ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING THE TSOI LEARNING CYCLE MODEL ON CONCEPTS OF CHEMICAL BOND AND ANALYZING THINKING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.

Mr. Somboon Ratanaboonsrithong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง : ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF USING THE TSOI LEARNING CYCLE MODEL ON CONCEPTS OF CHEMICAL BOND AND ANALYZING THINKING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 143 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ 3) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI 4) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต กรุงเทพมหานคร จำนวนตัวอย่าง 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความเที่ยง 0.85 และ 0.78 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต สมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5183400527 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: TSOI LEARNING CYCLE MODEL/ CONCEPTS OF CHEMICAL BOND/ ABILITY IN ANALYZING THINKING

SOMBOON RATANABOONSRITHONG : EFFECTS OF USING THE TSOI LEARNING CYCLE MODEL ON CONCEPTS OF CHEMICAL BOND AND ANALYZING THINKING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: ASSOC.PROF. PIMPAN DACHAKUPT, Ph.D., 143 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) study chemical bond concepts of students learning through the TSOI learning cycle model, 2) compare chemical bond concepts of students between group learning through the TSOI learning cycle model and group which learned science through conventional instruction 3) study analyzing thinking ability of students learning through the TSOI learning cycle model. 4) compare analyzing thinking ability of students between group learning through the TSOI learning cycle model and group which learned science through conventional instruction The samples were two of tenth grade classes at wachirathamsatit. school in the first semester of academic year 2010. The samples were divided into two groups: an experimental group which learned science through the TSOI learning cycle model and a comparative group which learned science through conventional instruction. The research instruments were chemical bond concepts test and analyzing thinking ability test with reliability at 0.85 and 0.78 respectively. The collected data were analyzed by using means of percentage, standard deviation and the hypothesis was tested by using t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. After the experiment, an experimental group had an average scores in chemical bond concepts higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

2. After the experiment, an experimental group had an average scores in chemical bond concepts higher than a comparative group at 0.05 level of significance.

3. After the experiment, an experimental group had an average score in analyzing thinking ability higher than before the experiment at 0.05 level of significance.

4. After the experiment, an experimental group had an average scores in analyzing thinking ability higher than a comparative group at 0.05 level of significance.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Curriculum, Instruction and Educational Technology Student's Signature Somboon Ratana.

Field of Study : Science Education Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

แรงบันดาลใจสำคัญที่ทำให้สามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ คือความรัก ความห่วงใยจากบิดา มารดา เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยเกิดความพยายามและความตั้งใจเสมอมา ตลอดจนได้รับความกรุณาและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อการวิจัย รวมถึงการอบรมสั่งสอน ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณความอนุเคราะห์จากคณะผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆที่ให้ความกรุณาชี้แนะตลอดจนตรวจทานแก้ไขเครื่องมือจนสามารถนำไปใช้ได้จริง อันเป็นที่มาแห่งความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนวชิรธรรมสาธิต โดยเฉพาะอาจารย์สุเนตร ศรีใหญ่ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการดำเนินการวิจัยตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ในสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือเสนอแนะจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จเป็นรูปเล่ม

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติทุกท่าน ที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจ และคอยสนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….……... จ

กิตติกรรมประกาศ…….. ฉ

สารบัญ…….…….. ช

สารบัญตาราง…….…… ซ

สารบัญภาพ……..…….. ญ

บทที่

1 บทนำ……..…… 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…….…. 1

คำถามการวิจัย……..... 8

วัตถุประสงค์การวิจัย……... 8

สมมติฐานการวิจัย……... 9

นิยามศัพท์……... 10

กรอบแนวคิดในการวิจัย……... 13

ขอบเขตการวิจัย…….. 14

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..... 15

3 วิธีดำเนินการวิจัย……. 54

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล…….. 71

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ…… 77

รายการอ้างอิง……. 85

ภาคผนวก……... 92

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ……... 93

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล…….. 95

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง……... 115

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล…….. 138

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....…… 143

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และวิธีสอนแบบปกติ…….....	6
2	ประเภทของการคิดวิเคราะห์.....	19
3	ประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี.....	33
4	เปรียบเทียบขั้นตอนรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และวิธีสอนแบบปกติ.....	45
5	บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI…..….	47
6	ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน.....	48
7	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D) ค่าสถิติ Post –hoc test และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	56
8	ผลการทดสอบทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ Post –hoc ด้วยวิธี Bonferroni เพื่อใช้เลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	57
9	จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี.....	58
10	จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี จำแนกตามระดับความยากและอำนาจจำแนก.....	60
11	ประเภทและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์.....	62
12	เวลาที่ใช้สอนแต่ละหัวข้อเรื่อง ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี.....	64
13	บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI.....	65
14	เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ.....	66
15	ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง.....	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ	73
17	ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ	74
18	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี	139
19	ค่าระดับความยาก(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี	140
20	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	141
21	ค่าระดับความยาก(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ……...…….……..…..…	5
2	รูปแบบวงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ Karplus ……..…….	41
3	รูปแบบวงจรการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บ……...……	42
4	แสดงรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่เกิดจากการผสมผสานของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ.....	42
5	รูปแบบการวิจัย Two group pretest-posttest.....	54
6	กราฟเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง.....	75
7	กราฟเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง.....	75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เคมีช่วยให้มนุษย์สามารถคิดค้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการบริโภคอุปโภค ได้อย่างหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยเฉพาะยารักษาโรคซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของชีวิตมนุษย์ที่สะท้อนให้เห็นถึงการนำวิทยาศาสตร์ในด้านเคมีเข้ามาประยุกต์โดยตรง ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องรับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นความรู้พื้นฐานสำคัญของการเรียนในวิชาอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นผู้มีเหตุผล และสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้จริงซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสามารถพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมต่างประเทศได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: online)

ปัจจุบันการศึกษาวิทยาศาสตร์เคมีในประเทศไทยเป็นสาขาหนึ่งที่ไม่เพียงแต่ปรับปรุงหลักสูตรและเนื้อหาให้ทันสมัยแต่พยายามปรับปรุงคุณภาพของวิธีสอน โดยพิจารณาถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรัชญาวิทยาศาสตร์ พัฒนาการของวิทยาศาสตร์เพื่อให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวาซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจะต้องเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลัก(Concept) หลักการกฎและทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ได้ ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความคิดขั้นสูง(Higher-order Thinking) มีกระบวนการเรียนรู้(Process of learning) มีความสามารถในการสื่อสารและการตัดสินใจในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้และการให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ผู้เรียนมากที่สุด(ประมวล ศิริผันแก้ว, 2541: 71)

รายงานการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA(Programme for International Student Assessment) ตั้งแต่ PISA 2000 2003 2006 และ 2009 พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของประเทศสมาชิก OECD (Organization for Economic Coorperation and Development) ซึ่งกำหนดคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ 500 คะแนน ประเทศไทยได้คะแนน 421 432 และ 429 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มต่ำ

(สุนีย์ คล้ายนิล, 2549 : 61-79)โดยเฉพาะจากรายงานผลการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ PISA ในปี 2009 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนในส่วนของความรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์มีค่าร้อยละ 39.3 เมื่อพิจารณาเฉพาะสาระในส่วนของวิทยาศาสตร์เชิงกายภาพซึ่งจะครอบคลุมเนื้อหาในวิชาเคมีพบว่านักเรียนได้คะแนนเพียงร้อยละ 42.9 (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2553 : 72-73) สอดคล้องกับคะแนน O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2552 พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยที่ร้อยละ 29.05 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 29.77 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2553 : online) สอดคล้องกับคะแนนวัดความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เดือนมีนาคม 2552 พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40 (มติชน: online) นอกจากนี้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปีการศึกษา 2547 พบว่าวิชาเคมีมีค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 35.13 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2552 : online) ซึ่งต่ำสุดเมื่อเทียบกับ ฟิสิกส์ และชีววิทยา นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมีพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ ค่อนข้างต่ำ เพราะเนื้อหาโดยส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบกับมีรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องใช้เวลาในการศึกษามากรวมทั้งมีระยะเวลาจำกัดในการจัดการเรียนการสอนในเรื่องดังกล่าว(สมรศรี หลงสมบุญ, 2551: online) เมื่อสืบย้อนไปพบว่าปัญหาดังกล่าวปรากฏมานานแล้วดังการศึกษาของน้ำทิพย์ ฤกษ์หร่าย (2523) ซึ่งได้ศึกษามโนทัศน์เคมีเรื่อง พันธะเคมีตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังถึงร้อยละ 70

จากรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานรอบสอง พบว่า มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ มีสถานศึกษาที่มี คุณภาพอยู่ในระดับดีเพียงร้อยละ 11.1 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน), 2551) ซึ่งผลการประเมินสะท้อนให้เห็นปัญหาด้านคุณภาพการคิดของนักเรียน ส่งผลให้ผู้ที่อยู่ในแวดวงการศึกษาจะต้องหาแนวทางในการพัฒนาและแก้ไขปัญหา ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดจึงเป็นเรื่องสำคัญเร่งด่วนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดสังเคราะห์ เนื่องจาก ความสามารถในการคิดทั้ง 2 ประเภทจะช่วยส่งเสริมให้การคิดซึ่งมีลักษณะเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอน เช่น

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการคิดแก้ปัญหา เป็นต้นมีประสิทธิภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายของการคิดในเรื่องนั้น ๆ ได้

จากผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นปัญหาการจัดการศึกษาที่ขาดการเตรียมพร้อมที่จะส่งเสริมให้เด็กไทยนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาต่อหรือเพื่อการดำเนินชีวิตสอดคล้องกับรายงานสรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (2542 - 2551) ที่ได้สรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียน ซึ่งมีหลายปัจจัย ปัจจัยที่เป็นปัญหาหลักในการดำเนินงานในส่วนของการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ ปัจจัยเรื่องครู เช่น บางโรงเรียนไม่มีครูสอนวิชา เฉพาะ ระบบการวัดและประเมินผลไม่สามารถชี้วัด ความรู้ความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ไม่เน้นการฝึกภาคปฏิบัติ ไม่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิดเพื่อแก้ปัญหา ทั้งนี้ยังพบปัญหาในประเด็นที่เด็กมีความสามารถในการอ่านที่อยู่ในระดับต่ำกว่าพื้นฐาน อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ (ศึกษาธิการ, กระทรวง . สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552 : 8-10) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการดูแลจากทุกฝ่ายเพื่อยกระดับอย่างเร่งด่วน วิธีการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหา คือ การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลีลาการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ดีให้แก่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูล จนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และ เน้นให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลสำคัญที่ช่วยพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ และสามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและสังคม มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดเป็นประเภทหนึ่งของความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นผลจากการการสังเกต รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่ง ๆ นั้นมาประมวลกันเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งๆนั้น(ธีระชัย ปูรณโชติ, 2537: 40-41)มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นความคิดสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สติปัญญาควบคู่กับประสบการณ์ที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้เกิดทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสามารถนำความรู้

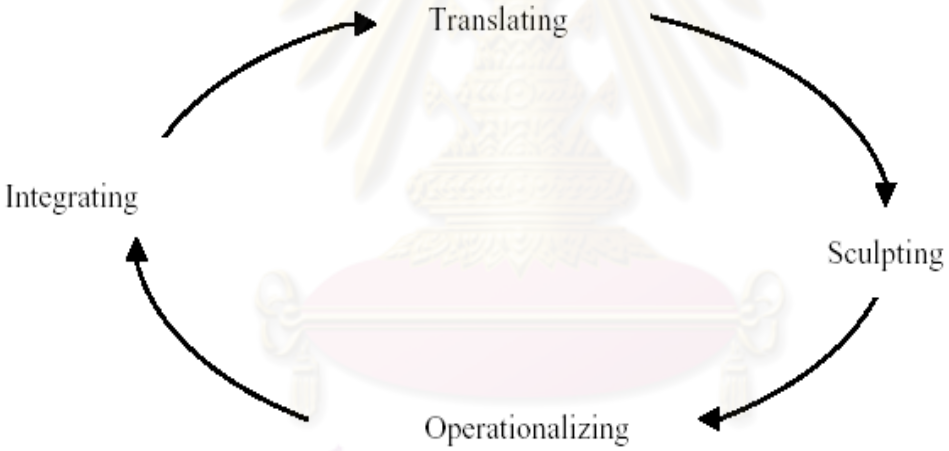
ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้สร้างประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิตได้(กรมวิชาการ, 2551: 3)

จากสภาพปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมี ข้างต้นพบว่าปัญหายังจำเป็นที่ต้องได้รับการแก้ไข เห็นได้จากการมีงานศึกษาวิจัยจำนวนหนึ่งที่เสนอกรอบแนวคิดในการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เคมี จึงได้มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียนไว้คือ การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ใหม่ ผ่านการคิดและการลงมือสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง ดังที่ สุวัฒน์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวไว้ว่า “การเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียน เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง” ส่วนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเพียงการเพิ่มพูนความรู้ นำมาซึ่งความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์(2549: 41) ที่ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญว่า “ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ เป็นผู้จัดประสบการณ์ แล้วจัดสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยเอง”

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองสามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประสบการณ์ในสังคมรวมทั้งประสบการณ์ของตนเองเพื่อสร้างความรู้ใหม่แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวที่เป็นที่ยอมรับของนักการศึกษา เช่น การจัดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์((Experiential learning) ตามแนวคิดของ David Kolb โดยกล่าวว่า ผู้เรียนเริ่มสร้างความรู้ใหม่จากการรับรู้ปัญหาคิดหาแนวทางแก้ไขลงมือปฏิบัติจนเกิดประสบการณ์จากการปฏิบัติเกิดการปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้เป็นความรู้ใหม่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการคิดและการกระทำจนก่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มี 4 ขั้นตอน คือ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนสะท้อนความคิดจากสิ่งที่ได้สังเกต ผู้เรียนสรุปความรู้จากการสังเกตและการสะท้อนความคิดเป็นความคิดรวบยอดซึ่งเป็นนามธรรมและสรุปเป็นหลักการซึ่งได้จากการบูรณาการสังเกตกับทฤษฎี ผู้เรียนนำหลักการนั้นไปประยุกต์หรือทดลองในสถานการณ์ต่าง (Kolb, 1984: 30)

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ให้เข้าใจลึกซึ้งพบว่ามีงานวิจัยที่นำรูปแบบ วิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนโดยใช้วิธีสืบสอบ(Thompson, 2007) การใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5Es (Mackenzie, 2007; Ray, 2008) เทคนิคการใช้ mind mapping (Mona, 2007) และมีงานวิจัย ที่ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเช่น การเรียนการสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน กล่าวคือ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ใหม่ผ่านการคิดและการลงมือสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปรากฏ ว่าพบรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งพัฒนาโดย Mun Fie Tsoi ปี 2008 ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างทฤษฎีสรรคนิยมและแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอลบ์ ดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

(Mun Fie Tsoi ,2008 : 29)

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา 2) ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด 3)ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา 4) ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในสถานการณ์ที่ใกล้เคียง

ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ครูและนักเรียนมีบทบาทสำคัญในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนดังตาราง

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีความเหมือนและความแตกต่างกับวิธีแบบสืบสอบที่ใช้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันหรือเป็นการเรียนการสอนแบบปกติโดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างดังนี้

1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นที่ใช้ภาพนิ่งที่สื่อถึงการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์นั้นๆ หรือการใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มีความมุ่งมั่นในภาพนั้นๆ จนเกิดความสงสัย เกิดปัญหาและระบุปัญหา

2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) และ ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) เป็นขั้นที่สามารถใช้แหล่งเรียนรู้ที่เป็นภาพเคลื่อนไหวแต่ละชุดเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวทางในการคาดคะเนคำตอบของปัญหาและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลได้อย่างเข้าใจ

3.ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำกิจกรรมเพื่อสะท้อนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ใกล้เคียงหรือในสถานการณ์ใหม่

จากความแตกต่างโดยภาพรวมระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และวิธีการสอนแบบสืบสอบที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ได้กล่าวมานั้นยังมีความแตกต่างในเรื่องแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นจุดเน้น ในแต่ละขั้นของวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งต่างจากขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสืบสอบ ดังปรากฏในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	**ขั้นตอนของวิธีสอนแบบปกติ**
ขั้น 1 ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา 1.1 ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นจนทำให้นักเรียนเกิดการระบุปัญหา 1.2 นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยกำหนดประเด็นปัญหา 1.1 ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดประเด็นปัญหา 1.2 นักเรียนระบุประเด็นปัญหา

ตารางที่ 1 (ต่อ) เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	ขั้นตอนของวิธีสอนแบบปกติ
ขั้น 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด 2.1 นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ 2.2 นักเรียนคาดคะเนคำตอบของปัญหา	2. ขั้นกิจกรรม 2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการศึกษาโดยครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบและครูอธิบายเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์การศึกษา 2.2 ขั้นทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกผลด้วยตนเอง
ขั้น 3 ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็น 3.1 นักเรียนวางแผนหรือออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล 3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 3.3 นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง	3. ขั้นสรุป ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่วิทยาศาสตร์ในบทเรียน 3.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุป 3.2 นักเรียนสรุปความรู้ในสิ่งที่ได้ศึกษา
ขั้น 4 ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในบริบทที่แตกต่างจากเดิม 4.1 นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 4.2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน	

จากการศึกษาพบงานวิจัยที่ช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ภาพเป็นสิ่งเร้าในการจัดการเรียนการสอนในที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในวิชาเคมีที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น งานวิจัย

ของ Viladislav Vasilyev (2009: 173-176) ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้ภาพสามมิติแสดงแบบจำลองโครงสร้างของสารอินทรีย์ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสารอินทรีย์ที่เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้นนอกจากนี้ได้พบงานวิจัยของ Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001: 289-294)ที่ใช้ภาพในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารอินทรีย์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเยอรมัน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องดังกล่าวที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ภาพในการจัดการเรียนการสอน

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ดังกล่าวได้มีนักการศึกษาคือ (Tsoi , 2008 : 34) ได้นำรูปแบบตามวงจรการเรียนรู้ TSOI ไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในประเทศสิงคโปร์ จำนวน 40 คน ที่เรียนวิชาเคมีในเรื่อง สมบัติของแก๊ส พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ดังกล่าว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สำหรับในประเทศไทยยังไม่พบการนำรูปแบบการสอนตามวงจรการเรียนรู้ TSOI มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประเทศไทย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เป้าหมายสำคัญในการที่จะพัฒนามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และจากการศึกษารายงานการวิจัยต่างๆ ในบริบทของนักเรียนไทยพบว่ายังอยู่ในระดับต่ำ ทำให้ครูวิทยาศาสตร์ต้องตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI น่าจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามการวิจัย

1. ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของประชากรได้หรือไม่

2. ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะสามารถเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของประชากรได้หรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

3. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

จากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้TSOI ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เสนอว่าขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ดังกล่าวประกอบด้วย ขั้นการแปลความ ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ ขั้นการปฏิบัติการ และขั้นการบูรณาการ ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ ฝึกการให้เหตุผลและลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อสร้างมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Mun Fie Tsoi ,2008 : 30) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Tien(1999: 2951A) ได้ทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียพบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี มโนทัศน์วิชาเคมี ทักษะการสืบสอบ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001: 289-294)ได้ทำการวิจัยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภาพเป็นสื่อในการสอนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารอินทรีย์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเยอรมัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องดังกล่าวที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ภาพเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001: 289-294)ได้ทำการวิจัยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภาพเป็นสื่อในการสอนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารอินทรีย์ โดยกลุ่ม

ตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเยอรมัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องดังกล่าวที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ภาพเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการศึกษาของ Haluk Ozmen (2008)ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนในเกรด 11 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจำนวน 25 คน กลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Viladislav Vasilyev (2009: 173-176) ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้ภาพสามมิติแสดงแบบจำลองโครงสร้างของสารอินทรีย์ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนมากขึ้น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนความเข้าใจมากขึ้นเรื่องโครงสร้างของสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อน

