ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

5883895127_3892616966

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

EFFECTS OF CHEMISTRY INSTRUCTION USING THE FAR GUIDE ON LEARNING ACHIEVEMENT AND LEARNING RETENTION OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Narongrit Hongjik

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ์ คงเผ่า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ์ คงเผ่า)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก : ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (EFFECTS OF CHEMISTRY INSTRUCTION USING THE FAR GUIDE ON LEARNING ACHIEVEMENT AND LEARNING RETENTION OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ์ คงเผ่า, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร.ปริณดา ลิมปานนท์พรหมรัตน์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 75 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากการเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่ายได้ห้องเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน ใช้เวลาในการทดลองสอนทั้งสิ้น 10 ครั้ง ครั้งละ 1-2 ชั่วโมง รวม 6 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (t-test) และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5883895127 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD: FAR guide, learning achievement, learning retention

Narongrit Hongjik : EFFECTS OF CHEMISTRY INSTRUCTION USING THE FAR GUIDE ON LEARNING ACHIEVEMENT AND LEARNING RETENTION OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. Dr. Wipawan wongsuwan Kongpao, Ph.D. Co-advisor: Dr. PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed. D.

This study was quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) compare the learning achievement of students who learned chemistry through FAR guide model and students who learned chemistry through conventional teaching method and 2) compare the learning retention of students who learn chemistry through FAR guide model and students who learned chemistry through conventional teaching method. The samples were 75 tenth grade students of secondary school in the office of the basic education commission, selected by purposive sampling from two classrooms of tenth grade students of a school in Nonthaburi. One class of 37 students was randomly assigned to the experimental group and another class of 38 students was randomly assigned to the controlled group. The research duration took 6 weeks and the collected data were analysed by arithmetic mean, standard deviation, independent-samples t-test, paired-samples t-test and analysis of covariance (ANCOVA).

The research findings were summarized as follows:

1) Students who learned chemistry through FAR guide model had higher mean scores of learning achievement than students who learn chemistry through conventional teaching method at .05 level of significance

2) Both students who learned chemistry through FAR guide model and students who learn chemistry through conventional teaching method had no learning retention and had no difference of mean scores of learning retention at .05 level of significance.

Field of Study:	Curriculum and Instruction	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดีจากความเอาใจใส่และความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ์ คงเผ่า ผู้ให้ความรู้และข้อคิดด้านวิชาการและการปฏิบัติตนในการดำเนินการวิจัย รวมไปถึงคำแนะนำและกำลังใจในการทำงาน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ ผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังเป็นผู้ให้กำลังใจและยินดีให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยเมื่อผู้วิจัยประสบปัญหา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพินิจธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ศรีประเสริฐ และอาจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ทั้งในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จนสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม ผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการวิเคราะห์ผลการวิจัย ทำให้สามารถดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขมาภิรตารามที่ได้อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนวัดเขมาภิรตารามทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และ 4/6 ปีการศึกษา 2561 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 และ 4/2 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อปรับปรุงและพัฒนาจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ดูแล ห่วงใย ให้กำลังใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต ครั้งที่ 4/2561 ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2560 ปีงบประมาณ 2561 โดยสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 9

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 9

สมมติฐานการวิจัย 9

ขอบเขตการวิจัย 11

นิยามศัพท์เฉพาะ 11

ประโยชน์ที่ได้รับ 14

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (learning achievement) 16

1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 16

1.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 17

2. ความคงทนในการเรียนรู้ (learning retention) 21

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ 21
2.2 ความสำคัญของความคงทนในการเรียนรู้ 23
2.3 ประเภทของความคงทนในการเรียนรู้ 24
2.4 การวัดความคงทนในการเรียนรู้ 26
2.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ 30
3. รูปแบบฟาร์ไกด์ 32
3.1 การสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ 32
3.2 การสอนเปรียบเทียบ (analogy) 34
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 40
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 40
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ 41
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบฟาร์ไกด์ 44
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย 46
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 48
1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง 48
1.1 ประชากร 48
1.2 กลุ่มตัวอย่าง 48
2. รูปแบบการวิจัย 49
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 50
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และแบบปกติ 50
3.2 แบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 66
4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 71
5. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 72
5.1 สถิติพื้นฐาน 72

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ 72
5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน 72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 80
สรุปผลการวิจัย 81
อภิปรายผลการวิจัย 81
ข้อเสนอแนะ 91
บรรณานุกรม 94
ประวัติผู้เขียน 152

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบศึกษาสองกลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (the control-group pretest-posttest time-series design) 49

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และกลุ่มควบคุมที่ได้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ 53

ตารางที่ 3 ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 57

ตารางที่ 4 มโนทัศน์ที่เข้าใจยาก หรือเป็นนามธรรม (target) และสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่เคยมีการนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ต่าง ๆ 58

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมด้านความรู้และทักษะกระบวนการ 67

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 71

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) กับกลุ่มควบคุม (n = 38) 75

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และคะแนนสอบ ความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) และกลุ่มควบคุม (n = 38) 76

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของคะแนนสอบหลังเรียน คะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) กับกลุ่มควบคุม (n = 38) 77

ตารางที่ 10 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ 147

ตารางที่ 11 คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 148

ตารางที่ 12 คะแนนของนักเรียนกลุ่มควบคุม 150

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์..... 20

ภาพที่ 2 แผนภาพกระบวนการของทฤษฎีความจำ..... 25

ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 47

ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงคะแนนสอบเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติ..... 79

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงเศรษฐกิจ และสังคมไปทั่วโลก แม้ว่าการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยจะอาศัยการเพิ่มประสิทธิภาพจากปัจจัยความได้เปรียบพื้นฐานที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงาน ทรัพยากรธรรมชาติ และการนำเข้าเทคโนโลยีสำเร็จรูปจากต่างประเทศ และจะเห็นได้ว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมไทยเป็นอย่างมาก แต่ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ยังพบว่า มีการสะสมองค์ความรู้เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองเกิดขึ้นน้อยมาก อันมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีความรู้ และทักษะสูง ทำให้การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมีความล่าช้าตามไปด้วย (สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559)

การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมของประเทศไทยเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพทั้งในด้านความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และคุณธรรมจริยธรรมเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างมีศักยภาพ ดังนั้น เพื่อให้ประเทศไทยพัฒนาเข้าสู่สังคมนวัตกรรม และเตรียมการก้าวสู่ประเทศรายได้สูงในอนาคต แนวทางการพัฒนาในช่วงระยะเวลา 5 ปี ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง (พ.ศ. 2560-2564) จึงให้ความสำคัญกับการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลงานวิจัย และพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์อย่างเข้มข้นเพื่อช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้ก้าวสู่เป้าหมายดังกล่าว ดังจะเห็นได้ว่า ในยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ ส่วนที่ 4 ด้านที่ 1 มีการกำหนดเป้ามายเกี่ยวกับการพัฒนาคนไทยให้เป็นผู้มีทักษะ ความรู้ และความสามารถเพิ่มขึ้น ดังนั้น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเยาวชนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญและเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศชาติในลำดับต่อไป

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

กระทรวงศึกษาธิการเป็นหนึ่งในหน่วยงานที่ตระหนักถึงความสำคัญของการแก้ปัญหา และพัฒนาประเทศดังกล่าว จึงได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และการพัฒนาทุนมนุษย์นี้ ตามแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ส่งเสริมให้มี การพัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สูงขึ้น ทั้งยังส่งเสริมการผลิต และพัฒนากำลังคนรวมทั้งงานวิจัยที่สอดคล้องกับความต้องการของการพัฒนาประเทศ (สำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559) และนอกจากการพัฒนานักเรียนให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเพียงพอแล้ว การให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญด้วยเช่นกัน เนื่องจากผู้เรียนซึ่งเป็นผลผลิตของการศึกษาจำเป็นต้องนำความรู้ความสามารถที่ได้รับการพัฒนาจากสถานศึกษาไปใช้ในอนาคต ซึ่งเป็นระยะเวลาภายหลังจากการสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน การมีความคงทนในการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถศึกษาในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแรงงานที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

จากความสำคัญของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ศึกษา และจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ในระยะเวลาสั้น ๆ จึงอาจไม่เพียงพอ ดังนั้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็น

ความคงทนในการเรียนรู้เป็นความสามารถของนักเรียนในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่รับรู้มาแล้ว หลังจากทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง สามารถระลึกได้ หรือค้นคว้ามาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็นได้ ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการแสวงหาความรู้ใหม่ และการเรียนรู้ใหม่เป็นผลมาจากความคงทนในการเรียนรู้ที่มีอยู่ ซึ่งหากไม่มีความคงทนในการเรียนรู้อาจนำไปสู่ปัญหาที่ยากจะแก้ไข หรือมีข้อโต้แย้งในมโนทัศน์อื่น ๆ ที่ยากซับซ้อนกว่า (Wingfield & Byrnes, 1980) การเรียนรู้และความจำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และมีส่วนช่วยมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดี (Gordon, 1989) ความคงทนในการเรียนรู้จะทำให้มนุษย์สามารถจดจำ และนำประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองเคยได้รับมาพัฒนาการดำรงชีวิตของตนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ของตนเอง และคุณภาพของสังคม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ให้ดีขึ้น นอกจากนี้ การจดจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และเกิดความต่อเนื่องกันของการดำรงชีวิต (ชัยพร วิชชาวุธ, 2525)

วิชาเคมี เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ของไทย การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี และการพัฒนาศักยภาพนักเรียนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถจึงเป็นส่วนสำคัญต่อการพัฒนาของประเทศเช่นกัน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดเนื้อหาสาระของวิชาเคมีอยู่ในการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระการเรียนรู้สำคัญประกอบด้วย 8 สาระการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาวิชาเคมีอยู่ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เคมี โดยศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของสาร และความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงของสาร รวมไปถึงการเกิด ปฏิกิริยาระหว่างอนุภาคของสาร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ผู้เรียนจะต้องเข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบภายในอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออะตอมและสมบัติของธาตุ เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์ และสารชีวโมเลกุล

ธรรมชาติของวิชาเคมี เป็นสาขาวิชาที่มุ่งศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ของสสาร เช่น ศึกษาองค์ประกอบ โครงสร้าง คุณสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงของสสาร รวมถึงปฏิกิริยาของสสารที่มีต่อกันแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงไป และมีการศึกษาเกี่ยวกับสาร และการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระดับที่สามารถสังเกตได้ง่าย จนกระทั่งระดับอนุภาคขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถสังเกตได้หรืออาจต้องใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนในการศึกษาวิชาเคมีจึงเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมและโมเลกุล ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม โดยนักเคมีจะอธิบาย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดย ระดับมหภาค (macroscopic level) เป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงและสัมผัสได้ เช่น การเกิดสนิมเหล็ก ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เนื่องจากกล่าวถึงโมเลกุลอะตอมและอิเล็กตรอน เช่น การเกิดสนิมเหล็ก เกิดจากเหล็กถูกปล่อยไว้ในอากาศชื้นจะทำปฏิกิริยากับอะตอมของออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นไฮเดรตไอร์ออนออกไซด์ (สนิม) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) จะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาค เช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สูตรเคมีและสมการเคมี เช่น สมการเคมีแสดงการเกิดสนิมเหล็ก $4Fe(s) + 3O_2(g) + 3H_2O(l) \rightarrow 2Fe_2O_3.3H_2O(s)$ การอธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับสาร และการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันเชื่อมโยงกับปฏิสัมพันธ์ระดับอนุภาคและระดับสัญลักษณ์จึงเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยาก (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ, 2558) โดยธรรมชาติของการเรียนรู้วิชาเคมี ผู้เรียนจึงมีอุปสรรคเกี่ยวกับภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และการจัดการเรียนการสอนของครูก็มักขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน (พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ, 2558)

เนื้อหาเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ได้ถูกกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมีของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เป็นเนื้อหาที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในการเรียนวิชาเคมีในระดับที่สูงขึ้น แต่แนวคิดเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นแนวคิดที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารในระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรม และต้องอาศัยจินตนาการในการทำความเข้าใจ ซึ่งนักเรียนยังมีแนวคิดทางเลือก (alternative concept) และมีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สาเหตุดังกล่าวจึงส่งผลให้นักเรียนจำนวนหนึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับผ่านเกณฑ์ แต่ความรู้และทักษะที่นักเรียนได้เรียนรู้สามารถคงอยู่ได้เพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น

มนตรี เชื้อพันธ์งาม (2544) ได้เสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไว้ว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยมีการคลาดเคลื่อนทางด้านคำตอบหรือตอบถูกเฉพาะเหตุผล มีค่าร้อยละอยู่ในช่วง 9.3-23.7 มโนมติที่

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

นักเรียนคลาดเคลื่อนทางด้านคำตอบมากที่สุดมี 2 มโนมติ คือเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และครึ่งชีวิต คิดเป็นร้อยละ 23.7 ส่วนการคลาดเคลื่อนทางด้านเหตุผลหรือตอบถูกเฉพาะคำตอบมีค่าร้อยละอยู่ในช่วง 5.6-30.5 จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เนื้อหาย่อยที่เป็นส่วนประกอบของ เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุนั้นเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากธรรมชาติของเนื้อหาส่วนใหญ่ซึ่งเป็นเคมีระดับอนุภาค มีความเป็นนามธรรมสูง มีความซับซ้อนและนักเรียนจินตนาการเพื่อสร้างความเข้าใจได้ยาก

การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยวิธีสอนแบบบรรยายหรืออธิบายแต่เพียงอย่างเดียวจึงอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ผิดหรือคลาดเคลื่อน อันเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในด้านความรู้และทักษะของนักเรียนไทยค่อนข้างต่ำ และไม่เกิดความคงทนในการเรียนรู้ ดังจะเห็นได้จากผลการสอบระดับชาติ เช่น การทดสอบทางการศึกษาในระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test : O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศ 31.62 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และการทดสอบความถนัดทางด้านวิชาชีพ และวิชาการ (Professional Aptitude Test : PAT) วิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศ 79.59 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2560) ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีเนื้อหาวิชาเคมีเป็นองค์ประกอบ และผลการทดสอบระดับชาติดังกล่าวมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ในทุกปี นอกจากนี้ยังมีผลการทดสอบในระดับนานาชาติ เช่น การทดสอบตามโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (Trends in Mathematics and Science Study: TIMSS) ซึ่งประเมินความสามารถทางพุทธิปัญญาทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ (knowing) การประยุกต์ใช้ (applying) และการให้เหตุผล (reasoning) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยใน การทดสอบ 3 ครั้งล่าสุด คือ ในปี พ.ศ. 2550 2554 และ 2558 มีค่าเท่ากับ 471 451 และ 456 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทั่วโลก ที่มีคะแนนเฉลี่ย 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2559)

ผลการสอบแข่งขันระดับชาติ และนานาชาติที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นเป็นข้อมูลที่สะท้อนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผลการสอบข้างต้น เป็นการทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบไปแล้วสักระยะหนึ่ง ซึ่งการที่

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จะสอบได้คะแนนสูงนั้น นักเรียนจะต้องจำเป็นจะต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและมีความคงทนในการเรียนรู้ควบคู่กันไป การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบปกตินั้นไม่อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง หรือมีความรู้ความเข้าใจเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถจดจำได้เป็นระยะเวลานาน ดังนั้น นอกจากการพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ผู้สอนจะต้องช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาขึ้นได้ด้วยเช่นกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล และเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนวิชาเคมี หรือศาสตร์แขนงอื่นของวิทยาศาสตร์ ในระดับที่ยาก หรือซับซ้อนมากยิ่งขึ้นได้ รวมไปถึงการส่งเสริมให้มีผลการสอบแข่งขันระดับชาติสูงขึ้น มีพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนในระดับอุดมศึกษา และในการทำงานต่อไปอีกด้วย

นอกจากนี้ พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ (2558) ได้อธิบายเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีของผู้เรียนที่สัมพันธ์ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูลไว้ว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้เมื่อประสาทสัมผัสทั้ง 5 มีการรับสิ่งเร้า และความรู้ใหม่นั้นจะถูกบันทึกไว้ในความทรงจำระยะสั้น (short-term Memory) การบันทึกความทรงจำใหม่ของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับการรู้จัก (recognition) หรือความใส่ใจ (attention) ซึ่งข้อมูลที่รับเข้ามาในความทรงจำระยะสั้นนั้นจะอยู่ไม่นาน หากต้องการให้ความทรงจำนั้นบันทึกอยู่ในความทรงจำระยะยาว (long-term Memory) จะต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การจัดกลุ่มคำประมาณ 5-9 คำ หรือใช้การท่องจำ เป็นต้น จากแนวคิดข้างต้น ทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนเคมี เนื่องจากในการเรียนวิชาเคมี ข้อมูลที่ผู้เรียนจะได้รับมักเป็นสิ่งใหม่สำหรับผู้เรียน ผู้เรียนอาจไม่มีแนวคิดทางเคมีเหล่านี้อยู่เลยในความจำระยะสั้นหรือระยะยาว เมื่อครูสอนแนวคิดใหม่ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถดึงข้อมูลเดิมมาเพื่อที่จะทำความเข้าใจข้อมูลใหม่ได้ผู้เรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

วราภรณ์ บุญสุข (2546) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า จะต้องเกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดบทเรียนให้มีความหมาย (meaningfulness) เช่น การสร้างสื่อสัมพันธ์ (mediation) การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) การจัดเป็นอันดับขั้น (hierarchical structure) และการจัดเข้าเป็น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

หมวดหมู่ (organization) และการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (mathemgentic) เช่น การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (recall during practices) การเรียนเพิ่ม (over learning) การทบทวนบทเรียน (periodic reviews) การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (logical memory) การท่องจำ (recitation) และการใช้จินตนาการ (imagery) การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดี โดยการจดบทเรียนใหม่ความหมายนั้นเป็นการจัดบทเรียนใหม่ให้เป็นระเบียบหมวดหมู่ พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียนได้ง่าย และนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องและเกิดความคงทนในการเรียนรู้ จึงต้องมีวิธีการสอน กระบวนการสอน หรือเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถจินตนาการถึงอนุภาคของสารเคมี และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคของสารเคมีได้อย่างเป็นรูปธรรม วิธีการหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์คือการใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันที่เข้าใจได้ง่ายเทียบเคียงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดโดยเปรียบเทียบสองระบบ

การเปรียบเทียบเป็นเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาต่าง ๆ มานานแล้ว เนื่องจากการเปรียบเทียบเป็นหลักการพื้นฐานของทุกแบบจำลอง เพราะแบบจำลองทุกชนิดมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกับสิ่งที่จำลองมา นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหลายคนนิยมใช้การเปรียบเทียบยกตัวอย่างเช่น กฎการแรงโน้มถ่วงของ เซอร์ ไอแซค นิวตัน ทฤษฎีวิวัฒนาการของชาลส์ ดาร์วิน และทฤษฎีสัมพัทธภาพของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ เป็นต้น ดังนั้นหากต้องการให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีประสบการณ์การศึกษาหาความรู้ที่หลากหลาย ไม่ใช่เพียงการเรียนรู้จากการทดลองเท่านั้น นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญข้อหนึ่งในการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) กล่าวว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อเนื้อหานั้นเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียน และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

หนึ่งในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ (analogy) ที่มีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ คือ รูปแบบฟาร์ไกด์ (FAR guide: Focus-Action-Reflection guide) ซึ่งเป็นการสอนเปรียบเทียบที่ได้รับการพัฒนาให้เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบด้วยระยะของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (Focus) มีการวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม และวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา นำไปสู่การคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ ระยะที่ 2 ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) มีการตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือน และความแตกต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) และระยะที่ 3 ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) มีการวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) การวิเคราะห์สิ่งจะต้องปรับปรุง แก้ไข ในการสอนเรื่องนั้น ๆ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาลักษณะของการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์แล้ว จะพบว่า มีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างสื่อสัมพันธ์ (mediation) มีการจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) มีการใช้หลักการจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (logical memory) และมีการใช้จินตนาการ (imagery) ในการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ พบว่า ในปัจจุบันมีการใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ในจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของแขนงวิชาต่าง ๆ ในกลุ่มวิทยาศาสตร์ ที่มีความเป็นนามธรรม เข้าใจยาก หรือไม่สามารถสังเกตได้ชัดเจน เช่น ระบบต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ทฤษฎีการชน และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสี เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ในจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะบางประการ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

อย่างไรก็ดี จากการศึกษาที่มาและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า รูปแบบฟาร์ไกด์ยังไม่ได้ถูกนำไปใช้จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีจำนวนมากนัก ทั้งยังไม่มีการศึกษาผลของการใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีของผู้เรียน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบปกติหรือไม่

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลให้ความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบปกติหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

2. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยนี้มาจากการศึกษาข้อค้นพบจากงานวิจัย และเอกสารต่าง ๆ ดังนี้

ในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้นั้น ข้อค้นพบจากงานวิจัย และเอกสารสำคัญ ๆ พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการใช้แผนภาพ (Simmons, Griffin, & Kameenui, 1988) ผังความคิด ข้อความสัญลักษณ์ หรือแผนภาพสัญลักษณ์ (โชติ จันทร์วัง, 2547) การใช้สถานการณ์จำลอง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

(ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550) ที่เชื่อมโยงเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดี

นอกจากนี้ จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ พบว่า ต้องมีการจัดบทเรียนให้มีความหมาย (meaningfulness) และมีการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (mathemgentic) (วราภรณ์ บุญสุข, 2546) ซึ่งการทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีโดยการจัดบทเรียนใหม่ให้ความหมายนั้นเป็นการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่ มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียนได้ง่าย และนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบฟาร์ไกด์ (FAR guide: Focus-Action-Reflection guide) ซึ่งเป็นการสอนเปรียบเทียบที่ได้รับการพัฒนามาจากแนวคิดของการสอนเปรียบเทียบ (Teaching with Analogy: TWA) เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างให้เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ มีการวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม และวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา นำไปสู่การคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบที่เหมาะสมก่อนที่จะสอน และในระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีการตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับ มโนทัศน์ที่ศึกษา (target) ภายหลังการจัดการเรียนรู้ มีการวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) รวมไปถึงสิ่งจะต้องปรับปรุง แก้ไข ในการสอนเรื่องนั้น ๆ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์นี้ มีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างสื่อสัมพันธ์ (mediation) มีการจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) มีการใช้หลักการจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (logical memory) และมีการใช้จินตนาการ (imagery) ในการเรียนรู้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี

2. การสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้รับการทดลองในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเพิ่มเติมของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี หลักสูตรปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2561

3. ตัวแปรการวิจัย

ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ หมายถึง การเตรียมและการสอนโดยใช้สิ่งต่าง ๆ ที่ง่าย หรือบุคคลคุ้นเคย หรือมีความเป็นรูปธรรมมาเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรม ที่ทำความเข้าใจได้ยากให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ประกอบด้วยระยะของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 ระยะ ได้แก่

1) ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (Focus) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.1) ขั้นวิเคราะห์และเตรียมมโนทัศน์ (concept) คือ การวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม

1.2) ขั้นสำรวจมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน (student) คือ การวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา

1.3) ขั้นวิเคราะห์และเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) คือ การวิเคราะห์ และคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ

2) ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

2.1) ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like) คือ การตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target)

2.2) ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike) คือ การตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target)

3) ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

3.1) ขั้นสรุปผลการเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ (conclusion) คือ การวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ว่ามีความชัดเจน และมีประโยชน์ หรือทำให้นักเรียนเกิดความสับสน

3.2) ขั้นปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบ (improvement) คือ การวิเคราะห์สิ่งจะต้องปรับปรุงแก้ไขในการสอนเรื่องนั้น ๆ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

วิธีสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเคมีโดยให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และการอภิปรายผลการทดลอง โดยครูใช้วิธีการบรรยาย และอธิบายตามแนวทางการจัด การเรียนรู้ในคู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 1 ของ สสวท. ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่

1) ขั้นนำ คือ การเปิดประเด็นชี้ชวนความสนใจของนักเรียน หรือตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาสาระในขั้นต่อไป

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2) ขั้นกิจกรรม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามผลการเรียนรู้ตามแนวทางทางการจัดการเรียนรู้ในคู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 1 ของ สสวท. เช่น การบรรยายประกอบการใช้รูปภาพ กราฟ ตาราง หรือวีดิทัศน์ที่แนะนำ การให้นักเรียนทำปฏิบัติการเคมี และการอภิปรายผลการเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เป็นต้น

3) ขั้นสรุป คือ การสรุปเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ และการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจภายหลังการจัดการเรียนรู้ อาจมีการยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์เพื่อขยายความรู้นักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งวัดและประเมินผลได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และดำเนินการทดสอบภายหลังการจัดการเรียนรู้ทันที

1) พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้า ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังคำบรรยาย ซึ่งในการวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมด้านความรู้ แบ่งเป็น 7 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว (fact) ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์ (concept) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (principle and law) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (assumption) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ และความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนมติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งในการวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในประเภทการแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่รับรู้มาแล้ว ทั้งที่เป็นความรู้ที่ได้เรียนรู้ รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝน โดยภายหลังจากทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง นักเรียนสามารถระลึกและจำความรู้หรือทักษะที่เคยเรียนรู้ได้หรือค้นคว้ามาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็นได้ สามารถถ่ายทอดความจำออกมาโดยการเล่า หรืออธิบายสิ่งที่เคยเรียนรู้ออกมาได้ หรือเลือกสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ถูกต้องเมื่อมีสิ่งเร้าอื่นปะปนอยู่ด้วย หรือสามารถระบุความรู้ หรือสาธิตทักษะที่เคยปฏิบัติมาแล้ว และวิธีการใช้ความรู้นั้นอธิบายเหตุผลในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งประเมินได้จากผลการทดสอบด้านความรู้ และทักษะ ที่วัดจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยให้ผู้เรียนรับการทดสอบ 2 ครั้ง ภายหลังการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาเคมี และวิชาต่าง ๆ ในระดับชั้นอื่น ๆ

2. ผู้เรียนสามารถใช้การเปรียบเทียบในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ในมโนทัศน์อื่น ๆ ที่เข้าใจได้ยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   1.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ความคงทนในการเรียนรู้
   2.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้
   2.2 ความสำคัญของความคงทนในการเรียนรู้
   2.3 ประเภทของความคงทนในการเรียนรู้
   2.4 การวัดความคงทนในการเรียนรู้
   2.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
3. รูปแบบฟาร์ไกด์
   3.1 การสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์
   3.2 การสอนเปรียบเทียบ (analogy)
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้
   4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์

รายละเอียดในแต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (**learning achievement**)**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.1 **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

นักการศึกษา ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ธงชัย ชิวปรีชา (2536) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนในการเรียน ซึ่งการที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นั้น ต้องมีการกำหนดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เพื่อจะได้เป็นแนวทางและเกณฑ์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทย ได้มีการกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) จำแนกได้ 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ความจำ
    1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
    1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
    1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์
    1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
    1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้น และแนวโน้ม
    1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภทและเกณฑ์
    1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
    1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์
    1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ
2. ความเข้าใจ
    2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่
    2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

3.1 การสังเกตและการวัด

3.2 การมองเห็นปัญหา และวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

3.3 การแปลความหมายข้อมูล

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับแบบจำลองทฤษฎี

3.5 การใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลอง

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.1 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนการสอน

Educational Policy Improvement Center (2011) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจ ความสามารถในการวิเคราะห์การสื่อความหมายข้อมูล และการมีทักษะต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากโรงเรียนและชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งสะท้อนความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้พฤติกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) เนื่องจากเป็นแนวทางที่มีสอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการจำแนกพฤติกรรมด้านต่าง ๆ อย่างชัดเจนและสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมี

1.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.1 พฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องได้รับการวัดและประเมิน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน (ประวิตร ชูศิลป์, 2524) คือ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบหรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งในกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายว่า เป็นพฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ รวบรวมได้ 13 ทักษะ และระบุความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะเหล่านั้นไว้ดังนี้

1. การสังเกต (observation) คือ ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส

2. การวัด (measurement) คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือวัดและวิธีการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (classification) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่ม แบ่งพวก โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (space/space relationship and space/time relationship) คือ ความสามารถในการชี้บ่ง บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ3 มิติได้

5. การคำนวณ (using numbers) คือ ความสามารถในการนับคิดคำนวณ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organization data and communication) คือ ความสามารถในการเลือกรูปแบบเสนอข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูล บรรยายลักษณะและความหมายข้อมูลได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) คือ ความสามารถในการอธิบายสรุปโดยเพิ่ม ความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (prediction) คือ ความสามารถในการทำนายผล

9. การตั้งสมมติฐาน (formulation hypothesis) คือ ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) คือ ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

