปลายภาคเรียน.....248
27	ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการ ทดสอบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....249
28	จำนวนครูเคมีที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบ การเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี.....250