นอกจากนี้ จากการศึกษาของเมธา สีหนาท (2546: 127) ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างความรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกก่อพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามจำนวน 36 คน เป็นการวิจัยทดสอบกลุ่มเดียวโดยทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นิยามศัพท์

1. การใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI หมายถึง ครูวิทยาศาสตร์จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นดังนี้

1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา ด้วยการจัดกิจกรรมดังนี้

1.1 ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นโดยนักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน

2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด ด้วยกิจกรรมดังนี้

2.1 ครูให้นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้โดยอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อให้นักเรียนมีการสะท้อนความคิดซึ่งกันและกันจนนำไปสู่แนวทางในการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานของปัญหานั้น

2.2 นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหา

3. ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา ด้วยกิจกรรมดังนี้

3.1 นักเรียนวางแผนหรือออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง

3.3 นักเรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จาการทดลอง

3.4 นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง

4. ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในสถานการณ์ที่ใกล้เคียง

2. การสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบสอบ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายเพื่อกำหนดประเด็นปัญหา

2.2 ขั้นกิจกรรม แบ่งออกเป็น

2.2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการศึกษา โดยครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบและครูอธิบายเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์การศึกษา

2.2.2 ขั้นทำการศึกษา โดยให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกผลด้วยตนเอง

2.2.3 ขั้นอภิปรายหลังการศึกษา นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาเป็นรายบุคคลหรือตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มและลงข้อสรุป

2.3 ขั้นสรุป ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้วิทยาศาสตร์ในบทเรียน

3. มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี หมายถึง ความคิดรวบยอดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพันธะเคมี วัดโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็น 2 ตอนคือตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาและ ตอนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่สนับสนุนกับคำตอบในตอนที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนๆให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับประเภทของการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นการให้นักเรียนแยกส่วนของข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นส่วนย่อย หรือการค้นหาเนื้อหาสำคัญที่ข้อมูลไม่ได้กล่าวไว้อย่างชัดเจนโดยอาศัยการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของเหตุการณ์ที่กำลังสนใจศึกษา

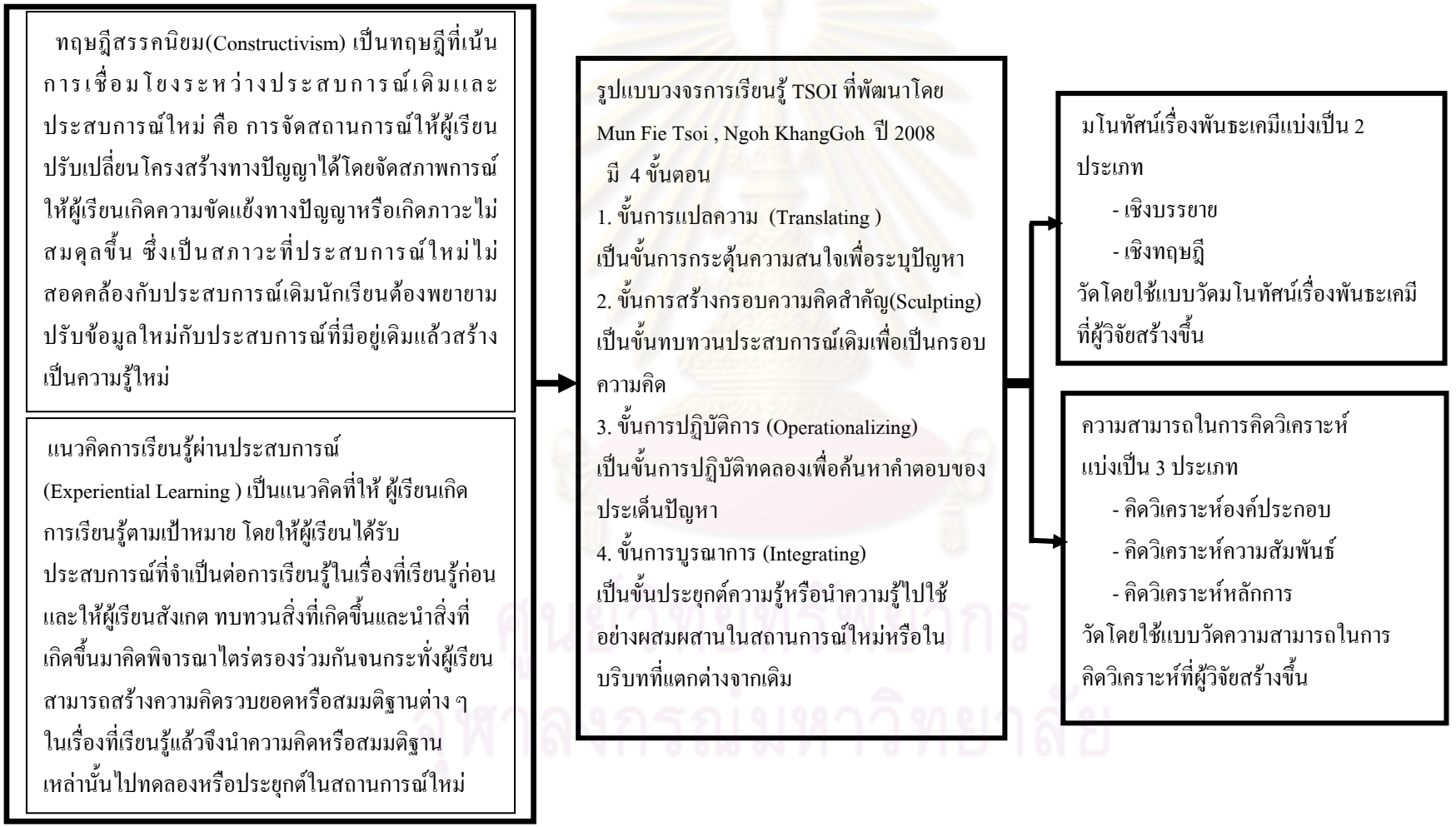
2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการให้นักเรียนวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในส่วนต่างๆ หรือองค์ประกอบย่อยของข้อมูลทั้งหมดโดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างเหตุการณ์ที่ได้จากการสังเกตและประสบการณ์เดิมที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์นั้นๆ

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการให้นักเรียนวิเคราะห์และระบุแนวคิด จุดประสงค์และมโนทัศน์ที่ครอบคลุมข้อมูลหรือเรื่องราวทั้งหมด

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์



ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ
2. ตัวแปรที่ศึกษา
    2.1 ตัวแปรจัดกระทำคือ
        2.1.1 การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
        2.1.2 การเรียนการสอนแบบปกติ
    2.2 ตัวแปรตาม คือ
        2.2.1 มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี
        2.2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดเป็นหัวข้อตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์
    - 1.1 ความหมาย ประเภทและความสำคัญของการคิดวิเคราะห์
    - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
    - 1.3 แนวทางการพัฒนาและเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี
    - 2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์
    - 2.2 ประเภทของมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี
    - 2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์
    - 2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์
3. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
    - 3.1 ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
    - 3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
    - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
    - 3.4 บทบาทของครูและนักเรียน
    - 3.5 การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
    - 4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดนับเป็นคุณสมบัติสำคัญที่พึงปรารถนาและเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาและการสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์และสภาพปัจจุบันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความรู้ และวิทยาการใหม่ๆ ซึ่งเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้บุคคลทั้งหลายจำเป็นต้องมีทักษะในการคิดเพื่อช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ปกติสุข ในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยปัญหาต่างๆ มนุษย์จำเป็นต้องใช้การตัดสินใจอยู่เสมอและการตัดสินใจที่ดีนั้นต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน

1.1 ความหมาย ประเภทและความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของคำว่า วิเคราะห์ หมายถึง ใคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้นคำว่า การคิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการตรึกตรองอย่างละเอียด โดยแยกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวต่างๆ อย่างมีเหตุผล

Dewey (1933: 30) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างไตร่ตรอง เริ่มต้นจากการคิดจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและจบการคิดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน”

Russel (1956: 281-282) สรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องพิจารณาตัดสินใจเรื่องราวว่าเห็นด้วยหรือไม่

Clark (1970: 11-13) สรุปความหมายความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการแยกองค์ประกอบย่อยๆออกและสร้างความสัมพันธ์กับองค์ประกอบนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Bloom (1976: 70) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการคิดแยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยสามารถหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร”

Good (1973: 680) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเชิงเหตุผลโดยอาศัยหลักฐานอ้างอิง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่คาดว่าจะเป็นไปได้”

Banks (1985: 137-138) สรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถแยกส่วนต่างๆ ของข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละส่วน

Hannah and Michaelis (1997: 55) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการคิดแยกย่อยส่วนต่างๆ ของข้อมูลเพื่อดูความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นๆ”

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 2) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์หมายถึง การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ ของสิ่งใดออกเป็นส่วนๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร”

อเนก พ. อนุกูลบุตร (2547: 60) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์การคิดพิจารณาสิ่งสำเร็จรูปหรือระบบใดๆ อย่างแยกแยะให้ค้นพบความจริงที่แฝงอยู่ในรูปขององค์ประกอบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและหลักการที่องค์ประกอบคลุมกันอยู่เป็นสิ่งสำเร็จรูปหรือระบบอยู่ได้”

Stiggins, Rubel and Quellmalz (1988 cited in Moseley et al., 2005) ได้กล่าวว่า “การคิดวิเคราะห์จัดเป็นโครงสร้างความรู้ โดยการจำแนกรายละเอียดเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนรวมและส่วนย่อย หรือความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล”

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นเรื่องราว เหตุการณ์ โดยเชื่อมโยงหาความความสัมพันธ์ว่าแต่ละองค์ประกอบสัมพันธ์อย่างไร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอในการตัดสินใจ

นักการศึกษาไทยและต่างประเทศได้มีการจำแนกประเภทของการคิดวิเคราะห์ไว้หลายลักษณะดังนี้

บลูม (Bloom, 1956: 148-150) ได้กล่าวถึงประเภทของการคิดวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ ในข้อมูลต่างๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อยได้ ข้อความใดที่เป็นข้อความจริง ข้อความใดเป็นค่านิยม และข้อความใดเป็นความคิดของผู้เขียนซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบมีลักษณะสำคัญดังนี้

1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่างๆ ในข้อมูล

1.2 ทักษะการแยกแยะความจริงออกจากสมมติฐาน

1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่นๆ

1.4 ความสามารถในการบอกสิ่งจูงใจและการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและของกลุ่ม

1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความปลีกย่อย

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักได้ทั้งความสัมพันธ์ของสมมติฐานและความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป ยังรวมถึงความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วย ในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 ความเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดในบทความหรือข้อความต่างๆ

2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่ามีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น

2.3 ความสามารถในการแยกความจริงหรือสมมติฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อสมมติฐานนั้น

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานที่ได้มา

2.5 ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบจากส่วนอื่นๆ ของความสัมพันธ์

2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูล

2.7 ความสามารถในการสืบหาความผิดปกติของข้อมูลตามหลักตรรกะ

2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญ

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการ ในการคิดวิเคราะห์หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งการคิดวิเคราะห์หลักการมีลักษณะสำคัญดังนี้

3.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความและความหมายขององค์ประกอบต่างๆ

3.2 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ของผู้เขียน ความเห็นของผู้เขียนหรือลักษณะการคิด ความรู้สึกที่มีต่องานเขียน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่างๆ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.6 ความสามารถในการรู้แง่คิดและทัศนคติของผู้เขียน

ลาวัณย์ วิทยาวุฑฒิกุล (2533) ได้กล่าวถึงประเภทของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการจำและสรุปความรู้

1.2 ความสามารถบอกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและข้อสมมติฐานได้

1.3 ความสามารถระบุข้อมูลสำคัญได้

1.4 ความสามารถอธิบายปัจจัยที่ทำให้บุคคลและกลุ่มต่างๆ มีความแตกต่างกัน

1.5 ความสามารถสรุปข้อความได้

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถเชื่อมโยงความคิดต่างๆ

2.2 ความสามารถตัดสินได้ว่าข้อมูลนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่

2.3 ความสามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐานที่อ่านพบได้

2.4 ความสามารถระบุได้ว่าข้อใดเป็นแนวคิดสำคัญ

2.5 ความสามารถเชื่อมโยงเหตุผลในแต่ละสถานการณ์ได้

2.6 ความสามารถวิเคราะห์ข้อความที่ขัดแย้งที่ปรากฏในเนื้อเรื่องได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย

3.1 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบและโครงสร้างของข้อมูลได้

3.2 ความสามารถวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของผู้เขียน

3.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเป็นหลักการได้

3.4 ความสามารถเรียนรู้เทคนิค วิธีการ ที่ปรากฏเนื้อเรื่องได้

3.5 ความสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและอคติที่มีอยู่ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2541) สรุปประเภทของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของเรื่องราว เนื้อหาหรือปรากฏการณ์ต่างๆเรียกได้ว่าเป็นการแยกแยะหาหัวใจของเรื่อง

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

มาร์ซาโน (Marzano, 2001: 60) ได้แบ่งประเภทความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ด้านการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน

3. ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ โดยการสรุปอย่างมีเหตุผล

4. ด้านการประยุกต์ เป็นความสามารถในการในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่

5. ด้านการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคตโดยใช้ความรู้และประสบการณ์จากสถานการณ์เดิม

จากประเภทการคิดวิเคราะห์ซึ่งจำแนกตามแนวคิดนักการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปประเภทของการคิดวิเคราะห์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางสรุปประเภทของการคิดวิเคราะห์

บลูม	ลาวัณย์	บุญชม	มาร์ซาโน	สรุปประเภทการคิดวิเคราะห์
การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ		การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ
การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์		การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
การคิดวิเคราะห์หลักการ	การคิดวิเคราะห์หลักการ	การคิดวิเคราะห์หลักการ		การคิดวิเคราะห์หลักการ
			การจำแนก การจัดหมวดหมู่	
			การสรุป	
			การประยุกต์ การคาดการณ์	

จากตารางเปรียบเทียบประเภทของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของนักการศึกษาต่างๆ สรุปว่าการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ประเภท

1. การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ ความสามารถในการจำแนกหาส่วนประกอบที่สำคัญ บอกความเหมือน ความแตกต่าง สาเหตุและสาระสำคัญของเรื่องราวเนื้อหาต่างๆ

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดเหตุผลต่างๆ ระหว่างองค์ประกอบย่อย ๆ ความสอดคล้อง ความเป็นเหตุเป็นผลของข้องมูลและเรื่องราว

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ คือ ความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบข้อมูล โดยระบุเป็นวัตถุประสงค์หรือประเด็นสำคัญ

การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญกับบุคคลทั่วไปในการนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันเช่น รู้จักวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารต่างๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจที่ถูกต้อง ช่วยส่งเสริมให้บุคคลมีทัศนคติหรือเพิ่มมุมมองในเรื่องต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น ดังที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 26-30) ได้สรุปประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา โรเบิรต์ เจ สเตอร์นเบอร์ก ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความเฉลียวฉลาดในการประสบความสำเร็จ(Successful Intelligence) ไว้ว่าคนเราจะเฉลียวฉลาดนั้นต้องประกอบไปด้วยความฉลาด 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดในการสร้างสรรค์ ความฉลาดในการ

วิเคราะห์ และความฉลาดในการปฏิบัติ (Practical intelligence) โดยในส่วนของความฉลาดในการวิเคราะห์นั้น สเตริ์นเบริ์ก อธิบายว่า หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินแนวคิดขึ้น ความสามารถในการคิดนำมาใช้แก้ปัญหาและความสามารถในการตัดสินใจโดยธรรมชาติ คนเราจะมีจุดอ่อนด้านความสามารถทางการคิดหลายประการ การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยเสริมจุดอ่อนทางความคิดเหล่านั้น

2. คำนึงถึงความสมเหตุสมผล ในการสรุปเรื่องต่างๆ เรามักไม่ได้คำนึงถึงจำนวนข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ความสมเหตุสมผลของเรื่องนั้น แต่มักจะด่วนสรุปสิ่งต่างๆ ไปตามอารมณ์ความรู้สึกหรือเหตุผลที่ตนมีอยู่ซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ข้อเท็จจริงของสิ่งนั้น เรามักจะเห็นตัวอย่างเพียง 2-3 ตัวอย่าง แล้วรีบด่วนสรุปโดยไม่คำนึงถึงจำนวนตัวอย่างว่ามีปริมาณเพียงพอในการที่จะนำไปสู่ข้อสรุปได้หรือไม่ ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้การสรุปเช่นนี้ เรียกว่า การสรุปแฝงด้วยความมีอคติ ดังนั้นควรสืบค้นตามหลักการและเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริงให้ชัดเจนก่อนจึงมีการสรุป

3. ลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวไปสู่การสรุปเรื่องต่างๆ ในหลายเรื่องมีคนจำนวนไม่น้อยที่ใช้ประสบการณ์ที่เกิดกับตนเองเพียงคนเดียวมาสรุปเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไป เช่น มีคนที่มีอายุยืนถึงร้อยปีมักเป็นที่ใช้อ้างกับใครๆ ว่าถ้ารับประทานอาหารตามแบบที่เขาทานแล้วจะอายุยืน ดังนั้นหากขาดปัจจัยเหล่านั้นหลักปฏิบัติเช่นที่เคยได้ผลในเหตุการณ์ของเขาอาจจะใช้ไม่ได้ผลกับคนอื่นๆ

4. ขุดค้นสาระของความประทับใจครั้งแรก ถ้าเราสังเกตเกี่ยวกับความรู้สึกในการกระทำสิ่งใหม่ ๆ เป็นครั้งแรก เรามักจะประทับใจในความรู้สึกนั้นไว้ตลอดไปว่าจะต้องเป็นเช่นนั้นเสมอมีงานวิจัยของทเวอร์สกีและคาห์เนแมน (Tversky and Kahneman) ที่พบว่า บุคคลส่วนใหญ่จะมีความประทับใจครั้งแรกเมื่อเห็นความสอดคล้องของข้อมูลของตัวอย่างทั้งหมดแม้มีจำนวนเพียงเล็กน้อยก็ตาม จะเป็นเหตุให้ตีความว่าตัวอย่างเหล่านั้นน่าเชื่อถือมากกว่า

5. ตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิมในหลายๆเรื่องที่เราจะสรุปตามความรู้ ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับการคาดการณ์บนพื้นฐานความจริงที่รับรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น

6. วินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคลในการวินิจฉัยคำกล่าวของคนนั้นจำเป็นต้องตระหนักให้ดีว่าประสบการณ์ของแต่ละคนมีแนวโน้มที่จะมีอคติ

7. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ การคิดวิเคราะห์นับว่าเป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่เป็นปัจจัยหลักสำหรับการคิดในมิติอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากย์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้นๆ ในอันที่จะนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้ เช่น การคิดเชิงวิพากย์มักจะทำให้เรามีอาการของคิดดูก่อน แล้วจึงเริ่มต้นคิด เป็นการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์นั่นเองด้วยการใช้เหตุผลเพื่อสืบค้นหาความจริง

8. ช่วยในการแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ และการทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงช่วยเราในเวลาที่พบปัญหาใดๆ ให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างตรงประเด็นปัญหา เนื่องจากการแก้ไขปัญหาใด ๆ จำเป็นต้องมีการคิดวิเคราะห์ปัญหาเสียก่อนว่ามีปัญหาอะไรบ้าง แยกแยะว่ามีอยู่กี่ประเภทและแต่ละประเภทมีรายละเอียดอย่างไร เพื่อให้สามารถคิดต่อไปได้ว่าแต่ละประเภทจะป้องกันและแก้ไขได้อย่างไร

9. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ การวิเคราะห์จะช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริงหรือเหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจและที่สำคัญคือจะช่วยให้เราได้ข้อมูลเป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การวิเคราะห์ยังช่วยให้เราสามารถประเมินสถานการณ์และตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้แม่นยำกว่าการที่เรามีแต่เพียงข้อเท็จจริงที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์และทำให้เรารู้สาเหตุของปัญหา เห็นโอกาสของความน่าจะเป็นในอนาคต ช่วยให้เกิดการคาดการณ์อนาคตและหากเราลงมือปฏิบัติตามนั้นโอกาสแห่งความสำเร็จย่อมเป็นไปได้อย่างแน่นอน

10. ทำให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล การคิดวิเคราะห์ช่วยให้การคิดต่างๆ ของเราอยู่บนฐานของตรรกะและความน่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ส่งผลให้มีการคิดจินตนาการหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้รับการตรวจสอบว่าความคิดใหม่นั้นใช้ได้จริงหรือไม่และถ้าจะใช้ได้จริงต้องเป็นเช่นใด แล้วมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จินตนาการกับการนำไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริง สิ่งประดิษฐ์มากมายที่เราพบเห็นในปัจจุบันล้วนเป็นผลลัพธ์อันเกิดจากการวิเคราะห์ว่าใช้การได้ก่อนที่จะนำมาใช้จริง

11. ทำให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง การคิดวิเคราะห์ช่วยให้เราประเมินและสรุปสิ่งต่างๆ บนข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ไม่ใช่สรุปตามอารมณ์ความรู้สึกหรือการคาดการณ์ว่าน่าจะเป็นเช่นนั้นเช่นนี้ การคิดวิเคราะห์ทำให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจที่สำคัญคือช่วยให้เราได้เรียนรู้ในสิ่งต่างๆ ได้อย่างเข้าใจลึกซึ้งมากขึ้น เพราะการวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คลุมเครือเกิดความกระจ่างชัดโดยสามารถแยกแยะสิ่งดี -ไม่ดี สิ่งที่ถูกต้อง- หลอกลวง โดยการสังเกตความผิดปกติของเหตุการณ์ พฤติกรรม หากเราคิดใคร่ครวญถึงเหตุและผลของสิ่งนั้นจนเพียงพอที่จะสรุปได้ว่าเรื่องนั้นมีความเป็นมาอย่างไร เท็จจริงอย่างไร อะไรเป็นเหตุเป็นผลกับสิ่งใด นอกจากนี้การคิดวิเคราะห์จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจในเรื่องที่มีความซับซ้อน

ลักขณา สริวัฒน์ (2549: 70) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของการวิเคราะห์เพิ่มเติมว่า การวิเคราะห์ก่อประโยชน์อย่างมากทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ระดับองค์กร และระดับประเทศซึ่งในแทบทุกวิชาจำเป็นต้องใช้การคิดวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. การวิจัย การวิเคราะห์นับเป็นหัวใจหลักของงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการหาความสัมพันธ์ การหาเหตุและผลในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยพยายามนำเอาความแตกต่างในตัวแปรอิสระไปอธิบายในตัวแปรตามเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่าเป็นจริงตามนั้นหรือไม่

2. สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ในแง่มุมต่างๆ ช่วยให้เราเข้าใจสาเหตุที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่ตามมาและสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อันนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การเตรียมการป้องกัน การวางนโยบายและการวางกลยุทธ์เพื่อมีโอกาสที่ดีกว่าในอนาคต

3. ข่าว ทำให้เราทราบเบื้องหน้าเบื้องหลังของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันไม่เพียงแต่จะรับรู้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นเท่านั้น แต่ยังทราบอีกว่าเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวและยังทำให้ทราบอีกว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางกลยุทธ์และป้องกันอย่างไรต่อไปได้

4. วิเคราะห์บุคคลจะช่วยทำให้เราเข้าใจว่าเหตุใดเขาจึงแสดงออกมาเช่นนี้มีอะไรเป็นมูลเหตุจูงใจ สิ่งที่เขาแสดงออกจะส่งผลกระทบต่อเขาหรือผู้อื่นหรือไม่ อย่างไร ในอนาคต และถ้ามูลเหตุเปลี่ยน พฤติกรรมของเขาจะเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่

5 ทำให้ทราบว่าสิ่งนั้นหรือวัตถุนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนช่วยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร

6. พิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้ออ้างและข้อสรุป หลักฐานที่นำมากล่าวอ้างวินิจฉัยแรงจูงใจหรือเหตุผลที่นำมากล่าวอ้างจะช่วยให้เราค้นพบความถูกต้องหรือผิดพลาดของข้ออ้างนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการมักจะอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจน ดังตัวอย่างเช่น เมื่อเราเห็นจานใบหนึ่งเราอยากรู้ว่าจานใบนี้ทำมาจากอะไร ประกอบด้วยอะไรบ้างมีวิธีการทำอย่างไรและคงไม่มีการนำจานใบนั้นมาทุบให้แตกละเอียดเพื่อดูส่วนประกอบแน่นอนแต่ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยการใช้เครื่องมือ เช่น ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับแยกสาร แยกธาตุต่างๆ เราจึงจะรู้ว่าจานใบนั้นทำมาจากอะไร มีส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละองค์ประกอบมีสัดส่วนเท่าไร เป็นต้น นอกจากจะใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์แล้วที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของผู้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ลึกซึ้งและแม่นยำมากขึ้น

7. ค้นหาธรรมชาติบางสิ่งบางอย่างด้วยคำถามเพื่อจำแนกองค์ประกอบต่างๆ ของเรื่องนั้น ผู้ที่ต้องการหาความชัดเจนของแนวคิดที่ต้องการศึกษาด้วยการจำแนกให้อยู่ในลักษณะย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ในการค้นหาคำตอบให้แก่แนวคิดใด ๆ จึงจำเป็นต้องแยกแยะสิ่งที่เรียกว่าเงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอ

ดังนั้นความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ พอสรุปได้ว่าเป็นวิธีคิดแบบหนึ่งที่ช่วยในการแยกแยะข้อเท็จจริงต่างๆ ออกจากข้อคิดเห็น รวมทั้งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหา ประเมินตัดสินใจและการสรุปข้อมูลต่างๆ ที่รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผลและเป็นพื้นฐานความคิดในการเชื่อมโยงไปสู่การคิดในมิติอื่น

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย 2 ทฤษฎีหลัก ได้แก่

1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development theory)

Paiget (อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล , 2545) เชื่อว่าตั้งแต่ทุกคนเกิดมาจะมีความพร้อมที่จะปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้พร้อมที่จะเริ่มกระทำก่อน นอกจากนี้ paiget ถือว่ามนุษย์เรามีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิดคือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว(Adaptation) ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การจัดและรวบรวม(Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่างๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่องกัน เป็นระเบียบและมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตราบที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

การปรับตัว(Adaptation) หมายถึง การปฏิบัติตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพที่สมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

1. การซึมซับประสบการณ์เดิม(Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราวและข้อมูลต่างๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

2. การปรับโครงสร้างทางสติปัญญา(Accommodation) หมายถึง การเปลี่ยนเชาวน์ปัญญาที่มีอยู่แล้วปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ จนเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

นอกจากนี้ Piaget (อ้างถึงใน พรรณี ช. เจนจิตร, 2538) ได้เสนอว่าพัฒนาการความสามารถทางสมองของมนุษย์เริ่มตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงขีดสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับของพัฒนาการเป็น 4 ระยะดังนี้

1. Sensori-Motor Intelligence (0-2 ปี) ในวัยนี้เด็กแสดงออกทางการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการกระทำ การคิดของเด็กในขั้นนี้ใช้สัญลักษณ์น้อยมากจะเข้าใจสิ่งต่างๆ จากการกระทำ และการเคลื่อนไหว เรียนรู้จากสิ่งรอบตัวเฉพาะที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสได้เท่านั้น

2. Preoperational Thought (2-7 ปี) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วแต่ในขั้นนี้การพัฒนาการด้านการคิดยังไม่สมเหตุสมผล ยังติดยึดอยู่กับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการคิด คือ ยึดติดกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมไม่สามารถคิดย้อนกลับโดยใช้เหตุผล ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางมองเหตุการณ์ต่างๆทีละด้าน ไม่สามารถพิจารณาหลายๆ ด้านพร้อมกัน

3. Concrete Operations (7-11 ปี) เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดโดยการใช้สัญลักษณ์และภาษา การสร้างแผนภาพแทนในใจได้ กรคิดแบบยึดตนเองเป็นศูนย์กลางลดน้อยลง แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ คิดย้อนกลับได้ รวมทั้งจัดประเภทสิ่งของ ตลอดจนเข้าใจเรื่องการเปรียบเทียบ

4. Formal Operations (11 ปี ขึ้นไป) เป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม คิดอย่างสมเหตุสมผล สามารถตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา คิดแบบวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ รู้จักคิดด้วยการสร้างภาพในใจ สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่นอกเหนือไปจากปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริงและคิดสร้างทฤษฎีได้ การคิดของเด็กไม่ยึดติดกับข้อมูลที่มาจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว

ทฤษฎีของ Piaget อธิบายพัฒนาการคิด จากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือการเจริญเติบโตของร่างกาย และวุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคมและสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว ขั้นพัฒนาของการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้นซึ่งพัฒนาการในขั้นต้นจะเป็นพื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูงและพัฒนาการของการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวแต่จะแตกต่างกันในด้านความเร็วของการเกิดแต่ละระดับพัฒนาการ

1.2.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม(Bloom's taxonomy of educational objectives)

Bloom(1956) ได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ที่เกิดจากการจำ(Knowledge) ซึ่งเป็นระดับล่างสุด ความเข้าใจ(Comprehend) การประยุกต์ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) คือการเปรียบเทียบความเหมือน ความต่าง ข้อดี ข้อเสีย การวิเคราะห์อาจเป็นเรื่องใกล้ตัวหรือสถานการณ์ที่ำลังเกิดขึ้น การสังเคราะห์ (Synthesis) สามารถนำส่วนต่างๆ มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ให้แตกต่างจากรูปแบบเดิมและการประเมินค่า(Evaluation) สามารถประเมินได้ว่าอะไรถูกอะไรผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่นอนนอกจากนี้บลูมและคณะกรรมการผู้ตรวจสอบวิทยาลัยของสมาคมจิตวิทยาอเมริกัน ได้เข้าร่วมประชุมที่เมืองบอสตันในปี ค.ศ.1948 เพื่อร่วมกันพิจารณาเพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน คือด้านความรู้ (Cognitive Domain) ด้านทักษะปฏิบัติ (Psycho-motor Domain) และด้านความรู้สึกและเจตคติ

(Affective Domain) โดยในแต่ละด้านจะมีการเรียนรู้ย่อย ๆ มากมายที่แสดงถึงการคิดอย่างชัดเจน ว่า บุคคลเรียนรู้ทางด้านสติปัญญาหรือการคิด ด้านจิตใจและด้านการกระทำในเรื่องเกี่ยวกับการคิด บลูมให้ข้อคิดเห็นว่า การคิดของบุคคลเป็นขั้นตอนโดยเริ่มจากการเรียนรู้จากการจำและความเข้าใจ และพัฒนาต่อไปถึงขั้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า โดยนับว่าบลูมเป็นผู้ก้าวเข้าสู่กระบวนการพัฒนาของสมองอย่างชัดเจน

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมานี้เป็นเนวคิดด้านการพัฒนาการทางการคิดของเด็ก โดยเฉพาะในช่วงอายุ 11-15 ปี เมื่อพบสิ่งแวดล้อม ปัญหาสถานการณ์และสิ่งเร้าต่างๆ ที่มีส่วนกระตุ้นการคิด เด็กจะรับข้อมูลเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการทางสมองแล้วตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการคิดวิเคราะห์วึ่งเป็นกระบวนการที่เด็กจะได้คำตอบว่าควรเลือกหรือตอบโต้เพราะอะไรที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

1.3 แนวทางการพัฒนาและเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การฝึกนักเรียนให้มีพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ต้องส่งเสริมให้นักเรียนคิดในการจับประเด็น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ การใช้เหตุผล การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การจำแนกแจกแจง การตีความข้อมูลที่ได้รับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้สามารถประเมินและตัดสินใจเรื่องที่คิดได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล อย่างไรก็ดีครูมีหน้าที่ต้องพัฒนาระดับความคิดของผู้เรียนโดยการสร้างเจตคติ ค่านิยม ที่ถูกต้องโดยมีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังนี้

นิรมล ศตวุฒิ (2548: 90-91) ได้เสนอกิจกรรมที่ใช้เทคนิคคำถามที่มุ่งพัฒนาการกระบวนการคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิด คำถามที่ใช้สำหรับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์สามารถดำเนินการตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยคือ การมีความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าเพราะพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเน้นผลลัพธ์ทางปัญญา ครูผู้สอนจำเป็นต้องฝึกฝนการพัฒนาทักษะการใช้คำถาม สามารถตั้งคำถามให้ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ คิดคำถามให้หลากหลาย กว้างขวางหลายแง่หลายมุม ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และสรุปตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

นอกจากนี้แล้ว การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน บันทึกการเรียนรู้ บันทึกข้อสงสัย ความรู้สึกส่วนตัว ความคิดที่เปลี่ยนไป ถามตนเองในการ

วางแผนจัดระเบียบคิดไตร่ตรองในเรื่องที่เรียนรู้ของตน และประเมินตนเองเพื่อประเมินความคิดและความรู้สึกของตนเอง(คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2549: 15)

วัชรา เล่าเรียนดี (2549: 25-26) ได้เสนอลักษณะกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้แก่ผู้เรียนไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องต่างๆ หรือความคิดรวบยอดต่างๆ

2. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่างๆ

3. จำแนก จัดประเภท จัดกลุ่มสาระ ความคิด ความคิดรวบยอด

4. ประเมินผลตัดสินคุณค่าสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ

5. จัดลำดับเหตุการณ์ ความสำคัญของเรื่องราวต่างๆ

6. ให้ระบุข้อเท็จจริง คำ หรือคำพูดที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องหรือเรื่องที่ไม่จริง

7. ระบุข้อเท็จจริง ความจริง และที่เป็นข้อความคำพูด ความคิดเห็น

8. ระบุข้อความที่แสดงความโน้มเอียงทางฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือที่แสดงถึงความอคติต่อเรื่องใดหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

9. ให้นิยาม คำอธิบายและบอกสาเหตุ

10. ระบุเหตุและผล ท้าทายผลที่จะเกิดขึ้น

11. ให้ลงความความคิดเห็น ข้อสรุป

12. สรุปโดยทั่วๆ ไป หรือให้ข้อสรุปที่นำมาใช้ได้โดยทั่วไป

13. แปลความหมายหรือตีความหมายข้อความต่างๆ

14. ระบุใจความสำคัญ(Main Idea) รายละเอียดและส่วนที่เป็นแนวคิดสนับสนุน (Supporting Idea)

15. เขียนบทสรุป (Summary)

16. ตัดสินใจ โดยพิจารณาเลือกด้วยเหตุผล

17. แก้ปัญหา

กิจกรรมการพัฒนาการคิดยังมีนอกเหนือจากนี้อีกมากเพื่อจะนำไปสู่การเสริมสร้างและพัฒนาการคิดระดับที่สูงขึ้นไปแต่กิจกรรมที่ฝึกคิดดังที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับชั้นและควรให้ผู้เรียนฝึกอย่างสม่ำเสมอ อาจใช้เนื้อหาสาระและระดับชั้นของผู้เรียนเป็นหลักในการจัดกิจกรรมและควรเริ่มจากการใช้ความคิดในเรื่องง่ายๆ ไม่ซับซ้อนก่อน

นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมที่นิยมใช้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนคือเทคนิค 5W 1H ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น เช่น มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้ เกิดอะไรขึ้นบ้าง สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์คืออะไร

2. Where (ที่ไหน) เช่น เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด

3. When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น เช่น เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่

4. Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น เช่น เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นฯ สถานที่นี้ ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้

5. Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งทางด้านบวกและด้านลบ เช่น ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์

6. How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด เช่น เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

กาคพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 5W 1H จะสามารถช่วยไล่เรียงความชัดเจนในการแต่ละเรื่องที่เรากำลังคิดเป็นอย่างดี ทำให้เกิดความครบถ้วนในเรื่องที่กำลังคิดได้อย่างสมบูรณ์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของสถานการณ์หรือเนื้อหา ว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์อะไร นอกจากนี้ยังมีส่วนย่อยใดที่สำคัญในแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง โดยมีนักการศึกษาได้เสนอวิธีวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังนี้

ฮาร์วีย์ ฮันท์ และชโรเดอร์(Harvy , Hunt and Schroder, 1961: 20) สรุปกรอบการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่านักเรียนจะได้รับคำถามเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ การใช้คำถามที่เหมาะสมเป็นสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการวิเคราะห์ เนื้อหาที่ใช้ในแบบวัดการคิดวิเคราะห์ก็มีส่วนสำคัญ ซึ่งอาจใช้การบรรยายการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือเหตุการณ์ทางสังคม การใช้รูปภาพ เป็นต้น หรืออาจใช้สถานการณ์จริงก็ได้เช่น การวิเคราะห์ปฏิกิริยาจากห้องปฏิบัติการ

สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2540: 52) ได้กล่าวถึงกรอบในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงภาษา(Verbal Analysis) หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ สรุปเหตุผลตามเงื่อนไข ประกอบด้วยเงื่อนไขหลายๆ เงื่อนไขที่มีความสัมพันธ์กันหรือบางเงื่อนไขอาจไม่สัมพันธ์กันก็ได้หรือเป็นเงื่อนไขที่มีข้อมูลเชิงปริมาณที่เป็นตัวเลขมาเกี่ยวข้องด้วย

2. การวิเคราะห์แผนภูมิเชิงตรรกะ(Logical Diagram) หมายถึงความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล วิเคราะห์ ข้อสรุป ข้ออ้างอิงหรือหลักการต่างๆ เพื่อหาหลักฐานที่สามารถสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นทั้งมีเหตุผลในแบบอนุมาน แบบอุปมานและเหตุผลทั่วไป

2. การวิเคราะห์เชิงภาพและสัญลักษณ์(Non-verbal Analysis) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือรูปภาพในมิติต่างๆ ประกอบกันซึ่งอาจเป็นมิติที่คงที่หรือความสัมพันธ์ที่เป็นเรขาคณิตและอาจเป็นมิติที่เคลื่อนที่ เช่น อุปมาอุปไมยด้วยภาพ การจัดประเภทภาพ อนุกรมภาพ และอนุกรมภาพ 2 มิติ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดสามารถจำแนกประเภทของการวัดออกเป็น 2 แนวทางสำคัญดังนี้

1. แนวทางของนักวัดกลุ่มจิตมิติ (Phychometrics)

การวัดความสามารถในการคิดตามแนวทางนักวัดกลุ่มจิตมิติส่วนใหญ่สนใจการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งได้มีการพัฒนาแบบสอบกันอย่างหลากหลายโดยแบ่งเป็นการวัดความสามารถในการคิดอยู่ 2 ลักษณะ คือแบบสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้วและแบบสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สามารถสร้างขึ้นได้เอง

แบบสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิด เป็นแบบสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้เล้วสำหรับใช้วัดความสามารถในการคิด สามารถจัดได้เป็นแบบสอบการคิดทั่วไปซึ่งเป็นแบบสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดโดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไปแบบสอบลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบสอบการคิดเฉพาะด้านเป็นแบบสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะการคิด

2. แนวทางการวัดจากการปฏิบัติตามสภาพจริงจริง(Authentic Performance Measurement)