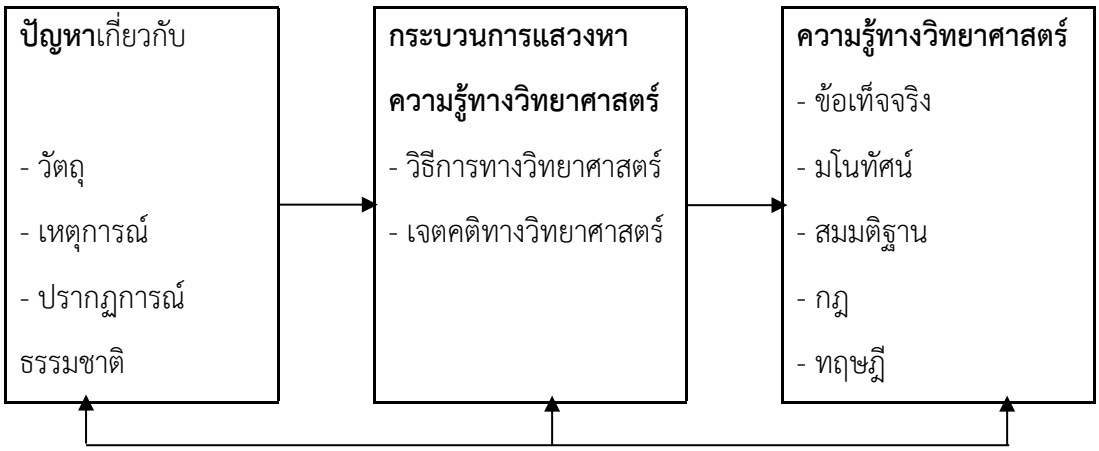
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Interpreting data and Conclusion) คือ ความสามารถใน การบ่งชี้ และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

12. การทดลอง (experimenting) คือ ความสามารถในการออกแบบ รับรู้ และสรุปผลผลการทดลองได้

13. การตีความหมายข้อมูลและข้อสรุป (interpreting data and conclusion) คือ ความสามารถในการแปรความหมาย และบอกความสัมพันธ์ของตัวแปร

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังแผนภาพ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวธนไพบูลย์, 2546)

1.2.2 วิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายวิธีการ ดังนี้

Odum (2001) ได้เสนอขั้นตอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอนศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่กำหนดให้ และเขียนเหตุผลของคำตอบนั้น

2. ครูผู้สอนสร้างแบบทดสอบโดยมีข้อคำถาม 2 ส่วน ได้แก่ คำถามเชิงเนื้อหาเป็นคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 2-4 ตัวเลือก และคำถามเชิงเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบที่เลือก

Arasasingham (2004) ได้เสนอวิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามแนวคิดของทฤษฎี Knowledge space ซึ่งมีลักษณะเป็นชุดของข้อคำถามแบบตอบสั้น วาดภาพเพื่อแสดงตัวแทนความคิด และเติมคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาตัวเลข

Nehm (2008) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิด (open-response test) และการสัมภาษณ์ (oral interview)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Domyancich (2014) ได้เสนอแนวทางในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ข้อสอบหลายตัวเลือกที่เน้นวัดความเข้าใจเชิงลึก นอกจากนี้ยังเสนอว่า แบบทดสอบวิชาเคมีที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นชุดของข้อคำถามที่ขึ้นกับบริบท
2. มีตัวเลือกที่มีการอธิบาย และมีตัวลวงที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. ใช้ข้อคำถามที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยเรียนมา
4. ไม่ใช้ข้อคำถามที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน

จากการศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแนวทางต่าง ๆ พบว่า มีแนวทางในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หลากหลาย สำหรับวิชาเคมีนั้น การใช้ข้อสอบหลายตัวเลือกที่เน้นวัดความเข้าใจเชิงลึกเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยใช้แบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้

2. **ความคงทนในการเรียนรู้ (**learning retention**)**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ สามารถแบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

นักจิตวิทยา และนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Adam (1967) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะหนึ่ง

Cermak (1972) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ คือ การคงไว้ซึ่งข้อเท็จจริง หรือเหตุการณ์ที่สามารถระลึกได้ แม้จะไม่ได้มีการทบทวนอีกครั้ง

Gagne (1977) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้เป็นความสามารถในการเก็บรักษาสิ่งที่เรียนรู้ให้คงอยู่ หรือกลายเป็นความจำระยะยาว

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Wingfield and Byrnes (1980) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเชิงตรรกะครั้งที่ 2 ซึ่งสะท้อนความสำเร็จ และความล้มเหลวเกี่ยวกับความสามารถในการจดจำ ซึ่งข้อมูลจากประสบการณ์เหล่านั้นยังคงอยู่ หากเรายังได้ใช้งานภายหลังการเรียนรู้ไปแล้ว

Gordon (1989) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ คือ กระบวนการจัดเก็บข้อมูลไว้ใช้ในระบบความจำ และคงไว้เพื่อสามารถนำมาใช้ในครั้งต่อไป

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528) ได้กล่าวถึงความคงทนในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความจำไว้ว่า หมายถึง ความสามารถสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง และทางอ้อมแล้วสามารถแสดงออกมาในรูปแบบของการระลึกได้ (recall) หรือการจำได้ (recognition) การเรียนรู้ และการจำมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพราะการจำต้องประกอบด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียนรู้ (learning) ผู้ที่สามารถจำได้มักเกิดจากการเรียนรู้ที่แท้จริง มีเหตุผล และมีหลักเกณฑ์สามารถสะสมหรือจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆได้

2. ความสามารถในการสะสม (retention) หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง และทางอ้อม

3. ความสามารถในการถ่ายทอดได้ (reproduction) คือ การที่บุคคลสามารถดึงเอาสิ่งสะสมอยู่มาใช้ได้ 2 รูปแบบ คือ

3.1 การระลึกได้ (recall) คือ การถ่ายทอดความจำออกมาโดยการเล่าบรรยายหรืออธิบายสิ่งที่เคยจำได้นั้นออกมาได้ถูกต้อง โดยมิต้องมีสิ่งนั้นมาปรากฏให้เห็น

3.2 การจำได้ (recognition) คือ การถ่ายทอดความจำออกมาโดยการชี้สิ่งนั้นได้ถูกต้องเมื่อมีสิ่งเร้าอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544) สรุปไว้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง และทางอ้อม และเก็บไว้ได้นาน

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า ความคงทน หมายถึง ความสามารถคงความทรงจำหรือเรียกคืนความรู้ฝังลึกที่เรียนไปแล้ว หรือสามารถสาธิตทักษะที่เคยได้รับการฝึกปฏิบัติมาแล้วได้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

กล่าวโดยสรุป ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่รับรู้มาแล้ว หลังจากทิ้งไว้ระยะหนึ่ง สามารถระลึกได้ หรือค้นคว้ามาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็นได้

2.2 ความสำคัญของความคงทนในการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Gregg (1975) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้มีความสำคัญ เนื่องจากหากเราไม่ได้เรียนความหมายของคำศัพท์ หรือไม่มีการเก็บความหมายของคำศัพท์ไว้ระบบความจำ เราจะไม่สามารถเข้าใจภาษาได้ นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงทักษะอื่น ๆ เช่น การเดิน หรือการระลึกความฝัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว และถูกเก็บไว้ในระบบความจำทั้งสิ้น

Wingfield and Byrnes (1980) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการแสวงหาความรู้ใหม่ การเรียนรู้ใหม่เป็นผลมาจากความคงทนในการเรียนรู้ที่มีอยู่ ซึ่งหากไม่มีความคงทนในการเรียนรู้อาจนำไปสู่ปัญหาที่ยากจะแก้ไข หรือมีการโต้แย้ง

Hulse (1984) กล่าวว่า การเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก เนื่องจากผลของประสบการณ์ที่เรียนรู้จะถูกเก็บไว้ในระบบความจำ

Gordon (1989) กล่าวว่า การเรียนรู้และความจำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ช่วยให้สัตว์สามารถจดจำแหล่งอาหาร แหล่งที่มีศัตรู และช่วยมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การพูด การอ่าน การเขียน การขับรถ หรือการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังนั้น หากมนุษย์ดำเนินชีวิตโดยปราศจากการจำและการเรียนรู้ ชีวิตย่อมไม่มีอดีต และอนาคต และทำสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ทราบว่าเป็นประโยชน์หรือไม่

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญ เพราะการจดจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่คนเรารับรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต และการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เราจำชื่อตัวเอง จำบ้านที่อยู่ของตน จำญาติพี่น้อง และเพื่อนฝูง จำสิ่งที่เคยเกิดในอดีตว่า ถ้าทำอย่างนั้นแล้วจะเกิดผลอย่างนี้ จำความคิดความตั้งใจที่จะทำอะไร ฯลฯ ความต่อเนื่อง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

กันของการดำรงชีวิต และการรู้จักเลี่ยงสิ่งที่ตนไม่ชอบ หรือเป็นสิ่งที่เป็นภยันตรายแก่ตน ย่อมจะเกิดขึ้นไม่ได้ หากคนเราปราศจากความจำ

จากข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของความคงทนในการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้มีความสำคัญในการทำให้มนุษย์นั้นสามารถจดจำ และนำประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองเคยได้รับมาพัฒนาการดำรงชีวิตของตนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาสมรรถภาพในด้านต่าง ๆของตนเอง และคุณภาพของสังคมให้ดีขึ้น ซึ่งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแล้วนั้น ความคงทนในการเรียนรู้จะมีประโยชน์ทั้งต่อการเรียนรู้ในแง่ของการเป็นพื้นฐานของเนื้อหาสาระที่ยากหรือซับซ้อนยิ่งขึ้น และส่งผลต่อการสอบแข่งขันเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา และการประกอบอาชีพในอนาคตอีกด้วย

2.3 **ประเภทของความคงทนในการเรียนรู้**

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) จำแนกกระบวนการจำ ออกเป็น 3 ระบบคือ

1. ระบบการจำความรู้สึกสัมผัส (sensory memory) หมายถึง ความคงทนอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากการเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง

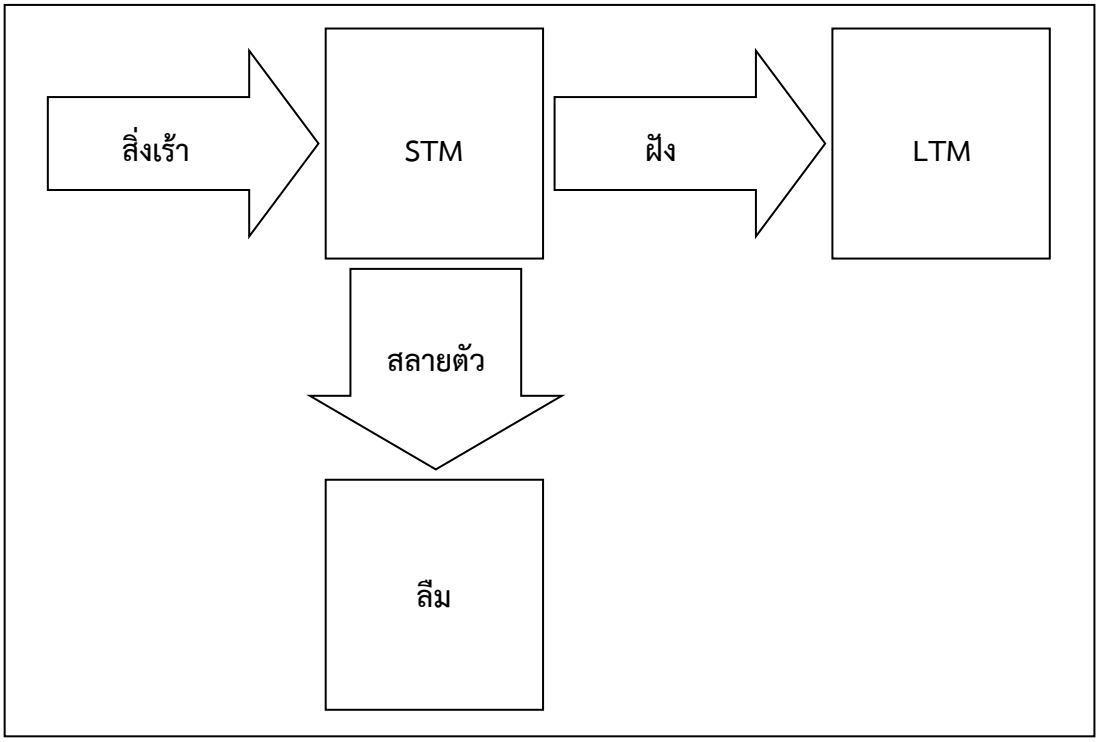
2. ระบบความจำระยะสั้น (short-term memory หรือ STM) หมายถึง ความจำหลังการรับรู้ สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้แล้ว จะอยู่ในความจำระยะสั้น สำหรับการจำชั่วคราว เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น

3. ระบบความจำระยะยาว (long-term memory หรือ LTM) หมายถึง ความจำที่มีความคงทนถาวร โดยที่เราไม่มีความรู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ แต่เมื่อต้องการหรือมีสิ่งใดมาสะกิดใจ ก็สามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อหลายชั่วโมง หลายวันก่อนหรือหลายปีก่อน

ดังนั้น การเรียนรู้ที่ดี และจำให้ได้มาก และนาน ก็คือ ผู้เรียนต้องใจจดจ่อหรือเอาใจใส่ต่อบทเรียนนั้น ตั้งแต่เริ่มเรียนจนสิ้นสุดการเรียน เพราะบทเรียนนั้นจะผ่านเข้าไปใน STM แล้วเก็บไว้ต่อไป ความจำที่คงทนถาวรที่สุดจึงเป็นความจำแบบ LTM เพราะเป็นการรับรู้จากประสบการณ์เดิมด้วยความเอาใจใส่ และตั้งใจของผู้เรียน ซึ่งควรทำให้เกิดขึ้นเสมอในการเรียนรู้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Atkinson and Shiffrin (1968) ได้สร้างทฤษฎีความจำเพื่ออธิบายความจำต่าง ๆ ใน STM และ LTM มีชื่อเรียกกันว่า ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ (two process theory of memory) มีใจความว่า STM เป็นความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ใน STM ต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำสิ่งนั้นก็จะสลายตัว สิ่งของที่เราจะจดจำไว้ใน STM จึงมีจำกัดการทบทวนป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจาก STM ถ้าเราจำสิ่งใดไว้ใน STM เป็นระยะเวลายิ่งนาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวใน LTM มากขึ้นสิ่งที่เราจำไว้ใน LTM ก็จะมีสภาพความจำที่คงทนถาวร นั้นก็คือ ความคงทนในการจำ



ภาพที่ 2 แผนภาพกระบวนการของทฤษฎีความจำ
(Atkinson and Shiffin, 1968)

ระบบของการจำนั้นเริ่มแรกเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกสัมผัสรับประสบการณ์ใหม่ ส่งผ่านกระบวนการรับรู้เข้าไปสู่สมอง และสมองนั้นจะเก็บรวบรวม และจดจำสิ่งนั้นไว้เป็นความจำระยะสั้น เมื่อมีการทบทวนความรู้นั้นบ่อย ๆ ความจำก็จะฝังตัวเป็นความจำที่คงทนถาวร สามารถรื้อฟื้นหรือจดจำแต่ถ้าไม่มีการทบทวน ความจำระยะสั้นก็จะสลายตัวไป

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2.4 **การวัดความคงทนในการเรียนรู้**

2.4.1 วิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้

นักวิชาการได้เสนอแนวทางการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Cermak (1972) กล่าวถึงวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ มี 3 วิธี คือ

1. การระลึกได้ (recall) เป็นการวัดความคงทนในการเรียนรู้โดยตรง เนื้อหาวิชาที่สำคัญจะถูกถามเพื่อผู้เรียนเรียกกลับ หรือระลึกให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ในสถานการณ์ที่ปราศจากการบอกเป็นนัย ซึ่งสามารถทำการทดสอบได้ภายหลังการเรียนรู้ 1 สัปดาห์ โดยเขียนคำตอบลงในการกระดาษเปล่า หรือแบบทดสอบคู่ขนาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเตรียมตัวล่วงหน้า และสามารถตอบคำตอบที่ถูกต้องได้ ร้อยละของผลคะแนนจากการวัดซ้ำนี้จะแสดงผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

2. การรู้จัก (recognition) เป็นการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ตามการสอบครั้งแรกคล้ายกับการวัดความคงทนในการเรียนรู้แบบ Recall โดยระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ทั้งหมดที่มีโดยไม่มีการบอกเป็นนัย นิยมใช้การแบบเลือกตอบ (multiple choice) ซึ่งจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ หรือ การตอบโดยคาดเดาคำตอบ ซึ่งจะมีโอกาสตอบถูกมากน้อยแตกต่างกันไป ผลคะแนนจากการทดสอบนี้จะแสดงผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

3. การเรียนใหม่ (relearning) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า savings method เป็นการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้โดยการเรียนใหม่ และเปรียบเทียบผลคะแนนจากการสอบครั้งแรก กับ การเรียนครั้งใหม่ โดยใช้สูตร

$$\text{Savings score} = 100 \text{ x } \frac{\text{Original trials} - \text{Relearning trials}}{\text{Original trials}}$$

สุจิตตรา นามจำปา (2546) กล่าวถึงวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้หรือ Retention มี 4 วิธี คือ

1. การสร้างภาพเหตุการณ์ (reconstruction) เป็นการนึกออกมาหรือจำได้เมื่อมีสิ่งเร้า บางประการหรือสิ่งที่เป็น partial cues ตัวอย่างเช่น ของที่ระลึก รูปภาพ เพลง สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสร้างภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอดีตมาอีกครั้งหนึ่ง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2. การระลึกได้ (recall) เป็นความจำแบบระลึกได้โดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มากระตุ้น อาจเป็นการระลึกได้ทั้งหมด และถูกต้อง การที่เป็นดังนี้เพราะเกิดจาก repetition มีการซ้ำไปซ้ำมาจน overlearning หรือใช้บ่อย ๆ จนจำได้ คือมีการ recall information เหล่านี้อยู่เสมอ วิธีการวัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งโดยใช้การ recall ที่รู้จักกันดีคือ การตอบแบบทดสอบแบบอัตนัย (essay question) ผู้เรียนก็จะต้อง recall information ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วเขียนตอบลงไป ความสามารถในการ recall จะลดน้อยลง เพราะองค์ประกอบ เช่น กาลเวลาที่ผ่านไป และสิ่งเร้าอื่นที่เกิดขึ้นเรื่อย ๆ ขัดขวาง (interfere)

3. การรู้จัก (recognition) เป็นการจำได้ที่มีสิ่งเร้าต่าง ๆ และสามารถจำแนกและชี้แนะเฉพาะลงไปบอกได้ว่านี่เป็นสิ่งเร้าที่เคยเรียนมาแล้ว ในขณะที่ recall เป็นการระลึกถึงสิ่งทั้งหมดที่เก็บสะสมอยู่ในความจำโดยสิ้นเชิงโดยไม่มีสิ่งใด ๆ มากระตุ้น แบบทดสอบปรนัย (objective test) คือตัวอย่างหนึ่งที่แสดง recognition ได้ชัดเจน ในบรรดารูปแบบหรือตัวเลือกที่กำหนดให้ จะมีอยู่ข้อที่ถูกต้อง พอเห็นข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับที่เคยเรียนรู้มา ก็จะจำได้ถ้ายังสามารถ retain information นั้นไว้ได้ แต่ recognition ที่เกิดขึ้นอาจไม่เที่ยงตรงแน่นอน (inaccurate) หรือผิดก็ได้

4. การเรียนใหม่ (relearning) หรือ สิ่งใดที่เคยเรียนรู้มาแล้วแต่ลืมไป สามารถ recall หรือ recognize ได้ ก็อาจจะจำได้อีกโดยการเรียนรู้สิ่งนั้นหรือสิ่งใหม่ ซึ่งจะใช้เวลา และความพยายามน้อยกว่าที่จะใช้ในการเรียนรู้ครั้งแรก

นอกจากนี้ สุจิตตรา นามจำปา (2546) ได้กล่าวถึง ความจำของมนุษย์จะไม่คงทนตลอดเวลา และเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในการวัดดูว่าเมื่อเรียนไปแล้ว และหยุดไประยะหนึ่งโดยไม่มีการปฏิบัติอะไรนั้นจะมีความคงทนในการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลของการวัดควรมีค่าของคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 โดยมีวิธีการวัด อยู่ 3 วิธี คือ

1. วิธีแห่งการระลึกได้ (the recall method) คือ การเปรียบเทียบผลระหว่างทดสอบติดตามหลังการเรียนเสร็จสิ้นทันที กับการเว้นระยะพักไปแล้วทดสอบ

2. วิธีแห่งการรู้จัก (the recognition method) คือ การให้เลือกเอาสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วออกมาจากสิ่งอื่น ๆ ที่ปนอยู่ ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กันมาก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3. การเรียนใหม่ (relearning method) คือ การเปรียบเทียบการเรียนเดิมกับการเรียนใหม่ว่าถ้าเรียนให้ได้ระดับเดิมจะใช้เวลาเท่าใด

ปิยรัตน์ จินารัตน์ (2544) ได้เสนอแนวทางการวัดความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ไว้ 2 ขั้น ประกอบด้วย

1. การทดสอบการระลึกได้ทันที ภายในเวลาไม่เกิน 30 นาที สามารถทำได้โดยหลายวิธี เช่น การให้นักเรียนดูเฉพาะคำศัพท์ในภาษาเป้าหมาย แล้วให้นักเรียนออกเสียงในภาษาแม่ การให้รายการคำศัพท์ในภาษาเป้าหมายที่ได้เรียนไปแล้ว แล้วให้นักเรียนเขียนความหมายของคำศัพท์แต่ละรายการเป็นภาษาแม่ และการใช้แบบทดสอบ โดยแบบทดสอบที่นิยมใช้มาก ได้แก่ แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยกำหนดคำศัพท์เป้าหมายหรือตัวอย่างประโยคที่มีการใช้คำศัพท์นั้น แล้วให้นักเรียนเลือกความหมายที่ถูกต้องจากตัวเลือก

2. การทดสอบภายหลังการเรียนรู้คำศัพท์เสร็จสิ้นไปแล้วระยะหนึ่ง โดยสามารถทำการวัดในช่วงที่การจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นไปแล้ว เป็นเวลา 1 วัน ถึง 3 วัน, 1 สัปดาห์ ถึง 3 สัปดาห์ หรือ 1 เดือน ซึ่งการทดสอบนั้นสามารถทำได้โดยหลายวิธี เช่น การให้รายการคำศัพท์ในภาษาเป้าหมายที่เรียนไปแล้ว แล้วให้นักเรียนเขียนความหมายของคำศัพท์แต่ละรายการเป็นภาษาแม่ และการใช้แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก โดยครูแสดงประโยคในบทเรียน ทำตัวหนาที่คำศัพท์เป้าหมาย แล้วให้นักเรียนเลือกความหมายที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่มีให้

การวัดความคงทนในการเรียนรู้สามารถทดสอบได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด และสามารถใช้เครื่องมือในการทดสอบได้หลากหลายเช่นเดียวกัน เช่น แบบทดสอบ แบบประเมินทักษะ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น สำหรับการวิจัยนี้เป็นการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ในเนื้อหาของเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นองค์ความรู้ที่สามารถวัดจากพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ผู้วิจัยจึงทดสอบความคงทนในการเรียนโดยใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ ฉบับคู่ขนาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2.4.2 ระยะเวลาในการวัดความคงทน

ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทน เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนในการจำ ฉะนั้นการที่เราจะช่วยเสริมความจำ หรือทดสอบว่าหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้วนั้น ผู้เรียนจะยังสามารถคงความจำในการเรียนรู้ไว้ได้นานเท่าใด ดังนั้นการวัดความคงทนในการจำจึงต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งมีนักการศึกษาที่กล่าวถึงเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Nunnally (1959) กล่าวถึงการทดสอบซ้ำว่า การจำคำตอบในการทำแบบทดสอบครั้งแรกได้ มีผลต่อการตอบแบบทดสอบในครั้งที่ 2 จึงควรเว้นช่วงเวลาหลังการทดสอบครั้งเป็นเวลาหลายสัปดาห์

Cermak (1972) กล่าวถึงระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้สามารถทำการทดสอบได้ภายหลังการเรียนรู้ 1 สัปดาห์

ชัยพร วิชชาวุธ (2525) กล่าวถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า ช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528) กล่าวถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่า หากไม่ต้องการให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกัน อย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองกลุ่มสูง

ไพจิตร สดวกการ (2539) กล่าวว่า การวัดความคงทนในการเรียนเป็นการวัดความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ ความสามารถในการคำนวณ และความสามารถในการแก้ไขปัญหาวิชาที่ได้เรียนมาแล้ว โดยการสอบหลังการเรียนการสอน 2 ครั้ง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกัน โดยสอบครั้งแรกในทันทีหลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่อง และสอบครั้งที่ 2 หลังการเรียนการสอนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สรุปได้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้จะต้องมีการเว้นระยะครั้งแรกกับครั้งที่สองประมาณ 2 สัปดาห์ เป็นอย่างต่ำ ดังนั้น ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทดสอบความคงทนในการเรียนโดยใช้วิธีการทดสอบหลังเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว 2 สัปดาห์ และวัดอีกครั้ง 2 สัปดาห์หลังจากการวัดในครั้งที่ผ่านมาแล้ว ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับคู่ขนานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 **การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้**

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ และความจำระยะยาวแก่ผู้เรียนได้ดีนั้น

Travers (1967) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเก็บไว้ในความจำดีกว่าการเรียนรู้อย่างไร้ความหมาย

2. การเรียนเพิ่ม (Overlearning) เป็นการฝึกฝน หรือปฏิบัติซ้ำภายหลังการเรียนครั้งแรก จนเกิดความเข้าใจ และชำนาญ โดยการเรียนเกินเป็นการฝึกทักษะด้านต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน เป็นต้น

Sitrick (1982) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ส่งเสริมให้จดจำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วได้เป็นอย่างดีไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. ความใหม่ของเหตุการณ์ (recency) เช่น การได้ทบทวนหรือนำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาวนใช้ซ้ำอยู่เสมอ

2. ความถี่ที่พบเห็น (frequency) เช่น การได้พบเห็นสิ่งที่เรียนรู้บ่อย ๆ

3. ความเข้มข้นของประสบการณ์ (intensity) เช่น การทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน ได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ และประทับใจในเหตุการณ์ที่เกิดขณะเรียนรู้

วราภรณ์ บุญสุข (2546) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (meaningfulness) เช่น

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (mediation) เป็นวิธีสร้างสื่อสัมพันธ์อย่างมีความหมาย เพื่อช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการเกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนในเนื้อหาวิชา

1.3 การจัดเป็นอันดับขั้น (hierarchical structure) เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นลำดับตามขั้นการเรียนรู้ บนเรียนที่เป็นพื้นฐานจะอยู่ในลำดับขั้นต่ำกว่าและเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้ขั้นที่สูงขึ้นเป็นลำดับไป ซึ่งนักเรียนต้องมีความรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไป

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (organization) เป็นการนำข้อมูลที่ได้เรียนรู้แล้วมาจัดให้เข้าเป็นระบบระเบียบ และเข้าแบบแผน จะใช้ในกรณีที่ต้องการสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลจำนวนมาก ๆ การจัดข้อมูลนี้จะเป็นการประหยัดเนื้อที่การเก็บข้อมูลในสมอง และช่วยให้การค้นหาข้อมูลขึ้นมาจากรอบความจำได้ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการจัดตามหัวข้อเรื่อง ลำดับอนุกรม ประเภท หรือความยากง่าย เป็นต้น

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (mathemgentic)

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (recall during practices) เป็นการทบทวนบทเรียนภายหลังที่อ่านจบแต่ละครั้ง เพื่อทำให้ความเข้าใจชัดเจนขึ้น

2.2 การเรียนเพิ่ม (overlearning) เป็นการเรียนภายหลังจำบทเรียนนั้นได้แล้ว ซึ่งมีความชัดเจนในกรณีการจำข้อความสั้น ๆ สามารถอ่านครั้งเดียวก็จำได้

2.3 การทบทวนบทเรียน (periodic reviews)

2.4 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (logical memory)

2.5 การท่องจำ (recitation) เป็นการกระทำที่ทำให้จำได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการท่องอย่างตั้งใจ มักจะมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และเมื่อท่องไปได้ระยะหนึ่ง ผู้ท่องจะทราบความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้เกิดกำลังใจที่จะท่องต่อไป

2.6 การใช้จินตนาการ (imagery) เป็นการสร้างรหัสโดยนึกภาพในใจโดยเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้ดีแล้ว โดยนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์กัน