แนวทางการวัดนี้เป็นทางเลือกใหม่ที่เสนอโดยกลุ่มนักวัดการเรียนรู้ในบริบทที่เป็นธรรมชาติ โดยเน้นการวัดจากการปฏิบัติในชีวิตจริงหรือคล้ายจริงที่มีคุณค่าต่อตัวผู้ปฏิบัติ มิติของการวัดทักษะการคิดซับซ้อนในการปฏิบัติงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหาและการประเมินตนเอง รูปแบบการวัดใช้วิธีการสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติจากการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์เหมือนโลกแห่งความเป็นจริงและการรวบรวมงานในแฟ้มสะสมงานหรือพัฒนางาน (portfolio)

การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดในประเภทนั้น ๆ เพื่อนำมาเป็นกรอบเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรม

เฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดจากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวบ่งชี้หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้น ๆ

2. มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

2.1 ความหมายและประเภทของมโนทัศน์

มโนทัศน์มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept” ซึ่งคำนี้สามารถใช้คำอื่นในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น สังกับ ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนภาพ หรือ มโนมติ ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า มโนทัศน์ โดยมีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ไว้ต่างๆ ดังนี้

Good (1959 : 124) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบหรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มๆ เป็นพวกได้

2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์หรือวัตถุ

3. ความรู้สึก นึกคิด ความเห็นหรือภาพความคิด

Gagn'e (1977: 32) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์หมายถึง การจัดประเภทวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์หรือความคิด โดยมโนทัศน์จัดเป็นส่วนประกอบของกฎเกณฑ์และพื้นฐานของการคิดในระดับสูง”

Novak and Glowin (1983: 5) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ว่า หมายถึง ความสม่ำเสมอที่มีอยู่ในเหตุการณ์หรือวัตถุต่างๆ และเป็นชื่อที่เข้าใจตรงกันด้วยคำพูด”

Jacobsen et al.(1985 : 36) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ แนวคิดที่กล่าวถึงการจัดกลุ่มหรือการจำแนกประเภทสิ่งของที่มีลักษณะเหมือนกัน”

Line(2000: 2) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือการสร้างกลุ่มของความรู้ ซึ่งเกิดจากการรวบรวมและวินิจฉัยข้อมูลของมนุษย์”

สุวัฒน์ นิยมค้า (2517: 17) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ของสิ่งใดคือความคิดหลักที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นจินตนาการที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้นเป็นคุณสมบัติ หรือคุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น”

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2532 : 18) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ไว้ คือ ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้านี้อาจจะเป็นชนิด ประเภทวัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้”

ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 3) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์เป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม”

ธีระชัย ปูรณโชติ (2537 :40-41) ได้สรุปความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่ง ๆ นั้น

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537 : 22) ได้กล่าวว่า “มโนทัศน์ว่า หมายถึง การสรุปลักษณะหรือสมบัติส่วนที่สำคัญของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือความคิดอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งเหล่านั้น ซึ่งแสดงออกมาโดยภาษาหรือถ้อยคำที่เน้นนามธรรม”

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจโดยสรุปที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ผ่านการวินิจฉัย หรือตรวจสอบ จนสามารถจัดระเบียบความคิดที่เป็นระบบจนสามารถนำไปสู่เป็นคำจำกัดความและเป็นมโนภาพภาพในใจได้

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางเคมี

Sund and Trowbridge (1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษา สังเกตวัตถุที่เป็นรูปธรรม(concrete objects)”

Carin (1989) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรวมความคิดของสิ่งที่เป็นพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน”

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวมานั้น สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปซึ่งเกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆมาศึกษา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นซึ่งอาจจะแตกต่างกันตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้หลากหลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

Gagn'e (1970: cited in Niko, 2007: 209-210) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) หมายถึง กลุ่มที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการรับรู้ลักษณะทางกายภาพของสิ่งเหล่านั้น เช่น รู้ว่าเป็นสีเหลือง ทราบว่าสิ่งนี้เป็นแมว ฯลฯ

2. มโนทัศน์เชิงคำอธิบาย (defined concept) หมายถึง กลุ่มที่สามารถกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความโดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งลักษณะเหล่านี้ไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น น้ำใจ มิตรไมตรี ฯลฯ

Jacobson et al (1985: 36-38) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์ลำดับสูง(superordinate concepts) คือ มโนทัศน์ที่จัดกลุ่มลำดับไว้สูงสุด เช่น พืชตระกูลต่ำ พืชตระกูลสูง แม้ว่าจะจัดอยู่ในกลุ่มต่างกัน แต่โดยรวมแล้วทั้ง 2 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มพืช เหมือนกัน มโนทัศน์ประเภทนี้เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน

2. มโนทัศน์แบบร่วม (coordinate concepts) คือ มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน แม้ว่าจะจัดอยู่คนละกลุ่มแต่ก็ยังมีบางลักษณะที่เหมือนกันอยู่ เช่น พิจารณาสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์จำพวกนก ทั้ง 3 กลุ่มนี้ยังมีลักษณะร่วมที่เหมือนกันอยู่

3. มโนทัศน์ลำดับย่อย (subordinate concepts) คือมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์จัดอยู่ในลำดับรองลงมา เช่น สัตว์เลื้อยคลาน จัดอยู่ในลำดับย่อยของกลุ่มสัตว์ ดังนั้นสัตว์ชนิดต่าง ๆ เป็นลำดับรองของสัตว์เลื้อยคลาน

Smith และ Ragan (2005: 80) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) คือ มโนทัศน์ที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการจำแนกกลุ่มของนั้น ๆ

2. มโนทัศน์เชิงนิยาม(defined concepts) คือ มโนทัศน์ที่จำแนกจากสิ่งที่ตรงกับคำนิยาม เช่น คำนิยามในกลุ่มการปกครอง เช่น คำว่า คอมมิวนิสต์ ประชาธิปไตย คณาธิปไตย เป็นต้น

จากรายละเอียดดังที่กล่าวมาสามารถสรุปประเภทของมโนทัศน์ไว้ 2 แบบ

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม คือ มโนทัศน์ที่สามารถสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการนำไปสู่การจัดจำแนกกลุ่มของนั้น ๆ โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ

2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม คือ มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะอยู่ในรูปของคำนิยาม

มโนทัศน์ดังที่กล่าวมานั้นเป็นประเภทมโนทัศน์แบบทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้จำแนกประเภทมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

Sund และ Trobridge(1973: 17-18) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concepts) เช่น เส้นแรงแม่เหล็ก สารแขวนลอย

2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต(dynamic process concepts) เช่น รูปร่างของเมฆ ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุลของสาร เป็นต้น

Lawson(1995: 71-74) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงพรรณนา(descriptive concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ทำหน้าที่รวบรวมคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการสังเกตอาจอาจอยู่ในรูปของวัตถุ เช่น เก้าอี้ เตียงนอน ฯลฯ เหตุการณ์ เช่น การเดิน การกระโดด ฯลฯ และตำแหน่ง เช่น ด้านซ้าย ด้านขวา บน ล่าง เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้หรือไม่สามารถสังเกตโดยตรงแต่ใช้สมบัติการเปลี่ยนแปลงเชิงเคมีจึงจะสังเกตเห็น เช่น การจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

โดยสรุป มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงบรรยาย เป็นการสรุป รวบรวมคุณสมบัติที่ได้จากการสังเกตและจัดกลุ่มเป็นประเภทต่างๆ เช่น ความหมายของพันธะไอออนิก

2. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี เป็นการอธิบายคุณสมบัติ กระบวนการทำงานและพฤติกรรมของสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส แต่รับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอ

2.2 ประเภทของมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

ขอบข่ายเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และหลักสูตรของโรงเรียน ได้กำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดของรายวิชาเคมีพื้นฐาน ในหน่วยของพันธะเคมี ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์โดยสอดคล้องกับตัวชี้วัดข้อที่ 4.วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสารและตัวชี้วัดข้อที่ 5.สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากผลการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีสามารถจำแนกสาระของหน่วยการรู้ให้สอดคล้องกับประเภทของมโนทัศน์ได้ดังตารางที่ 3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ตารางจำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 3.1 ม.4-6/4	พันธะไอออนิก(Ionic bond)เป็นพันธะที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างไอออนบวกและไอออนลบอันเนื่องมาจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน จากโลหะให้แก่อโลหะ โดยทั่วไปแล้วพันธะไอออนิกเป็นพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างโลหะและอโลหะ	พันธะไอออนิก (Ionic bond) หมายถึง พันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างไอออนบวกและไอออนลบอันเนื่องมาจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน	พันธะไอออนิกเกิดระหว่างธาตุที่มีสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะ
	สารประกอบไอออนิกที่ปรากฏอยู่ในสถานะของแข็งมีการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบเกิดเป็นผลึกที่มีโครงสร้างหลากหลายและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้		โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกจะมีไอออนบวกและไอออนลบล้อมรอบซึ่งกันและกันเป็นโครงสร้างสามมิติ
	การเกิดพันธะไอออนิก เปลี่ยนแปลงพลังงานหลายขั้นตอนจำนวนของขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับสมบัติของสารตั้งต้น โดยแต่ละขั้นจะเกิดการดูดพลังงานหรือคายพลังงาน ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานมากกว่าคายพลังงาน จัดเป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน ค่า ΔH จะมีเครื่องหมายเป็นบวก ปฏิกิริยาที่มีการคายพลังงานมากกว่าดูดพลังงาน จัดเป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน ค่า ΔH จะมีเครื่องหมายเป็นลบ		ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงานมากกว่าคายพลังงาน จัดเป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน ค่า ΔH มีเครื่องหมายเป็นบวก ปฏิกิริยาที่มีการคายพลังงานมากกว่าดูดพลังงาน จัดเป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน ค่า ΔH จะมีเครื่องหมายเป็นลบ

ตารางที่ 3 (ต่อ) ตารางจำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 3.1 ม.4-6/4 (ต่อ)	การเกิดพันธะไอออนิกจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานดังนี้ 1. โลหะเกิดการระเหยกลายเป็นไอ เรียกว่าพลังงานในการระเหิด (Heat of sublimation, ΔH_S หรือ S) 2. โมเลกุลของอโลหะในสถานะก๊าซแตกตัวออกเป็นอะตอมในสถานะก๊าซ เรียกว่า พลังงานสลายพันธะหรือพลังงานการแตกตัว 3. อะตอมโลหะในสถานะก๊าซเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน กลายเป็นโลหะไอออนในสถานะก๊าซ เรียกว่าพลังงานไอออไนเซชัน		การเกิดพันธะไอออนิกเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 4 ขั้น คือ 1. พลังงานในการระเหิด 2. พลังงานสลายพันธะ 3. พลังงานไอออไนเซชัน
	4. อโลหะอะตอมในสถานะก๊าซรับอิเล็กตรอนกลายเป็นคลอไรด์ไอออนในสถานะเรียกว่าอิเล็กตรอนอัฟฟินิตีหรือสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron affinity , EA)		4. อิเล็กตรอนอัฟฟินิตีหรือสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนเกิดในกรณีที่อะตอมในสถานะก๊าซรับอิเล็กตรอน
	พันธะไอออนิกมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงเพราะต้องการพลังงานความร้อนในการทำลายแรงดึงดูดระหว่างไอออนห้กลายเป็นของเหลวหรือกลายเป็นไอ		พันธะไอออนิกมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงเนื่องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่แข็งแรงจึงต้องใช้พลังงานมากในการสลายพันธะ
	พันธะไอออนิกมีแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบแข็งแรงกว่าแรงดึงดูดระหว่างไอออนกับโมเลกุลของน้ำมาก		พันธะไอออนิกส่วนมากไม่ละลายน้ำเพราะมีแรงดึงดูดระหว่างไอออนมากกว่าแรงดึงดูดของไอออนกับโมเลกุลของน้ำ

ตารางที่ 3 (ต่อ) ตารางจำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 3.1 ม.4-6/4 (ต่อ)	พันธะโคเวเลนต์ เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกันเพียง 1 คู่ หรือมากกว่า1 คู่ก็ได้ อิเล็กตรอนคู่ที่อะตอมทั้งสองใช้ร่วมกันเรียกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ อะตอมที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเรียกว่าอะตอมคู่ร่วมพันธะ	พันธะโคเวเลนต์ หมายถึง พันธะที่เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน	พันธะโคเวเลนต์เกิดระหว่างธาตุที่มีสมบัติความเป็นอโลหะเหมือนกันโดยเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได
	ความยาวพันธะ เป็นระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมสองอะตอมที่สร้างพันธะกันในโมเลกุล ตลอดเวลานอกจากนั้นความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่หนึ่งที่เกิดพันธะชนิดเดียวกันในโมเลกุลต่างชนิดกันอาจจะไม่เท่ากันแต่จะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงความยาวพันธะจะหมายถึงความยาวพันธะเฉลี่ย	ความยาวพันธะ หมายถึง ระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมสองอะตอมที่สร้างพันธะกัน	ความยาวพันธะ เป็นระยะทางระหว่างนิวเคลียสของอะตอมสองอะตอมที่สร้างพันธะกันในโมเลกุลซึ่งการหาความยาวของพันธะต้องใช้การคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้อง
	พันธะโลหะ เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้อะตอมของโลหะ อยู่ด้วยกันในก้อนของโลหะ โดยมีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอมของโลหะ โดยที่เวเลนต์อิเล็กตรอนนี้ไม่ได้เป็นของอะตอมหนึ่งอะตอมใดโดยเฉพาะ	พันธะโลหะ หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้อะตอมของโลหะ อยู่ด้วยกันในก้อนของโลหะ โดยมีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอมของโลหะ	

ตารางที่ 3 (ต่อ) ตารางจำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

มาตรฐานและตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ประเภทของมโนทัศน์	
		เชิงบรรยาย	เชิงทฤษฎี
ว 3.1 ม.4-6/5	ชนิดของพันธะโคเวนต์ พิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันของอะตอมคู่ร่วมพันธะ ดังนี้ 1. พันธะเดี่ยว เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่สร้างพันธะทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน1 คู่ ใช้เส้น (-) แทนพันธะเดี่ยว 2. พันธะคู่ เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่สร้างพันธะทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ ใช้เส้น 2 เส้น (=) แทน 1 พันธะคู่ 3. พันธะสาม เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่สร้างพันธะทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่		ชนิดของพันธะโคเวเลนต์มี 3 แบบ คือ 1..พันธะเดี่ยว ที่เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ 2. พันธะคู่เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ 3. พันธะสามเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน3 คู่
	พลังงานพันธะ เป็น พลังงานที่ใช้ไปเพื่อสลายพันธะระหว่าง อะตอมภายในโมเลกุลซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซให้แยกออกจากกันเป็นอะตอม ในสถานะก๊าซ ในการเกิดพันธะเคมีโดยพลังงานพันธะจะบอกความแข็งแรงของพันธะ พันธะที่แข็งแรงมากจะมีพลังงานพันธะมากกว่าพันธะที่แข็งแรงน้อยจะมีพลังงานพันธะน้อย		พลังงานพันธะ เป็นพลังงานบางอย่างที่ใช้สลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซให้แยกออกจากกันเป็นอะตอมในสถานะก๊าซ
	โลหะมีจุดหลอมเหลวสูง เพราะมีเวเลนต์อิเล็กตรอนของอะตอมทั้งหมดในก้อนโลหะยึดอะตอมไว้อย่างเหนียวแน่น		การเกาะยึดกันที่เหนียวแน่นของอิเล็กตรอนทำให้โลหะมีความแข็งแรงจึงทำให้โลหะมีจุดหลอมเหลวสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากขอบข่ายของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี หมายถึงความเข้าใจโดยสรุปต่อวัตถุ กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมี ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์แล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษามาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น ๆ

2.3 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

การสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) จะมีกระบวนการที่จะพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์ ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมโนทัศน์คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา(Cognitive Development) ของเพียเจต์ โดยการสร้างมโนทัศน์จะเกิดขึ้นใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว(sensorimotor stage) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (preoperation period) ขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม(concrete operations) และขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (formal operations stages) (Page and Thomas , 1977 : 81) แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการสร้างมโนทัศน์แต่ละคนจะใช้วิธีการแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม แต่กระบวนการคิดที่สำคัญของมนุษย์ที่เหมือนกันในการสร้างมโนทัศน์ คือ กระบวนการจัดประเภท(The process of categorizing) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ โดยนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ดังนี้

Weil and Joyce (1978 : 30) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างประเภท (Category Formation) เป็นกิจกรรมแรกที่เกิดขึ้น โดยที่มนุษย์จะสร้างมโนทัศน์ของบางสิ่งก่อนที่จะรู้ว่ามโนทัศน์นั้น คืออะไร ซึ่งกิจกรรมในส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า แยกประเภทสิ่งต่างๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้ลักษณะร่วมกันและต่างกันเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ถือเป็นการก่อเกิดมโนทัศน์ขึ้นมา

2. การเกิดมโนทัศน์ (Concept Attainment) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนบอกได้ว่า มโนทัศน์ของสิ่งนั้น ๆ คืออะไร โดยใช้วิธีการยกตัวอย่าง บอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น โดยตัวอย่างที่ผู้เรียนยกมาประกอบนี้จะต้องเป็นตัวอย่างที่สร้างขึ้นใหม่ ไม่ได้ยกตามบทเรียน

Arends(1998: 299) ได้เสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนดังนี้

1. การนำเสนอตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ต้องเป็นตัวอย่างที่ดี ชัดเจน

2. กระตุ้นให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของมทัศน์นั้น ๆ และให้เหตุผลในการคาดเดานั้น โดยครูมีบทบาทในการใช้คำถามให้นักเรียนคิดได้ตรงจุดตามต้องการ

3. นักเรียนเริ่มมองเห็นมโนทัศน์ ให้นักเรียนตั้งชื่อมโนทัศน์พร้อมระบุรายละเอียดต่างๆ

4. ครูตรวจสอบมโนทัศน์ โดยครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมว่าตัวอย่างนี้ไม่ใช้ตัวอย่างนี้ใช่ แล้วถามนักเรียนว่าเพราะอะไรสิ่งนั้นจึงใช่สิ่งนี้จึงไม่ใช่ตัวอย่าง

โดยสรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. กระบวนการที่บุคคลสัมผัสกับสิ่งเร้า

2. เปรียบเทียบรายละเอียดโดยพิจารณาลักษณะที่เป็นส่วนร่วม เพื่อใช้จำแนกประเภทสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่าง

3. การจัดระเบียบความคิด แยกแยะให้เห็นความต่างของสิ่งเร้า ให้รายละเอียดลักษณะเฉพาะของตัวอย่างแต่ละประเภท

4. นำลักษณะเฉพาะที่ได้ไปเชื่องโยงกับตัวอย่างอื่น ๆ

2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์

การประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะประเมินจากพฤติกรรมที่ต้องการวัดในด้านความรู้และความเข้าใจโดยสรุป ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดมโนทัศน์ดังนี้

Jenkin และDeno (1971 cited in Niko, 2007: 205) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ไว้ 4 วิธี ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนคำนิยาม (definition) ของมโนทัศน์

2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์

3. ให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่างและสิ่งใดไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

4. ให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์ โดยระบุลักษณะที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

Cruickshank et al. (1995: 308-312) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ โดยสรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดที่ให้เขียนตอบ (created Response Items) ได้แก่ แบบวัดที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบโดยใช้คำของตนเองมากกว่าการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่กำหนดให้

2. แบบวัดที่กำหนดให้เลือกตอบ (Selected Response Items) ได้แก่ แบบวัดชนิดเลือกตอบ จับคู่ แบบถูกผิด แบบวัดชนิดนี้สามารถประเมินขอบเขตการเรียนรู้ของเนื้อหาได้กว้างกว่า และ

นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดสั้นกว่าแบบแรก ครูตรวจคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถประเมินผลได้ตรงจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ได้อย่างเที่ยงตรงมากกว่า

Odum และ Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอขั้นตอนในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการทำแบบวัดชนิดเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลที่สนับสนุนในการเลือกตอบในข้อนั้น ๆ

2. สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน คือ

2.1 ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา อาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก

2.2 ส่วนที่ 2 เป็นส่วนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผล

3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Nehm et al. (2008) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง Natural selection โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิด(open-response test) และการสัมภาษณ์(oral interview)

โดยสรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี ได้แก่

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัยชนิดตอบสั้นและตอบยาว

2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว

3. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหาและตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง

4. ใช้แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติการทดลอง

5. ใช้แบบวัดมโนทัศน์จากการใช้ ICT

3. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

3.1 ความเป็นมาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นรูปแบบวงจรการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และรูปแบบวงจรการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บ ซึ่งคิดค้นโดย Mun Fie Tsoi อาจารย์จากสถาบันการศึกษาแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีนันยาง ประเทศสิงคโปร์ ในปี ค.ศ. 2008

Karplus (1977, cited in Lawson, 1995: 134-139) ซึ่งนำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีกิจกรรมการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้างมโนทัศน์
3. ขั้นประยุกต์มโนทัศน์

วงจรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้(Lawson, 1995: 134-139)

1. ขั้นสำรวจ (exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถาม ระบุปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนออกแบบเก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง พร้อมบันทึกข้อมูลที่รวบรวมได้ โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็กหรือปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยสังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์(concept invention phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้นำให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงจากสิ่งที่นักเรียนได้สำรวจและรวบรวมมา โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการจัดระเบียบเรียบเรียงความคิดขึ้นใหม่ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในห้องมีปฏิสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

3. ขั้นประยุกต์มโนทัศน์(concept application) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบได้ด้วยตนเองมาประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะส่งผลให้นักเรียนขยายขอบข่ายความเข้าใจของมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 2 รูปแบบวงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ Karplus (1977, cited in Lawson, 1995: 138)

Mun Fie Tsoi ได้นำแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บเข้ามาใช้ผนวกกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ Karplus เพราะเชื่อว่าการที่นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนจะต้องมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ มาเป็นอย่างดี ซึ่ง David Kolb ได้เสนอว่า การดำเนินการอันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายโดยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนรู้ก่อนและให้ผู้เรียนสังเกต ทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นและนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกันจนกระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้แล้วจึงนำความคิดหรือสมมติฐานเหล่านั้นไปทดลองหรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มี 4 ขั้นตอนดังนี้ (Kolb, 1984: 30)

1. ขั้นได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (concrete experience) เป็นขั้นที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้เหตุการณ์โดยตรง เน้นการใช้ความรู้และยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนเองประสบอยู่ขณะนั้น

2. ขั้นสะท้อนความคิดจากสิ่งที่ได้สังเกต (reflective observation) เป็นขั้นที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้พบโดยการสังเกตอย่างระมัดระวังคิดไตร่ตรองในหลายแง่มุม เป็นการเรียนรู้จากการเฝ้าดูและเฝ้าฟัง(learning by watching and listening)

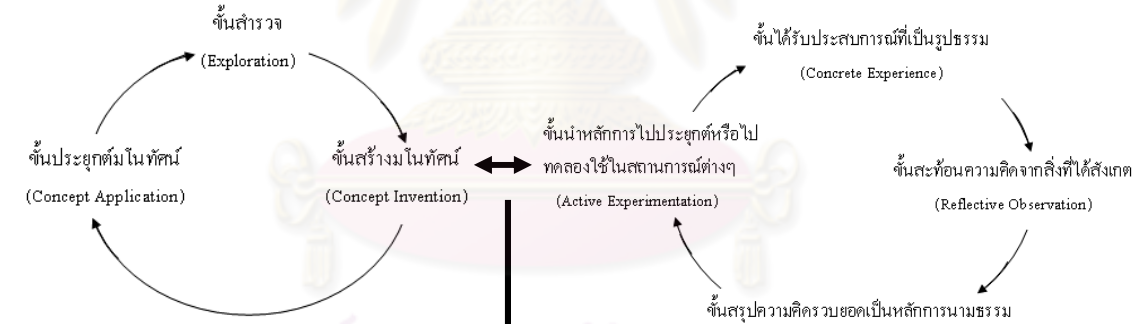
3. ขั้นสรุปความคิดรวบยอดเป็นหลักการนามธรรม (abstract conceptualization) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องใช้เหตุผลและความคิดมากกว่าการใช้ความรู้สึกในการเข้าใจปัญหาและสถานการณ์ที่

ได้พบจนสามารถสร้างความคิดรวบยอดซึ่งเกิดจากการบูรณาการสิ่งที่สังเกตได้เข้าไปในทฤษฎี เป็นการเรียนรู้ด้วยการคิด(learning by thinking)

4. ขั้นนำหลักการไปประยุกต์หรือไปทดลองใช้ในสถานการณ์ต่างๆ (active-experimentation) เป็นการนำแนวคิด ทฤษฎีที่สรุปได้ไปใช้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ภาพที่ 3 รูปแบบวงจรการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บ (Kolb, 1984: 30)

ดังนั้นที่มาของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เกิดจากการผสมผสานระหว่างรูปแบบวงจรการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ ดังปรากฏ ดังภาพที่ 4



วงจรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ Karplus (1977, cited in Lawson, 1995: 138)

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บ (Kolb, 1984: 30)

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

(Tsoi, 2008: 29)

ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่เกิดจากการผสมผสานของรูปแบบวงจร การเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้ (Tsoi , 2008 : 29-30)

1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยเน้นการใช้สิ่งเร้าที่เป็นภาพหรือภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้นักเรียนเกิดภาพในเชิงรูปธรรมจนทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้

2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นที่ครูให้ทบทวนประสบการณ์เดิมผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน หรือทบทวนเป็นรายบุคคล เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดสำคัญในการสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหานั้นๆ

3.ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา

4. ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นที่นักเรียนประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในสถานการณ์ที่ใกล้เคียง

3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานจากทฤษฎีสรรคนิยม(Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ ซึ่งมีแนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานโดยมีการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกหรือรับการสอนจากภายนอกจนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาหรืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมหรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จะเป็นแรงจูงใจภายใน ทำให้เกิดการคิดไตร่ตรองจนนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้(Henderson, 1992) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็น

สภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมนักเรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (Confrey, 1991)

Carin (1989: 19) กล่าว่า แนวคิดคอนสรัคติวิสต์ เชื่อว่า บุคคลจะใช้กระบวนการคิดในการทำความเข้าใจโลก ด้วยวิธีการสร้างความหมายในรูปของคำเมื่อเห็นว่าสิ่งเหล่านั้นมีประโยชน์

Slavin (1994: 224-225) กล่าวว่า แนวคิดคอนสรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามหาความรู้ด้วยการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความเดิมที่มีอยู่ กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ได้นำแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บเข้ามาผนวกร่วมด้วยซึ่งคอล์บ (David Kolb) ให้แนวคิดว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายได้ดีนั้นต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนรู้ก่อนและให้ผู้เรียนสังเกตทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นและนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกันจนกระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้แล้วจึงนำความคิดหรือสมมติฐานเหล่านั้นไปทดลองหรือประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ (Kolb, 1984: 30) นอกจากนี้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามของการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ดังนี้

Jackson (1976: 9-10) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ หมายถึง วงจรแห่งการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติหรือวงจรของการลงมือปฏิบัติ เมื่อผู้เรียนเกิดประสบการณ์จากการผลของการกระทำจะเกิดการปรับเปลี่ยนความรู้เดิมเป็นความรู้ใหม่

Burnard (1996: 4-5) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ คือการเรียนรู้จากประสบการณ์ทั้งหมดโดยการกระทำ การคิดทบทวนเกี่ยวกับการกระทำ หรือการเรียนรู้โดยทางอ้อมการเข้าไปเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่างๆ หรือโดยการสังเกตผู้อื่นปฏิบัติ

พรประภัสสร ปริญชาญกล(2546: 36) กล่าวถึงการเรียนรู้จากประสบการณ์ไว้ว่า การเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์จะต้องมีลักษณะเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการ ความรู้ที่ได้รับจะเป็นความรู้ที่เป็นผลสะท้อนมาจากประสบการณ์หรือกิจกรรม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่จะเกิดการซึมซาบเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้นๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อยๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดให้เข้าสู่สมดุลอีก

ครั้ง และนำทฤษฎีดังกล่าวผสมผสานกับแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของคอล์บ โดยแนวคิดดังกล่าวสรุปว่าการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ คือ การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยใช้ประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลเป็นพื้นฐานความรู้ในการพิจารณาทบทวน ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและผู้เรียนตีความและสรุปเป็นความรู้ใหม่สำหรับตนเอง

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ จุดเน้น ที่แตกต่างจากการสอนโดยวิธีสืบสอบ โดยครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน และจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	ขั้นตอนของวิธีแบบปกติ
ขั้น 1 ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา 1.1 ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดปัญหา 1.2 นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยกำหนดประเด็นปัญหา 1.1 ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อให้เกิดประเด็นปัญหา 1.2 นักเรียนระบุประเด็นปัญหา
ขั้น 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด 2.1 นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ 2.2 นักเรียนคาดคะเนคำตอบของปัญหา	2. ขั้นกิจกรรม 2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการศึกษาโดยครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบและครูอธิบายเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์การศึกษา 2.2 ขั้นทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกผลด้วยตนเอง 2.3 ขั้นอภิปรายหลังการศึกษา นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและลงข้อสรุป

ตารางที่ 4 (ต่อ) เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	ขั้นตอนของวิธีแบบปกติ
ขั้น 3 ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็น 3.1 นักเรียนวางแผนหรือออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล 3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 3.3 นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง	3. ขั้นสรุป ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่วิทยาศาสตร์ในบทเรียน 3.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุป 3.2 นักเรียนสรุปความรู้ในสิ่งที่ได้ศึกษา
ขั้น 4 ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในบริบทที่แตกต่างจากเดิม 4.1 นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 4.2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน	

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีความเหมือนและความแตกต่างกับวิธีแบบสืบสอบที่ใช้เป็นวิธีในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันหรือเป็นการเรียนการสอนแบบปกติโดยมีลักษณะเด่นที่แตกต่างดังนี้

1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจจนเกิดความสงสัย เกิดปัญหาและระบุปัญหา

2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) และ ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) เป็นขั้นที่ใช้แหล่งเรียนรู้ที่เป็นภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลได้อย่างเข้าใจ

3. ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำกิจกรรมเพื่อสะท้อนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ใกล้เคียงหรือในสถานการณ์ใหม่

3.4 บทบาทของครูและนักเรียน

การนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ไปใช้ครูควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทนักเรียน เพื่อใช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI สรุปได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา	1. ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดปัญหา	1. นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน
2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิดสำคัญในการค้นหาคำตอบ	1 ส่งเสริมให้นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิม 2. ซักถามเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบ	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. คาดคะเนคำตอบของปัญหา
3. ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง	1. วางแผนออกแบบเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำอธิบายคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. อ้างอิงจากกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติแล้ว
4. ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่	1. ส่งเสริมให้นักเรียนในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2. ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย	1. นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการนำรูปแบบการสอนตามวงจรการเรียนรู้ TSOI ไปสอนมีเพียงนักการศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีนันยางแห่งประเทศสิงคโปร์คือ Mun Fie Tsoi ได้นำรูปแบบการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในระดับเกรด 10 ในประเทศสิงคโปร์ จำนวน 40 คน ที่เรียนวิชาเคมีในเรื่อง สมบัติของแก๊ส พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (Mun Fie Tsoi , 2008 : 34) สำหรับในประเทศไทยยังไม่พบการนำรูปแบบการสอนตามวงจรการเรียนรู้ TSOI มาใช้กับนักเรียนไทย

3.5 การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นรูปแบบการสอนแบบหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ดังตารางที่ 6 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน
ขั้น 1 ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา 1.1 ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดปัญหา 1.2 นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน	1. การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ 1.1 นักเรียนต้องตั้งคำถามหลาย ๆ คำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่นักเรียนได้เห็น เช่น - การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุโซเดียมมีกี่ชั้น แต่ละชั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่าใด - โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกเป็นรูปแบบใด - การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุโซเดียมและธาตุแคลเซียมมีความเหมือน ความต่างในเรื่องใด 1.2 นักเรียนต้องพยายามหาคำตอบที่คิดขึ้นเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิม เช่น
ขั้น 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด 2.1 นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ 2.2 นักเรียนคาดคะเนคำตอบของปัญหา	

ตารางที่ 6 (ต่อ) ตารางเปรียบเทียบขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับการเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน
	- การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุโซเดียมแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน - โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกเป็นรูปแบบ 3 มิติ
ขั้น 3 ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็น 3.1 นักเรียนวางแผนหรือออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล 3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 3.3 นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง	2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ นักเรียนต้องเชื่อมโยงสิ่งที่สังเกตให้เข้ากับองค์ความรู้ต่างๆที่เคยรู้มาก่อน - การเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากแรงดึงดูดของธาตุที่มีสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะเพราะเกี่ยวข้องกับหลักการความเสถียรของธาตุ หรือเกี่ยวข้องกับกฎออกเตท - ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของพันธะในสารประกอบไอออนิกคือขนาดของอะตอมของธาตุ 2 ชนิด ระยะห่างระหว่างธาตุ 2 ชนิด
ขั้น 4 ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในบริบทที่แตกต่างจากเดิม 4.1 นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 4.2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน	3. การคิดวิเคราะห์หลักการ นักเรียนต้องนำความรู้ที่เกิดจากการศึกษาหรือได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง สรุปเป็นหลักการต่างๆ เช่น จากตัวอย่างชื่อของสารประกอบไอออนิกหลาย ๆ ตัวอย่าง สามารถสรุปเป็นหลักการเรียกชื่อของสารประกอบได้ เป็น 3 ข้อ - จากความรู้เรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าทำไมเพชรจึงมีความแข็งแรงมากสุด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

จันทร์พร พรหมมาศ (2537) ได้ศึกษาผลการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสำรวจอยู่ในขั้นปรับปรุง ขั้นการสร้างมโนทัศน์อยู่ในขั้นพอใช้และขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้อยู่ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนกลุ่มความสามารถทางการเรียนสูงมีพฤติกรรมทุกขั้นดีกว่ากลุ่มความสามารถทางการเรียนต่ำกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ประกาศิต จันทศ (2537) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุด้วยวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่ง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ จำนวน 30 คนและกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องตารางธาตุ ผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เรื่อง ตารางธาตุ แตกต่างจากกลุ่มที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การแจกแจงระดับพัฒนาการทางสติปัญญาก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันและเจตคติต่อการสอนอยู่ในระดับดี

นิภาภรณ์ แสงดี (2538) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริสัจกับการสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่คะแนนของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม (2543) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างแผนภูมิมโนทัศน์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ยุวดี เยี่ยมแสง (2542) ที่พบว่าการสอนตามแนวคิด constructivist ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรง ได้นำความรู้ที่มีอยู่เดิมมาผนวกเข้ากับความรู้ที่ได้รับเข้ามาใหม่จากการเรียนและใช้ในการตีความหมายข้อมูล จัดกระทำกับข้อมูลและจดจำลงในหน่วยความจำระยะยาว ดังนั้นเมื่อ

นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจึงส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

มนมนัส สุดสิ้น (2543) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครูผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุไร มะวิญธร (2544) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยการให้ประสบการณ์กับคู่มือครูผลการศึกษาพบว่าส่วนการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาสถิติที่ระดับ .01 และพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จงรักษ์ ตั้งละมัย (2545) ได้ศึกษาผลการฝึกความคิดเอกนัยในเนื้อหาต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาเป็นรูปภาพกับภาษามีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมธา สีหนาท (2546) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างความรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกก่อพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามจำนวน 36 คน เป็นการวิจัยทดสอบกลุ่มเดียวโดยทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดำเนิน ยาท้วม (2548) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวงจรการเรียนรู้ วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาและวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ในอภิปัญญาโดยจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 กลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบวงจรการเรียนรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้ อภิปัญญามีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Nickerson (1984) ได้ทำการทดลองเพิ่มศักยภาพทางการคิดของนักเรียนระดับอาชีวะชั้นสูงที่เรียนช้าในเมืองออนตารีโอ ประเทศแคนาดา ซึ่งทดลองด้วยระยะเวลานานถึง 1 ปี พบว่าสามารถเพิ่มศักยภาพทางการคิดและสมรรถภาพทางสมองของกลุ่มทดลองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Jame(1986) ได้ศึกษาเรื่องการทดสอบทักษะการคิด ของนักเรียนที่รัฐ Pennsylvania ปี 1985-1986 พบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นทางการประเมินจะให้คำนิยามทักษะการคิดวิเคราะห์จากความสามารถในการอ้างอิง การระบุการได้มาของข้อมูลที่เหมาะสมก่อนทำการตัดสินใจ วิเคราะห์เหตุผล ระบุข้อสรุปโดยทำการประเมินนักเรียนในปี 1985 กับนักเรียนในระดับเกรด 5 8 และ 11 และในปี 1986 ได้ทำการประเมินในระดับเกรด 4 6 7 9 และ 11 ซึ่งพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมทักษะด้านการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

Saunders และ Shepardson (1987: 39) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้กับการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการบรรยายและอภิปราย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยเน้นการบรรยายและอภิปรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้และมีขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม ได้พัฒนาไปสู่ขั้นปฏิบัติการคิดแบบกึ่งนามธรรมเป็นร้อยละมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบบรรยายและอภิปราย

Tien(1999: 2951A) ได้ทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียพบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี มโนทัศน์วิชาเคมี ทักษะการสืบสอบ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001: 289-294)ได้ทำการวิจัยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภาพเป็นสื่อในการสอนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารอินทรีย์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเยอรมัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องดังกล่าวที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ภาพเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Pringle (2004) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมของ Bohr โดยการสร้างแบบจำลองในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายพบว่าการสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับส่วนประกอบของอะตอม

Haluk Ozmen (2008)ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนในเกรด 11 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจำนวน 25 คน กลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Viladislav Vasilyev (2009: 173-176) ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้ภาพสามมิติแสดงแบบจำลองโครงสร้างของสารอินทรีย์ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสารอินทรีย์ที่เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนในวิชาเคมีพบว่างานวิจัยที่ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนวิชาเคมี เช่น มโนทัศน์วิชาเคมี เจตคติต่อวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาเคมีโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (pretest-posttest) ดังภาพที่ 5

กลุ่มทดลอง	O_1 ------ X ------ O_2
กลุ่มเปรียบเทียบ	O_1 ------ ~X ------ O_2

ภาพที่ 5 รูปแบบการวิจัยแบบ Two - group pretest-posttest design (Campbell and Stanley, 1963)

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

~X หมายถึง การสอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา2553โรงเรียนวชิรธรรมสาธิตจังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1) การเลือกโรงเรียน

ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนวชิรธรรมสาธิตเขตพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนสถานศึกษาสำหรับการวิจัย เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผู้อำนวยการโรงเรียนตลอดจนอาจารย์ภายในโรงเรียนให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้เกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยเลือกนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้สอนเป็นตัวแทนของเนื้อหาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ในรายวิชา ว.4111 โดยใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 4 ห้องเรียน โดยพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 ของนักเรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียนมาทำการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางเดียว(one-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ(F-test) ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 เพื่อ

เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดห้องเรียนที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน โดยที่นักเรียนของทั้งสองห้องเรียนที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน โดยที่นักเรียนของทั้งสองห้องเรียนมีความสามารถในการเรียนไม่แตกต่างกันได้ผลตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D) ค่าสถิติ Post –hoc test และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2553