จากข้อมูลที่ศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีโดยการจดจำบทเรียนใหม่ความหมายนั้นเป็นการจดจำบทเรียนใหม่ระเบียบเป็นหมวดหมู่ มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียนได้ง่าย และนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ได้แก่ การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

คงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. **รูปแบบฟาร์ไกด์**

3.1 **การสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์**

รูปแบบฟาร์ไกด์ (FAR guide: Focus-Action-Reflection guide) เป็นการสอนเปรียบเทียบรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากการสอนเปรียบเทียบรูปแบบ Teaching with Analogy (TWA) ให้เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น การสอนเปรียบเทียบรูปแบบ Teaching with Analogy (TWA) ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น (Glynn, 1991) ได้แก่

1. การอธิบายมโนทัศน์ของสิ่งที่จะเรียนรู้ (target) ให้แก่นักเรียน

2. การเตือน หรือทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่นักเรียนรู้จัก หรือคุ้นเคยมาก่อนแล้ว

3. การระบุความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของลักษณะของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target)

4. การเชื่อมโยงลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target)

5. การระบุข้อแตกต่างระหว่างของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target)

6. การเขียนสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ (target)

Treagust (1998) ได้พัฒนากระบวนการ และแบ่งระยะของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (Focus) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ขั้นวิเคราะห์และเตรียมมโนทัศน์ (concept) คือ การวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม

1.2 ขั้นสำรวจมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน (student) คือ การวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1.3 ขั้นวิเคราะห์และเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) คือ การวิเคราะห์ และคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ

2. ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like) คือ การตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target)

2.2 ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike) คือ การตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target)

3. ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 ขั้นสรุปผลการเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ (conclusion) คือ การวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ว่ามีความชัดเจน และมีประโยชน์ หรือทำให้นักเรียนเกิดความสับสน

3.2 ขั้นปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบ (improvement) คือ การวิเคราะห์สิ่งจะต้องปรับปรุงแก้ไขในการสอนเรื่องนั้น ๆ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ได้รับการพัฒนาจากการสอนเปรียบเทียบรูปแบบ Teaching with Analogy (TWA) โดยมีการระบุระยะเวลาและขั้นตอนในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ชัดเจน ตั้งแต่ก่อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนรู้ด้วยการสอนเปรียบเทียบที่ดีด้วย นอกจากนี้ ในระยะหลังการจัดการเรียนรู้ ยังมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมและสิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถวางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการสอนเปรียบเทียบจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ช่วยให้สามารถจดจำได้ดี แต่อาจทำให้เกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อน และเกิดความสับสนมากขึ้นได้ ครูผู้สอนจึงควรเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ง่าย (Cosgrove, 1995) ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอเกี่ยวกับการสอนเปรียบเทียบ และประเภทของการเปรียบเทียบแบบต่าง ๆ ในหัวข้อต่อไป

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.2 **การสอนเปรียบเทียบ (**analogy)

3.2.1 ความหมายและลักษณะการสอนเปรียบเทียบ

นักการศึกษาได้ให้ความหมาย และกำหนดลักษณะการสอนเปรียบเทียบไว้ดังนี้

สุทธิดา จำรัส (2015) ได้ให้ความหมายของการสอนเปรียบเทียบไว้ว่า การเปรียบเทียบ (analogy) เป็นการเปรียบเทียบของระบบสองระบบ ซึ่งจะเน้นไปที่การเทียบเคียงกระบวนการหรือความสัมพันธ์ภายในระบบหนึ่งกับกระบวนการหรือความสัมพันธ์ภายในระบบที่สอง

การสอนด้วยการสอนเปรียบเทียบ (analogy) เป็นวิธีการสอนโดยการใช้สิ่งต่าง ๆ ที่ง่าย บุคคลคุ้นเคย มีความเป็นรูปธรรมมาเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมเข้าใจยาก โดยมีนักการศึกษากล่าวเกี่ยวกับลักษณะของการเปรียบเทียบไว้หลายท่าน ดังนี้

Glynn (1991) กล่าวว่า การเปรียบเทียบ (analogy) คือ การเปรียบเทียบระหว่างความเหมือนของสองมโนทัศน์ มโนทัศน์ที่คุ้นเคย เรียกว่า analog และมโนทัศน์ที่ไม่คุ้นเคย เรียกว่า target ซึ่งทั้งสองมโนทัศน์ มีการใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันระหว่าง analog และ target และต้องสามารถบอกความต่างระหว่าง analog กับ target ได้

จุดเด่นของการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ คือ การได้ฝึกการคิดเพื่อสร้างสิ่งเปรียบเทียบที่ผู้เรียนคุ้นเคย เช่น สิ่งของ เหตุการณ์หรือกระบวนการกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม หรือเข้าใจได้ยาก ยกตัวอย่างเช่น Harrison (2008) ได้ศึกษาการนำการเปรียบเทียบในชีวิตประจำวัน เช่น การเต้นรำ การขับรถบนถนน เพื่อเปรียบเทียบกับการเข้าทำปฏิกิริยาเคมีของสารและการเกิดสมดุลเคมี พบว่า หากนำการเปรียบเทียบหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเลือกตัวอย่างที่มีความหมายต่อตนเองมากที่สุด อย่างไรก็ตามการนำการเปรียบมาใช้ในห้องเรียนต้องทำอย่างเป็นระบบ เพราะการเปรียบเทียบส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด และพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ในขณะเดียวกันก็อาจจะทำให้เกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหากนำมาใช้โดยขาดความระมัดระวัง

ผู้เรียนสามารถเริ่มต้นเรียนวิธีการใช้การเปรียบเทียบ โดยการให้ผู้เรียนรู้จัก และคุ้นเคยกับการเปรียบเทียบ อุปลักษณ์ อุปมาอุปไมย และประโยชน์ของการใช้ ซึ่งอาจจะไม่ได้สอนเต็มรูปแบบ เพียงแต่ใช้ในช่วงใดช่วงหนึ่งของการเรียนการสอน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน หรือการสรุป

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทเรียน โดยครูอาจใช้คำถาม เช่น ถ้าอะตอมเปรียบเป็นสนามกีฬา นิวเคลียสจะเปรียบเป็นอะไร หรือการถามเพื่อเน้นจินตนาการ เช่น หากเปรียบการจับมือเป็นการสร้างพันธะ การจับมือแบบไหนควรเป็นพันธะโคเวเลนต์ และโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ โดยเมื่อได้คำตอบแล้ว นักเรียนสามารถอภิปรายถึงเหตุผล ความเป็นไปได้ และข้อจำกัดของการเปรียบเทียบพันธะเคมีด้วยวิธีการจับมือ นอกจากนี้ครูสามารถกำหนดแบบจำลองที่คุ้นเคยขึ้นมา เพื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ครูอาจจะเป็นผู้ชี้หรือกระตุ้นนักเรียนให้เห็นความเหมือน และความแตกต่างของระบบทั้งสอง หลังจากนั้นครูอาจฝึกให้นักเรียนสร้างหรือจับคู่การเปรียบเทียบโดยตัวของนักเรียนเอง

ในกรณีที่ผู้เรียนคุ้นเคยกับการเปรียบเทียบแล้ว ครูสามารถใช้กิจกรรมการเปรียบเทียบเป็นวิธีการเรียนการสอนในคาบนั้นได้ Gilbert (2003) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การเปรียบเทียบ อุปลักษณ์ และอุปมาอุปไมย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเนื้อหาหรือแนวคิดหลักในคาบนั้น
2. นำเสนอสิ่งที่จะเปรียบเทียบซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 สิ่ง
3. ระบุลักษณะสำคัญของสิ่งที่ใช้เปรียบเทียบที่ทำให้เกิดการเปรียบเทียบกับแนวคิดเป้าหมาย
4. อภิปรายลักษณะร่วมของระบบทั้งสอง
5. บอกความแตกต่างของสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบกับแนวคิดเป้าหมาย
6. ประเมินสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบว่าถูกต้องหรือเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

การสอนเปรียบเทียบ (analogy) เป็นการใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันที่เข้าใจได้ง่ายเทียบเคียงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นความรู้ใหม่ เข้าใจได้ยาก และเป็นนามธรรม เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดโดยเปรียบเทียบสองระบบ การเปรียบเทียบ เป็นเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาสิ่งต่าง ๆ มานานแล้ว เนื่องจากการเปรียบเทียบเป็นหลักการพื้นฐานของทุกแบบจำลอง เพราะแบบจำลองทุกชนิดมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกับสิ่งที่จำลองมา นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหลายคนนิยมใช้การเปรียบเทียบ และอุปลักษณ์ ยกตัวอย่างเช่น ไอแซค นิวตัน ชาลส์ ดาร์วิน อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ดังนั้นหากต้องการให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีประสบการณ์การศึกษาหาความรู้ที่

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

หลากหลาย ไม่ใช่เพียงการทดลองเท่านั้น นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญข้อหนึ่งในการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) กล่าวว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีขึ้นเมื่อเนื้อหานั้นเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียน และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3.2.2 ประเภทของการสอนเปรียบเทียบ

นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของการสอนเปรียบเทียบไว้ดังนี้

Curtis (1984) ได้จำแนกประเภทของการสอนเปรียบเทียบไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การเปรียบเทียบที่ไม่มีการระบุที่มา (simple analogy) เป็นการสอนเปรียบเทียบที่ไม่มีการระบุที่มา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจในสิ่งที่เปรียบเทียบนั้นด้วยตัวเอง เช่น การเปรียบเทียบหลอดเลือดกับสายยาง หรือการเปรียบเทียบพลังงานก่อกัมมันต์กับความสูงของภูเขา

2. การเปรียบเทียบที่มีการระบุที่มา (enriched analogy) เป็นการสอนเปรียบเทียบที่มีการระบุที่มา หรือเงื่อนไขเกี่ยวกับความเหมือนของสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบกัน เช่น การเปรียบเทียบพลังงานก่อกัมมันต์กับความสูงของภูเขา เนื่องจากเราจำเป็นต้องเพิ่มพลังงานให้มากพอที่สารจะทำปฏิกิริยากันได้ พลังงานก่อกัมมันต์จึงเปรียบเสมือนความสูงของภูเขา

3. การเปรียบเทียบแบบผสม extended analogy เป็นการสอนเปรียบเทียบที่รวมการเปรียบเทียบแบบ simple analogy และ enriched analogy เข้าด้วยกัน โดยจะประกอบด้วยการเปรียบเทียบหลากหลายคุณสมบัติ ทั้งไม่มีการระบุที่มา และมีการระบุที่มา หรือเงื่อนไขของความสัมพันธ์ของสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบกัน เช่น การเปรียบเทียบระบบการทำงานของดวงตามนุษย์กับการทำงานของกล้องถ่ายรูป

Duit (1991) เสนอรูปแบบของการเปรียบเทียบตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวที่ใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่กล่าวถึง ได้ 4 รูปแบบ ได้แก่

1. การใช้รูปภาพประกอบการอธิบาย (pictorial/verbal analogies) เพื่อถ่ายทอดความคิดหรือเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรม เช่น กราฟ ไดอะแกรม รูปภาพ

2. การใช้ตัวบุคคล (personal analogies) เป็นการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3. การใช้สิ่งเปรียบเทียบที่หลากหลาย (multiple analogies) เป็นการอธิบายมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ใช้หลาย ๆ analog ช่วยในการอธิบาย เช่น การเปรียบเทียบเรื่องภาวะเรือนกระจก โดยสวนที่อยู่ในกระจกใช้เปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุทำให้โลกร้อนขึ้นนั้น ใช้เปรียบเทียบกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในร่างกายที่เกิดจากการใส่เสื้อหลายชั้นซึ่งดูเหมือนจะทำให้เข้าใจได้ดีกว่า

4. การเปรียบเทียบที่เชื่อมโยงจากมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกมโนทัศน์หนึ่ง (bridging analogies) เพื่อลดช่องว่างระหว่าง analog และ target ที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อน นักเรียนทำความเข้าใจยาก โดยใช้การเปรียบเทียบทีละขั้นตอน

Glynn (1991) ได้พัฒนารูปแบบการสอนด้วยการเปรียบเทียบ (Teaching with analogy: TWA) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้น ได้แก่

1. การอธิบายมโนทัศน์ของสิ่งที่จะเรียนรู้ (target) ให้แก่นักเรียน เช่น เซลล์สัตว์และส่วนประกอบของเซลล์สัตว์

2. การเตือน หรือทบทวนนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของตัวเปรียบเทียบ (analog) ที่นักเรียนรู้จัก หรือคุ้นเคยมาก่อนแล้ว เช่น เบ้าหล่อแบบวุ้นเจลาติน และส่วนประกอบของมัน

3. การระบุความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของลักษณะของตัวเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์สัตว์ (analog) กับเบ้าหล่อแบบวุ้นเจลาติน (target)

4. การเชื่อมโยงลักษณะที่เหมือนกันของตัวเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target) เช่น เซลล์สัตว์ (analog) กับเบ้าหล่อแบบวุ้นเจลาติน (target) มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ การเปรียบเทียบนิวเคลียสกับลูกพลัม ไมโทคอนเดรียกับลูกเกด ไลโซโซมกับลูกอม M&M ร่างแหเอนโดรพลาสมิกเรติคิวลัมกับเยลลี่หนอน ไรโบโซมกับลูกอม กอลจิคอมเพล็กซ์กับลูกอมริบบิ้น ไซโทพลาซึมกับเจลาติน เละเยื่อหุ้มเซลล์กับผิวเจลาติน

5. การระบุข้อแตกต่างระหว่างของตัวเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่จะเรียนรู้ (target) เช่น เซลล์เป็นหน่วยที่มีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งอาจเปรียบเทียบได้ค่อนข้างผิวเผินเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลไม้ หรือลูกอมในวุ้นเจลาติน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. การเขียนสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ (target) เช่น เซลล์สัตว์ประกอบด้วยออร์แกเนลล์ต่าง ๆ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยการทำหน้าที่ของออร์เนลล์ต่าง ๆ เหล่านั้น

Gilbert (2003) ได้จำแนกประเภทของการเปรียบเทียบ (analogy) โดยพิจารณาจากลักษณะของการเปรียบเทียบ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบโดยอิงตัวเอง (personal analogy)

การกำหนดตัวเองให้เป็นส่วนหนึ่งของปัญหา โดยนักวิทยาศาสตร์อาจสมมุติตัวเองเป็นส่วนของสสาร หรือ องค์ประกอบ ของพลังงาน สถาปนิกมักสมมุติตัวเองอยู่อาศัย หรือชื่นชมอาคารที่ตัวเองกำลังออกแบบอยู่ การเปรียบเทียบ โดย การอิงตัวเองเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น จะทำให้ผู้แก้ปัญหา สามารถสร้างความอิสระ ทางความคิดในการวิเคราะห์ปัญหา แตกต่างจากที่เคยปฏิบัติมาแล้ว การค้นพบองค์ประกอบ ทางโมเลกุล ของน้ำมันเบนซีนครั้งแรกของ Kikule ก็ค้นพบโดยการอุปมาอุปไมยตัวเอง เป็นงูที่กำลังกินปลายหางของตัวเอง ทำให้เกิดความคิดที่ถูกต้องว่า โมเลกุลของเบนซีนนั้น มีการรวมกลุ่มของอะตอมคาร์บอน เป็นลักษณะวงแแหวน แทนที่จะเป็นในลักษณะการต่อเนื่องเป็นลูกโซ่

2. การเปรียบเทียบโดยตรง (direct analogy)

การอุปมาอุปไมยโดยตรง เป็นการเปรียบเทียบของสองสิ่ง ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันที่สุด เป็นการเปรียบเทียบของผู้แก้ปัญหาแต่ละคน ที่จะมองปัญหาในเงื่อนไข หรือสถานการณ์ใหม่ เมื่อปัญหาเกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีชีวิต ก็มักจะเปรียบเทียบโดยตรงกับสิ่งที่ไร้ชีวิต ในทางตรง กันข้าม เมื่อเผชิญกับปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งที่ไร้ชีวิต ก็จะเปรียบเทียบกับสิ่งที่มีชีวิต หรือมิฉะนั้นก็เปรียบเทียบ สิ่งที่ไร้ชีวิต หรือ สิ่งที่มีชีวิตเช่นเดียวกัน

Isumbard สามารถคิดแก้ปัญหา การออกแบบโครงสร้างใต้น้ำได้จากการเฝ้าดูหนอนทะเลที่อาศัยตามเรือไม้ หรือเขื่อนไม้ตามฝั่งทะเล ขณะกำลังขุด เจาะไม้ทำรูเป็น ทางไปเรื่อย ๆ นั้น ตัวหนอนจะต้องสร้างปล้องสำหรับตัวเองไปทุกระยะที่มันเคลื่อนตัวไปข้างหน้าเสมอ ด้วยการอุปมาอุปไมยโดยตรงจากการสังเกตนี้เอง จึงทำให้ระบบการก่อสร้างแบบ Caissons สำหรับโครงสร้างใต้น้ำเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3. การเปรียบเทียบโดยอิงบัญญัติ (symbolic analogy)

การอุปมาอุปไมยเชิงบัญญัติของก้อนอิฐ มีหลากหลาย เช่น สำหรับช่างทำอิฐ คือกรรมวิธี หรือส่วนผสมต่าง ๆ ของอิฐ สำหรับสถาปนิก Louis I Kahn คือ โครงสร้างโค้งของอาคาร สำหรับช่างก่อสร้าง คือ กำแพง และสำหรับอันธพาล คือ อาวุธใช้ขว้างหัวคนอื่น เป็นต้น

ปัญหาการจัดกลุ่ม ของสิ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เช่น -ตึกระฟ้า-วัด-วิหาร-พระ- สถาปนิกอาจจะแยก "พระ" ออกจากกลุ่มทันที เพราะความเคยชิน กับมโนทัศน์ของคุณสมบัติความเป็นอาคาร ซึ่งอาจต่างจากชาวพุทธทั่วไป ที่แยก "ตึกระฟ้า" ออกจากกลุ่ม เพราะมีมโนทัศน์ที่คุ้นเคย เรื่อง ของศาสนา ต่างจากสถาปนิก

การทำปัญหา ที่คุ้นเคย ให้แปลกนั้น จำเป็นต้องใช้การเปรียบเทียบ โดยอิงบัญญัติ หรือมโนทัศน์อื่นในต่างอาชีพ เช่น นักเคมี อาจใช้การอุปมาอุปไมยเชิงบัญญัติของนักกวี นักคณิตศาสตร์ อาจแทนมโนทัศน์เชิงปริมาณ เป็นเชิงคุณภาพ หรือสถาปนิกซึ่งคุ้นเคยการแก้ปัญหาโดยวิธีเชิงคุณภาพ ก็ควรมองปัญหา หรือเปลี่ยนความเข้าใจ ปัญหาเป็น มโนทัศน์ เชิงปริมาน ก็น่าจะทำให้ได้คำตอบที่ย่อมนำไปสู่ผลลัพธ์เชิงสร้างสรรค์ได้

4. การเปรียบเทียบโดยอิงการเพ้อฝัน (fantasy analogy)

การอุปมาอุปไมยเชิงเพ้อฝัน มีพื้นฐานจากความคิดของ Sigmund Freud ที่ว่างานสร้างสรรค์ เกิดจากการทำความปรารถนาให้เป็นจริง โดยผู้แก้ปัญหากำหนดปัญหาด้วยแรงปรารถนาอย่างไรก็ได้ อันปลอดจากเหตุผล หรือกฎเกณฑ์ใด ที่เคยประพฤติปฏิบัติมา ประโยชน์ที่มีผลทางความคิดสร้างสรรค์ที่สุด คือการใช้การอุปมา อุปไมยนี้ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกๆของการทำปัญหาที่คุ้นเคยให้แปลก การอุปมาอุปไมยเชิงเพ้อฝันมักเกิดขึ้นแทรก ขณะที่สมาชิกกลุ่มกำลังใช้การอุปมาอุปไมยแบบอื่น เช่น Boucle & Ledoux เคยฝันที่จะออกแบบโครงสร้างทรงกลมขนาดใหญ่ ในศตวรรษที่ 18 ซึ่งอยู่เหนือกฎเกณฑ์ ของวิทยาการ ก่อสร้างในเวลานั้น แต่ต่อมา Buckminster Fuller ก็ทำฝันนั้นให้เป็นจริง ในศตวรรษที่ 20 โดยออกแบบ โครงสร้าง Geodesic Dome ได้สำเร็จ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของการสอนเปรียบเทียบ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา จะเห็นได้ว่ามีการสอนเปรียบเทียบในการจัดการเรียนรู้มาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการสอนมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจยาก หรือเป็นนามธรรม และยังได้รับการพัฒนารูปแบบให้มีขั้นตอนที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การสอนเปรียบเทียบยังสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความรู้ หรือทักษะขั้นสูงได้มากยิ่งขึ้น เช่น การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี มีการใช้การสอนเปรียบเทียบโดยใช้ตัวเปรียบเทียบ (analog) หลากหลายรูปแบบ เช่น รูปภาพ กราฟ ไดอะแกรม สิ่งของ ร่างกาย หรือการใช้สถานการณ์จำลอง เพื่อพัฒนามโนทัศน์ในวิชาเคมี และจากที่ศึกษาเกี่ยวกับการสอนเปรียบเทียบรูปแบบฟาร์ไกด์ ซึ่งพบว่า มีแนวทางการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ จึงทำให้ผู้วิจัยใช้การสอนเปรียบเทียบรูปแบบฟาร์ไกด์ เป็นตัวแปรจัดกระทำเพื่อพัฒนาความคงทนในการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้

4. **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

4.1 **งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

Smit (1994) ได้ศึกษาผลเจตคติและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอน 3 รูปแบบ คือ 1. รูปแบบการบรรยาย 2. รูปแบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และ 3. รูปแบบบรรยายและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทั้งสองแบบจากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้และวิธีการสอนของครูนั้นมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองนั้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่ารูปแบบหรือวิธีการอื่น

ชุติมา ทองสุข (2547) ผลการศึกษาได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

วิภารัตน์ ทัพพระจันทร์ (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อการสืบสานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อการสืบสานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง ผังความคิด ข้อความสัญลักษณ์ แผนภาพสัญลักษณ์ หรือสถานการณ์จำลองที่เชื่อมโยงเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ได้ และจากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจข้างต้น จึงเป็นประโยชน์ในการกำหนดตัวแปรจัดกระทำ วิธีการดำเนินการวิจัย วิธีการและเครื่องมือ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 **งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้**

โชติ จันทร์วัง (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียนเตรียมทหารเตรียมทหารชั้นปที่ 1 โรงเรียนเตรียมทหารจำนวน 56 นาย ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุม เป็นกลุ่มทดลอง 28 นาย ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพ และกลุ่มควบคุม 28 นาย ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนเตรียมทหารกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 2. นักเรียนเตรียมทหารกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนเตรียมทหารกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพมีความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4. นักเรียนเตรียมทหารกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพมีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ชัยณรงค์ แก้วสุก (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบ ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองกับกลุ่มที่เรียนตามแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอน ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนชีววิทยาตามแบบปกติอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอน ED^3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองทันที และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนชีววิทยา

ธราดล รานรินทร์ (2556) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยกลวิธีสืบสอบ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย จำนวน 100 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีสืบสอบ จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีจัดการเรียนการสอนแบบปกติจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วันวิสา กองเสน (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ห้อง จำนวน 36 คน ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกวาเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่า คะแนนของความคงทนในการ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

เรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาชีววิทยาพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัย สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิค การใช้ผังความคิดนั้นช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคงทนของการเรียนรู้ที่ยาวนาน และมีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพกับนักเรียนต่อไป

Simmons et al. (1988) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้เทคนิค การจัดข้อมูลด้วยแผนภาพก่อน และหลังการสอนที่มีต่อความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัด ข้อมูลด้วยแผนภาพ กลุมตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 แบ่งเป็น 3 กลุม ได้แก่ กลุ่มแรก ครูจัดข้อมูลด้วยแผนภาพก่อนการสอน กลุมที่สอง ครูจัดข้อมูลด้วยแผนภาพหลังการสอน และกลุมที่สาม ได้รับการสอนตามปกติที่มีการใช้คำถาม และการอภิปรายก่อนการสอน ระหว่างการสอน และหลังการสอน ผลการทดลองพบวา นักเรียนกลุ่มที่ครูจัดข้อมูลด้วยแผนภาพก่อนการสอนมีความเขาใจ และความคงทนในการเรียนรูดีกว่ากลุมที่ครูจัดข้อมูลด้วยแผนภาพหลังการสอน แต่การใชเทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพสงผลต่อความเขาใจ และความคงทนในการเรียนรูวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่มีการใช้แผนภาพ ผังความคิด ข้อความสัญลักษณ์ แผนภาพสัญลักษณ์ หรือสถานการณ์จำลองที่เชื่อมโยงเรื่องราวต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ ซึ่งความคงทนในการเรียนรู้นี้สามารถวัดได้จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบภายหลังการเรียนรู้ไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ ซึ่งโดยทั่วไปจะเว้นระยะเวลาหลังจากการเรียนรู้ไปแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน และสามารถทำการทดสอบได้มากกว่า 1 ครั้ง จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ข้างต้น จึงเป็นประโยชน์ในการกำหนดตัวแปรจัดกระทำ วิธีการดำเนินการวิจัย วิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ เครื่องมือ และระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

4.3 **งานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบฟาร์ไกด์**

ชำนาญ เพริดพราว และโชคชัย ยืนยง (2555) ได้ศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม โดยใช้การสอนเปรียบเทียบตามแนวทาง FAR Guide กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/15 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร จำนวน 29 คน ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับอะตอม 5 กลุ่มแนวคิด โดยส่วนมาก ร้อยละ 34.48 นักเรียนมีแนวคิดว่า อะตอมมีรูปร่างกลม ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนกระจายอยู่โดยทั่วไป และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่าง analog กับ target เกี่ยวกับฟิสิกส์อะตอม แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับฟิสิกส์อะตอม

พรรณวรินทร์ วงษ์หอม และวิมล สำราญวานิช (2557) ได้ศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ (analogy approach) ตามแนวทาง FAR guide และ analog ที่นักเรียนที่นักเรียนสร้างขึ้นหลัง จากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ โดยวิธีการแบบเปรียบเทียบ (analogy approach) ตามแนวทาง FAR guide ผลการวิจัย พบว่า หลังจากได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนเปรียบเทียบ ตามแนว Focus Action Reflection guide นักเรียนมีรูปแบบการทำความเข้าใจที่หลากหลาย และเปลี่ยนจากรูปแบบการทำความเข้าใจ Inference Model เป็น scientific model มากที่สุดในทุกมโนทัศน์ แสดงว่านักเรียนใช้ความรู้ที่ได้จากการเปรียบเทียบมาช่วยในการทำความเข้าใจ และตอบคำถามในแบบสำรวจตัวแทนความคิด และนักเรียนส่วนใหญ่มีรูปแบบการทำความเข้าใจในรูปแบบ scientific model มากที่สุด และหลังจากการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถสร้าง analog ขึ้นมาเพื่ออธิบายเปรียบเทียบในแต่ละมโนทัศน์ได้เป็นอย่างดีในทุกมโนทัศน์

เฟื่องฟ้า บุญกอง และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัย พบว่า 1. ก่อนจัดกิจกรรม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

การเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อนทุกมโนทัศน์ และไม่มีมโนทัศน์ใดที่นักเรียนเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์ หลังการจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์ จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อนลดลง และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์ และระดับที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น

Chima (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ culturally-based analogical concepts ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ประเทศไนจีเรีย และได้เสนอตัวอย่างของการสอนเปรียบเทียบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการทำแผนการจัดการเรียนรู้บทพื้นฐานของ Teaching with Analogy (TWA) สำหรับเนื้อวิชาเคมี ผลการศึกษา พบว่า ครู และนักเรียนต้องเผชิญกับมโนทัศน์ที่ยาก ทำให้เกิดปัญหาในการหาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ Teaching with Analogy (TWA) เป็นวิธีการสอนที่ถูกนำเสนอเพื่อใช้แก้ปัญหาความยากในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่ยากเหล่านั้น และทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

Sharma (2015) ได้ศึกษาเพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน ในประเทศทรินิแดด และโทเบโก ผลการวิจัย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ (analogy) บางครั้ง และมีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบตั้งแต่ระดับง่ายจนถึงระดับซับซ้อนเฉพาะด้าน ผลการสัมภาษณ์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ และทราบถึงประโยชน์ และความท้าทายของการใช้จัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ งานวิจัยยังให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีการพัฒนาความรู้ และพัฒนาทักษะเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ และควรมีการวางนโยบายใหม่ให้ครูเกี่ยวกับทัศนคติ “ผู้เรียน คือ ผู้สร้างความรู้” แทนที่จะเป็นการเป็นเพียงผู้รับความรู้

Samara (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้กลการสอนเปรียบเทียบสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาเคมีอินทรีย์ในมหาวิทยาลัย Mutah ประเทศจอร์แดน โดยมีนักศึกษา จำนวน 92 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุม 44 คน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนโดยการใช้กลการสอนเปรียบเทียบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

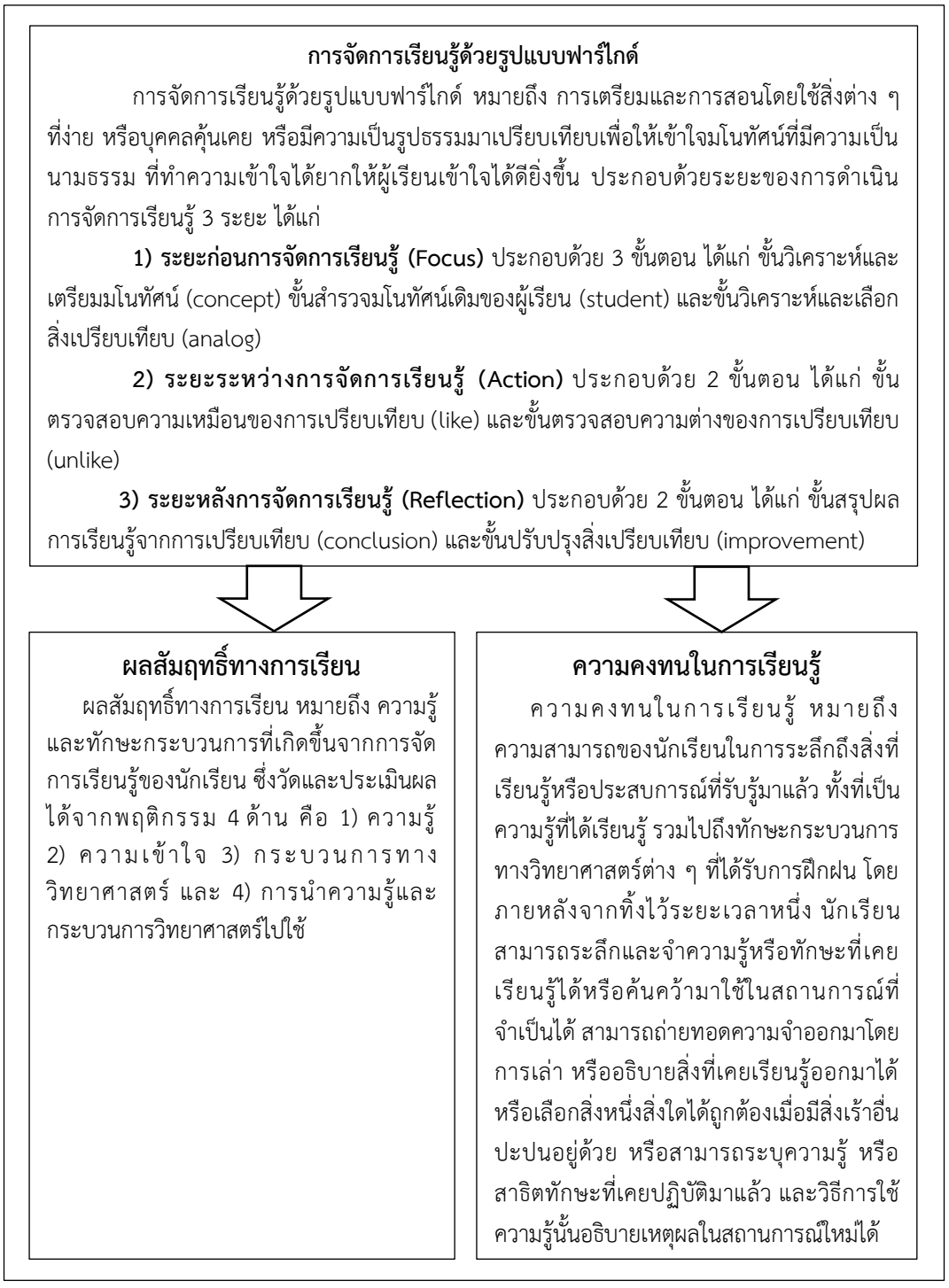
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบฟาร์ไกด์และการสอนแบบเปรียบเทียบ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ และจากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบฟาร์ไกด์ข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีลักษณะที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ จึงเป็นประโยชน์ในการนำมากำหนดเป็นตัวแปรจัดกระทำ สำหรับงานวิจัยนี้

5. **กรอบแนวคิดในการวิจัย**

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ดังแผนภาพต่อไปนี้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยในแต่ละประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. **ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง**

1.1 **ประชากร**

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี

1.2 **กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) แห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี ซึ่งเลือกแบบเจาะจงจากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 จังหวัดนนทบุรี ที่มีการเรียนการสอนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เนื้อหา เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 และเลือกนักเรียน จำนวน 2 ห้อง ซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต แบบปกติ ที่ไม่ได้ผ่านการคัดเลือกเข้าสังกัดห้องเรียนด้วยเงื่อนไขพิเศษ และมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียน (pretest) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2. **รูปแบบการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบศึกษาสองกลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (the control-group pretest-posttest time-series design) (วรรณี แกมเกตุ, 2555) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตาราง

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบศึกษาสองกลุ่มวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (the control-group pretest-posttest time-series design)

กลุ่ม	**สอบก่อนเรียน**	**ทดลอง**	**สอบหลังเรียนทันที**	**สอบวัดความคงทนครั้งที่** 1 **หลังเรียน** 2 **สัปดาห์**	**สอบวัดความคงทนครั้งที่** 2 **หลังเรียน** 4 **สัปดาห์**
E	O_1	X	O_2	O_3	O_4
C	O_5	-	O_6	O_7	O_8

<u>หมายเหตุ</u> สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

O_1, O_5 แทน การทดสอบก่อนเรียน

O_2, O_6 แทน การทดสอบหลังเรียน

O_3, O_7 แทน การทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1

O_4, O_8 แทน การทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และแบบปกติ อย่างละ 10 แผน และแบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชุดปกติ (ชุดที่ 1) และชุดคู่ขนาน (ชุดที่ 2) ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือแต่ละฉบับมีดังนี้

3.1 **แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และแบบปกติ**

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สาระเคมี มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เพื่อนำมาใช้เป็นเนื้อหาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้มี 1 มาตรฐาน คือ

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4) มี 8 ข้อ ดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป

3. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ

4. ระบุหมู่คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ

5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ

7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี

8. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.1.2 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์และแบบปกติจากเอกสาร งานวิจัย และบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์มาปรับ และเขียนเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับนิยามของการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ประกอบด้วยระยะของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 ระยะ ได้แก่

1) ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (Focus) อยู่ในช่วงเวลาก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นระยะที่ครูผู้สอนจะเตรียมการสอนโดยการวิเคราะห์มโนทัศน์และผู้เรียน และคัดเลือกสิ่งที่จะใช้สอนเปรียบเทียบไว้ล่วงหน้า โดยในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย สื่อออนไลน์ การสัมภาษณ์ครูอาวุโสที่เคยสอนเรื่องที่สอน และการสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนั้น ๆ มาแล้ว ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.1) ขั้นวิเคราะห์และเตรียมมโนทัศน์ (concept) ครูวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม โดยในการวิจัยนี้ ครูรวบรวมประเด็นที่นักเรียนเข้าใจยาก เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจากงานวิจัย บทความวิชาการ และสื่อออนไลน์ การสัมภาษณ์ครูอาวุโส และนักเรียนที่เคยเรียน เพื่อสอบถามว่า มีมโนทัศน์ใดที่นักเรียนเข้าใจยาก หรือสามารถเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ในการเรียน และศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 (ปีการศึกษาก่อนหน้าทำการวิจัย) จากครูผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่ามีมโนทัศน์ใดบ้างที่นักเรียนเข้าใจมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรมในหัวข้อต่าง ๆ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1.2) ขั้นสำรวจมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน (student) ครูวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา โดยในการวิจัยนี้ ครูศึกษาลำดับของเนื้อหา จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และแบบเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 และพิจารณาว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ใดที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มเรียน และสัมภาษณ์ครูอาวุโส และนักเรียนที่เคยเรียน เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่พบบ่อยในการสอนเนื้อหาดังกล่าว

1.3) ขั้นวิเคราะห์และเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ครูวิเคราะห์ และคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ โดยในการวิจัยนี้ ครูศึกษาเอกสาร งานวิจัย และสื่อออนไลน์ เกี่ยวกับแนวการใช้สิ่งเปรียบเทียบเพื่อช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจประเด็นต่าง ๆ และสัมภาษณ์ครูอาวุโสและนักเรียนที่เคยเรียน เพื่อสอบถามว่า มีสิ่งเปรียบเทียบใดบ้างที่เหมาะสมในการใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจประเด็นต่าง ๆ และสิ่งเปรียบเทียบที่ผู้วิจัยได้รวบรวมมาจากแหล่งต่าง ๆ เบื้องต้นมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเหมาะสม และคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ

2) ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) ครูผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยวิธีการบรรยาย อภิปราย สาธิต หรือทดลอง ประกอบกับการนำเสนอสิ่งเปรียบเทียบ ซึ่งอาจเป็นสิ่งของ อุปกรณ์ สถานการณ์จำลอง การแสดงบทบาทสมมติ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่ได้คัดเลือกไว้ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากนั้น ครูจะนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความต่างของสิ่งเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ศึกษา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

2.1) ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like) คือ นักเรียนตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนระหว่างสิ่งเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ศึกษา

2.2) ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike) คือ นักเรียนตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับความต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ศึกษา

3) ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาตั้งแต่ท้ายชั่วโมงเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต่อเนื่องไปภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สักระยะ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องสรุปผลการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขวิธีการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1) ขั้นสรุปผลการเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ (conclusion) ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้มโนทัศน์ต่าง ๆ โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ว่ามีความชัดเจน และมีประโยชน์ หรือทำให้นักเรียนเกิดความสับสนอย่างไรบ้าง โดยดำเนินการในช่วงท้ายชั่วโมงเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2) ขั้นปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบ (improvement) ครูวิเคราะห์สิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขในการสอนเรื่องนั้น ๆ และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ มโนทัศน์ต่าง ๆ ครั้งต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะดำเนินการนอกชั้นเรียนภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ข้างต้นกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้ (ดูตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และกลุ่มควบคุมที่ได้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์	**ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ**
ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (F: Focus)	**ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้**
1. ครูศึกษาสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี และผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เพื่อนำมาใช้เป็นเนื้อหาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ 2. ครูวิเคราะห์มโนทัศน์ ผู้เรียน และคัดเลือกสิ่งที่จะใช้เปรียบเทียบไว้ล่วงหน้า โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้	1. ครูศึกษาสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี และผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เพื่อนำมาใช้เป็นเนื้อหาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ
1) ขั้นวิเคราะห์และเตรียมมโนทัศน์ (concept) 2) ขั้นสำรวจมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน (student) 3) ขั้นวิเคราะห์และเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog)	
3. ครูกำหนดแนวทางการวัด และประเมินผลนักเรียนตามมาตรฐาน และผลการเรียนรู้ของแต่ละเรื่อง และสร้างเครื่องมือวัดตามลักษณะของผลการเรียนรู้แต่ละด้าน ได้แก่ แบบทดสอบ และแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	2. ครูกำหนดแนวทางการวัด และประเมินผลนักเรียนตามมาตรฐาน และผลการเรียนรู้ของแต่ละเรื่อง และสร้างเครื่องมือวัดตามลักษณะของผลการเรียนรู้แต่ละด้าน ได้แก่ แบบทดสอบ และแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
4. ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และจัดหาแหล่งเรียนรู้สำหรับนักเรียน เช่น จัดทำสื่อนำเสนอ จัดเตรียมสื่อหรือสถานการณ์ที่ได้คัดเลือกไว้ ใช้ในการสอนเปรียบเทียบ จัดเตรียมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	3. ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และจัดหาแหล่งเรียนรู้สำหรับนักเรียน เช่น จัดทำสื่อนำเสนอ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้อื่น ๆ ตามข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ของ สสวท. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ
ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (A: Action)	**ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้**
ครูดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นนำ คือ การเปิดประเด็นชี้ชวนความสนใจของนักเรียน โดยอาจใช้เรื่องราว สถานการณ์หรือวัตถุที่คัดเลือกเป็นสิ่งเปรียบเทียบ หรือตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาสาระในขั้นต่อไป 2. ขั้นกิจกรรม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระต่าง ๆ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สิ่งเปรียบเทียบ โดยครูอาจนำเสนอวัตถุ สถานการณ์ หรือให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันตามขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like) 2) ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike) 3. ขั้นสรุป คือ การสรุปเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ และการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจภายหลังการจัดการเรียนรู้ อาจมีการยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์เพื่อขยายความรู้นักเรียน	ครูดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นนำ คือ การเปิดประเด็นชี้ชวนความสนใจของนักเรียน หรือตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาสาระในขั้นต่อไป 2. ขั้นกิจกรรม คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ในคู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 1 ของ สสวท. เช่น การบรรยายประกอบการใช้รูปภาพ กราฟ ตาราง หรือวีดิทัศน์ที่แนะนำการให้นักเรียนทำปฏิบัติการเคมี และการอภิปรายผลการเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า เป็นต้น 3. ขั้นสรุป คือ การสรุปเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ และการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจภายหลังการจัดการเรียนรู้ อาจมีการยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์เพื่อขยายความรู้นักเรียน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (R: Reflection)	**ระยะหลังการจัดการเรียนรู้**
1. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวทางการวัด และประเมินผลในแต่ละคาบ 2. ครูมอบหมายภาระงาน ได้แก่ แบบฝึกหัด และแบบบันทึกกิจกรรม 3. ครูสรุปผลการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสรุปผลการเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ (conclusion) โดยอภิปรายร่วมกับนักเรียนช่วงท้ายคาบเรียน 2) ขั้นปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบ (improvement) ซึ่งขั้นตอนนี้ ครูจะดำเนินการภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน	1. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวทางการวัด และประเมินผลในแต่ละคาบ 2. ครูมอบหมายภาระงาน ได้แก่ แบบฝึกหัด และแบบบันทึกกิจกรรม

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์เป็นรูปแบบการสอนที่มีขั้นตอนเพิ่มเติมจากขั้นตอนการสอนแบบปกติ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะเตรียมการสอนโดยมีการวิเคราะห์มโนทัศน์และผู้เรียน และคัดเลือกสิ่งที่จะใช้สอนเปรียบเทียบไว้ล่วงหน้า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความต่างของสิ่งเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ศึกษา และหลังการจัดการเรียนรู้ มีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อสรุปผลการจัดการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงแก้ไขวิธีการจัดการเรียนรู้ภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดเนื้อหาในสาระเคมี บทที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นมโนทัศน์ระดับอนุภาค ซึ่งมีความเป็นนามธรรม และเข้าใจยาก นอกจากนี้ ยังเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาในบทต่อ ๆ ไป ความรู้ความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จึงมีความจำเป็นต่อการเรียนในเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเหมาะสมที่จะเลือกเนื้อหาในเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อหามาใช้ในการวิจัยนี้

3.1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 10 แผน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ลำดับเนื้อหาสาระในบทที่ 2 อะตอมและสมบัติของธาตุและกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ครั้งที่	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
1	แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	2
2	แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	1
3	แบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก	2
4	อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	1
5	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	2
6	ตารางธาตุและวิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	1
7	ขนาดอะตอม รัศมีไอออนและพลังงานไอออไนเซชัน	2
8	อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน	1
9	สมบัติและปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบตามคาบและหมู่	2
10	ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี	1
	รวม	**15**

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

2) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก หรือเป็นนามธรรม (target) และสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่เคยมีการนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ต่าง ๆ เหล่านั้น โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย บทความ สื่อออนไลน์ การสัมภาษณ์ครูอาวุโสที่เคยสอนเนื้อหา เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ และการสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่งสรุปได้ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มโนทัศน์ที่เข้าใจยาก หรือเป็นนามธรรม (target) และสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่เคยมีการนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ต่าง ๆ

เนื้อหา	**มโนทัศน์ที่เข้าใจยาก หรือเป็นนามธรรม (target)**	**สิ่งเปรียบเทียบที่เคยมีการนำมาใช้ (analog)**
1. แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของดอลตัน 2. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสัน	1. ลูกไอศกรีม (เลือกใช้ในแผนฯ) 2. ขนมพุดดิ้งลูกพลัม (เลือกใช้ในแผนฯ), ผลแตงโม
2. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด 2. การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ	1. ผลพีช (เลือกใช้ในแผนฯ) 2. การปาลูกดอก (เลือกใช้ในแผนฯ), การยิงปืนใส่ตุ๊กตาในงานวัด
3. แบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก	1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของโบร์ 2. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก 3. การเกิดสเปกตรัม เนื่องจากการคายพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอม	1. กะหล่ำปลี (เลือกใช้ในแผนฯ), หัวหอม, คุกกี้ช็อกโกแลตชิป 2. ผลกีวี (เลือกใช้ในแผนฯ), คุกกี้ช็อกโกแลตชิปละลาย 3. การเดินลงบันได (เลือกใช้ในแผนฯ)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

เนื้อหา	มโนทัศน์ที่เข้าใจยากหรือเป็นนามธรรม (target)	สิ่งเปรียบเทียบที่เคยมีการนำมาใช้ (analog)
4. อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	1. เลขมวล	1. การชั่งมวลของสิ่งที่หนักมากกับเบามากพร้อมกัน (เลือกใช้ในแผนฯ โดยยกตัวอย่างการชั่งมวลของช้างและแมลงวันพร้อมกัน)
5. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	1. ลักษณะของการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมรูปแบบต่าง ๆ	1. การจัดกองเชียร์ที่นั่งบนอัฒจันทร์เพื่อชมกีฬา (เลือกใช้ในแผนฯ), การจัดรองเท้าใส่กล่อง, การจัดคนเข้านอนพักในโรงแรม, การจัดหนังสือเข้าชั้น
6. ตารางธาตุและวิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	1. วิธีการจัดหมวดหมู่ธาตุของนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ	1. การจำแนกบัตรคำ (เลือกใช้ในแผนฯ), เกมเรียงไพ่ Solitaire
7. ขนาดอะตอม รัศมีไอออนและพลังงานไอออไนเซชัน	1. กลไกที่ทำให้ธาตุแต่ละชนิดมีขนาดอะตอมแตกต่างกัน 2. กลไกการเปลี่ยนแปลงขนาดของอะตอมเมื่อกลายเป็นไอออน 3. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอะตอมกับพลังงานไอออไนเซชัน	1. ขนาดฝูงชนที่ห้อมล้อมดารา (เลือกใช้ในแผนฯ), กลิ่นจากโรงงานผลิตคุกกี้ 2. ขนาดฝูงชนที่ห้อมล้อมดาราขณะที่ได้รับความนิยมและเสื่อมความนิยม (เลือกใช้ในแผนฯ) 3. การออกจากลานจอดรถรอบ ๆ สนามกีฬา (เลือกใช้ในแผนฯ)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

เนื้อหา	มโนทัศน์ที่เข้าใจยากหรือเป็นนามธรรม (target)	สิ่งเปรียบเทียบที่เคยมีการนำมาใช้ (analog)
8. อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน	1. ความหมายของอิเล็กโทรเนกาติวิตี 2. ความสัมพันธ์ของขนาดอะตอมกับอิเล็กโทรเนกาตีวิตี 3. ความสัมพันธ์ของขนาดอะตอมกับสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน	1. การชักเย่อ (เลือกใช้ในแผนฯ) 2. ความสัมพันธ์ของระยะทางในการเก็บสิ่งของแข่งกันกับปริมาณสิ่งของที่เก็บได้ (เลือกใช้ในแผนฯ โดยใช้การแข่งกันเก็บลูกอม) 3. ความสัมพันธ์ของระยะทางในการเก็บสิ่งของแข่งกันกับพลังงานที่ใช้ (เลือกใช้ในแผนฯ โดยใช้การแข่งกันเก็บลูกอม)
9. สมบัติและปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบตามคาบและหมู่	1. ธาตุกึ่งโลหะ	1. ลูกครึ่ง (เลือกใช้ในแผนฯ)
10. ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี	1. ลักษณะการสลายตัวแบบครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี	1. สถิติการโยนเหรียญ (เลือกใช้ในแผนฯ)

3) วิเคราะห์ความเหมาะสม และคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งเปรียบเทียบที่ยังไม่มีข้อมูลหรือมีข้อมูลแต่ไม่มีสมบัติความเหมือนมากเพียงพอแล้วนำไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ จำนวน 10 แผน ซึ่งสามารถกำหนดกิจกรรมการสอนแบบเปรียบเทียบได้ในหลายรูปแบบ โดยอาจมีลักษณะเป็นการเปรียบเทียบที่ไม่มีการระบุที่มา (simple analogy) การเปรียบเทียบที่มีการระบุที่มา (enriched analogy) หรือการเปรียบเทียบแบบผสม (extended analogy) ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและสิ่งเปรียบเทียบที่นำมาใช้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) โดยใช้การสอนแบบปกติสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 10 แผน โดยลำดับเนื้อหาและกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้เหมือนกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ และกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะในคู่มือครูวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 ของ สสวท.

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ และแบบปกติ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง โดยมีประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข และสิ่งที่ได้ปรับปรุงมีดังนี้

1) การเขียนสาระสำคัญควรระบุเฉพาะใจความสำคัญเป็นความเรียงสั้น ๆ ไม่ควรมีเนื้อความมากเกินไป ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ 20 แผน ให้มีความกระชับและครบถ้วน

2) การระบุมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ควรหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายแหล่ง เพื่อตรวจสอบให้ชัดเจนว่ามีมโนทัศน์ใดอีกบ้างที่อาจเป็นอุปสรรคในการเรียนของผู้เรียน และให้นำมาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งที่อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำและนำมาปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 สมบัติและปฏิกิริยาของธาตุและสารประกอบตามคาบและหมู่ ซึ่งเดิมผู้วิจัยเลือกใช้อาหารฟิวชันเป็นสิ่งเปรียบเทียบ แต่เมื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม พบว่า อาจมีนักเรียนไม่รู้จักอาหารฟิวชัน หรือรู้จักชื่อแต่ไม่เข้าใจส่วนประกอบทำให้อาจเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงได้เปลี่ยนสิ่งเปรียบเทียบเป็นคนที่เป็นลูกครึ่ง ซึ่งนักเรียนรู้จักดี และสามารถหาสื่อที่ให้นักเรียนสังเกตเห็นลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน

3) กิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรมอาจมีความไม่สะดวกต่อการจัดกิจกรรมในห้องเรียนขนาดปกติ ผู้วิจัยควรพิจารณาความเหมาะสมเพิ่มเติม เช่น กิจกรรม “กองเชียร์บอลไทย” ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน อาจต้องใช้พื้นที่กว้างมากและใช้เก้าอี้จำนวนมากเพื่อจำลองให้เป็นที่นั่งบนอัฒจันทร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนจากการใช้นักเรียนเป็นสิ่งเปรียบเทียบแทนอิเล็กตรอน เป็นการใช้สติ๊กเกอร์รูปคนติดบนแผ่นกระดาน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาเคมี ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม และความสอดคล้อง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ มาตรฐาน การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด และเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
คะแนน 3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
คะแนน 2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
คะแนน 1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ จำนวน 10 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 10 แผน ที่มีค่าคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ย 3.67–5.00 ไปใช้ในการวิจัย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.8 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยปรับแก้ความถูกต้องของเนื้อหา การแก้คำผิด และการเพิ่มเติมกิจกรรมใหม่ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงดังนี้

1) การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อเป็นสิ่งเปรียบเทียบในการสอนรูปด้วยแบบฟาร์ไกด์ควรคัดเลือกจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยเห็น หรือมีประสบการณ์ตรง และมีรูปร่างหรือรูปทรงสอดคล้องกับสิ่งที่สอน เพื่อป้องกันการเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไขโดยการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ให้มีลักษณะสอดคล้องกับสิ่งที่สอนมากที่สุด เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด มีการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมจากประป๋อง เป็นลูกปิงปอง เพื่อให้มีทรงกลมสอดคล้องกับนิวเคลียสที่อยู่ภายในอะตอม

2) การจัดพื้นที่ทำกิจกรรมควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับขนาดห้องเรียน และความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมมากขึ้น เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม มีการปรับเปลี่ยนการใช้เก้าอี้จำนวนมากในห้องเรียนแทนพื้นที่ในการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม เป็นการเขียนแผนผังลงในกระดาษแผ่นใหญ่และใช้การติดภาพลงไป ซึ่งใช้พื้นที่ในการทำกิจกรรมน้อยกว่า และนักเรียนได้ร่วมกิจกรรมกันอย่างทั่วถึง

3) การใช้คำถามกับนักเรียนต้องมีความกระชับ และควรคาดคะเนคำตอบที่นักเรียนอาจตอบได้ไว้อย่างหลากหลาย และวางแผนสำหรับคำตอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากประสบการณ์ของนักเรียนอาจแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดคำถามให้มีความกระชับ และคาดคะเนคำตอบอย่างหลากหลายในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหา หรือข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไข และปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามประเด็นต่อไปนี้

1) การใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ บางคาบเรียนสอนจบก่อนกำหนด บางคาบเรียนสอนไม่จบตามเนื้อหากำหนด ผู้วิจัยจึงได้กำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้นำผลจากการทดลองใช้ไปปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก ซึ่งใช้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยกว่าที่กำหนด โดยเพิ่มเติมการสรุปและเปรียบเทียบประเด็นเกี่ยวกับลักษณะของแบบจำลองอะตอมทั้ง 5 แบบ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ตารางธาตุและวิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ ซึ่งใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าที่กำหนด โดยปรับคำถามให้ความกระชับมากยิ่งขึ้น และมอบหมายให้นักเรียนเตรียมศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อนคาบเรียน

2) กิจกรรมบางกิจกรรมมีความวุ่นวาย เนื่องจากนักเรียนต้องร่วมกิจกรรมทุกคน ผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งและขอบเขตของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมให้ชัดเจน เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน ซึ่งนักเรียนจะต้องทำ กิจกรรม “แคนดี้ฮันเตอร์” โดยในแต่ละรอบของกิจกรรม ครูจะสุ่มนักเรียนมาแข่งขันเก็บลูกอม ในขณะที่สมาชิกในกลุ่มที่เหลือจะเป็นกองเชียร์ ซึ่งในขณะทำกิจกรรมนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวแทนจะล้ำเข้ามาในบริเวณที่ตัวแทนกลุ่มกำลังแข่งขันอยู่ ทำให้นักเรียนที่ทำกิจกรรมอยู่เกิดความไม่สะดวก และครูผู้สอนไม่สามารถมองเห็นการทำกิจกรรมได้ทั่วถึง เป็นผลให้จับเวลาในการทำกิจกรรมเกินไปจากความเป็นจริง ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีการกำหนดขอบเขตการทำกิจกรรม และขอบเขตที่กองเชียร์สามารถอยู่ได้ และกำหนดข้อตกลงร่วมกันกับนักเรียนก่อนการทำกิจกรรมนั้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของมโนทัศน์ที่สอน ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน รวมไปถึงบริบทอื่น ๆ เช่น ระยะเวลา สถานที่เรียน และสื่อการเรียนรู้อื่น ๆ จำแนกตามมโนทัศน์ที่สอนดังต่อไปนี้

1) มโนทัศน์ เรื่อง ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสัน เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “ขนมพุดดิ้งลูกพลัม” เป็น “ผลแก้วมังกร” เนื่องจาก เป็นผลไม้ที่นักเรียนรู้จักและเคยเห็นลักษณะด้านในของผล

2) มโนทัศน์ เรื่อง ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “ผลพีช” เป็น “ผลแอปเปิ้ล” เนื่องจาก เป็นผลไม้ที่นักเรียนรู้จักและเคยเห็นลักษณะด้านในของผล

3) มโนทัศน์ เรื่อง การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “การปาลูกดอก” เป็น “การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง” เนื่องจากลูกบอลและปิงปองเป็นทรงกลม จึงมีรูปทรงคล้ายคลึงกลับอนุภาคแอลฟาและนิวเคลียสของทองคำมากกว่าลูกดอกซึ่งมีลักษณะเรียวยาว

4) มโนทัศน์ เรื่อง ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของโบร์ เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “กะหล่ำปลี” เป็น “หัวหอม” เนื่องจาก หัวหอมมีลักษณะภายในเป็นชั้น ๆ ชัดเจนกว่ากะหล่ำปลี และมีความสม่ำเสมอ สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน

5) มโนทัศน์ เรื่อง ลักษณะของการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมรูปแบบต่าง ๆ ใช้สิ่งเปรียบเทียบเดิม คือ การจัดกองเชียร์ที่นั่งบนอัฒจันทร์เพื่อชมกีฬาในกิจกรรม “กองเชียร์บอลไทย” โดยเปลี่ยนวิธีการจากการใช้เก้าอี้จำนวนมากเพื่อจำลองให้เป็นที่นั่งบนอัฒจันทร์ เป็น การใช้สติ๊กเกอร์รูปคนติดบนแผ่นกระดาน เนื่องจาก ใช้พื้นที่ในการจัดกิจกรรมน้อยและสะดวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่า

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6) มโนทัศน์ เรื่อง วิธีการจัดหมวดหมู่ธาตุของนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “การจำแนกบัตรคำ” เป็น การจำแนกประเภทสัตว์ในกิจกรรม “Monster organization” เนื่องจาก นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่รู้จักหรือเคยเล่นการ์ดเกมมาก่อน การจัดกิจกรรมโดยใช้การ์ดเกมมาเป็นสิ่งเปรียบเทียบจึงสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และน่าจะเหมาะสมกว่าการใช้บัตรคำที่มีแต่ข้อมูลจริงของธาตุชนิดต่าง ๆ

7) มโนทัศน์ เรื่อง ขนาดอะตอม รัศมีไอออนและพลังงานไอออไนเซชัน เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “ขนาดฝูงชนที่ห้อมล้อมดารา” และ “การออกจากลานจอดรถรอบ ๆ สนามกีฬา” เป็น “สถานการณ์สมมติแม่หมาเลี้ยงลูกหมา” ให้สามารถใช้สถานการณ์เพียงสถานการณ์เดียวในการเปรียบเทียบสิ่งที่สอนทั้ง 3 ประเด็น คือ ขนาดอะตอม รัศมีไอออนและพลังงานไอออไนเซชัน ให้สอดคล้องกันไปตามลำดับในคาบเรียนเดียวกัน เพื่อป้องกันการสับสนของนักเรียน

8) มโนทัศน์ เรื่อง ความหมายของอิเล็กโทรเนกาติวิตี เปลี่ยนจากการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ “การชักเย่อ” เป็น “การแข่งกันเก็บลูกอม” ในกิจกรรม แคนดี้ ฮันเตอร์ ให้สามารถใช้สถานการณ์เพียงสถานการณ์เดียวในการเปรียบเทียบสิ่งที่สอนทั้ง 3 ประเด็น คือ ความหมายของอิเล็กโทรเนกาติวิตี ความสัมพันธ์ของขนาดอะตอมกับอิเล็กโทรเนกาตีวิตี และความสัมพันธ์ของขนาดอะตอมกับสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนให้สอดคล้องกันไปตามลำดับในคาบเรียนเดียวกัน เพื่อป้องกันการสับสนของนักเรียน

3.2 **แบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ**

แบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) วิธีการสร้างแบบทดสอบ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.2.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบด้านความรู้และทักษะกระบวนการ โดยพิจารณาจากความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Klopfer (ธงชัย ชิวปรีชา, 2536) ซึ่งแบ่งประเภทของความรู้และทักษะที่ต้องการวัดเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ 4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยจำแนกตามผลการเรียนรู้รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4) เรื่อง อะตอมและสมบัติของอะตอม จำนวน 8 ข้อ ดังนี้

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมด้านความรู้และทักษะกระบวนการ

ตัวชี้วัด	ความรู้และทักษะกระบวนการ				รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการ	
1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐานการทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	1 (ข้อ 4)	2 (ข้อ 1 และ 3)	-	1 (ข้อ 2)	4
2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุและระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	-	3 (ข้อ 5, 6 และ 7)	-	-	3

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตัวชี้วัด	ความรู้และทักษะกระบวนการ				รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการ	
3. อธิบาย และเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ	-	1 (ข้อ 9)	2 (ข้อ 8 และ 10)	-	3
4. ระบุหมู่คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของธาตุเรพรีเซนเททีฟและธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ	-	-	2 (ข้อ 11 และ 12)	-	2
5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ	-	2 (ข้อ 14 และ 15)	1 (ข้อ 13)	-	3
6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ	-	-	-	1 (ข้อ 16)	1
7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี	-	2 (ข้อ 17 และ 18)	1 (ข้อ 19)	-	3
8. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	1 (ข้อ 20)	-	-	-	1
รวม	**2**	**10**	**6**	**2**	**20**

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.2.3 สร้างแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ จากที่ต้องการใช้จริงจำนวน 20 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อครอบคลุมในแต่ละตัวชี้วัด

3.2.4 นำแบบทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขดังประเด็นต่อไปนี้

1) ลักษณะข้อสอบบางข้อยังไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยควรวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และนำไปกำหนดแนวทางการสร้างข้อสอบใหม่ที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงข้อสอบบางข้อให้มีพฤติกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1

2) ภาษาของการใช้คำถามในข้อสอบบางข้อเข้าใจได้ยาก ผู้วิจัยควรปรับปรุงภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้น และมีความหมายไม่กำกวม ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้คำใหม่ในข้อคำถามบางข้อเพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น

3.2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิชาเคมี ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล โดยประเมินค่าความเหมาะสม และความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1	เมื่อ	แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
0	เมื่อ	ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
-1	เมื่อ	แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.2.6 นำผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ย 0.67–1.00 เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

3.2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้อง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี

3.2.8 นำแบบทดสอบมาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบ เกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ, 2543) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจ จำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศ, 2543) ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าคะแนนความยากง่ายตั้งแต่ 0.41–0.64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23–0.41 เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

3.2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

3.2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป โดยใช้ในการทดสอบก่อนเรียน และการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1

3.2.12 จัดทำแบบทดสอบวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชุดที่ 2 (ฉบับคู่ขนาน) ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบหลังเรียน และการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

4. **วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยนี้มีวิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรม และบทบาทของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมในการจัดการเรียนการสอน

4.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5, 4/6 และ 4/7 ของโรงเรียน ซึ่งเป็นห้องเรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต แบบปกติ ที่ไม่ได้ผ่านการคัดเลือกเข้าสังกัดห้องเรียนด้วยเงื่อนไขพิเศษ และเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุง และแก้ไขแล้ว คะแนนที่ได้จากการทดสอบนี้ผู้วิจัยจะนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เพื่อคัดเลือกนักเรียน 2 ห้องที่มีคะแนนเฉลี่ยการสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และ 4/6 มีคะแนนเฉลี่ยการสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงได้ทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และ กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติข้างต้นแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	*t*	*p*
กลุ่มทดลอง	20	4.73	1.367	.209	.835
กลุ่มควบคุม	20	4.66	1.599		

*$p<.05$

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ในวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ ใช้เวลาสอน 10 ครั้ง รวม 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งสองกลุ่ม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

4.4 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบชุดคู่ขนาน (ชุดที่ 2) ทันทีหลังการจัดการเรียนรู้ หลังจากนั้น 2 สัปดาห์ ทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบชุดปกติ (ชุดที่ 1) และหลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ ทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (ชุดที่ 2) โดยผู้วิจัยไม่แจ้งให้นักเรียนทราบก่อนล่วงหน้า

4.5 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบไปวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. **การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 **สถิติพื้นฐาน**

5.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\overline{X}$)

5.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.2 **สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ**

5.2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

5.2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (Whitney & Sabers)

5.2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

5.3 **สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน**

5.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบ independent-sample t-test เพื่อตรวจสอบความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความคงทนในการเรียนรู้ ดำเนินการโดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการดังนี้

1) การทดสอบ paired-sample t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน กับการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (ภายหลัง 2 สัปดาห์) และ ครั้งที่ 2 (ภายหลัง 4 สัปดาห์) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนจากการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ 2 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ และตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยเก็บคะแนนจากแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คะแนน และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง ผู้วิจัยเก็บคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีฉบับคู่ขนาน จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน และวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อนำคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบ โดยนำมาทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) กับกลุ่มควบคุม (n = 38)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	*t*	*p*
กลุ่มทดลอง	20	14.76	1.739	6.002	.000*
กลุ่มควบคุม	20	11.76	2.519		

*$p<.05$

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเท่ากับ 14.76 คะแนน และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเท่ากับ 11.76 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน และทำการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีโดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนสอบหลังเรียน คะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (ภายหลังสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์) และคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 (ภายหลังสอบหลังเรียน 4 สัปดาห์) เพื่อนำคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนและคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ทั้ง 2 ครั้ง โดยนำมาทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที (paired-sample t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1. การทดสอบ paired-sample t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (ภายหลัง 2 สัปดาห์) และครั้งที่ 2 (ภายหลัง 4 สัปดาห์) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (ภายหลังสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์) และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 (ภายหลังสอบหลังเรียน 4 สัปดาห์) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) และกลุ่มควบคุม (n = 38)

กลุ่มตัวอย่าง	**คะแนนสอบ**	**คะแนนเต็ม**	$\bar{X}$	**S.D.**	*t*	*p*
กลุ่มทดลอง	สอบหลังเรียน	20	14.76	1.739	2.744	.009*
	ความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1	20	14.32	2.322		
	สอบหลังเรียน	20	14.76	1.739	3.571	.001*
	ความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2	20	14.16	2.328		
กลุ่มควบคุม	สอบหลังเรียน	20	11.76	2.519	5.811	.000*
	ความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1	20	10.95	2.691		
	สอบหลังเรียน	20	11.76	2.519	8.089	.000*
	ความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2	20	10.53	2.901		

*$p<.05$

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.76 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 14.32 และ 14.16 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนจากการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ทั้ง 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองไม่มีความคงทนในการเรียนรู้

นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 11.76 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 10.95 และ 10.53 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนจากการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ทั้ง 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองไม่มีความคงทนในการเรียนรู้

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนจากการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ 2 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (ภายหลังสอบ หลังเรียน 2 สัปดาห์) และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 (ภายหลังสอบหลังเรียน 4 สัปดาห์) ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของคะแนนสอบหลังเรียน คะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 37) กับกลุ่มควบคุม (n = 38)

คะแนนสอบ	**กลุ่มตัวอย่าง**	$\bar{X}$	**S.D.**	*F*	*P*
ความคงทนฯ ครั้งที่ 1	กลุ่มทดลอง	14.32	2.322	.274	.602
	กลุ่มควบคุม	10.95	2.691		
ความคงทนฯ ครั้งที่ 2	กลุ่มทดลอง	14.16	2.328	.802	.373
	กลุ่มควบคุม	10.53	2.901		

*$p<.05$

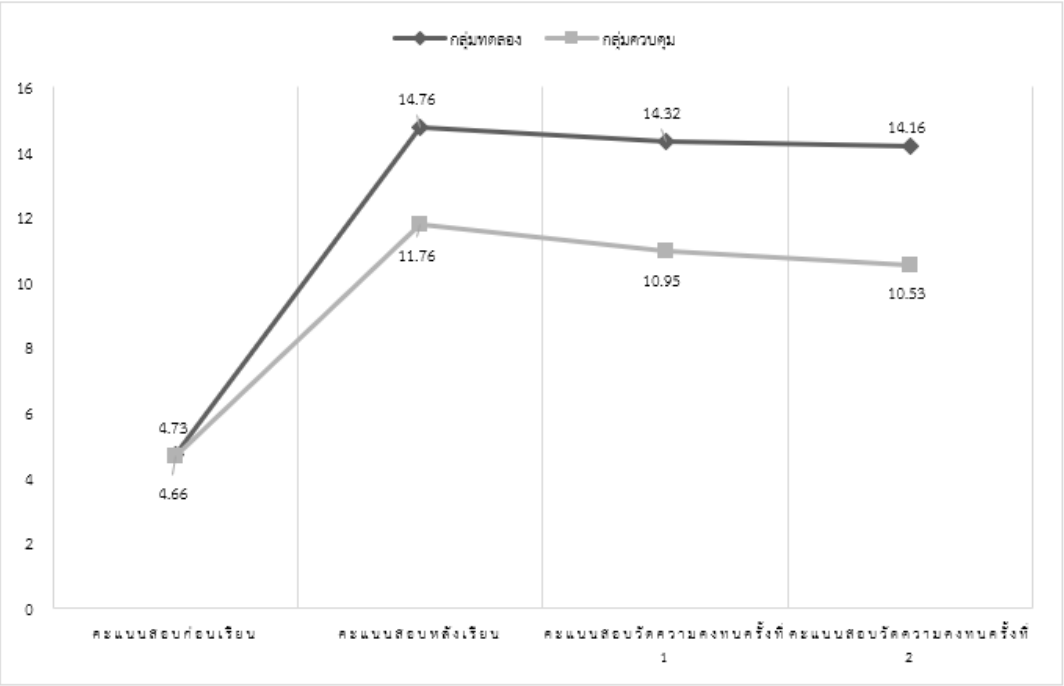
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบความคงทนครั้งที่ 1 เท่ากับ 14.32 และ 10.95 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.322 และ 2.691 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของคะแนนพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบความคงทนครั้งที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบความคงทนครั้งที่ 2 เท่ากับ 14.16 และ 10.53 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.328 และ 2.901 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของคะแนนพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบความคงทนครั้งที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบ จะได้ข้อมูลดังภาพที่ 4

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8



ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงคะแนนสอบเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติ

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการทดสอบ 4 ครั้ง ได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งพบว่า

จากการทดสอบหลังเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.76 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 10.03 คะแนน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.76 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.10 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.32 และ 14.16 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 0.44 และ 0.60 คะแนน ตามลำดับ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.95 และ 10.53 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 0.81 และ 1.23 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ลดลงน้อยกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) มีวัตถุประสงค์การวิจัย 2 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลข้อมูล สามารถนำมาสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 75 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงจากการเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นสุ่มอย่างง่ายได้ห้องเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน ใช้เวลาในการทดลองสอนทั้งสิ้น 10 ครั้ง ครั้งละ 1-2 ชั่วโมง รวม 6 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผน การจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นได้

สาเหตุที่ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีผลสัมฤทธิ์สูง เนื่องจากรูปแบบฟาร์ไกด์นี้มีลักษณะเป็นรูปแบบหนึ่งการสอนแบบเปรียบเทียบ (anology approach) ที่ผู้สอนได้เตรียมเนื้อหาสาระ และคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) มาใช้เพื่ออธิบายมโนทัศน์วิชาเคมี (target) อย่างเป็นระบบ โดยการพิจารณาความเหมือนของสิ่งเปรียบเทียบและสิ่งที่จะสอนตั้งแต่รูปลักษณ์ภายนอกจนถึงคุณสมบัติภายในของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งสามารถได้ข้อมูลจากหลายแหล่ง ทั้งประสบการณ์ของครูผู้สอนเอง เอกสารและสื่อออนไลน์ ตลอดจนความคิดเห็นและประสบการณ์ของครูอาวุโสและนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาเหล่านั้นมาก่อนแล้ว ทำให้ได้มาซึ่งสิ่งเปรียบเทียบที่มีลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกับสิ่งที่จะสอนมากที่สุด และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีซึ่งมีธรรมชาติของการศึกษายากต่อการทำความเข้าใจ และมีความเป็นนามธรรมสูง โดยเฉพาะเนื้อหาระดับอนุภาคและเนื้อหาเชิงสัญลักษณ์ ลักษณะการจัดการเรียนรู้เช่นนี้สอดคล้องกับแนวคิดที่นักการศึกษา (Curtis & Reigeluth, 1984, Duit, 1991, Glynn, 1991) เสนอไว้ว่า การสอนด้วยการเปรียบเทียบโดยการใช้สิ่งต่าง ๆ ที่ง่าย บุคคลคุ้นเคย และ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

มีความเป็นรูปธรรมมาเปรียบเทียบจะช่วยให้เข้าใจมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรม หรือยากในการทำความเข้าใจ

อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ระยะ Focus ครูผู้สอนจะต้องวิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งเปรียบเทียบกับสิ่งที่จะสอนไว้ด้วย เพื่อนำข้อมูลไปอภิปรายเพิ่มเติมขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะ Reflection อันเป็นส่วนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความระมัดระวังในการจดจำ หรือทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยการใช้สิ่งเปรียบเทียบที่ครูเสนอให้ในแต่ละคาบเรียน จึงช่วยเน้นย้ำความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้ จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระของวิชาเคมี และส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาสาระ โดยยกตัวอย่างพฤติกรรมตามองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละด้านได้ดังนี้

พฤติกรรมด้านความรู้ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำแบบฝึกหัด และตอบคำถามในห้องเรียน เกี่ยวกับข้อความรู้ระดับความจำได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังแสดงออกจากพฤติกรรมที่นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถระบุชื่อของนักวิทยาศาสตร์ และเรียงลำดับวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม และวิวัฒนาการของตารางธาตุได้ถูกต้อง บอกชื่ออุปกรณ์และวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุได้ถูกต้อง สามารถบอกชื่อกฎหรือทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของธาตุในตารางธาตุได้สอดคล้องกัน ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุชื่อของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและตารางธาตุได้อย่างถูกต้อง มีการเรียงลำดับวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม และวิวัฒนาการของตารางธาตุสลับกัน ไม่สามารถบอกชื่ออุปกรณ์หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุได้อย่างถูกต้อง และไม่สามารถบอกชื่อกฎหรือทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของธาตุในตารางธาตุได้ เป็นต้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

พฤติกรรมด้านความเข้าใจ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุที่ครูมอบหมายให้ทำได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม โดยสามารถระบุรายละเอียดขององค์ประกอบของโครงสร้างอะตอมแต่ละแบบได้อย่างชัดเจน มีการระบุข้อเหมือนข้อต่างของแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมจะสามารถตอบคำถามได้เพียงบางประเด็นเท่านั้น และระบุข้อเหมือนข้อต่างของแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบได้ไม่ครบถ้วนและถูกต้อง ดังจะเห็นได้จากการที่นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถระบุได้ว่า โครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันเรียกว่า “นิวเคลียส” อยู่บริเวณกลางอะตอม และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบ ๆ ขณะที่โครงสร้างอะตอมของโบร์จะประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันเรียกว่า “นิวเคลียส” อยู่บริเวณกลางอะตอม และมีอิเล็กตรอนอยู่เป็นชั้น ๆ รอบนิวเคลียส ดังนั้น ข้อเหมือนของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดกับแบบจำลองอะตอมของโบร์ก็คือตำแหน่งของโปรตอนและนิวตรอนในอะตอม ส่วนข้อต่างก็คือตำแหน่งและลักษณะการจัดเรียงของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมไม่สามารถตอบได้ว่าแบบจำลองอะตอมของโบร์ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนเช่นเดียวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดกับโบร์มีตำแหน่งที่อยู่ของอนุภาคมูลฐานแต่ละชนิดเหมือนและต่างกันอย่างไร

พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถอธิบายวิธีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับอะตอมและตารางธาตุได้อย่างเป็นขั้นตอน และบอกเหตุผลในการปรับเปลี่ยนความรู้หรือวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ยังมีความสับสนในการอธิบายวิธีการ และไม่สามารถบอกเหตุผลในการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ในการถามคำถามเพื่อทบทวนบทเรียนเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ ในขั้นนำของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมดสามารถเรียงลำดับวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมที่ได้เรียนรู้มา โดยการอธิบายเชื่อมโยงกับหลักฐานจากการทดลองและการแปลความหลักฐานเพื่อสร้างแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบจำลองอะตอมของดอลตัน แบบจำลองอะตอมของทอมสัน และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ตามลำดับ และสามารถอธิบายได้ว่า การปรับเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมเป็นผลมาจากการศึกษาของ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

นักวิทยาศาสตร์ โดยแบบจำลองอะตอมของทอมสันเป็นผลมาจากการค้นพบอิเล็กตรอนของทอมสัน และโปรตอนของโกลด์สไตน์จากการศึกษาด้วยหลอดรังสีแคโทด และแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดเป็นผลมาจากการศึกษาด้วยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และมีลำแสงจำนวนหนึ่งเกิดการสะท้อนกลับไปตกยังฉากเรืองแสงด้านหน้าของแผ่นทองคำนั้น ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวนมากไม่สามารถเรียงลำดับวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม 3 แบบที่เคยได้เรียนรู้มาได้ และไม่สามารถอธิบายเหตุผลใน การปรับเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมว่าเป็นผลมาจากการศึกษาใด และนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาคือท่านใดได้ หรือมีการอธิบายผิดว่า แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดเป็นผลมาจากการค้นพบอิเล็กตรอนของทอมสันและโปรตอนของโกลด์สไตน์จากการศึกษาด้วยหลอดรังสีแคโทด

นอกจากนี้ การที่นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถระบุข้อเหมือนและข้อต่างของแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้ และระบุข้อเหมือนและข้อต่างของกฎหรือทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของอะตอมได้นั้น แสดงให้เห็นถึงการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกของนักเรียนกลุ่มทดลองได้ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งไม่สามารถระบุข้อเหมือนและข้อต่างของแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้ และไม่สามารถระบุข้อเหมือนและข้อต่างของกฎหรือทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของอะตอมได้ จึงแสดงให้เห็นถึงการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกของนักเรียนกลุ่มทดลอง

พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถตอบคำถามที่ต้องนำความรู้และทักษะกระบวนการไปประยุกต์ใช้ได้ในรูปแบบโจทย์ที่หลากหลาย เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตี นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถอธิบายได้ว่า ขนาดอะตอมมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีซึ่งเป็นค่าความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถนำความรู้ความเข้าใจที่เคยได้เรียนรู้ไปใช้ต่อยอดอธิบายเพื่อตอบคำถามที่มีความยากมากขึ้นได้ นักเรียนสามารถโต้ตอบและอภิปรายความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียนได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมจะตอบคำถามต้องนำความรู้และทักษะกระบวนการไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบโจทย์ใหม่ได้ไม่หลากหลาย ไม่สามารถโต้ตอบและอภิปรายความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียนได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ครูต้องบอกใบ้หรืออธิบายซ้ำเพื่อเป็นการช่วยทบทวนให้กับนักเรียน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากผลการทดสอบทางสถิติที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ที่สูงกว่า และการสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความรู้ความใจเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนกลุ่มทดลองที่กล่าวไปข้างต้น อาจเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์จะต้องเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนและภาระงานที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยในระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) นักเรียนจะได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) (Treagust,1998) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีโอกาสได้พิจารณาความสัมพันธ์ของลักษณะ หรือคุณสมบัติระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งเปรียบเทียบที่ครูเสนอให้ อันเป็นการเชื่อมช่องว่างระหว่างความรู้หรือประสบการณ์ที่นักเรียนทราบแล้วกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล (นุชลี อุปภัย, 2558) ทำให้เรียนรู้เพื่อผู้เรียนจะได้มีความเข้าใจและจดจำเนื้อหาใหม่ได้ดีขึ้น สามารถจดจำรายละเอียดของเนื้อหาที่ยากและเป็นนามธรรมได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ทั้งยังสามารถระบุรายละเอียดของมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) ได้หลากหลายประเด็นซึ่งครบถ้วนตามมโนทัศน์ของผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ และในระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) ผู้เรียนจะได้ร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ว่ามีความชัดเจน และมีประโยชน์ หรือทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อการใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) เพื่ออธิบายมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทำให้มีเห็นถึงมุมมองที่แตกต่าง เห็นประโยชน์ของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่มีต่อการจดจำและทำความเข้าใจเนื้อหา รวมไปถึงข้อจำกัดบางประการของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่อาจทำให้เกิดเกิดความสับสน หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

นอกจากนี้ ผลการวิจัยข้างต้นยังมีความสอดคล้องกับผลการวิจัย เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งพบว่า ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อนทุกมโนทัศน์ และไม่มีมโนทัศน์ใดที่นักเรียนเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์ แต่หลังการจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์ จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับที่คลาดเคลื่อนลดลง และนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์ และระดับที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น (เฟื่องฟ้า บุญกอง และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2559) ซึ่ง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

เป็นการศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยได้นำการสอนรูปแบบฟาร์ไกด์ ซึ่งเป็นจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบรูปแบบหนึ่งที่มีการพัฒนาให้มีขั้นตอนในการเตรียมการสอน และขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ซึ่งมีการปรับปรุงเนื้อหาบางส่วน ทำให้มีเนื้อหาแตกต่างไปจากหลักสูตรเดิม เช่น เพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุกัมมันรังสี และลดเนื้อหาเกี่ยวกับแนวโน้มจุดเดือด จุดหลอมเหลว และเลขออกซิเดชันออกไป พบว่า การสอนรูปแบบฟาร์ไกด์หรือการสอนแบบเปรียบเทียบยังคงเป็นรูปแบบการสอนที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์เกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุได้ดี ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมตามผลการวิจัย

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณารูปแบบของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่นำมาใช้จัดการเรียนรู้รูปแบบ ฟาร์ไกด์แล้ว พบว่า การใช้สิ่งเปรียบเทียบที่เป็นวัตถุที่มองเห็นได้ชัดเจนในการอธิบายมโนทัศน์ระดับอนุภาคทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น เช่น การใช้ผลไม้ชนิดต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบกับลักษณะของแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ หรือการใช้การแข่งขันเก็บลูกอมในกิจกรรม “Candy hunter” เพื่อเปรียบเทียบกับค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี หรือความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอม ซึ่งสังเกตได้ว่า นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบ หรืออธิบายเหตุผลและแนวโน้มของสมบัติของธาตุได้ครบถ้วนและถูกต้อง ส่วนการใช้สิ่งเปรียบเทียบที่เป็นสถานการณ์สมมติในการอธิบายมโนทัศน์ที่เป็นกระบวนการ หรือกลไกเกี่ยวกับสมบัติของอะตอม ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์สมมติที่เป็นสิ่งเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่เรียนได้ดีเท่าที่ควร เช่น การใช้เงื่อนไขหลายแบบในการแบ่งหมวดหมู่สัตว์ชนิดต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบกับการแบ่งหมวดหมู่ของธาตุ หรือการใช้เงื่อนไขหลายแบบในการจัดคนนั่งเชียร์ฟุตบอล ในการเปรียบเทียบกับหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ ซึ่งสังเกตได้ว่า นักเรียนจำนวนหนึ่งไม่สามารถอธิบายที่มาและหลักการในการแบ่งหมวดหมู่ของธาตุหรือการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ มีความสับสนในสถานการณ์ที่ครูนำมาเปรียบเทียบ และไม่สามารถเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่เรียนได้ดี

CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8
3892616966

2. ความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมี และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาเคมีได้เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิจัยข้างต้น ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระบบของการจำนั้นเริ่มแรกเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกสัมผัสรับประสบการณ์ใหม่ ส่งผ่านกระบวนการรับรู้เข้าไปสู่สมอง และสมองนั้นจะเก็บรวบรวม และจดจำสิ่งนั้นไว้เป็นความจำระยะสั้น เมื่อมีการทบทวนความรู้นั้นบ่อย ๆ ความจำก็จะฝังตัวเป็นความจำที่คงทนถาวร สามารถรื้อฟื้นหรือจดจำแต่ถ้าไม่มีการทบทวน ความจำระยะสั้นก็จะสลายตัวไป (Atkinson & Shiffrin, 1968) ซึ่งแม้ว่าในระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) ของรูปแบบฟาร์ไกด์จะมีการวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ว่ามีประเด็นใดที่มีความชัดเจนหรือประเด็นใดที่ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง ก็ไม่ได้มีกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาซ้ำ ๆ อีก จึงอาจเป็นสาเหตุให้นักเรียนไม่สามารถจดจำความรู้นั้นได้ในระยะยาว

อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สถิติเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้จากข้อสอบจำนวน 20 ข้อโดยจำแนกตามลักษณะของเนื้อหาที่เป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อยของหน่วยการเรียนรู้ บทที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 2 ส่วน ได้แก่ เนื้อหาสาระเกี่ยวกับอะตอม (ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ) และเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ (ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ) โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนสอบหลังเรียนส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 7.97 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม เฉลี่ยเท่ากับ 8.11 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม เฉลี่ยเท่ากับ 8.08 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และ 2 เฉลี่ยไม่แตกต่างจากคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มีความคงทนในการเรียนรู้ในส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนสอบหลังเรียนส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุของกลุ่มทดลอง พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.78 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เฉลี่ยเท่ากับ 6.22 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เฉลี่ยเท่ากับ 6.08 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และ 2 เฉลี่ยแตกต่างจากคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ไม่มีความคงทนในการเรียนรู้ในส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ

2. นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนสอบหลังเรียนส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอมเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม เฉลี่ยเท่ากับ 5.82 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม เฉลี่ยเท่ากับ 5.53 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และ 2 เฉลี่ยแตกต่างจากคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียนรู้ในส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอม

เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนสอบหลังเรียนส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุของนักเรียนกลุ่มควบคุม พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.68 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เฉลี่ยเท่ากับ 5.13 คะแนน และมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 ส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ เฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คะแนน ซึ่ง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 และ 2 เฉลี่ยแตกต่างจากคะแนนสอบหลังเรียนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียนรู้ในส่วนเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ

จากผลการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้โดยจำแนกตามเนื้อหา 2 เรื่องข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอมนั้น สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากเนื้อหาในเรื่อง อะตอม เป็นเนื้อหาเคมีระดับอนุภาค มีความเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน การใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์จึงน่าจะสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้ได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แต่ในส่วนของเนื้อหาในเรื่อง สมบัติของธาตุ นั้น ประกอบไปด้วยเนื้อหาเคมีระดับอนุภาค และข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของธาตุชนิดต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งนักเรียนจะต้องเรียนรู้ หรือจดจำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ประกอบกับการใช้ประสบการณ์ตรงส่วนบุคคลที่มีต่อสมบัติของธาตุด้านต่าง ๆ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ซึ่งมีลักษณะเป็นการสอนแบบเปรียบเทียบจึงอาจไม่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้เท่าที่ควร เมื่อนำคะแนนการทดสอบเนื้อหาทั้ง 2 ส่วนมารวมกัน และวิเคราะห์ทางสถิติ จึงทำให้ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความคงทนในการเรียนรู้

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อพิจารณาลักษณะของเนื้อหาจำแนกตามเนื้อหาเกี่ยวกับอะตอมและเนื้อหาเกี่ยวกับสมบัติของธาตุ พบว่า เนื้อหาเรื่อง สมบัติของธาตุมีธรรมชาติของเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นข้อความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว (fact) เป็นส่วนประกอบอยู่จำนวนมาก เช่น เนื้อหาเกี่ยวกับตารางธาตุ สมบัติของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุแทรนซิชัน และธาตุกัมมันตรังสี เป็นต้น ในขณะที่เนื้อหาเรื่องอะตอม มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นข้อความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี และลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ เช่น แบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์นิวเคลียร์ และการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ เป็นต้น จึงอาจสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์นั้นช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ในความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยวได้น้อยกว่าความรู้ประเภทอื่น ๆ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

นอกจากนี้ ยังพบว่า เมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ยังมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความคงทนในการเรียนรู้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ส่วนใหญ่มีความสามารถในการจดจำเนื้อหาของคาบเรียนก่อนหน้าและตอบคำถามที่ครูผู้สอนทบทวนความรู้ได้ เช่น ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก มีการทบทวนข้อความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้แบบจำลองอะตอมของโบร์ และแบบกลุ่มหมอกนั้น นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถตอบคำถามได้เป็นจำนวนมาก และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน มีการถามคำถามในชั้นเรียนเกี่ยวกับขนาดอะตอม เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนและอิเล็กโทรเนกาติวิตี พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถตอบคำถามได้ดีมาก เช่น สามารถบอกได้ว่าขนาดอะตอมมีความสัมพันธ์กับรัศมีอะตอม และขึ้นอยู่กับชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของอะตอมนั้นด้วย อีกทั้งยังสามารถอธิบายแนวโน้มของขนาดอะตอมตามตารางธาตุได้ว่า ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีขนาดอะตอมเล็กไปใหญ่จากบนลงล่างของตารางธาตุ เนื่องจากมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนหลายระดับพลังงานสูงขึ้นตามลำดับ และธาตุในคาบเดียวกันจะมีขนาดอะตอมใหญ่ไปเล็กจากซ้ายไปขวา เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนกับอิเล็กตรอนมากขึ้นจากซ้ายไปขวาของตารางธาตุ ในขณะที่การสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามได้ ทำให้ครูผู้สอนต้องสอนทบทวนให้อีกครั้งก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมายิ่งขึ้น

จากการสังเกตพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความคงทนในการเรียนรู้เกี่ยวกับอะตอมและสมบัติของธาตุของนักเรียนกลุ่มทดลองที่กล่าวไปข้างต้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการจดจำเนื้อหาที่เคยเรียนรู้มาก่อนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ จะต้องเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนและภาระงานที่เอื้อต่อการจดจำเนื้อหาและมีความคงทนในการเรียนรู้ โดยในระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ (Focus) ครูผู้สอนจะต้องวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่เข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม ประกอบการพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษา และทำการคัดเลือกสิ่ง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ (analog) ร่วมกับครูผู้สอนเคมีที่มีประสบการณ์สอนและนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาในเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ (Treagust, 1998) ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และ การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้และนำผลมาพิจารณาความเหมาะสมของสิ่งเปรียบเทียบดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ คือ มีการจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) คือครูผู้สอนได้วิเคราะห์และคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบที่เหมาะสมมาใช้ในการสอนเปรียบเทียบ (วราภรณ์ บุญสุข, 2546) และในระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Action) นักเรียนจะได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความต่างระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับมโนทัศน์ที่ศึกษา (target) (Treagust, 1998) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสสร้างสื่อสัมพันธ์ (mediation) ระหว่างสิ่งเปรียบเทียบกับสิ่งที่เรียน และใช้หลักการจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (logical memory) โดยจะต้องใช้จินตนาการ (imagery) ในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ (วราภรณ์ บุญสุข, 2546)

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี วิทยาศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ ควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของรูปแบบการสอนแบบฟาร์ไกด์ ขั้นตอน และวิธีการในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้วิชาเคมี และควรเลือกใช้กับเนื้อหาที่เหมาะสม คือ เนื้อหามีลักษณะเป็นนามธรรม และทำความเข้าใจได้ยาก แต่มีลักษณะสอดคล้องเหมาะสมกับสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่นักเรียนรู้จักหรือมีประสบการณ์ และควรระมัดระวังในการเลือกใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับความจริงเดี่ยว (fact) หรืออาจเพิ่มเติมวิธีการหรือเทคนิคบางประการเพื่อช่วยส่งเสริมให้สามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับความจริงเดี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

1.2 รูปแบบการสอนแบบฟาร์ไกด์จะต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเสมอ และควรเลือกใช้สิ่งเปรียบเทียบที่สอดคล้องกับประสบการณ์โดยตรงของนักเรียน จึงจะสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องตรวจสอบประสบการณ์เดิมของนักเรียนว่านักเรียนรู้จัก หรือเคยพบสิ่งเปรียบเทียบที่จะนำมาใช้ในการสอนหรือไม่ และพิจารณาคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบที่จะใช้อย่างถี่ถ้วนถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่สอน พิจารณาความเหมือนและความแตกต่างในทุก ๆ คุณสมบัติ และความสะดวกในการนำไปใช้ในห้องเรียนจริง นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog) จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น จากสื่อออนไลน์ แบบเรียนไทยและต่างประเทศ และบุคคลที่มีประสบการณ์เป็นต้น และมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมร่วมกันระหว่างครูผู้สอน ครูผู้มีประสบการณ์ นักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหา เกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของการนำสิ่งเปรียบเทียบ (analog) นั้นไปใช้เปรียบเทียบกับสิ่งที่สอน (target)

1.3 รูปแบบการสอนแบบฟาร์ไกด์จัดเป็นรูปแบบการสอนเปรียบเทียบรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจะต้องมี การใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) เพื่อเชื่อมโยงสู่เนื้อหาที่สอน (target) จึงอาจทำให้มีข้อจำกัดในการเชื่อมโยงข้อเหมือนในการทำความเข้าใจเนื้อหา ทำให้นักเรียนอาจเข้าใจเนื้อหาคลาดเคลื่อน ครูผู้สอนควรมีการติดตาม ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเพื่อส่งเสริมให้ การจัดการเรียนรู้เป็นได้ประสิทธิภาพสูงสุด

1.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์มักใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้สอนจึงควรวางแผนการใช้เวลาในการทำกิจกรรมให้รอบคอบ เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและครบถ้วน หรือหากบทเรียนใดที่มีเนื้อหาปริมาณมาก แต่มีระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้น้อย ครูผู้สอนสามารถใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่ไม่เข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาในคาบเรียน เพื่อเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องได้มากยิ่งขึ้นได้

1.5 ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยสามารถเพิ่มช่วงเวลาในการทบทวนบทเรียน ภายหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำ ๆ หรือกำหนดให้มีการนำความรู้และทักษะที่เคยได้เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย อันจะมีความสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน รวมไปถึงการนำผลการผลการใช้สิ่งเปรียบเทียบในการจัด

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในระยะหลังการจัดการเรียนรู้ (Reflection) มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกสิ่งเปรียบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยอาจศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากรูปแบบฟาร์ไกด์มีที่แนวคิดที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายประการ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น หรือใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากรูปแบบฟาร์ไกด์เป็นรูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบรูปแบบหนึ่ง จึงมีแนวทางสำคัญคือการนำสิ่งเปรียบเทียบมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสิ่งที่สอน และเนื่องจากรูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบนี้ มีการใช้เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาเป็นระยะเวลานาน จึงมีตัวอย่างการใช้งานที่หลากหลายและแตกต่างกันไปตามบริบทของสังคมทั่วโลก ครูผู้สอนจึงอาจนำตัวอย่างการใช้สิ่งเปรียบเทียบที่เคยถูกใช้ในการจัดการเรียนรู้เคมีมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความเหมาะสม และพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 ผู้วิจัยอาจศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้การใช้สิ่งเปรียบเทียบบางอย่างที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือมีความสับสนในการใช้สิ่งเปรียบเทียบนั้นเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่สอน เพื่อเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฟาร์ไกด์ในหัวข้อต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นในอนาคต

2.3 ผู้วิจัยอาจปรับปรุงการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฟาร์ไกด์ให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น เช่น มีการเพิ่มขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนซ้ำและทบทวนความรู้อยู่อย่างสม่ำเสมอ หรือเพิ่มข้อคำถามระหว่างเรียนที่มีการนำความรู้และทักษะที่เคยได้เรียนรู้มาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เป็นต้น

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

บรรณานุกรม

Adam, A. (1967). *Human memory*. New York: Mcgraw-Hill Book.

Arasasingham, R. D., Taagepera, M., Potter, F. & Lonjers, S. . (2004). Using Knowledge space theory to access student understanding of stoichiometry. *Journal of chemical education, 18*, 10.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195): Elsevier.

Cermak, L. S. (1972). *Human memory: Research and theory*. New York: The Ronald press company.

Chima, I. B. O. O. E. (2011). Using culturally-based analogical concepts in teaching secondary school science: Model of a lesson plan *International Journal of Science and Technology Education Research, 2*, 1-5.

Cosgrove, M. (1995). A case study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education, 17*, 295-310.

Curtis, R. V., & Reigeluth, C. M. . (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science, 13*, 99-117.

Domyancich, J. M. (2014). The development of multiple-choice items consistent with the AP chemistry curriculum framework to more accurately access deeper understanding *Journal of chemical education, 91*, 1347-1351.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education, 75*, 649-672.

Educational Policy Improvement Center. (2011). Oregon science standards verification technical report: Grades 5, 8, and high school. Retrieved 14 October 2017 http://www.ode.state.or.us/teachlearn/standards/contentperformance/scistandardsverif_finalrpt_2011.pdf

Gagne, N. L. B., D. C. . (1977). *Education psychology*. Boston: Houghton.

Gilbert, S. W. I., S. W. . (2003). *Understanding Models in Earth and Space Science*. Arlington, VA: NSTA Press.

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. *The Psychology of Learning Science*, 219-240.

Gordon, W. C. (1989). *Learning and memory*. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing.

Gregg, V. (1975). *Essential psychology: Human memory* London: Muthuen.

Harrison, A. G. C., R. K. (2008). *Using analogies in middle and secondary science classrooms: the FAR guide–an interesting way to teach with analogies* Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Hulse, S. H., Egeth, H. & Deese, J. . (1984). *The psychology of learning*. New York: Mcgraw Hill.

Nehm, R. H. S., I. S. . (2008). Measuring knowledge of natural selection: A comparison of the CINS, an open-response instrument, and an oral interview. *Journal of Research in Science Teaching, 45*, 1131-1160.

Nunnally, J. C. (1959). *Test and measurement: Assessment and prediction*. New York: Mcgraw Hill.

Odum, A. L. K., P. V. . (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school Biology students. *International Journal Science education, 85*, 615-635.

Samara, N. A. H. (2016). Effectiveness of Analogy Instructional Strategy on Undergraduate Student's Acquisition of Organic Chemistry Concepts in Mutah University, Jordan. *Journal of Education and Practice, 7*, 70-74.

Sharma, R. M. S., A. . (2015). Observations from secondary school classrooms in Trinidad and Tobago: Science teachers' use of analogies. *Science Education International, 25*, 558-572.

Simmons, D. C., Griffin, C. C., & Kameenui, E. J. J. T. J. o. E. R. (1988). Effects of teacher-constructed pre-and post-graphic organizer instruction on sixth-grade science students' comprehension and recall. *82*(1), 15-21.

Sitrick, J. (1982). *Hearings on freedom of expression before the Senate Committee on Commerce, Science and Transportation*. Washington, DC: Government Printing Office.

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Smit, P. T. (1994). Effect on student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstracts Internation, 54*, 2528 – A.

Travers, R. M. W. (1967). *Essential of learning: An overview for students of education*. New York: Macmillian.

Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education, 9*, 85-101.

Wingfield, A., & Byrnes, D. (1980). The psychology of human memory. In. London: Academic Press.

เฟื่องฟ้า บุญกอง และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปรียบเทียบ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนลำพระเพลิงพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา. การประชุมวิชาการ และเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ *3* ก้าวสู่ทศวรรษที่ *2 :* บูรณาการงานวิจัย ใช้องค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน, 668-677.

โชติ จันทร์วัง. (2547). ผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียนเตรียมทหาร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลของการสอนคณิตศาสตร์แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนว และจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ชัยณรงค์ แก้วสุก. (2550). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ *ED3U* ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ชัยพร วิชชาวุธ. (2525). ความจำมนุษย์. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

ชำนาญ เพริดพราว และโชคชัย ยืนยง. (2555). การศึกษามโนทัศน์เรื่องฟิสิกส์อะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนเปรียบเทียบ. วารสารวิจัย มข*., 12*, 138-147.

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ชุติมา ทองสุข. (2547). ผลการศึกษาได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ธงชัย ชิวปรีชา, ณ. ธ. แ. เ. (2536). การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. In เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ *8-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธราดล รานรินทร์. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยกลวิธีสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

นุชลี อุปภัย. (2558). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แบบใหม่. In เอกสารการนิเทศทางการศึกษา. กรุงเทพฯ.

ปิยรัตน์ จินารัตน์. (2544). การเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* ระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้คำศัพท์ด้วยวิธีเน้นคำศัพท์เป้าหมาย และวิธีเน้นคำศัพท์ที่ปรากฏในบทอ่าน. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

พรรณวรินทร์ วงษ์หอม และวิมล สำราญวานิช. (2557). การศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโชคชัยสามัคคี โดยใช้การสอนเปรียบเทียบ (Analogy) ตามแนว Focus Action Reflection Guide (FAR Guide). *Khon Kaen University Graduate Research Conference*, 2583-2593.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *SWU Sci J., 31*, 187-199.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, *1*, 97-124.

มนตรี เชื้อพันธ์งาม. (2544). การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). ศัพท์ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

ล้วน สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

วราภรณ์ บุญสุข. (2546). การศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ภาษาไทย และความคงทนการเรียนรู้คำศัพท์ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับปฐมวัยจากการสอนโดยการจัดกิจกรรมศิลปะ. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

วันวิสา กองเสน. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ *7* ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา,

วิภารัตน์ ทัพพระจันทร์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อการสืบสานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1* ที่เรียนด้วยชุดการเรียนภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. (2559). สรุปผลการวิจัยโครงการ *TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ: สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ธรรมชาติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4-6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. *2560-2564*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2560). รายงานสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (*O-NET)* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* ปีการศึกษา *2559*. Retrieved from กรุงเทพฯ:

สำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2559). แผนพัฒนาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ *12 (*พ.ศ. *2560 – 2564)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สุจิตตรา นามจำปา. (2546). การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมกับการสอนปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 2*, 59-66.

สุทธิดา จำรัส. (2015). การเรียนการสอนด้วยแบบจำลองโดยวิธีเปรียบเทียบ (Analogy) อุปลักษณ์ (Metaphor) และอุปมาอุปไมย (Simile).

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ภาคผนวก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พร้อมพงศ์ เพียรพินิจธรรม	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ ศรีประเสริฐ	ผู้อำนวยการศูนย์ประสบการณ์วิชาชีพทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา	อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

   1.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบฟาร์ไกด์

   1.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

   2.1 ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 1

   (การทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 1)

   2.2 ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 2

   (การทดสอบหลังเรียนและการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ครั้งที่ 2)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

แผนการจัดการเรียนรู้แบบฟาร์ไกด์

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ปีการศึกษา 2561

ผู้สอน นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐาน

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมพร้อมทั้งบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลงได้

2. เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของ ดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอกได้

3. สาระสำคัญ

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด ทำการศึกษาและพิสูจน์แบบจำลองอะตอมของทอมสัน โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และใช้ฉากเรืองแสงที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำเพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา พบว่า

1. อนุภาคส่วนใหญ่เคลื่อนที่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง

2. อนุภาคส่วนน้อยเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง

3. อนุภาคส่วนน้อยมากสะท้อนกลับมาด้านหน้าของแผ่นทองคำ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ นี้ อนุภาคแอลฟาควรพุ่งทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดหรือเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อย เพราะอนุภาคแอลฟามีประจุบวกจะเบี่ยงเบนเมื่อกระทบกับประจุบวกที่กระจายอยู่ในอะตอม แต่แบบจำลองอะตอมของทอมสันไม่สามารถอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้

รัทเทอร์ฟอร์ดจึงอธิบายลักษณะภายในอะตอมว่า การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้ส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าแผ่นทองคำ แสดงว่าอนุภาคภายในอะตอมน่าจะมีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟา และเป็นประจุบวก จึงได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ”

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และเปรียบเทียบโครงสร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้

2. บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองอะตอมจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ตีความและลงความเห็นเพื่อสรุปผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. แสวงหาสาเหตุของการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ (มีเหตุผล)

2. ซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และจดบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอมที่สมบูรณ์ (มีความอยากรู้อยากเห็น)

3. ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อจำกัดของความรู้ และวิธีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอม (ใจกว้าง)

4. สังเกต และบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลตามข้อมูลจริง โดยปราศจากอคติ หรือการเพิ่มเติมความคิดเห็น (มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง)

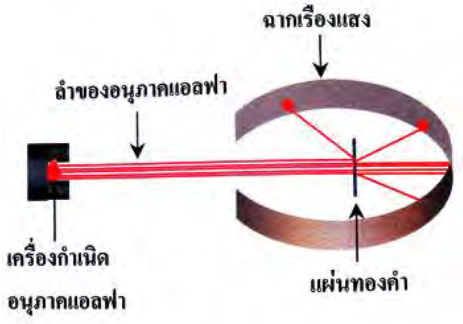
5. ร่วมกิจกรรม และร่วมอภิปรายผลการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ (มีความเพียรพยายาม)

5. สาระการเรียนรู้

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

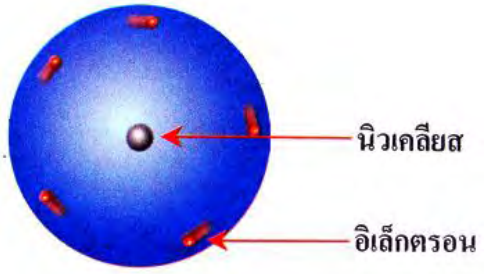
ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ และฮันส์ ไกเกอร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ศึกษาและพิสูจน์แบบจำลองอะตอมของทอมสันเมื่อปี พ.ศ.2454 โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และใช้ฉากเรืองแสงที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำเพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา จากผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่จะเกิดการเรืองแสงบนฉากที่อยู่บริเวณด้านหลังของแผ่นทองคำ มีบางครั้งเกิดการเรืองแสงบริเวณด้านหลัง และมีการเรืองแสงบริเวณด้านหน้าของแผ่นทองคำด้วยแต่น้อยครั้งมาก ดังรูป



การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

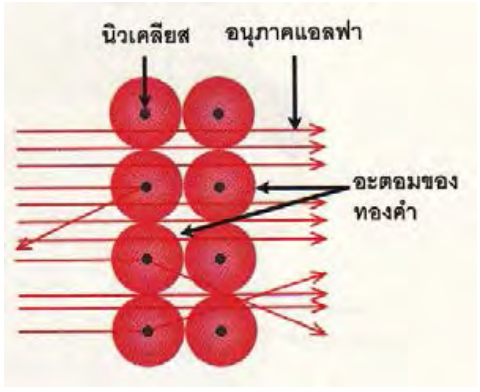
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากผลการทดลอง ถ้าอธิบายตามแบบจำลองอะตอมของทอมสัน อนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกน่าจะผลักกับโปรตอนทำให้เกิดการเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรงได้บ้าง แต่ไม่น่าจะมีอนุภาคสะท้อนกลับมากระทบฉากบริเวณด้านหน้าได้ ดังนั้นรัทเทอร์ฟอร์ดจึงอธิบายลักษณะภายในอะตอมว่า การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าของฉากเรืองแสง แสดงว่าบริเวณตรงกลางของอะตอมน่าจะมีอนุภาคที่มีประจุบวกและมีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟา รัทเทอร์ฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ ดังรูป



แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ตามแบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด นิวเคลียสของอะตอมซึ่งอยู่ตรงกลางมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอม อนุภาคแอลฟาจึงมีโอกาสชนนิวเคลียสได้น้อยมากส่วนอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสมีมวลน้อยมาก การชนกับอิเล็กตรอนจึงไม่มีผลทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเปลี่ยนไป อนุภาคส่วนใหญ่จึงวิ่งผ่านทะลุแผ่นทองคำไปเป็นแนวตรง มีบางครั้งที่อนุภาคแอลฟาวิ่งเฉียดนิวเคลียสซึ่งจะถูกประจุของนิวเคลียสผลักให้เบนไปจากแนวเส้นตรงส่วนอนุภาคแอลฟาที่วิ่งตรงไปยังนิวเคลียสซึ่งมีมวลมากก็จะถูกผลักให้สะท้อนกลับ ดังแสดงในรูป



การใช้แบบจำลองอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตามแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ดจะพบว่ามวลส่วนใหญ่ของอะตอมคือมวลของนิวเคลียสนั่นเอง ส่วนอิเล็กตรอนถึงแม้จะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้อะตอมมีขนาดใหญ่แต่ก็มีมวลน้อย จนถือว่าไม่มีผลต่อมวลของอะตอม

จากการศึกษารายละเอียดภายในอะตอม ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน ตามแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดมวลของอะตอมคือมวลของนิวเคลียส ถ้านิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนเพียงชนิดเดียว มวลของนิวเคลียสน่าจะเท่ากับมวลของโปรตอนรวมกัน แต่จากผลการทดลองพบว่าธาตุต่าง ๆ มีมวลของอะตอมมากกว่ามวลของโปรตอนรวมกัน เช่น ธาตุคาร์บอนมีมวลของโปรตอนรวมกัน 6 หน่วย แต่มวลของอะตอมมีค่า 12 หน่วย นอกจากนี้ยังพบว่ามวลของธาตุส่วนใหญ่มีค่าเป็น 2 เท่าหรือมากกว่า 2 เท่าหรือมากกว่า 2 เท่าของมวลโปรตอนทั้งหมดรวมกัน รัทเทอร์ฟอร์ดจึงสันนิษฐานว่าน่าจะมีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งอยู่ในนิวเคลียส อนุภาคนี้ควรมีมวลใกล้เคียงกับมวลของโปรตอนและเป็นกลางทางไฟฟ้า

ทอมสันได้ทดลองเพื่อศึกษาหามวลของอนุภาคบวกของแก๊สนีออนที่บรรจุในหลอดรังสีแคโทดเมื่อปี พ.ศ. 2456 พบว่าอนุภาคบวกมีมวล 2 ค่าคือ 20 และ 22 หน่วย แสดงว่านีออนประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดที่มีมวลไม่เท่ากัน ผลการทดลองนี้เป็นข้อมูลอีกประการหนึ่งที่สนับสนุนข้อเสนอของรัทเทอร์ฟอร์ดที่ว่ามีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งในนิวเคลียสที่มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอนแต่ไม่มีประจุ และในอะตอมชนิดเดียวกันอาจมีอนุภาคชนิดนี้ไม่เท่ากัน

เซอร์เจมส์ แชดวิก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ต่อมาในปี พ.ศ. 2475 เซอร์เจมส์ แชดวิกนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุต่าง ๆ และทดสอบผลการทดลองด้วยเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูง ทำให้มั่นใจว่าในนิวเคลียสมีอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่จริงและเรียกว่า นิวตรอน การค้นพบนิวตรอนช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับ นิวเคลียสของอะตอมชัดเจนขึ้น ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญสามชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอนและนิวตรอน อนุภาคทั้งสามชนิดนี้เรียกว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	**การดำเนินการ**
ระยะก่อนการจัดการเรียนรู้ **(F: Focus)** 1. ขั้นวิเคราะห์และเตรียมมโนทัศน์ (concept)	- ครูวิเคราะห์มโนทัศน์ ผู้เรียน และคัดเลือกสิ่งที่จะใช้เปรียบเทียบไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดการเรียนรู้ - ครูเก็บข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม 1. ครูรวบรวมประเด็นที่นักเรียนเข้าใจยาก เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน หรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จากงานวิจัย บทความวิชาการ และสื่อออนไลน์ 2. ครูสัมภาษณ์ครูอาวุโส และนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อสอบถามจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 และครูผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คำถามต่อไปนี้ Q ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม มีมโนทัศน์ใดบ้างที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	3. ครูศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 (ปีการศึกษาก่อนหน้าทำการวิจัย) จากครูผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ว่ามีมโนทัศน์ใดบ้างที่นักเรียนเข้าใจมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 4. ครูวิเคราะห์ และคัดเลือกมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม ได้แก่ ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ (target)
2. ขั้นสำรวจมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน (student)	- ครูวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ศึกษาและสิ่งที่นักเรียนรู้จัก หรือคุ้นเคย ได้แก่ ความหมายของอะตอม แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน เป็นต้น 1. ครูศึกษาลำดับของเนื้อหา เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และแบบเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 และพิจารณาว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ใดที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มเรียน 2. ครูสัมภาษณ์ครูอาวุโสที่เคยสอนเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ และการสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อสอบถามว่าก่อนเรียนในหัวข้อ แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องใดอยู่บ้าง
3. ขั้นวิเคราะห์และเลือกสิ่งเปรียบเทียบ (analog)	- ครูรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งเปรียบเทียบและคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	1. ครูศึกษาเอกสาร งานวิจัย และสื่อออนไลน์ เกี่ยวกับแนวทางการใช้สิ่งเปรียบเทียบเพื่อช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจประเด็นต่าง ๆ ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรมที่ได้คัดเลือกไว้ คือ ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ 2. ครูสัมภาษณ์ครูอาวุโส และนักเรียนที่เคยเรียนเรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุ เพื่อสอบถามจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 (ว31221) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 และครูผู้สอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้คำถามต่อไปนี้ Q สิ่งใดที่มีความคล้ายคลึงกับมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรมที่ท่านได้เสนอมา และสามารถนำมาใช้เป็นสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ได้เหมาะสมบ้าง - ครูวิเคราะห์ความเหมาะสม และคัดเลือกสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม โดยสิ่งที่คล้ายกับมโนทัศน์ที่จะสอน และนักเรียนมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี - ครูวิเคราะห์ความเหมือนระหว่างสิ่งเปรียบเทียบ (analog) ที่หาข้อมูลมา กับมโนทัศน์ที่นักเรียนเข้าใจยาก ไม่คุ้นเคย หรือเป็นนามธรรม (target) และคัดเลือกสิ่งเปรียบเทียบที่เหมาะสม โดยมีการวิเคราะห์คุณสมบัติดังนี้

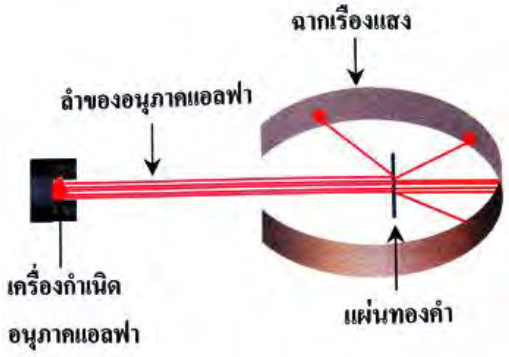
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