ค่าสถิติ / ห้องเรียน	$\overline{X}$	S.D	F-test
4/1	84.82	5.58	
4/2	81.44	6.42	10.942*
4/3	81.39	6.70	
4/4	77.97	3.26	

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 7 สรุปว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2553 มีอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2) ทำการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่(Pairwise Comparisions) โดยใช้การทดสอบ Post- hoc test ด้วยวิธีของ Bonferroni เพื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์รายปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2553 เพื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของห้องที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3) พิจารณาห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่านักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน หรือ 1 คู่ มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ห้อง 4/2 และ 4/3

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายคู่ (Post –hoc test) ด้วยวิธีของ Bonferroni เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ห้อง	4/1	4/2	4/3	4/4
4/1		3.37*	3.41*	6.84*
4/2			0.04	3.48*
4/3				3.44*
4/4				

* P < 0.05

2.4 ทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/2 จำนวน 46 คน และกลุ่มเปรียบเทียบคือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/3 จำนวน 46 คน

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท ได้แก่

2.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ประเภทได้แก่

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

2.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบปกติ

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท คือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

รายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.1.1 แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี เป็นแบบวัดความรู้ ความเข้าใจโดยสรุปในเนื้อหาวิชาเคมีพื้นฐานเรื่อง พันธะเคมี จำนวน 1 ฉบับซึ่งใช้เก็บข้อมูลหลังเรียน(posttest) โดยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษา หนังสือ เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตร คู่มือการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่ต้องการวัดและศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีตามวิธีการของ Odum และ Kelly (2001 : 616-635) ซึ่งเป็นแบบวัดเลือกตอบพร้อมเหตุผลแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีจึงมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นคำตอบเกี่ยวกับเนื้อหา และ ตอนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลที่สนับสนุนกับคำตอบในตอนที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อสอบที่ต้องการวัด โดยครอบคลุมเนื้อหาเคมี เรื่อง พันธะเคมี เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดมโนทัศน์ โดยตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเรื่อง แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

หัวข้อเรื่อง	จำนวนข้อ (รวม)
1. การเกิดพันธะไอออนิก	1
2. โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	3
3. การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก	2
4. พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก	3
5. สมบัติของสารประกอบไอออนิก	2
6. การเกิดพันธะโคเวเลนต์	1
7. ชนิดของพันธะโคเวเลนต์	1
8. การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	4
9. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	3
10. รูปร่างโมเลกุล	2

ตารางที่ 9 (ต่อ) จำนวนข้อสอบจำแนกตามหัวข้อเรื่องของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี

หัวข้อเรื่อง	จำนวนข้อ (รวม)
11. สภาพขั้วของโมเลกุล	3
12 สารโครงผลึกร่างตาข่าย	2
13. การเกิดพันธะโลหะ	2
14. สมบัติของโลหะ	1
รวม	30
ร้อยละ	100

4. สร้างแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหา โดยสร้างแบบวัดปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกทั้งในส่วนคำถามเชิงเนื้อหาและส่วนเหตุผลประกอบ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกในส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน

5. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจภาษาและความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นนำไปแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมีที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน(รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา(Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด(Item Objective Congruence , IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป(รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 18) รวมถึงลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การใช้ภาษา มีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ การสะกดคำศัพท์เฉพาะต้องสะกดคำให้ถูกต้อง เช่น ค่าอิเล็กโทรเนกาตีวิตี้ ต้องแก้ไขเป็น ค่าอิเล็กโทรเนกาตีวิตี สารประกอบออกไซต์

ต้องแก้ไขเป็น สารประกอบออกไซด์ เพื่อให้ตรงกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พัฒนาโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) การใช้ตัวลวงมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงคือ ตัวลวงในบางข้อมีความคลุมเครือ ถ้าคิดในแง่มุม ๆ อื่น ๆ สามารถกลายเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องได้ เช่น การที่โลหะมีผิวมันวาว อาจเกิดจาก มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอิสระ(ตัวลวง) จึงควรแก้ไขเป็น มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไม่เป็นอิสระ เป็นต้น

3) การใช้แบบอักษร มีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ การพิมพ์สูตรเคมีควรใช้แบบอักษรให้เหมือนกันทุกข้อ

4) การใช้ภาษามีสิ่งที่ควรปรับปรุง คือ ภาษาในส่วนของตัวเลือกที่กำหนดให้ถูกต้องยังเขียนคลุมเครือไม่สอดคล้องกับองค์ความรู้เรื่องนั้น จึงควรแก้ไขภาษาให้สอดคล้องกับองค์ความรู้นั้นๆ อย่างตรงประเด็น

4) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาเรื่อง พันธะเคมี แล้วจำนวน 30 คน

5) นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดโดยใช้โปรแกรมแบบสอบ(Test Analysis Program version 4.3.5 : TAP version 4.3.5) เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ

6) พิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดและคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อมาใช้ในการเลือกข้อสอบเพื่อสร้างเป็นแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปและแก้ไขปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ในข้อที่มีค่าระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนกที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถาม ตัวเลือกและตัวลวงให้เหมาะสม ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนข้อสอบของเบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี จำแนกตามระดับความยากและค่าอำนาจการจำแนก

ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก		รวมจำนวนข้อ
	0.1-0.19	0.2 ขึ้นไป	
0.20-0.40	-	7	7
0.41-0.60	-	12	12
0.61-0.70	-	6	6
0.71-0.80	-	5	5
รวม	0	30	30

7) นำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีที่เลือกและปรับปรุงแล้วจำนวน 30 ข้อไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มเดิมและนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด โดยใช้โปรแกรมแบบสอบ (Test Analysis Program version 4.3.5 : TAP version 4.3.5) และหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมดังกล่าวเพื่อหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกพบว่าแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีทั้ง 30 ข้อ มีค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ คือ ค่าระดับความยากอยู่ในช่วง 0.21-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27-0.84 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 19) จากนั้นจึงนำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหนังสือและเอกสาร เกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน คือการวิเคราะห์ส่วนประกอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์

หลักการ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 และกำหนดน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบให้เท่ากัน คือ ร้อยละ 33.3

ตารางที่ 11 ประเภทและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์แต่ละประเภท

ประเภทของการคิดวิเคราะห์	นิยามเชิงปฏิบัติการ
1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ	การให้นักเรียนแยกแยะข้อมูลออกเป็นหน่วยย่อย หรือค้นหาส่วนประกอบย่อยที่มีอยู่ในข้อมูลซึ่งไม่ได้กล่าวไว้อย่างชัดเจน
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การให้นักเรียนระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยต่างๆ หรือส่วนประกอบย่อยของเนื้อหาทั้งหมด
3. การวิเคราะห์หลักการ	การให้นักเรียนหาหลักการของความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบข้อมูล โดยระบุเป็นวัตถุประสงค์ ประเด็นสำคัญ

4) ดำเนินการสร้างแบบวัดเป็นแบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งเขียนข้อคำถามให้สอดคล้องตรงตามโครงสร้างของการวัด โดยคัดเลือกเนื้อหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในอ้างอิงการตอบเป็นสาระที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอนจำนวน 9 สถานการณ์ แล้วเขียนข้อคำถามตัวเลือก ตัวลวง ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ รวมเป็น 27 ข้อ เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

5) นำแบบวัดที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและแนะนำในการแก้ไขปรับปรุง

6) นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน(รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา(content validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด(item objective congruence , IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป(รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 20) รวมถึงลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา จากนั้นรวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดที่สร้างขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การใช้ภาษา มีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ การใช้คำที่ฟุ่มเฟือยเกินไปควรปรับให้กระชับ เช่น ชาวเกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นสารสกัดจากเมล็ดสะเดา ควรแก้ไขเป็น เกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่สกัดจากเมล็ดสะเดา

2) การใช้ตัวลวงมีสิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ ความก้ำกึ่งระหว่างตัวลวงและตัวเลือกที่ถูกต้อง ต้องปรับแก้ไขให้มีความชัดเจน

3) การสร้างโจทย์ที่เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนคิดวิเคราะห์นั้น บางข้อเป็นโจทย์สถานการณ์ที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้เดิมของนักเรียนตอบได้ โดยไม่ต้องวิเคราะห์ จึงควรปรับแก้ไขโจทย์สถานการณ์ให้มีความซับซ้อนมากขึ้นไม่ให้ตรงกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน

7) นำแบบวัดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและอนุมัติให้นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปทดลองใช้

8) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ได้เป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มเปรียบเทียบ

9) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดทั้งฉบับและรายข้อโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ แบบสอบ (Test Analysis Program version 4.3.5 : TAP version 4.3.5) และหาค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ส่วนการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดรายข้อพิจารณาจากค่าความยาก(p) อำนาจจำแนก (r) แล้วนำผลการวิเคราะห์คุณภาพที่ได้มาใช้ในการเลือกแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกข้อสอบควรมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงสถานการณ์ หรือตัวเลือก หรือ ตัวลวง เพื่อให้มีคุณภาพตารมเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพ พบว่าแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 ซึ่งค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.75 และอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.31-0.72 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง ตารางที่ 21) จึงได้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

10) นำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นได้นำไปใช้จริงในการวิจัยครั้งนี้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

รายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

1) ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ขอบข่ายเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และหลักสูตรของโรงเรียน โดยกำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดให้สอดคล้องกับรายวิชาเคมีพื้นฐาน และทำการจำแนกเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีให้สอดคล้องกับประเภทของมโนทัศน์ จากนั้นวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดและนำไปพัฒนาเป็นหลักสูตรในรายวิชาเคมีพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อเรื่องย่อยทั้งหมด 16 หัวข้อ

2) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางและนำมาจัดทำเป็นแผนรายชั่วโมงได้จำนวน 14 แผน โดยผู้วิจัยใช้เวลาสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากัน คือ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 8 สัปดาห์ รวม 24 ชั่วโมง ดังในตารางที่ 12

3) วิเคราะห์บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และรูปแบบการสอนแบบปกติ ดังในตารางที่ 13 และ 14

ตารางที่ 12 แสดงเวลาที่ใช้สอนในหัวข้อเรื่อง ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี

หัวข้อเรื่อง	เวลาที่ใช้สอน
1. การเกิดพันธะไอออนิกโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	3
2. การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก	2
3. พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิกและสมบัติของสารประกอบไอออนิก	3
4. การเกิดพันธะโคเวเลนต์และชนิดของพันธะโคเวเลนต์	3
5. การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์	2
6. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	3
7. รูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วของโมเลกุล	3
8. การเกิดพันธะโลหะ	2
9. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของโลหะและสมบัติของโลหะ	3

ตารางที่ 13 แสดงบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

ขั้นตอนตาม รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา	1. ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดปัญหา	1. นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน
2. ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิดสำคัญในการค้นหาคำตอบ	1 ส่งเสริมให้นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิม 2. ซักถามเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบ	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. คาดคะเนคำตอบของปัญหา
3. ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็นปัญหา	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง	1. วางแผนออกแบบเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำอธิบายคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ 3. อ้างอิงจากกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติแล้ว
4. ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่	1. ส่งเสริมให้นักเรียนในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2. ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย	1. นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	ขั้นตอนของวิธีสอนแบบปกติ
ขั้น 1 ขั้นการแปลความ (Translating) เป็นขั้นการกระตุ้นความสนใจเพื่อระบุปัญหา 1.1 ครูใช้ภาพเคลื่อนไหวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมุ่งมั่นในสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดปัญหา 1.2 นักเรียนระบุปัญหาให้ชัดเจน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยกำหนดประเด็นปัญหา 1.1 ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้เกิดประเด็นปัญหา 1.2 นักเรียนระบุประเด็นปัญหา
ขั้น 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) เป็นขั้นทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อเป็นกรอบความคิด 2.1 นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ 2.2 นักเรียนคาดคะเนคำตอบของปัญหา	2. ขั้นกิจกรรม 2.1 ขั้นอภิปรายก่อนการศึกษาโดยครูและนักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบและครูอธิบายเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์การศึกษา 2.2 ขั้นทำการศึกษาโดยให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกผลด้วยตนเอง 2.3 ขั้นอภิปรายหลังการศึกษา นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและลงข้อสรุป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 (ต่อ) เปรียบเทียบขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOIและวิธีการสอนแบบปกติ

ขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI	ขั้นตอนของวิธีสอนแบบปกติ
ขั้น 3 ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) เป็นขั้นการปฏิบัติทดลองเพื่อค้นหาคำตอบของประเด็น 3.1 นักเรียนวางแผนหรือออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล 3.2 นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง 3.3 นักเรียนตรวจสอบคำตอบและสร้างคำอธิบายเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ได้จากความเข้าใจของตนเอง	3. ขั้นสรุป ครูนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนสู่ข้อสรุปเพื่อให้ได้ความรู้ที่วิทยาศาสตร์ในบทเรียน 3.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุป 3.2 นักเรียนสรุปความรู้ในสิ่งที่ได้ศึกษา
ขั้น 4 ขั้นการบูรณาการ (Integrating) เป็นขั้นประยุกต์ความรู้หรือนำความรู้ไปใช้อย่างผสมผสานในสถานการณ์ใหม่หรือในบริบทที่แตกต่างจากเดิม 4.1 นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ 4.2 นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน	

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และแบบปกติเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรมและความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน(รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความ

ตรงตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดกิจกรรมตลอดจนความเหมาะสมกับเวลาเพื่อพัฒนาโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

6) รวบรวมข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไข โดยสรุปข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิได้ดังนี้

1) การออกแบบการจัดกิจกรรม สิ่งที่ควรปรับปรุง คือ

1.1 ควรออกแบบการจัดกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และควรระบุขั้นตอนการสอนของครูตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ให้ละเอียดมากขึ้น

1.2 ในแต่ละขั้นของการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ต้องระบุสิ่งที่ต้องการพัฒนานักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ ตามขั้นที่ได้ระบุไว้

2) ความเหมาะสมของเวลา สิ่งที่ควรปรับปรุง คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2-3 ควรลดเนื้อหาบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาอีกครั้งจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองในการวิจัยครั้ง

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ดำเนินการพัฒนา เช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI แต่ไม่มีขั้นตอนการสอนและจุดเน้นในแต่ละขั้นตาม รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวมรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นเตรียมก่อนการสอน

1) แนะนำรายวิชาที่เรียน วิธีการเรียน ขั้นตอนในการเรียน พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขในการเรียนให้นักเรียนทราบ

2) แจ้งภาระงานที่ต้องทำรวมถึงข้อตกลงต่าง ๆ ในการเรียน

3.2 ขั้นดำเนินการสอน

จัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และการสอนแบบปกติ จำนวน 6 หน่วยหัวข้อเรื่องย่อย ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี หน่วยละ 1 สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้นหน่วยการเรียนละ 3 คาบ ซึ่งจะสอนตามแผนการเรียนรู้ที่ใช้ ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คือ มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.3 ขั้นหลังการสอน

3.3.1 ได้ทดสอบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.3.2 นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคำถามวิจัย อภิปราย และสรุปผลการวิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในแต่ละประเภท มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์(Statistical Package for the Social Science: SPSS version 14.0) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ความเตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

2. วิเคราะห์ความเตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่วัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ

สถิติที่ใช้ในการทำวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ในตอนที่ 1 ทำการวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ส่วนตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์รายตอนเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ Test Analysis Program (version 4.3.5) และหาค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หาคุณภาพของแบบวัดรายข้อเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกและหาคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับจากการคำนวณค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

2) สถิติที่ใช้ในการหาวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่วัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) สำหรับกลุ่มที่สัมพันธ์กัน

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่วัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบที(t-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ปรากฏดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

คะแนน	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t-test
	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	
มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี	45.80	2.11	73.48	2.67	13.124*
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	40.17	1.93	52.37	3.16	6.283*

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 15 พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 45.80 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.11 ภายหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.84 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.49 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบ t-test dependent แบบทางเดียว พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.17 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.93 ภายหลังได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 52.37 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.16 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบ t-test dependent แบบทางเดียว พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ

1) มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีก่อนและหลังการการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	t-test	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	45.80	2.11	0.292	73.48	2.67	6.043*
กลุ่มเปรียบเทียบ	45.36	2.18		58.70	4.20	

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 16 พบว่าก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี 45.80 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.11 ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี 45.36 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.18 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบสถิติทดสอบ t-test Independent แบบทางเดียว พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังทดลอง ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี 73.48 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.67 ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี 58.70 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.20 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบ t-test Independent แบบทางเดียว พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ปรากฏผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที(t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	t-test	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	t-test
กลุ่มทดลอง	44.36	3.57	0.623	54.20	4.02	1.963*
กลุ่มเปรียบเทียบ	46.61	3.94		50.24	4.20	

* $P < 0.05$

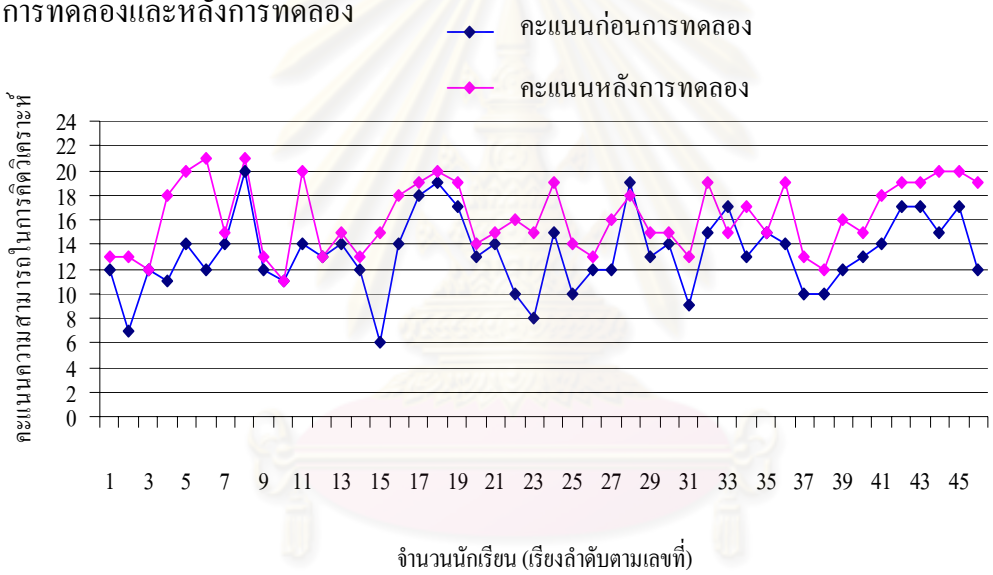
จากตารางที่ 17 พบว่าก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 44.36 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.57 ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 46.61 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.94 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติ t-test แบบทางเดียว พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลอง ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 54.20 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.02 ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 50.24 คะแนนและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.20 และเมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนของความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติ t-test พบว่า

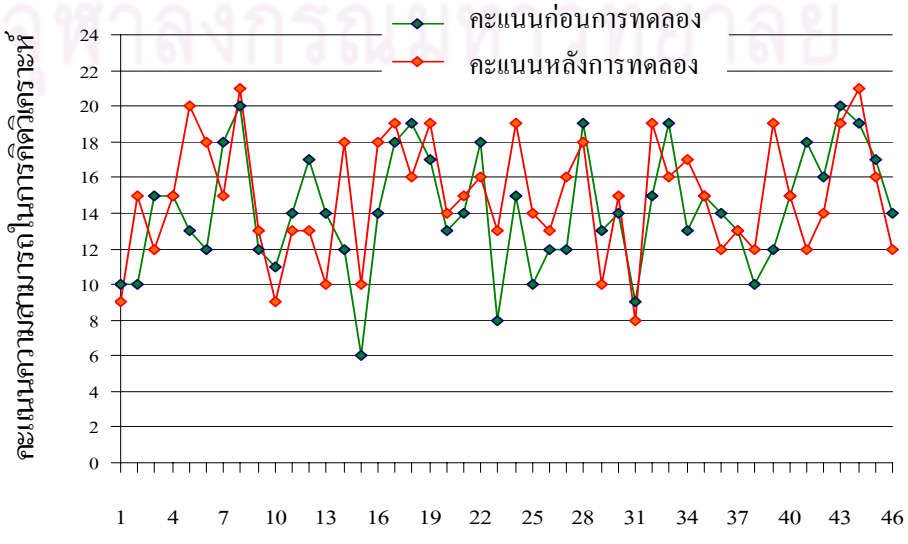
คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากข้อมูลในตารางที่ 17 พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าไม่แตกต่างกันมาก โดยมีส่วนต่างเพียงร้อยละ 3.96 ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยเรียงลำดับตามเลขที่ประจำตัวของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7

ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง



ภาพที่ 7 กราฟเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง



จากภาพที่ 6 พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองหลังเรียน มีนักเรียนจำนวน 39 คนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นก่อนการทดลองคิดเป็นร้อยละ 84.78

จากภาพที่ 7 พบว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มเปรียบเทียบหลังเรียนมีนักเรียนจำนวน 24 คนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นก่อนการทดลองคิดเป็นร้อยละ 52

ข้อมูลที่ได้จากกราฟทั้ง 2 เป็นสิ่งที่สะท้อนว่าหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นก่อนการเรียนในจำนวนที่มากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่ เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2 สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 46 คน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ทั้งสองกลุ่มได้รับการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี โดยใช้เวลาเรียน 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ รวม 24 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเป็นเวลา 8 สัปดาห์เท่ากัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้วัดผลการเรียนมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยร้อยละ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบค่าที(t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI และเปรียบเทียบมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยจากการใช้รูแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ในการจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเด็น คือ 1) มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและ 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. มโนทัศน์ในการเรียนเคมี

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีคะแนนเฉลี่ยของ

มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับเป้าหมายของการเรียนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีอย่างลุ่มลึกโดยใช้ภาพเป็นสิ่งเร้าเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพในเชิงรูปธรรมมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนดึงความรู้เดิมที่มีอยู่ให้เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะได้เรียน

ในเรื่องนั้นๆได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพมากว่าเดิม รวมทั้งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบด้วยตนเองโดยผ่านการลงมือทดลอง และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mun Fie Tsoi ได้นำรูปแบบการสอนดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในระดับเกรด 10 ในประเทศสิงคโปร์ จำนวน 40 คน ที่เรียนวิชาเคมี พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (Mun Fie Tsoi , 2008 : 34) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ภาพเป็นสื่อในการจัดกาเรียนการสอนสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์วิชาเคมีให้สูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001: 289-294) ได้ทำการวิจัยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ภาพเป็นสื่อในการสอนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารอินทรีย์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศเยอรมัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องดังกล่าวที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ภาพเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Viladislav Vasilyev (2009: 173-176)ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยใช้ภาพสามมิติแสดงแบบจำลองโครงสร้างของสารอินทรีย์ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเชิงประจักษ์ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสารอินทรีย์ที่เป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้พบงานวิจัยที่ใช้วงจรการเรียนรู้มาจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ในวิชาเคมี เช่นงานวิจัยของ Tien(1999: 2951A) ได้ทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ MORE (Model Observe Reflect Explain) ทดลองสอนวิชาเคมีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียพบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเคมี มโนทัศน์วิชาเคมี ทักษะการสืบสอบ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทร์พร พรหมมาศ (2537) ประกาศิต จันทศ (2537) โดยเฉพาะงานวิจัยของดำเนิน ยาท้วม (2548: 101) ได้ศึกษาผลการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง สารและสมบัติของสารของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 77.65 คะแนน นอกจากนี้ในการนำวงจรการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ไปพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนนั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้มีมโนทัศน์สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saunders และ Shepardson (1987: 39) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้มีผลทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนสูงขึ้น

จากผลการวิจัยที่ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1)ขั้นการแปลความ (Translating) 2) ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) 3)ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) 4) ขั้นการบูรณาการ (Integrating) สามารถพัฒนามโนทัศน์เรื่อง

พันธะเคมีให้สูงขึ้นได้ อาจเนื่องจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นรูปแบบการสอนที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนามโนทัศน์โดยเฉพาะวิชาเคมีแก่นักเรียนเพราะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1) การสืบค้นโดยครูสืบค้นสาระการเรียนรู้ที่ถูกต้องและนำสาระการเรียนรู้มาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและกำหนดภาระงานเป็นขั้นย่อย ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2) มีการสร้างความรู้ นักเรียนได้พบความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านการลงมือปฏิบัติจากการทำกิจกรรม มีการะบุปัญหา วางแผนและออกแบบการศึกษา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และอภิปรายการเลือกใช้หลักฐานเพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีอยู่ก่อนกับหลักการ ทฤษฎี กฎ กลายเป็นมโนทัศน์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองกำลังศึกษา รวมทั้งมีการทำงานเป็นกลุ่ม มีกิจกรรมที่ให้สื่อสารกับตนเองและสื่อสารกับบุคคลอื่นจากการทำกิจกรรมที่สะท้อนความคิดของตนเองและสื่อสารออกมาโดยใช้ภาษา ทำให้เกิดการเรียนรู้ผ่านการมัปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสังคมล้วนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา(Vygotsky, 1997) ส่งผลให้นักเรียนก่อเกิดมโนทัศน์อย่างเป็นขั้นตอนจนกลายเป็นมโนทัศน์ที่คงทน

3) การสะท้อนความเข้าใจ นักเรียนมีการสะท้อนความคิดกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเป็นการตรวจสอบความคิด ความเข้าใจของตนเอง เพื่อสร้างความเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ การสะท้อนความคิดเป็นการคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรอง ใคร่ครวญอย่างลึกซึ้ง โดยเริ่มจากการสงสัยใคร่รู้ในเรื่องที่สังเกตและเป็นประเด็นปัญหา และใช้ความพยายามในการแสวงหาคำตอบ โดยอยู่บนฐานของหลักการและองค์ความรู้ที่อ้างอิงได้ การสะท้อนความคิดเป็นกระบวนการหนึ่งที่สะท้อนถึงการรับรู้ ความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นประเด็นปัญหา โดยผ่านการพูดการบันทึกเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ วางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้น จึงทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

4) มีการนำไปใช้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ บูรณาการความรู้กับศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อใช้สร้างผลงาน สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องนั้นได้เป็นอย่างดีและเป็นความเข้าใจที่ฝังแน่น

5) มีแรงจูงใจกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI จะมีขั้นโดยใช้ภาพเคลื่อนไหว ในการนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นอยากรู้อยากเห็น มีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการค้นหาคำตอบ เป็นแรงผลักดันให้นักเรียนอยากแสดงความคิดเห็น อยากทดลองตามความถนัดของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ในเรื่องนั้นที่ชัดเจนและคงทน

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลทำให้มโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีหลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมตติฐานที่ตั้งไว้ การเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hill (2000) ที่ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมีเพื่อชีวิต สิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สุขภาพแก่นักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 โดยใช้วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวและ-าพเลียนแบบ อาศัยกิจกรรมการทำงานร่วมกันอย่างกระชับกระเฉงและการสืบสอบโดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดี

จากผลการวิจัยที่ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น คือ 1) ขั้นการแปลความ (Translating) 2) ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) 3)ขั้นการปฏิบัติการ(Operationalizing) 4) ขั้นการบูรณาการ (Integrating) สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ อาจเนื่องจากรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เป็นรูปแบบการสอนที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก่นักเรียนด้วย เพราะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1) ครูแปลสาระที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนง่ายต่อการตั้งคำถาม นักเรียนได้ฝึกการเปรียบเทียบ ความเหมือน ความต่างของสิ่งเร้าในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะพัฒนาการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Elke Sumfleth และ Lucyna Telgenbuscher (2001) ที่กล่าวว่าการที่นักเรียนสามารถตั้งคำถามเปรียบเทียบข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ได้รับได้จะเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และส่งผลต่อความเข้าใจที่ลุ่มลึกในเรื่องที่นักเรียนกำลังศึกษาได้เป็นอย่างดี

2) นักเรียนได้ทบทวนประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบของปัญหา การเปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวนประสบการณ์เดิมเป็นการกำหนดกรอบความคิดที่

เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบของปัญหา นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมผสานกับข้อเท็จจริงที่ผ่านการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ความเหมือน ความต่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลไปสู่การคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุดเป็นการพัฒนาคิดวิเคราะห์องค์ประกอบแก่นักเรียน

3) นักเรียนได้ออกแบบวางแผนและปฏิบัติด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวจะมุ่งเน้นให้นักเรียนรู้จักการจัดจำแนกประเภทข้อมูล เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ที่ได้ค้นพบ เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีสรรคนิยมซึ่ง Slavin(1994: 224-225) กล่าวโดยสรุปว่า แนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการพัฒนาการทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของยุวดี เยี่ยมแสง (2542) ที่พบว่าการสอนตามแนวคิด constructivist ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ตรง ได้นำความรู้ที่มีอยู่เดิมมาผนวกเข้ากับความรู้ที่ได้รับเข้ามาใหม่จากการเรียนและใช้ในการตีความหมายข้อมูล จัดกระทำกับข้อมูลและจดจำลงในหน่วยความจำระยะยาว ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจึงส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

4) นักเรียนสามารถสร้างคำนิยาม ระบุใจความสำคัญได้ด้วยตนเอง นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ในแต่ละประเภทไปสู่การสร้างข้อสรุป สร้างคำอธิบายที่เป็นใจความสำคัญของเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลักการแก่นักเรียน

5) จากผลการทดลองพบว่าคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 54.20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 50 เพียงเล็กน้อยเป็นเพราะระยะเวลาในการทดลองและเก็บรวมรวบข้อมูลมีจำกัด โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าถ้ากลุ่มทดลองได้รับการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ในระยะเวลาที่มากขึ้นและเป็นไปอย่างต่อเนื่องผลลัพธ์ของคะแนนที่ได้จะเพิ่มสูงขึ้น

จากขั้นตอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญของรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ดังที่กล่าวข้างต้น จึงส่งผลทำให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่าการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ในการจัดการเรียนการสอนสามารถเสริมสร้างมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดีกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการวิจัย ดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ควรเพิ่มรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI เข้าไปในเอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์ในการเสริมสร้างมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ไม่ใช่รูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ คล้ายกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางที่มีขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป เพียงแต่มีจุดเน้นที่ใช้ภาพเป็นสิ่งเร้าความสนใจของผู้เรียนและเพิ่มขั้นตอนการบูรณาการที่ให้นักเรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ไปประยุกต์ในวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่างๆ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัยที่พบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมี เช่น ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่นอกเหนือจากมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระหว่างที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนรูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม นักเรียนมีกระบวนการกลุ่มและจากการสอบถามนักเรียนหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพอใจกับการเรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบนี้ โดยได้รับผลสะท้อนจากนักเรียนว่าสิ่งเร้าช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆ ได้ แสดงให้เห็นว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน การปฏิบัติการทดลอง น่าจะมีผลต่อการเรียนของผู้เรียน ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2551. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ . 2546. การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ซัคเซสมีเดีย

จงรักษ์ ตั้งละมัย. 2545. ผลการฝึกความคิดอเนกนัยในเนื้อหาต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จันทร์พร พรหมมาศ. 2541. ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดำเนิน ยาท้วม. 2548. ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาและวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา. ปริญญานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี และคนอื่นๆ. 2540. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร : เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. 2537.ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. การพัฒนาหลักสูตร. 14 , 119(ตุลาคม-ธันวาคม) : 6

นิรมล ศตวุติ. 2548. คำถามสำหรับพัฒนาการคิดวิเคราะห์. วารสารวงการครู. 2, 8 (มิถุนายน) : 90-93

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

ธีระชัย ปูรณโชติ. 2537. หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิภาภรณ์ แสงดี. 2541. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการสอนแบบอริยสัจกับการสอนตามคู่มือครูการสอนของหน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. การมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

น้ำทิพย์ ฤกษ์หร่าย. 2523. ผลสัมฤทธิ์การเรียนความคิดรวบยอดเรื่องพันธะเคมีตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญชม ศรีสะอาด. 2541. การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: 2020 เวิลด์มีเดีย

ประกาศิต จันทศ. 2537. ผลการสอนวิชาเคมี เรื่องตารางธาตุ ด้วยวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศิลปะศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประมวล ศิริผันแก้ว. 2541. พจนานุกรมวิทยาศาสตร์ ฉบับภาพประกอบวิชาเคมี. กรุงเทพมหานคร: โปรดัคทีฟบุ๊ค.

พรประภัสสร ปริญชาญกล. 2546. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานสำหรับนักศึกษา สาขาวิชาศิลปศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พรรณี ช. เจนจิต. 2538. จิตวิทยาและการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : ต้นอ้อแกรมมี่.

เพ็ญศรี จันทร์ดวง. 2549. ภาษาเพื่อพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ . 2549. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).

พิศาล สร้อยธุหร่ำ. 2525. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: วิคเตอรี่เพาเวอร์พอยท์.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2534. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช

ภัทราภรณ์ พิทักษ์ธรรม. 2543. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมสร้างแผนภูมิมโนทัศน์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มติชน. เว็บ สทศ. ล่มเจอก่อกวน เด็กสอบ "GAT-PAT"วุ่น ให้ติดต่อศูนย์สอบ คาดเปิดได้คืนนี้ [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา : http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid 1255008052&grpid [2553, มกราคม 26]

เมธา สีหนาท. 2546. ผลการใช้การเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้จาการแก้ปัญหา เรื่อง ตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุวดี เยี่ยมแสง. 2542. การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสซึม โดยใช้โมเดลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากผู้เรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ระวิ สงวนทรัพย์. 2529. พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2551. พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

รุ่ง แก้วแดง. 2547. การปฏิรูปการศึกษาไทย ตาม พ.ร.บ. การศึกษาแห่งชาติ. ใน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา, หน้า 35-57. กรุงเทพมหานคร: 21 เซ็นจูรี.

ลาวัณย์ วิทยาวุฒิกุล. 2533. การสอนสังคมในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักขณา สริวัฒน์. 2549. การคิด(Thinking). กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2547. ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: 21เซ็นจูรี่.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2552. สรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี ของการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ. 2542 - 2551). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: วีทีซี คอมมิวนิเคชัน.

วิชัย วงษ์ใหญ่. 2532. การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ. การวิจัยทางการศึกษา. 19(3): 1820.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2548. ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2552. รายงานสรุปผลการดำเนินงาน 9 ปี(2542- 2551). กรุงเทพมหานคร.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). ค่าสถิติ. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา : http://www.niet.or.th/o-net. html [2553, มกราคม 10]

สมรศรี หลงสมบุญ. ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนเรื่องพันธะเคมี ในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีสิริเกศ. [ออนไลน์]. 2551 . แหล่งที่มา : http://www.ssk.ac.th [2553, กุมภาพันธ์ 13]

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโนโลยี, สถาบัน. มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา : http://www.ipst.ac.th/eval_standard/ [2553, มกราคม 5]

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโนโลยี, สถาบัน. โครงการ PISAประเทศไทย. [ออนไลน์]. 2553 . แหล่งที่มา: http://www3.ipst.ac.th/Report/PISA2009 [2553, ธันวาคม 10]

สุนีย์ คล้ายนิล. 2549. การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน). ผลการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบที่ 2. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา : http://www.onesqa.or.th/th/profile/index. html [2553, ธันวาคม 8]

สำเริง บุญเรืองรัตน์. 2540. ทฤษฎีประมวลผลทางปัญญา. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 16: 21-30.

สุทิน สัมปัตตะวนิช. 2526. พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์, ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: แพร่พิทยา.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2545. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบหาความรู้. กรุงเทพมหานคร ฯ : เจเนอรัลบุคเซ็นเตอร์.

สุวิมล ว่องวาณิช. 2546. การประเมินการปฏิบัติงาน ใน สุวิมล ว่องวาณิช. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่, 215-240. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิชและ เพียงใจ ศุขโรจน์. 2546. การประเมินพฤติกรรมที่เกี่ยวกับคุณธรรมของผู้เรียน ใน สุวิมล ว่องวาณิช. การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่, 241-253. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมไทย. 2550. คู่มือการจัดการเรียนรู้เพื่อการพิทักษ์ภูมิอากาศ สำหรับครูที่สอนระดับช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3). กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองวิริยะพัฒนา.

อนันต์ ศรีโสภา. 2524. การวัดและการประเมินผลการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

อเนก พ. อนุกูลบุตร. 2547. การสอนให้คิดเป็น การคิดวิเคราะห์. วารสารวงการครู. 1, (เมษายน) : 63-66

ภาษาอังกฤษ

Arends, R. I. 1998. Learning to teach. 4th ed. Boston: McGraw-Hill.

Banks, J. 1985. Teaching strategies for the social studies inquiry, volleying and decision making. Washington DC: University of Washington Seattle.

Bloom, B. S. 1956. Taxonomy of educational objective hand book1 : cognitive domain. New York: David Mackay Company.

Burnard. P. 1996. Acquiring interpersonal skills: A hand book of experiential learning for health professionals. 2nd ed. London : Chapman&Hall

Byrnes, J. P. 1996. Cognitive Development and Learning in Instructional Contexts. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Carin, A.A. 1989. Teaching science through discovery. Ontario: Macmillan Publishing Company.

Clark, L.H. 1970. Strategies and tactics in secondary school teaching. London: Collier-Macmillan.

Cruickshank, D. R., Bainer, D. L., and Metcalf, K. K. 1995. The act of teaching. 5th ed.New York: McGraw-Hill.

Dewey, J. 1933. How we think. New York: D.C. Health Company.

Elke, S.,and Lucyna ,T. 2001. Improving the use of instruction illustrations in learning Chemistry Research in the Netherlands.

Enger, R. ,and Yager, R. E. 2001. Assessing student understanding in science: a standards-based K-12 handbook. California: Corwin Press.

Ebenezer, J. V. and Conner, S. 1998. Learning to teach science: a model for the 21st century. New Jersey: Prentice-Hall.

Gagne, R.M. 1977. The conditions of learning. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Good, C. V. 1973. Dictionary of education, 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Good , C.V. 1959. Dictionary of education . 2nd ed. New York : McGraw-Hill.

Hannah, J.S. and Michaelis, J.U. 1997. A comprehensive framework for instructional objectives: a guide to systematic planning and evaluation reading : Addison Wesley.

Harrison, A.F., and Bromson, R.M. 1982. The arts of thinking. New York : Berkley Books.

Hill, J. Chemical the environment and you : Exploration in sciwnce and human health. Grade 7-8 NIH curriculum supplement series., 2000 [online] Available from : http://thailis.uni.net [2009, January 26]

Hope, G. 2004. Teaching Design and Technology 3-11: The Essential Guide for Teachers. London: Continuum.

Jacobsen , D., Eggen , P. , Kauchak, D,. and Dulaney , C. 1985. Method for teaching a skills approach. 2nd ed. Columbus , Ohio : Merrill .

Jordan, E.A. 2006. Educational Psychology: a problem-based approach. United States of America: Pearson Education.

Klopfer, L.E. 1971. Evaluation of learning in science. New York : McGraw-Hill.

Kolb , D.A. 1984. Organizational psychology : an experimental approach. Englewood Cliffs,NJ : Prentice-Hall.

Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. ,and Masia, B.B. 1973. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals handbook II : affective domain. London: Longman.

Krulik, S.,and Rudnick, J. A. 1993. Reasoning and problem solving : a handbook for elementary school teachers. Boston: Allyn & Bacon.