<table>
<tr><th>ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide</th><th>การดำเนินการ</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>สิ่งที่สอน (target)</th><th>สิ่งเปรียบเทียบ (analog)</th><th>ความเหมือน</th></tr>
<tr><td>1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</td><td>1. ผลแอปเปิ้ล</td><td>มีสัณฐานเป็นทรงกลมมีเมล็ดจำนวนมาก บริเวณตรงกลางผล</td></tr>
<tr><td>2. การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ</td><td>2. การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง</td><td>มีการยิงอนุภาคหรือวัตถุไปยังสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีโอกาสยิ่งโดน ยิ่งเฉี่ยว หรือยิงพลาดได้</td></tr>
</table>
- ครูกำหนดแนวทางการวัด และประเมินผลนักเรียนตามมาตรฐานและผลการเรียนรู้
- ครูจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ และจัดหาแหล่งเรียนรู้สำหรับนักเรียน ได้แก่ แบบบันทึกกิจกรรม ผลแอปเปิ้ล ลูกบอล ลูกปิงปอง จัดทำสื่อนำเสนอ จัดเตรียมห้องศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้พื้นที่ห้องขนาดใหญ่
</td></tr>
</table>

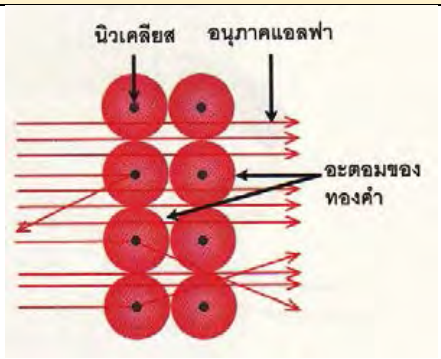
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
ระยะระหว่างการจัดการเรียนรู้ (A: Action)	**การจัดการเรียนรู้ (45 นาที)** **ขั้นนำ** (5 นาที) 1. ครูทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้ Q แบบจำลองอะตอมของใครที่มีลักษณะเป็นทรงกลมตันและภายในอะตอมไม่มีประจุไฟฟ้า (แบบจำลองอะตอมของดอลตัน) Q แบบจำลองอะตอมของใครที่เกิดการปรับปรุงเนื่องจากการค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอน (แบบจำลองอะตอมของทอมสัน) Q การศึกษาค้นคว้าและสร้างแบบจำลองอะตอมของทอมสันใช้เครื่องมือใดในการศึกษา (หลอดรังสีแคโทด) Q แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสันมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร Q หลังจากที่ทอมสันได้เสนอแบบจำลองอะตอมแล้วมีนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมอีกหรือไม่ (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น)

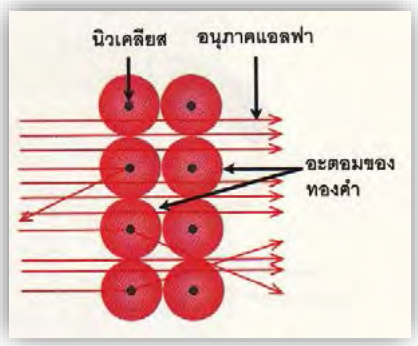
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	ขั้นกิจกรรม (35 นาที) 1. ครูกล่าวว่า ในการทดลองรัทเทอร์ฟอร์ดได้นำแผ่นทองคำบาง ๆ ที่อะตอมมีการเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นและอยู่กันหลายชั้นมาทำการทดลอง โดยยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุเป็นบวก (+2) มีมวลมากกว่าอิเล็กตรอน 7,000 เท่า ไปยังอะตอมของแผ่นทองคำบาง ๆ 2. ครูอธิบายว่า อนุภาคแอลฟาที่สามารถผ่านไปได้นั้น รัทเทอร์ฟอร์ดได้ใช้ฉากกั้นที่มีสารซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) เพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา ซึ่งเมื่ออนุภาคแอลฟาไปตกกระทบจะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น  3. ครูกล่าวว่า “จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ได้ผลการทดลองดังนี้ - ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟามี 3 แบบ คือ 1. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง 2. อนุภาคภาคแอลฟาเล็กน้อยเคลื่อนที่เฉียงไปจากแนวเส้นตรง 3. อนุภาคแอลฟาน้อยมากเคลื่อนที่สะท้อนกลับจากแนวเดิม

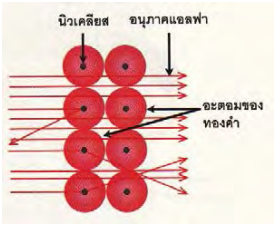
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	 4. ครูนำอภิปรายเพื่อแปลผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้ Q ทำไมอนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ วิ่งเป็นเส้นตรงไปกระทบฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ (อะตอมของแผ่นทองคำมีช่องว่าง จึงทำให้อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ทะลุผ่านอะตอมของแผ่นทองคำเป็นแนวเส้นตรงและเกิดการเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ) Q ทำไมจึงเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ ในแนวเฉียงจากแนวเส้นตรงบ้างในบางครั้ง (อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่เข้าใกล้บริเวณที่มีมวลมากและมีประจุบวก จึงทำให้อนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรงและเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ) Q ทำไมนาน ๆ ครั้ง จะเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหน้าแผ่นทองคำ (บริเวณที่อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่ผ่านมีขนาดเล็กจึงทำให้มีโอกาสชนได้น้อย บริเวณดังกล่าวมีมวลมากและที่มีประจุเป็นบวกจึงทำให้อนุภาคแอลฟาสะท้อนกลับและเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหน้าแผ่นทองคำ)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	5. ครูเสนอสิ่งเปรียบเทียบเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน โดยใช้สิ่งของรอบตัวที่มีลักษณะคล้ายคลึง ได้แก่ การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง เพื่ออธิบายการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด  โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม และทำกิจกรรมปาลูกบอลใส่ลูกปิงปองตามขั้นตอนต่อไปนี้ - นักเรียนทั้ง 4 กลุ่มจะต้องใช้ลูกบอลปาให้ลูกปิงปองร่วง โดยแต่ละกลุ่มจะมีโอกาสในการปาลูกบอลจำนวน 25 ครั้ง - ในการปาลูกบอลแต่ละครั้งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องบันทึกสถิติความถี่ในการปาลูกบอลว่ามีลักษณะอย่างไร 1. ปาโดนลูกปิงปอง 2. ปาเฉี่ยวลูกปิงปอง 3 ปาไม่โดนลูกปิงปอง - ครูนำนักเรียนอภิปรายกิจกรรมโดยการนำสถิติการปาลูกบอลโดนลูกปิงปองของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่มมารวมกัน และอภิปรายเปรียบเทียบกับการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด

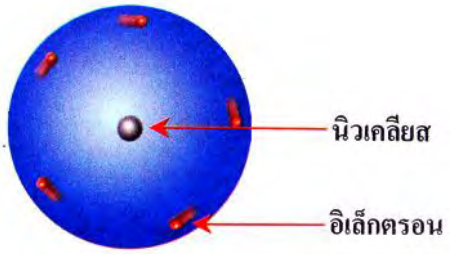
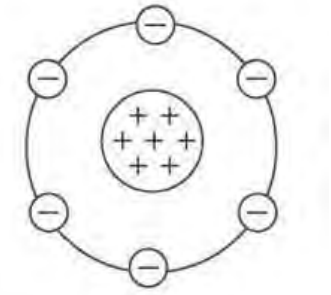
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

<table>
<tr><th>ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide</th><th>การดำเนินการ</th></tr>
<tr><td>1. ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like)</td><td>6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความเหมือนของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่ครูสอน (target)
Q นักเรียนคิดว่าการปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง กับการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ดมีข้อเหมือนกันอย่างไรบ้าง
<table>
<tr><th>สิ่งที่สอน (target)</th><th>สิ่งเปรียบเทียบ (analog)</th><th>ความเหมือน</th></tr>
<tr><td>1. การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ
 
</td><td>1. การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง
 </td><td>มีการยิงอนุภาคหรือวัตถุไปยังสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีโอกาสยิ่งโดนยิ่งเฉี่ยว หรือยิงพลาดได้</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2. ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike)</td><td>7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความต่างของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่ครูสอน (target)
Q นักเรียนคิดว่าการปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง กับการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ดมีข้อต่างกันอย่างไรบ้าง</td></tr>
</table>

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

<table>
<tr><th>ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide</th><th>การดำเนินการ</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>สิ่งที่สอน (target)</th><th>สิ่งเปรียบเทียบ (analog)</th><th>ความต่าง</th></tr>
<tr><td>1. การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ</td><td>1. การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง</td><td>การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปองมีตำแหน่งเป้าหมายในการยิงชัดเจน แต่การศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ เป็นการยิงผ่านแผ่นทองคำโดยไม่ได้กำหนดตำแหน่งเป้าหมายไว้ที่นิวเคลียสของอะตอม</td></tr>
</table>
8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลเพื่อนำไปสู่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ดังนี้
การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าของฉากเรืองแสง แสดงว่าภายในอะตอมน่าจะมีอนุภาคที่มีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟาและมีประจุบวก
</td></tr>
</table>

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
1. ขั้นตรวจสอบความเหมือนของการเปรียบเทียบ (like)	9. ครูอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ  10. ครูเสนอสิ่งเปรียบเทียบเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตัน โดยใช้สิ่งของรอบตัวที่มีลักษณะคล้ายคลึง ได้แก่ ผลแอปเปิ้ล เพื่ออธิบายลักษณะของอะตอมตามแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ด  11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความเหมือนของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่ครูสอน (target) Q นักเรียนคิดว่าผลแอปเปิ้ล กับลักษณะของอะตอมตามแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ดมีข้อเหมือนกันอย่างไรบ้าง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

<table>
<tr><th>ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide</th><th>การดำเนินการ</th></tr>
<tr><td>2. ขั้นตรวจสอบความต่างของการเปรียบเทียบ (unlike)</td><td>
<table>
<tr><th>สิ่งที่สอน (target)</th><th>สิ่งเปรียบเทียบ (analog)</th><th>ความเหมือน</th></tr>
<tr><td>1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</td><td>1. ผลแอปเปิ้ล</td><td>มีสัณฐานเป็นทรงกลมมีเมล็ดจำนวนมากบริเวณตรงกลางผล</td></tr>
</table>
12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความต่างของสิ่งเปรียบเทียบ (analog) กับสิ่งที่ครูสอน (target)
Q นักเรียนคิดว่าผลแอปเปิ้ล กับลักษณะของอะตอมตามแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ดมีข้อต่างกันอย่างไรบ้าง
<table>
<tr><th>สิ่งที่สอน (target)</th><th>สิ่งเปรียบเทียบ (analog)</th><th>ความต่าง</th></tr>
<tr><td>1. ลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด</td><td>1. ผลแอปเปิ้ล</td><td>- รูปทรงของผลแอปเปิ้ลมีส่วนเว้าบางส่วน
- อัตราส่วนของเมล็ดแอปเปิ้ลต่อผลแอปเปิ้ลไม่สอดคล้องกับอัตราส่วนของนิวเคลียสต่อขนาดอะตอม</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
	ขั้นสรุป (5 นาที) 1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการศึกษาของทอมสันและแชดวิกเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานที่มีสมบัติเป็นกลางภายในนิวเคลียสของอะตอม
ระยะหลังการจัดการเรียนรู้ **(R: Reflection)**	1. ครูประเมินผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้ Q แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้มาจากการศึกษาใด (การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ) Q จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด บริเวณตรงกลางของอะตอมเป็นที่อยู่ของอนุภาคมูลฐานชนิดใด และเรียกว่าอะไร (โปรตอนและนิวตรอน เรียกว่า นิวเคลียส) Q จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด อนุภาคมูลฐานชนิดใดที่โคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอม (อิเล็กตรอน) Q เพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดไม่สามารถใช้อธิบายผลการทดลองในการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ได้ เพราะหากอะตอมมีลักษณะตามแบบจำลองอะตอมของทอมสัน อนุภาคแอลฟาที่ยิงไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ นั้นจะต้องสามารถทะลุผ่านไปตกกระทบฉากเรืองแสงด้านหลังทั้งหมด หรืออาจมีการเบี่ยงเบนบ้างเล็กน้อย แต่จะไม่มีกรณีที่สะท้อนกลับมาตกกระทบฉากเรืองแสงด้านหน้า) Q ให้นักเรียนบอกข้อเหมือนข้อต่างของแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
1. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ (conclusion)	(*ข้อเหมือน* 1. อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม 2. อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอน *ข้อต่าง* 1. ตำแหน่งของโปรตอนและอิเล็กตรอน 2. การทดลองของแชดวิกทำให้โครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานอีก 1 ชนิด คือ นิวตรอน ซึ่งอยู่บริเวณกลางอะตอม) 2. ครูมอบหมายภาระงาน คือ แบบฝึกหัด เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และให้สืบค้นเกี่ยวกับสมบัติของอนุภาคมูลฐานของอะตอมแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในคาบเรียนต่อไป 3. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลจากการเรียนรู้โดยใช้สิ่งเปรียบเทียบ (analog) โดยครูใช้คำถามต่อไปนี้ Q ในการใช้สิ่งเปรียบเทียบ คือ ผลแอปเปิ้ล เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และ การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง เพื่อเปรียบเทียบการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด ในวันนี้นักเรียนคิดว่ามีความสอดคล้อง และเหมาะสมต่อการทำความเข้าใจมโนทัศน์หรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น) Q นักเรียนคิดว่ามีสิ่งอื่นใดที่เหมาะแก่การนำมาใช้เป็นสิ่งเปรียบเทียบกับลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และการศึกษาทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด ได้เหมาะสมมากกว่า ผลแอปเปิ้ล และ การปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง หรือไม่ (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ FAR guide	การดำเนินการ
2. ขั้นปรับปรุงสิ่งเปรียบเทียบ (improvement)	4. ครูนำข้อมูลจากการสรุปผลการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มวิธีการอื่น ๆ ในการสอนแต่ละเรื่อง และพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้สิ่งที่ใช้ (analog) ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป (ครูดำเนินการตามขั้นตอนในระยะนี้นอกชั้นเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้)

7. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. สื่อนำเสนอ PowerPoint เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม
3. สิ่งของที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ผลแอปเปิ้ล 1 ผล
4. ลูกปิงปอง 4 ลูก
5. ลูกบอล 4 ลูก

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. สมุดบันทึกเนื้อหา
2. แบบฝึกหัด เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
3. แบบบันทึกสถิติความถี่กิจกรรมปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

9. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดและเปรียบเทียบโครงสร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้	การตอบคำถามในชั้นเรียน	คำถามท้ายคาบ
2. บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองอะตอมจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	การตอบคำถามในชั้นเรียน	คำถามท้ายคาบ
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ตีความและลงความเห็นเพื่อสรุปผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	การสรุปผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด	การถามคำถามระหว่างกิจกรรม
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. แสวงหาสาเหตุของการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ (มีเหตุผล)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และจดบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอมที่สมบูรณ์ (มีความอยากรู้อยากเห็น)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อจำกัดของความรู้ และวิธีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอม (ใจกว้าง)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. สังเกต และบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลตามข้อมูลจริงโดยปราศจากอคติ หรือการเพิ่มเติมความคิดเห็น (มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง)	การสังเกตพฤติกรรม การบันทึกข้อมูลจากกิจกรรมปาลูกบอลใส่ลูกปิงปอง	แบบสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินผลงาน
5. ร่วมกิจกรรม และร่วมอภิปรายผลการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ (มีความเพียรพยายาม)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ปีการศึกษา 2561
ผู้สอน นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐาน

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมพร้อมทั้งบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลงได้

2. เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของ ดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอกได้

3. สาระสำคัญ

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด ทำการศึกษาและพิสูจน์แบบจำลองอะตอมของทอมสัน โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และใช้ฉากเรืองแสงที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำเพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา พบว่า

1. อนุภาคส่วนใหญ่เคลื่อนที่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง

2. อนุภาคส่วนน้อยเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง

3. อนุภาคส่วนน้อยมากสะท้อนกลับมาด้านหน้าของแผ่นทองคำ

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ นี้ อนุภาคแอลฟาควรพุ่งทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดหรือเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อย เพราะอนุภาคแอลฟามีประจุบวกจะเบี่ยงเบนเมื่อกระทบกับประจุบวกที่กระจายอยู่ในอะตอม แต่แบบจำลองอะตอมของทอมสันไม่สามารถอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้

รัทเทอร์ฟอร์ดจึงอธิบายลักษณะภายในอะตอมว่า การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้ส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าแผ่นทองคำ แสดงว่าอนุภาคภายในอะตอมน่าจะมีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟา และเป็นประจุบวก จึงได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ”

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และเปรียบเทียบโครงสร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้

2. บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองอะตอมจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. แสวงหาสาเหตุของการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ (มีเหตุผล)

2. ซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และจดบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอมที่สมบูรณ์ (มีความอยากรู้อยากเห็น)

3. ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อจำกัดของความรู้ และวิธีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอม (ใจกว้าง)

4. สังเกต และบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลตามข้อมูลจริง โดยปราศจากอคติ หรือการเพิ่มเติมความคิดเห็น (มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง)

5. ร่วมกิจกรรม และร่วมอภิปรายผลการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ (มีความเพียรพยายาม)

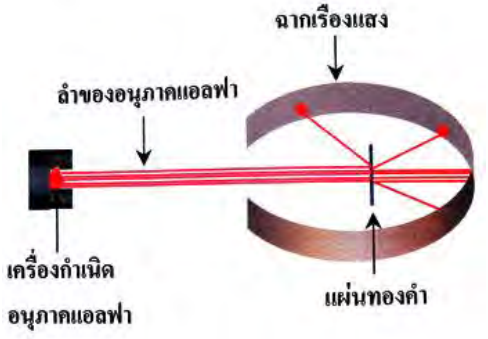
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5. สาระการเรียนรู้

แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด

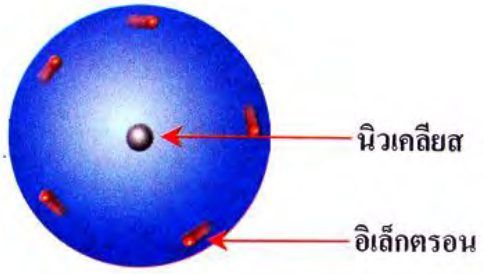
ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ และฮันส์ ไกเกอร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ศึกษาและพิสูจน์แบบจำลองอะตอมของทอมสันเมื่อปี พ.ศ.2454 โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และใช้ฉากเรืองแสงที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำเพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา จากผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่จะเกิดการเรืองแสงบนฉากที่อยู่บริเวณด้านหลังของแผ่นทองคำ มีบางครั้งเกิดการเรืองแสงบริเวณด้านหลัง และมีการเรืองแสงบริเวณด้านหน้าของแผ่นทองคำด้วยแต่น้อยครั้งมาก ดังรูป



การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

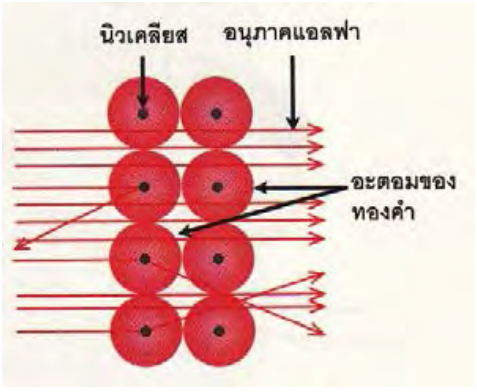
3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

จากผลการทดลอง ถ้าอธิบายตามแบบจำลองอะตอมของทอมสัน อนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกน่าจะผลักกับโปรตอนทำให้เกิดการเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรงได้บ้าง แต่ไม่น่าจะมีอนุภาคสะท้อนกลับมากระทบฉากบริเวณด้านหน้าได้ ดังนั้นรัทเทอร์ฟอร์ดจึงอธิบายลักษณะภายในอะตอมว่า การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าของฉากเรืองแสง แสดงว่าบริเวณตรงกลางของอะตอมน่าจะมีอนุภาคที่มีประจุบวกและมีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟา รัทเทอร์ฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ ดังรูป



แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ตามแบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด นิวเคลียสของอะตอมซึ่งอยู่ตรงกลางมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอม อนุภาคแอลฟาจึงมีโอกาสชนนิวเคลียสได้น้อยมากส่วนอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสมีมวลน้อยมาก การชนกับอิเล็กตรอนจึงไม่มีผลทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเปลี่ยนไป อนุภาคส่วนใหญ่จึงวิ่งผ่านทะลุแผ่นทองคำไปเป็นแนวตรง มีบางครั้งที่อนุภาคแอลฟาวิ่งเฉียดนิวเคลียสซึ่งจะถูกประจุของนิวเคลียสผลักให้เบนไปจากแนวเส้นตรงส่วนอนุภาคแอลฟาที่วิ่งตรงไปยังนิวเคลียสซึ่งมีมวลมากก็จะถูกผลักให้สะท้อนกลับ ดังแสดงในรูป



การใช้แบบจำลองอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตามแนวคิดของรัทเทอร์ฟอร์ดจะพบว่ามวลส่วนใหญ่ของอะตอมคือมวลของนิวเคลียสนั่นเอง ส่วนอิเล็กตรอนถึงแม้จะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้อะตอมมีขนาดใหญ่แต่ก็มีมวลน้อย จนถือว่าไม่มีผลต่อมวลของอะตอม

จากการศึกษารายละเอียดภายในอะตอม ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอนและโปรตอน ตามแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดมวลของอะตอมคือมวลของนิวเคลียส ถ้านิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนเพียงชนิดเดียว มวลของนิวเคลียสน่าจะเท่ากับมวลของโปรตอนรวมกัน แต่จากผลการทดลองพบว่าธาตุต่าง ๆ มีมวลของอะตอมมากกว่ามวลของโปรตอนรวมกัน เช่น ธาตุคาร์บอนมีมวลของโปรตอนรวมกัน 6 หน่วย แต่มวลของอะตอมมีค่า 12 หน่วย นอกจากนี้ยังพบว่ามวลของธาตุส่วนใหญ่มีค่าเป็น 2 เท่าหรือมากกว่า 2 เท่าหรือมากกว่า 2 เท่าของมวลโปรตอนทั้งหมดรวมกัน รัทเทอร์ฟอร์ดจึงสันนิษฐานว่าน่าจะมีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งอยู่ในนิวเคลียส อนุภาคนี้ควรมีมวลใกล้เคียงกับมวลของโปรตอนและเป็นกลางทางไฟฟ้า

ทอมสันได้ทดลองเพื่อศึกษาหามวลของอนุภาคบวกของแก๊สนีออนที่บรรจุในหลอดรังสีแคโทดเมื่อปี พ.ศ. 2456 พบว่าอนุภาคบวกมีมวล 2 ค่าคือ 20 และ 22 หน่วย แสดงว่านีออนประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดที่มีมวลไม่เท่ากัน ผลการทดลองนี้เป็นข้อมูลอีกประการหนึ่งที่สนับสนุนข้อเสนอของรัทเทอร์ฟอร์ดที่ว่ามีอนุภาคอีกชนิดหนึ่งในนิวเคลียสที่มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอนแต่ไม่มีประจุ และในอะตอมชนิดเดียวกันอาจมีอนุภาคชนิดนี้ไม่เท่ากัน

เซอร์เจมส์ แชดวิก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ต่อมาในปี พ.ศ. 2475 เซอร์เจมส์ แชดวิกนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุต่าง ๆ และทดสอบผลการทดลองด้วยเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูง ทำให้มั่นใจว่าในนิวเคลียสมีอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่จริงและเรียกว่า นิวตรอน การค้นพบนิวตรอนช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับ นิวเคลียสของอะตอมชัดเจนขึ้น ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญสามชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอนและนิวตรอน อนุภาคทั้งสามชนิดนี้เรียกว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (5 นาที)

1. ครูทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน โดยใช้คำถามต่อไปนี้

Q แบบจำลองอะตอมของใครที่มีลักษณะเป็นทรงกลมตันและภายในอะตอมไม่มีประจุไฟฟ้า

(แบบจำลองอะตอมของดอลตัน)

Q แบบจำลองอะตอมของใครที่เกิดการปรับปรุงเนื่องจากการค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอน (แบบจำลองอะตอมของทอมสัน)

Q การศึกษาค้นคว้าและสร้างแบบจำลองอะตอมของทอมสันใช้เครื่องมือใดในการศึกษา (หลอดรังสีแคโทด)

Q แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสันมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

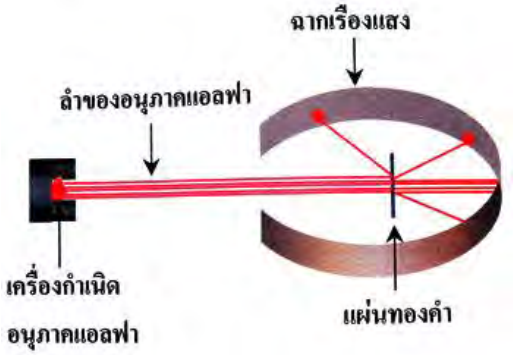
Q หลังจากที่ทอมสันได้เสนอแบบจำลองอะตอมแล้ว มีนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมอีกหรือไม่

(นักเรียนตอบตามความคิดเห็น)

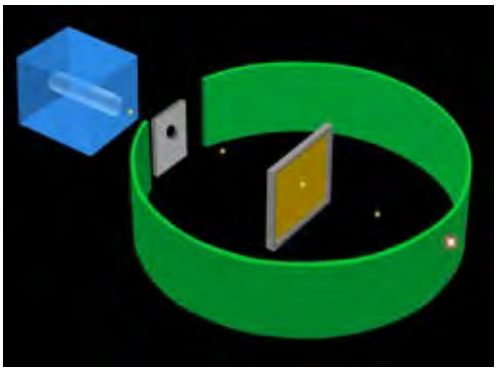
ขั้นกิจกรรม (35 นาที)

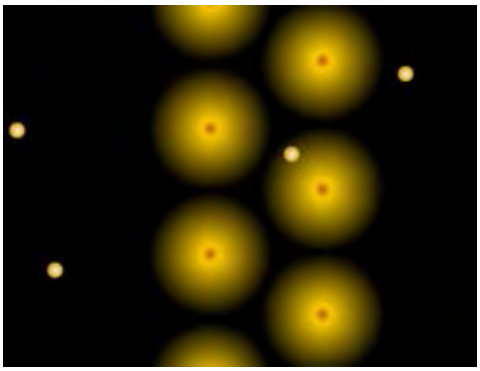
1. ครูกล่าวว่า ในการทดลองรัทเทอร์ฟอร์ดได้นำแผ่นทองคำบาง ๆ ที่อะตอมมีการเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นและอยู่กันหลายชั้น มาทำการทดลอง โดยยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุเป็นบวก (+2) มีมวลมากกว่าอิเล็กตรอน 7,000 เท่า ไปยังอะตอมของแผ่นทองคำบาง ๆ

2. ครูอธิบายว่า อนุภาคแอลฟาที่สามารถผ่านไปได้นั้น รัทเทอร์ฟอร์ดได้ใช้ฉากกั้นที่มีสารซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) เพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา ซึ่งเมื่ออนุภาคแอลฟาไปตกกระทบจะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น



3. ครูเสนอสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง “การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด” และ “ผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด” จากเว็บไซต์ สสวท.





4. ครูกล่าวว่า “จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ได้ผลการทดลองดังนี้

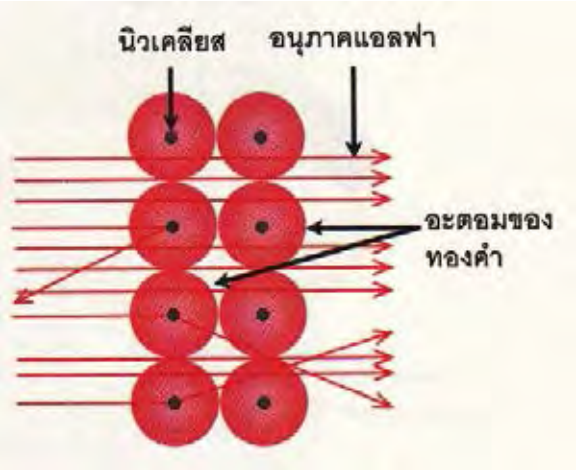
- ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟามี 3 แบบ คือ

1. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

2. อนุภาคภาคแอลฟาเล็กน้อยเคลื่อนที่เฉียงไปจากแนวเส้นตรง

3. อนุภาคแอลฟาน้อยมากเคลื่อนที่สะท้อนกลับจากแนวเดิม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8



4. ครูนำอภิปรายเพื่อแปลผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

Q เพราะเหตุใด อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ วิ่งเป็นเส้นตรงไปกระทบฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ

(อะตอมของแผ่นทองคำมีช่องว่าง จึงทำให้อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ทะลุผ่านอะตอมของแผ่นทองคำเป็นแนวเส้นตรงและเกิดการเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ)

Q เพราะเหตุใด จึงเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำในแนวเฉียงจากแนวเส้นตรงบ้างในบางครั้ง

(อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่เข้าใกล้บริเวณที่มีมวลมากและมีประจุบวก จึงทำให้อนุภาคแอลฟาเบี่ยงเบนไปจากแนวเส้นตรงและเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหลังแผ่นทองคำ)

Q เพราะเหตุใด จะเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหน้าแผ่นทองคำนาน ๆ ครั้ง

(บริเวณที่อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่ผ่านมีขนาดเล็กจึงทำให้มีโอกาสชนได้น้อย บริเวณดังกล่าวมีมวลมากและที่มีประจุเป็นบวก จึงทำให้อนุภาคแอลฟาสะท้อนกลับและเกิดจุดสว่างที่ฉากเรืองแสงด้านหน้าแผ่นทองคำ)

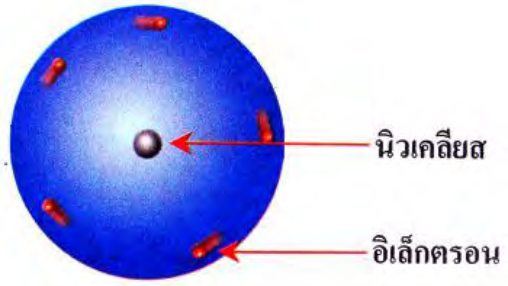
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลเพื่อนำไปสู่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ดังนี้

การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าของฉากเรืองแสง แสดงว่าภายในอะตอมน่าจะมีอนุภาคที่มีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟาและมีประจุบวก

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

6. ครูอธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ



7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการศึกษาของทอมสันและแชดวิกเกี่ยวกับอนุภาคมูลฐานที่มีสมบัติเป็นกลางภายในนิวเคลียสของอะตอม

ขั้นสรุป (10 นาที)

1. ครูประเมินผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้

Q แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้มาจากการศึกษาใด (การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ)

Q จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด บริเวณตรงกลางของอะตอมเป็นที่อยู่ของอนุภาคมูลฐานชนิดใด และเรียกว่าอะไร (โปรตอนและนิวตรอน เรียกว่า นิวเคลียส)

Q จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด อนุภาคมูลฐานชนิดใดที่โคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอม (อิเล็กตรอน)

Q เพราะเหตุใดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดไม่สามารถใช้อธิบายผลการทดลองในการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ ได้ เพราะหากอะตอมมีลักษณะตามแบบจำลองอะตอมของทอมสัน อนุภาคแอลฟาที่ยิงไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ นั้นจะต้องสามารถทะลุผ่านไปตกกระทบฉากเรืองแสงด้านหลังทั้งหมด หรืออาจมีการเบี่ยงเบนบ้างเล็กน้อย แต่จะไม่มีกรณีที่สะท้อนกลับมาตกกระทบฉากเรืองแสงด้านหน้า)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

Q ให้นักเรียนบอกข้อเหมือนข้อต่างของแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด

(*ข้อเหมือน* 1. อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม

2. อะตอมประกอบด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอน

ข้อต่าง 1. ตำแหน่งของโปรตอนและอิเล็กตรอน

2. การทดลองของแชดวิกทำให้โครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานอีก 1 ชนิด คือนิวตรอน ซึ่งอยู่บริเวณกลางอะตอม)

2. ครูมอบหมายภาระงาน คือ แบบฝึกหัด เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และให้สืบค้นเกี่ยวกับสมบัติของอนุภาคมูลฐานของอะตอมแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในคาบเรียนต่อไป

7. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. สื่อนำเสนอ PowerPoint เรื่อง อะตอมและโครงสร้างอะตอม

3. วีดิทัศน์ เรื่อง “การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด” และ “ผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด” จากเว็บไซต์ สสวท.

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. สมุดบันทึกเนื้อหา

2. แบบฝึกหัด เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

9. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด และเปรียบเทียบโครงสร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ได้	การตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในแบบฝึกหัด	คำถามท้ายคาบ แบบฝึกหัด
2. บอกเหตุผลเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองอะตอมจากแบบจำลองอะตอมของทอมสันไปเป็นแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	การตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในแบบฝึกหัด	คำถามท้ายคาบ แบบฝึกหัด
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. แสวงหาสาเหตุของการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ (มีเหตุผล)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และจดบันทึกข้อมูลเพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอมที่สมบูรณ์ (มีความอยากรู้อยากเห็น)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับข้อจำกัดของความรู้ และวิธีการศึกษาเกี่ยวกับอะตอมและโครงสร้างอะตอม (ใจกว้าง)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. สังเกต และบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลตามข้อมูลจริง โดยปราศจากอคติ หรือการเพิ่มเติมความคิดเห็น (มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
5. ร่วมกิจกรรม และร่วมอภิปรายผลการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ (มีความเพียรพยายาม)	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

แบบทดสอบ ชุดที่ 1

เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
ผู้สอน นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก เวลา 40 นาที

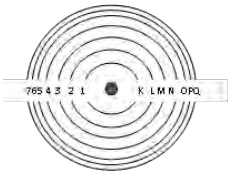
ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการนำเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป
3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
5. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ
7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี
8. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ

1. ผลจากการทดลองใดที่เป็นสาเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมจากที่มีลักษณะเป็นทรงกลมตันไปเป็นทรงกลมที่มีเนื้ออะตอมเป็นประจุบวกและมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ
   ก. การศึกษาสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน
   ข. การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ
   ค. การค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอนจากหลอดรังสีแคโทด
   ง. การศึกษาพื้นผิวของทองคำด้วย atomic force microscope (AFM)
2. หากใช้ตำแหน่งของโปรตอนในอะตอมเป็นเกณฑ์ในการจำแนกแบบจำลองอะตอม แบบจำลองอะตอมแบบใดต่อไปนี้ไม่เข้าพวก
   ก. แบบจำลองอะตอมของโบร์ ข. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
   ค. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ง. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
3. ในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ พบว่า มีอนุภาคบางส่วนเกิดการเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับ เป็นผลมาจากสมบัติของอนุภาคมูลฐานข้อใด
   ก. โปรตอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุลบ
   ข. โปรตอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุบวก
   ค. อิเล็กตรอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุลบ
   ง. อิเล็กตรอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุบวก
4. การศึกษาใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอิเล็กตรอนในอะตอมอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ กันได้ตามแบบจำลองอะตอมที่กำหนดให้
   ก. การศึกษาสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน
   ข. การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ
   ค. การค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอนจากหลอดรังสีแคโทด
   ง. การศึกษาพื้นผิวของทองคำด้วย atomic force microscope (AFM)



3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5. ธาตุโพแทสเซียม มี 19 โปรตอน และ 20 นิวตรอน ธาตุโพแทสเซียมมีเลขอะตอม เลขมวล และสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็นอย่างไรตามลำดับ

ก. 19, 20, $^{19}_{20}K$ ข. 19, 20, $^{20}_{19}K$

ค. 19, 39, $^{19}_{39}K$ ง. 19, 39, $^{39}_{19}K$

6. อะตอมและไอออนของธาตุในข้อใดต่อไปนี้มีจำนวนนิวตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากันทั้งหมด

ก. $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$ ข. $^{4}_{2}He$, $^{14}_{6}C$, $^{19}_{9}F$

ค. $^{32}_{16}S$, $^{35}_{17}Cl^{-}$, $^{40}_{20}Ca$ ง. $^{39}_{19}K^{+}$, $^{60}_{26}Co$, $^{80}_{35}Br^{-}$

7. ธาตุใดต่อไปนี้เป็นไอโซโทปกับ $^{14}_{6}C$

ก. $^{12}_{6}C$ ข. $^{14}_{6}C$

ค. $^{14}_{7}N$ ง. $^{18}_{8}O$

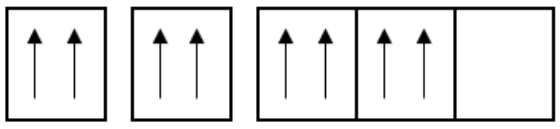
8. ธาตุใดต่อไปนี้อยู่ในคาบที่ 5 หมู่ที่ 1

ก. $^{39}_{19}A$ ข. $^{64}_{29}B$

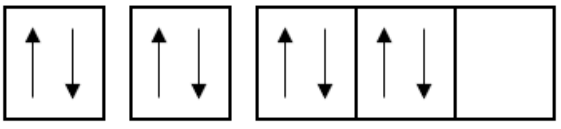
ค. $^{80}_{35}C$ ง. $^{86}_{37}D$

9. ข้อใดคือการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบออร์บิทัลของ $^{16}_{8}O$

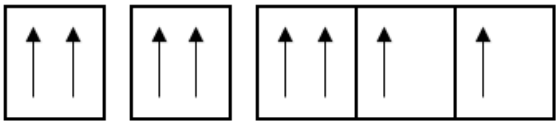
ก.



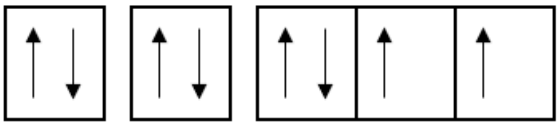
ข.



ค.



ง.



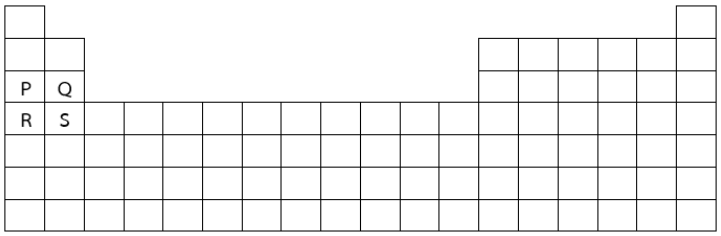
10. ข้อใดคือการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ $^{52}_{24}Cr$

ก. [Ar] $4s^2$ $4p^4$ ข. [Ar] $4s^1$ $3d^5$

ค. [Ar] $4s^2$ $3d^4$ ง. [Kr] $5s^2$ $4d^{10}$ $5p^4$

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

11. กำหนดให้ตำแหน่งของธาตุโลหะ P, Q, R, S ในตารางธาตุเป็นดังภาพ



ธาตุชนิดใดทำปฏิกิริยากับน้ำรุนแรงที่สุด

ก. ธาตุ P
ข. ธาตุ Q
ค. ธาตุ R
ง. ธาตุ S

12. ธาตุ A มีสมบัติดังต่อไปนี้

1) มีสถานะของแข็ง

2) ผิวมันวาว

3) นำไฟฟ้าได้

4) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ

5) สารประกอบออกไซด์ของธาตุ A เป็นเบส

ธาตุ A ควรเป็นธาตุชนิดใด

ก. ไอโอดีน
ข. ซิลิคอน
ค. อะลูมิเนียม
ง. โพแทสเซียม

13. จากค่าพลังงานไอออไนเซชัน (kJ/mol) ของธาตุ 5 ธาตุดังตาราง

ธาตุ	IE1	IE2	IE3	IE4
P	1,090	2,400	4,600	6,200
Q	500	4,600	6,900	9,500
R	740	1,500	7,700	10,500
S	800	2,400	3,700	20,500
T	580	1,800	2,700	11,600

ธาตุใดอยู่หมู่เดียวกันในตารางธาตุ

ก. P, Q
ข. R, T
ค. R, S
ง. S, T

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

14. กำหนดธาตุ 4 ชนิด ได้แก่ $^{16}_{8}O$, $^{19}_{9}F$, $^{23}_{11}Na$, $^{24}_{12}Mg$ ขนาดอะตอม และรัศมีไอออนของธาตุชนิดใดมีขนาดใหญ่ที่สุดตามลำดับ

ก. $^{23}_{11}Na$, $^{16}_{8}O^{2-}$ ข. $^{23}_{11}Na$, $^{19}_{9}F^{-}$

ค. $^{24}_{12}Mg$, $^{16}_{8}O^{2-}$ ง. $^{24}_{12}Mg$, $^{19}_{9}F^{-}$

15. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ค่า EN และ EA มีแนวโน้มตามตารางธาตุตรงกันข้าม

ข. ค่า EN และ EA มีแนวโน้มตามตารางธาตุต่างจากค่า IE

ค. ค่า IE ของธาตุหมู่ 3 จะมีค่าสูงกว่าธาตุหมู่ 2 ในคาบเดียวกันเสมอ

ง. ค่า EN ของธาตุโลหะจะต่ำกว่าธาตุอโลหะที่อยู่ในคาบเดียวกันเสมอ

16. กำหนดให้ธาตุ A, B, C และ D เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน ซึ่งสมบัติของธาตุทั้ง 3 ชนิดมีดังต่อไปนี้

ธาตุ A มีเลขอะตอม 29

ธาตุ B เป็นธาตุกลุ่มแฮโลเจน

ธาตุ C มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 18, 8

ธาตุ D จัดเรียงอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในออร์บิทัล s

ธาตุใดสามารถนำไฟฟ้าได้

ก. ธาตุ A ข. ธาตุ B

ค. ธาตุ A และ D ง. ธาตุ B และ C

17. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่กำหนดให้ เกิดการแผ่รังสีชนิดใด

$$^{204}_{82}Pb \longrightarrow {}^{200}_{80}Hg + ...$$

ก. บีตา ข. แอลฟา

ค. แกมมา ง. โพสิตรอน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

18. ปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยาฟิวชัน

ก. $^{226}_{89}Ac \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{0}_{1}e +$ พลังงาน

ข. $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n +$ พลังงาน

ค. $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{142}_{56}Ba + {}^{91}_{36}Kr + {}^{1}_{0}n +$ พลังงาน

ง. $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{137}_{52}Te + {}^{97}_{40}Zr + {}^{1}_{0}n +$ พลังงาน

19. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง มีการสลายตัวจากเดิม 80 กรัม เหลือ 2.5 กรัม โดยใช้ระยะเวลา 35 วัน ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีนี้มีระยะเวลาเท่าใด

ก. 12 ชั่วโมง ข. 5 วัน

ค. 7 วัน ง. 14 วัน

20. ข้อใดบอกประโยชน์ของธาตุ**ไม่**สอดคล้องเหมาะสม

ก. คาร์บอน-14 ใช้ในการหาอายุของวัตถุโบราณ

ข. โคบอลต์-60 ใช้ในการทำลายแบคทีเรีย ช่วยในการถนอมอาหาร

ค. อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของอากาศยาน

ง. ทองแดงนิยมใช้เคลือบผิวโลหะชนิดอื่น ๆ เพื่อป้องกันการผุกร่อนและมีผิวเงางาม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

แบบทดสอบ ชุดที่ 2

เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว31221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
ผู้สอน นายณรงค์ฤทธิ์ โฮ้งจิก เวลา 40 นาที

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลสมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการนำเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป
3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
5. วิเคราะห์ และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
6. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ
7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี
8. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ

1. ผลจากการทดลองใดที่เป็นสาเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองอะตอมเป็นทรงกลมซึ่งภายในประกอบด้วยประจุบวกบริเวณใจกลางเรียกว่า “นิวเคลียส” และมีประจุลบอยู่บริเวณรอบ ๆ
   ก. การศึกษาสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน
   ข. การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ
   ค. การค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอนจากหลอดรังสีแคโทด
   ง. การศึกษาพื้นผิวของทองคำด้วย atomic force microscope (AFM)
2. หากใช้จำนวนชนิดของอนุภาคมูลฐานที่เป็นส่วนประกอบของอะตอมเป็นเกณฑ์ในการจำแนกแบบจำลองอะตอม แบบจำลองอะตอมแบบใดต่อไปนี้ไม่เข้าพวก
   ก. แบบจำลองอะตอมของโบร์ ข. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
   ค. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ง. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
3. ในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุบวกไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ พบว่า มีอนุภาคส่วนใหญ่สามารถทะลุผ่านแผ่นทองคำไปได้ เป็นผลมาจากสมบัติของอนุภาคมูลฐานข้อใด
   ก. โปรตอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุลบ
   ข. โปรตอนในนิวเคลียสของอะตอมทองคำมีประจุบวก
   ค. อิเล็กตรอนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของอะตอมทองคำมีประจุลบ
   ง. อิเล็กตรอนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของอะตอมทองคำมีประจุบวก
4. การศึกษาใดที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า อะตอมมีเนื้ออะตอมเป็นประจุบวกและมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปอย่างสม่ำเสมอ ตามแบบจำลองอะตอมที่กำหนดให้
   ก. การศึกษาสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน
   ข. การยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ
   ค. การค้นพบโปรตอนและอิเล็กตรอนจากหลอดรังสีแคโทด
   ง. การศึกษาพื้นผิวของทองคำด้วย atomic force microscope (AFM)

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

5. ธาตุฟลูออรีน มี 9 โปรตอน และ 10 นิวตรอน ธาตุฟลูออรีนมีเลขอะตอม เลขมวล และสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็นอย่างไรตามลำดับ

ก. 9, 10, $^{9}_{10}F$ ข. 9, 10, $^{10}_{9}F$

ค. 9, 19, $^{9}_{19}F$ ง. 9, 19, $^{19}_{9}F$

6. อะตอมและไอออนของธาตุในข้อใดต่อไปนี้มีจำนวนนิวตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากันทั้งหมด

ก. $^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ ข. $^{7}_{3}Li$, $^{14}_{7}N$, $^{23}_{11}Na$

ค. $^{19}_{9}F^{-}$, $^{24}_{12}Mg$, $^{40}_{20}Ca$ ง. $^{23}_{11}Na^{+}$, $^{59}_{26}Co$, $^{79}_{34}Se^{2-}$

7. ธาตุใดต่อไปนี้เป็นไอโซโทปกับ $^{18}_{8}O$

ก. $^{16}_{8}O$ ข. $^{18}_{8}O$

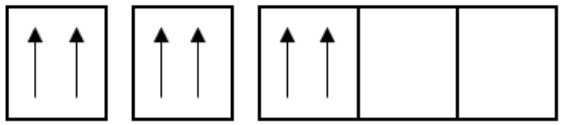
ค. $^{18}_{9}F$ ง. $^{20}_{10}Ne$

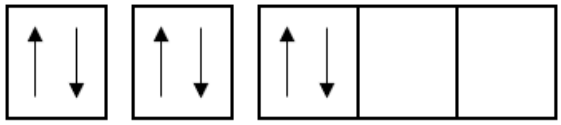
8. ธาตุใดต่อไปนี้อยู่ในคาบที่ 4 หมู่ที่ 7

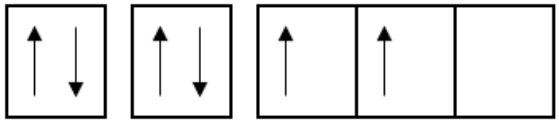
ก. $^{39}_{19}A$ ข. $^{64}_{29}B$

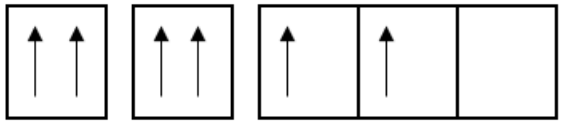
ค. $^{80}_{35}C$ ง. $^{86}_{37}D$

9. ข้อใดคือการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบออร์บิทัลของ $^{12}_{6}C$

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

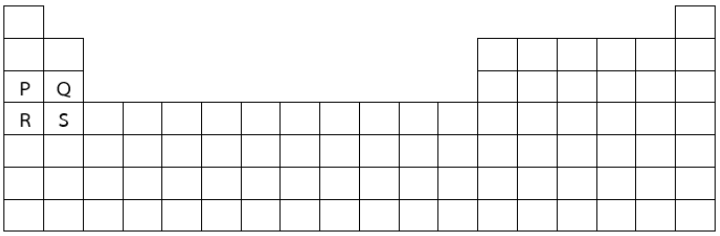
10. ข้อใดคือการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ $^{63}_{29}Cu$

ก. [Ar] $4s^2$ $4p^9$ ข. [Ar] $4s^1$ $3p^{10}$

ค. [Ar] $4s^2$ $4d^9$ ง. [Ar] $4s^1$ $3d^{10}$

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

11. กำหนดให้ตำแหน่งของธาตุโลหะ P, Q, R, S ในตารางธาตุเป็นดังภาพ



ธาตุชนิดใดมีความเป็นโลหะต่ำที่สุด

ก. ธาตุ P ข. ธาตุ Q

ค. ธาตุ R ง. ธาตุ S

12. ธาตุ A มีสมบัติดังต่อไปนี้

1) มีสถานะของแข็ง

2) ผิวมันวาว

3) นำไฟฟ้าได้

4) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ

5) สารประกอบออกไซด์ของธาตุ A เป็นเบส

ธาตุ A ควรเป็นธาตุชนิดใด

ก. โบรอน ข. โบรมีน

ค. โซเดียม ง. ทองแดง

13. จากค่าพลังงานไอออไนเซชัน (kJ/mol) ของธาตุ 5 ธาตุดังตาราง

ธาตุ	IE1	IE2	IE3	IE4
P	500	4,600	6,900	9,500
Q	740	1,500	7,700	10,500
R	800	2,400	3,700	20,500
S	580	1,800	2,700	11,600
T	1,090	2,400	4,600	6,200

ธาตุใดอยู่หมู่เดียวกันในตารางธาตุ

ก. P, Q ข. R, T

ค. R, S ง. S, T

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

14. กำหนดธาตุ 4 ชนิด ได้แก่ $^{32}_{16}S$, $^{35}_{17}Cl$, $^{39}_{19}K$, $^{40}_{20}Ca$ ขนาดอะตอม และรัศมีไอออนของธาตุชนิดใดมีขนาดใหญ่ที่สุดตามลำดับ

ก. $^{39}_{19}K$, $^{32}_{16}S^{2-}$ ข. $^{39}_{19}K$, $^{35}_{17}Cl^{-}$

ค. $^{40}_{20}Ca$, $^{32}_{16}S^{2-}$ ง. $^{40}_{20}Ca$, $^{35}_{17}Cl^{-}$

15. ข้อใดกล่าว**ไม่**ถูกต้อง

ก. ค่า EN และ EA มีแนวโน้มตามตารางธาตุเหมือนกัน

ข. ค่า EN และ EA มีแนวโน้มตามตารางธาตุเหมือนกับค่า IE

ค. ค่า IE ของธาตุหมู่ 6 จะมีค่าสูงกว่าธาตุหมู่ 5 ในคาบเดียวกันเสมอ

ง. ค่า EN ของธาตุโลหะจะต่ำกว่าธาตุอโลหะที่อยู่ในคาบเดียวกันเสมอ

16. กำหนดให้ธาตุ A, B, C และ D เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน ซึ่งสมบัติของธาตุทั้ง 3 ชนิดมีดังต่อไปนี้

ธาตุ A เป็นแก๊สเฉื่อย

ธาตุ B มีเลขอะตอม 26

ธาตุ C มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2, 8, 7

ธาตุ D จัดเรียงอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในออร์บิทัล s

ธาตุใดสามารถนำไฟฟ้าได้

ก. ธาตุ A ข. ธาตุ B

ค. ธาตุ A และ C ง. ธาตุ B และ D

17. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่กำหนดให้ เกิดการแผ่รังสีชนิดใด

$^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + ...$

ก. บีตา ข. แอลฟา

ค. แกมมา ง. โพสิตรอน

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

18. ปฏิกิริยาในข้อใดเป็นปฏิกิริยาฟิชชัน

ก. $^{226}_{89}\text{Ac} \longrightarrow {}^{226}_{88}\text{Ra} + {}^{0}_{1}\text{e} +$ พลังงาน

ข. $^{2}_{1}\text{H} + {}^{2}_{1}\text{H} \longrightarrow {}^{3}_{2}\text{He} + {}^{1}_{0}\text{n} +$ พลังงาน

ค. $^{2}_{1}\text{H} + {}^{3}_{1}\text{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{1}_{0}\text{n} +$ พลังงาน

ง. $^{1}_{0}\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{137}_{52}\text{Te} + {}^{97}_{40}\text{Zr} + {}^{1}_{0}\text{n} +$ พลังงาน

19. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิตเท่ากับ 7 วัน หากธาตุดังกล่าวมีการสลายตัวจาก 400 กรัม เหลือ 12.5 กรัม แสดงว่าธาตุกัมมันตรังสีนี้ใช้ระยะเวลาในการสลายตัวทั้งสิ้นเท่าใด

ก. 21 วัน ข. 32 วัน

ค. 35 วัน ง. 77 วัน

20. ข้อใดบอกประโยชน์ของธาตุ**ไม่**สอดคล้องเหมาะสม

ก. คาร์บอน-12 ใช้ในการหาอายุของซากดึกดำบรรพ์

ข. ไอโอดีน-131 ใช้ตรวจสอบความผิดปกติของต่อมไทรอยด์

ค. ทองแดงนิยมใช้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากนำไฟฟ้าได้ดี

ง. แก๊สไฮโดรเจนมีน้ำหนักเบา ใช้บรรจุในบอลลูนหรือลูกโป่งสวรรค์เพื่อให้ลอยในอากาศได้

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ภาคผนวก ค

คะแนนและค่าสถิติ

คะแนนและค่าสถิติในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ
2. คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
3. คะแนนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตารางที่ 10 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.59	0.32
2	0.59	0.23
3	0.55	0.27
4	0.41	0.32
5	0.55	0.36
6	0.59	0.32
7	0.41	0.32
8	0.55	0.36
9	0.55	0.27
10	0.50	0.23
11	0.59	0.32
12	0.50	0.23
13	0.59	0.41
14	0.45	0.27
15	0.59	0.41
16	0.64	0.36
17	0.55	0.27
18	0.59	0.32
19	0.55	0.36
20	0.59	0.32

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตารางที่ 11 คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ลำดับที่	คะแนนสอบ (คะแนน)			
	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 1 (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 2 (20 คะแนน)
1	6	17	17	16
2	5	16	15	15
3	5	15	14	14
4	7	18	17	17
5	4	14	13	12
6	5	14	13	13
7	7	16	17	16
8	6	16	16	15
9	4	14	13	13
10	5	15	14	14
11	4	13	11	11
12	6	18	19	19
13	7	16	15	15
14	4	15	15	16
15	4	14	13	13
16	6	16	15	15
17	3	13	11	10
18	2	11	9	9
19	4	15	16	15
20	1	11	10	10
21	4	15	15	15
22	3	12	11	11

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ลำดับที่	คะแนนสอบ (คะแนน)			
	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 1 (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 2 (20 คะแนน)
23	6	17	18	18
24	5	16	18	18
25	6	16	16	16
26	4	15	14	14
27	6	16	16	16
28	4	14	14	13
29	6	15	14	14
30	6	16	15	15
31	4	14	14	14
32	4	15	16	16
33	4	13	14	14
34	5	15	14	14
35	5	14	14	14
36	3	11	10	10
37	5	15	14	14
คะแนนเฉลี่ย	4.73	14.76	14.32	14.16
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.367	1.739	2.322	2.328

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ตารางที่ 12 คะแนนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ลำดับที่	คะแนนสอบ (คะแนน)			
	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 1 (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 2 (20 คะแนน)
1	4	11	9	8
2	5	12	12	12
3	6	13	12	12
4	4	12	11	10
5	3	11	9	9
6	5	13	12	12
7	4	13	11	10
8	6	14	11	11
9	4	13	11	10
10	7	15	14	14
11	3	7	5	4
12	8	15	14	14
13	6	14	13	13
14	4	11	11	11
15	6	14	14	13
16	2	8	6	6
17	1	7	7	5
18	6	13	12	12
19	2	8	7	7
20	3	12	11	10
21	7	15	16	15
22	5	12	11	11

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ลำดับที่	คะแนนสอบ (คะแนน)			
	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 1 (20 คะแนน)	ทดสอบความคงทน ครั้งที่ 2 (20 คะแนน)
23	6	13	12	12
24	6	14	13	12
25	6	12	11	11
26	6	15	14	14
27	3	8	8	7
28	7	14	14	14
29	4	10	9	9
30	6	15	16	16
31	4	9	8	8
32	5	14	14	14
33	5	13	12	12
34	3	7	7	6
35	4	11	11	10
36	3	8	8	7
37	4	11	10	10
38	4	10	10	9
คะแนนเฉลี่ย	4.66	11.76	10.95	10.53
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.599	2.519	2.691	2.901

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณรงค์ฤทธิ์ โอ้งจิก
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤษภาคม 2533
สถานที่เกิด	จ.แพร่
วุฒิการศึกษา	สาขาวิชามัธยมศึกษา(วิทยาศาสตร์) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	38 หมู่ 1 ต.ร่องฟอง อ.เมืองแพร่ จ.แพร่ 54000

3892616966 CU iThesis 5883895127 thesis / recv: 05082562 12:35:28 / seq: 8