Llewellyn, D. 2002. Inquire within: implementing inquiry-based science standards. California: Corwin Press

Lawson, E. A. 1995. Science teaching and the development of thinking. Belmont: Wadswort.

Mason, E.J. and Bramble, W.J. 1989. Understanding and Conducting Research: applications in education and the behavioral sciences. New York: McGraw-Hill Book.

Marzano, R.J. 2001. Designing a new taxonomy of educational objectives. California Corwin Press.

Mona, I.A 2007. The Influence of Mind Mapping on Eighth Graders Science Achievement . Science Mathematic108(7) : 20-22 .

Mun Fie Tsoi . 2008. Addressing cognitive processes in e-learning : TSOI Learning Cycle Model. Journal of US-China Education Review . 5 : 29-35

Munro G.,& Slater ,A. 1985. The know-how of teaching critical thinking. Social Education. 49: 284-292

Nehm, R. H. and Schonfeld, 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(10): 1131-1160.

Nitko, J. A. 2007. Educational Assessment of Students. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Merrill Prentice Hall.

Novak, J.G, D., and Johnansoen. G.T. 1983. The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. Science education. 67(9): 625-645

Odum, A. L.,and Kelly, P. V. 2001. Integrating Concept Mapping and The Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Students. Science Education .85: 615-635.

Pringle, R. M. 2004. Making It Visual: Creating a Model of the Atom. Science Activities 40(4): 30-33.

Owen-Jackson ,G. 2000. Learning to Teach Design and Technology in The Secondary School: a companion to school experience. London: Routledge Falmer.

Russel, David H. 1956. Children 's thinking. New York: Oinn and Company.

Rogers, C. 1996. Children's choices. Understanding Design and Technology in Primary School: cases from teachers' research. New York: Routledge.

Slavin R.E. 1994. Educational psychology theory and practice. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Smith, P. L., and Ragan, T. J. 2005. Instructional design. 3rd ed. Danvers, MA: John Wiley & Sons.

Saunder, W.L. and Shepardson,D. 1978. A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. Journal of Research in Science Teaching. 24: 39-57

Sund , R.B., and Trowbridge, L.W. 1973. Teaching science by inquiry in secondary school. 2nd ed. Ohio : A bell & Howell .

Tien L.T. 1999. Fostering expert inquiry skills beliefs about chemistry through the more laboratory experience. Dissertation Abstaracts International. 58/09: 1951A.

Vasilyev V. 2010. Towards interactive 3D graphics in chemistry publication. Theor Chem Acc. : 173-176.

Weil , M., and Joyce, B. 1978. Information processing model of teaching . New Jersey: Prentice-Hall.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไสว ฟักขาว	อาจารย์แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
2 อาจารย์กรองพร ชูชื่น	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี
3 อาจารย์ ประวิทย์ บึงสว่าง	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

1 อาจารย์ ดร.จตุรงค์ สุภาพพร้อม	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2 อาจารย์นิตยา เจริญนิเวศนุกูล	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนแจงร้อนวิทยา
3 อาจารย์วีรเกียรติ สิกขากูล	อาจารย์หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ กรุงเทพฯ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1.อาจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2 รองศาสตราจารย์ สุพิน ดิษฐสกุล	อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
3 อาจารย์กมลวรรณ แสนบุญรัตน์	อาจารย์สาขาวิชาเคมี สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องพันธะเคมี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
3. ข้อสอบเป็นปรนัย แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อสอบเชิงคำถามเชิงเนื้อหาและเหตุผลในการเลือกตัวเลือกของคำตอบนั้น ๆ
4. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงบนข้อที่เลือก และหากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในช่องคำตอบใหม่ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1	✘		~~✘~~			✘		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องพันธะเคมี

<u>คำสั่ง</u> : เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. พันธะไอออนิกควรเกิดกับธาตุคู่ใด

ก. ธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีใกล้เคียงกัน

ข. ธาตุที่มีค่าค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีเท่ากัน

ค. ธาตุที่มีพลังงานไอออไนเซชันต่างกันมาก

ง. ธาตุที่อยู่ส่วนบนและส่วนล่างทางขวาของตารางธาตุ

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ธาตุที่มีพลังงานไอออไนเซชันสูงมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีส่วนธาตุที่มีพลังงานไอออไนเซชันต่ำมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดี

2. ธาตุที่มีพลังงานไอออไนเซชันต่ำมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีส่วนธาตุที่มีพลังงานไอออไนเซชันสูงมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดี

3. ธาตุที่อยู่ในส่วนล่างมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า ส่วนธาตุที่อยู่ส่วนบนมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า

4. ธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่ำมีความสามารถในการรับอิเล็กตรอนได้ดีส่วนธาตุที่มีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดี

2. ข้อความเกี่ยวกับผลึก NaCl ข้อใด**ผิด**

ก. โซเดียมไอออนจะถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 8 ตัว

ข. คลอไรด์ไอออนเรียงตัวเป็นรูปทรงเหลี่ยมแปดหน้าล้อมรอบโซเดียมไอออน

ค. CsCl มีลักษณะผลึกต่างจาก NaCl

ง. ในสภาวะธรรมชาติ ผลึก NaCl ไม่นำไฟฟ้า

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ผลึกของ CsCl และ ผลึก NaCl ต่างถูกล้อมรอบด้วยอะตอมข้างเคียง 8 ไอออนเท่ากัน

2. โซเดียมไอออนถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 6 ไอออน และคลอไรด์ไอออนถูกล้อมรอบด้วยโซเดียมไอออน 6 ไอออน

3. ที่ถูกต้องคลอไรด์ไอออนเรียงตัวเป็นรูปทรงเหลี่ยมสี่หน้าล้อมรอบโซเดียมไอออน

4. ในสภาวะธรรมชาติผลึก NaCl สามารถนำไฟฟ้าได้

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

3. สารใดต่อไปนี้มีพันธะไอออนิก

ก. H_2O ข. C_2H_5Cl

ค. NaOH ง. CO_2

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ธาตุไฮโดรเจนสามารถให้อิเล็กตรอนได้ดีส่วนธาตุออกซิเจนสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดี จึงเกิดพันธะไอออนิกกลายเป็นสาร H_2O

2. สารที่ประกอบด้วย ธาตุ C และ H มักมีความสามารถให้ให้อิเล็กตรอนได้ดี ส่วนธาตุคลอรีนมีความสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีจึงเกิดพันธะไอออนิกกลายเป็นสาร C_2H_5Cl

3. ธาตุโซเดียมมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนได้ดีส่วน สาร OH มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ซึ่งสามารถเกิดพันธะไอออนิกได้ เกิดเป็นสาร NaOH โดยเป็นพันธะไอออนิกที่แฝงด้วยพันธะโคเวเลนต์

4. ธาตุคาร์บอนมีสมบัติเป็นโลหะสามารถให้อิเล็กตรอนได้ดี ส่วนธาตุออกซิเจนมีความสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีจึงเกิดพันธะไอออนิกกลายเป็นสาร CO_2

4. ข้อความเกี่ยวกับผลึก NaCl ข้อใด**ผิด**

ก. โซเดียมไอออนจะถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 8 ตัว

ข. คลอไรด์ไอออนเรียงตัวเป็นรูปทรงเหลี่ยมแปดหน้าล้อมรอบโซเดียมไอออน

ค. CsCl มีลักษณะผลึกต่างจาก NaCl

ง. ในสภาวะธรรมชาติ ผลึก NaCl ไม่นำไฟฟ้า

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ผลึกของ CsCl และ ผลึก NaCl ต่างถูกล้อมรอบด้วยอะตอมข้างเคียง 8 ไอออนเท่ากัน

2. โซเดียมไอออนถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 6 ไอออน และคลอไรด์ไอออนถูกล้อมรอบด้วยโซเดียมไอออน 6 ไอออน

3. ที่ถูกต้องคลอไรด์ไอออนเรียงตัวเป็นรูปทรงเหลี่ยมสี่หน้าล้อมรอบโซเดียมไอออน

4. ในสภาวะธรรมชาติผลึก NaCl สามารถนำไฟฟ้าได้

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

5. ข้อความเกี่ยวกับผลึกโซเดียมคลอไรด์ ข้อใดกล่าว**ผิด**

ก. โซเดียมไอออนจะถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 8 ไอออน

ข. คลอไรด์ไอออน1 ไอออนจะถูกล้อมรอบด้วยโซเดียมไอออน 6 ไอออน

ค. ผลึกซีเซียมคลอไรด์ มีลักษณะผลึกต่างจากผลึกโซเดียมคลอไรด์

ง. ในสภาวะธรรมชาติ ผลึกโซเดียมคลอไรด์ ไม่นำไฟฟ้า

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ผลึกของซีเซียมคลอไรด์ และ ผลึกโซเดียมคลอไรด์ ต่างถูกล้อมรอบด้วยอะตอมข้างเคียง 8 ไอออนเท่ากัน

2. โซเดียมไอออนถูกล้อมรอบด้วยคลอไรด์ไอออน 6 ไอออน และคลอไรด์ไอออนถูกล้อมรอบด้วยโซเดียมไอออน 6 ไอออน

3. ที่ถูกต้องคลอไรด์ไอออนเรียงตัวเป็นรูปทรงเหลี่ยมสี่หน้าล้อมรอบโซเดียมไอออน

4. ในสภาวะธรรมชาติผลึกโซเดียมคลอไรด์สามารถนำไฟฟ้าได้

6. การรวมตัวของสารประกอบไอออนิกข้อใด**ไม่**ถูกต้อง

ก. $Na^{+} + S^{2-} \longrightarrow NaS$

ข. $Pb^{2+} + 2Br^{-} \longrightarrow PbBr_2$

ค. $3Ca^{2+} + 2N^{3-} \longrightarrow Ca_3N_2$

ง. $Al^{3+} + 3F^{-} \longrightarrow AlF_3$

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. สมการไม่สมดุล

2. อัตราส่วนในการรวมไม่ถูกต้อง

3. ค่าประจุของสารทั้งสองไม่เท่ากัน

4. ค่าประจุรวมที่ได้เท่ากับศูนย์

7. สารประกอบจากปฏิกิริยาระหว่างธาตุ $_{13}M$ กับธาตุ $_{16}L$ มีสูตรตรงกับข้อใด

ก. M_2L ข. M_2L_3

ค. M_4L_5 ง. M_6L_5

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. เพราะ $_{13}M$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 3 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 3- ส่วน $_{16}L$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 6 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 2+ เมื่อดุลประจุรวมเป็นศูนย์แล้วได้เป็นสูตร M_2L_3

2. เพราะ $_{13}M$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 3 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 3+ ส่วน $_{16}L$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 6 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 2- เมื่อดุลประจุรวมเป็นศูนย์แล้วได้เป็นสูตร M_2L_3

3. เพราะ $_{13}M$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 2 1 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น +1 ส่วน $_{16}L$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 6 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 2- เมื่อดุลประจุรวมเป็นศูนย์แล้วได้เป็นสูตร M_2L

4. เพราะ $_{13}M$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 3 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 5+ ส่วน $_{16}L$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 6 ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็น 6- เมื่อดุลประจุรวมเป็นศูนย์แล้วได้เป็นสูตร M_6L_5

8. ข้อใดเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของโซเดียมกับโบรมีน

ก. $NaBr_2$ โซเดียมไดโบรไมด์

ข. $NaBr$ โซเดียมโบรไมด์

ค. Na_2Br ไดโซเดียมโบรไมด์

ง. Na_2Br_2 ไดโซเดียมไดโบรไมด์

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. เกิดจาก Na^+ และ Br^- เรียกไอออนบวกก่อนแล้วเรียกไอออนลบตามลงเสียงท้ายเป็นไอด์
2. เกิดจาก Na^{2+} และ Br^- เรียกไอออนบวกก่อนแล้วเรียกไอออนลบตามลงเสียงท้ายเป็นไอด์
3. เกิดจาก Na^+ และ Br^{2-} เรียกไอออนบวกก่อนแล้วเรียกไอออนลบตามลงเสียงท้ายเป็นไอด์
4. เกิดจาก Na^{2+} และ Br^{2-} เรียกไอออนบวกก่อนแล้วเรียกไอออนลบตามลงเสียงท้ายเป็นไอด์

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

9. กำหนดเลขอะตอมของธาตุ

ธาตุ	Al	Ca	Br	Rb
เลขอะตอม	13	20	35	37

สูตรและชื่อสารประกอบไอออนิกในข้อใดถูกต้อง

ก. $AlSO_4$ อะลูมิเนียมซัลเฟต ข. $CaCl_2$ แคลเซียมไดคลอไรด์

ค. $RbBr$ รูบิเดียมโบรไมด์ ง. Ca_2NO_3 แคลเซียมไนเตรต

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. เพราะ Ca_2NO_3 ธาตุทั้งคู่มีประจุ +2 และ -2 จึงได้สูตร และอ่านชื่อได้ถูกต้องตามที่ระบุไว้
2. เพราะ $CaCl_2$ มีประจุรวมไฟฟ้าเป็น 0 จึงได้สูตร และอ่านชื่อได้ถูกต้องตามที่ระบุไว้
3. เพราะ $AlSO_4$ ธาตุทั้งคู่มีประจุ +1 และ -1 จึงได้สูตร และอ่านชื่อได้ถูกต้องตามที่ระบุไว้
4. เพราะ $RbBr$ ธาตุทั้งคู่มีประจุ +1 และ -1 จึงได้สูตร และอ่านชื่อได้ถูกต้องตามที่ระบุไว้

10. กำหนดให้

$$Li\,(s) \longrightarrow Li\,(g) \qquad \Delta H_1 = +150\ kJ/mol$$

$$F_2\,(g) \longrightarrow 2F(g) \qquad \Delta H_2 = +80\ kJ/mol$$

$$Li\,(g) \longrightarrow Li^+\,(g) + e^- \qquad \Delta H_3 = +520\ kJ/mol$$

$$F(g) + e^- \longrightarrow F^-(g) \qquad \Delta H_4 = -330\ kJ/mol$$

$$Li^+\,(g) + F^-(g) \longrightarrow LiF\,(s) \qquad \Delta H_5 = -1010\ kJ/mol$$

จงคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา $Li\,(s) + \frac{1}{2}F_2\,(g) \longrightarrow LiF\,(s)$

ก. คายความร้อน 630 kJ/mol ข. ดูดความร้อน 450 kJ/mol

ค. คายความร้อน 670 kJ/mol ง. ดูดความร้อน 520 kJ/mol

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. นำสมการ 1 + $\frac{1}{2}$ สมการ2 + สมการ 3 + สมการ 4 + สมการ 5 ซึ่งได้ค่า ΔH เท่ากับ 450 แสดงว่าดูดความร้อน 450 kJ/mol

2. นำสมการ 1 + สมการ2 + $\frac{1}{2}$ สมการ 3 + สมการ 4 + สมการ 5 ซึ่งได้ค่า ΔH เท่ากับ -670 แสดงว่าคายความร้อน 670 kJ/mol

3. นำสมการ 1 + $\frac{1}{2}$ สมการ2 + สมการ 3 + สมการ 4 + สมการ 5 ซึ่งได้ค่า ΔH เท่ากับ -630 แสดงว่าคายความร้อน 630 kJ/mol

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

4. นำสมการ 1 + สมการ2 + สมการ 3 $+\frac{1}{2}$ สมการ 4 + สมการ 5 ซึ่งได้ค่า ΔH เท่ากับ 520 แสดงว่าคายความร้อน 520 kJ/mol

11. กำหนดข้อมูลต่อไปนี้

$Li(s) + \frac{1}{2}F_2(g) \longrightarrow LiF(s)$ $\Delta H = -590$ kJ/mol

$Li(s) \longrightarrow Li(g)$ $\Delta H_1 = +155$ kJ/mol

$\frac{1}{2}F_2(g) \longrightarrow F(g)$ $\Delta H_2 = +79$ kJ/mol

$Li(g) \longrightarrow Li^+(g) + e^-$ $\Delta H_3 = A$ kJ/mol

$F(g) + e^- \longrightarrow F^-(g)$ $\Delta H_4 = -328$ kJ/mol

$Li^+(g) + F^-(g) \longrightarrow LiF(s)$ $\Delta H_5 = -1016$ kJ/mol

ค่าของ A และชื่อพลังงานของ A คือข้อใด

ก. A = +520 kJ , พลังงานไอออไนเซชัน

ข. A = +520 kJ , พลังงานสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

ค. A = -520 kJ , พลังงานพันธะ

ง. A = -520 kJ , พลังงานแลตทิช

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ผลรวมของ ΔH = 520 และสมการรวมในขั้นนี้จะได้พลังงานสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
2. ผลรวมของ ΔH = 520 และสมการรวมในขั้นนี้จะได้พลังงานไอออไนเซชัน
3. ผลรวมของ ΔH = -520 และสมการรวมในขั้นนี้จะได้พลังงานไอออไนเซชัน
4. ผลรวมของ ΔH = -520 และสมการรวมในขั้นนี้จะได้พลังงานแลตทิช

12. การเปลี่ยนแปลงในข้อใด แสดงถึงการเกิดพลังงานแลตทิช (พลังงานโครงร่างผลึก)

ก. $XY(s) \longrightarrow X^+(aq) + Y^-(aq)$

ข. $XY(s) \longrightarrow X^+(g) + Y^-(g)$

ค. $X^+(g) + Y^-(g) \longrightarrow XY(s)$

ง. $X^+(aq) + Y^-(aq) \longrightarrow XY(s)$

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. พลังงานที่คายออกมา จากการรวมตัวของไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะสารที่ละลายน้ำ

2. พลังงานที่คายออกมา จากการรวมตัวของไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะก๊าซแล้วเกิดสารประกอบไอออนิก

3. พลังงานที่คายออกมา จากการสลายตัวของไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะก๊าซแล้วเกิดสารประกอบไอออนิก

4. พลังงานที่คายออกมา จากการรวมตัวของไอออนบวกและไอออนลบในสภาวะสารที่ละลายน้ำแล้วเกิดสารประกอบไอออนิก

13. ชนิดการเปลี่ยนแปลงของสารดังนี้

a. การกลายเป็นไอ b. การละลายของกรดซัลฟิวริกในน้ำ

c. $F_2(g) \longrightarrow 2F(g)$ d. $K(g) \longrightarrow K^+(g) + e^-$

e. $Cl(g) + e^- \longrightarrow Cl^-(g)$

ในข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน

ก. b , d

ข. a ,c , d

ค. d ,e

ง. c , d ,e

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. b เมื่อละลายสาร 2 ชนิดจะเกิดความร้อน d ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้เสียอิเล็กตรอน

2. d ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้เสียอิเล็กตรอน e ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้อยู่ในสถานะแก๊ซ

3. a ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ c เป็นการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะ และ d ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้เสียอิเล็กตรอน

4. c เป็นการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะ d ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้เสียอิเล็กตรอน และ e ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อให้อยู่ในสถานะแก๊ซ

14. สารประกอบ MCO_3 ละลายน้ำวัดอุณหภูมิของสารละลายปรากฏว่าอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิม เขียนสมการแสดงการละลายของ MCO_3 ได้เป็น 2 ขั้นดังนี้

$MCO_3(s) \longrightarrow M^{2+}(g) + CO_3^{2-}(g)$ .....1 $E = E_1$

$M^{2+}(g) + CO_3^{2-}(g) \longrightarrow M^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ .....2 $E = E_2$

การแปลความหมายในข้อใดถูกต้อง

ก. $E_1 > E_2$

ข. $E_2 > E_1$

ค. $E_1 = E_2$

ง. การละลายของ MCO_3 ไม่เกี่ยวกับ E_1 และ E_2

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. เพราะ MCO_3 ละลายน้ำแล้วอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่าอยู่ในสภาวะสมดุล ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุปริมาณพลังงาน 2 ชนิดได้

2. เพราะ MCO_3 ละลายน้ำแล้วอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่าอยู่ในสภาวะสมดุล ดังนั้นพลังงานไฮเดรชัน E_2 ต้องเท่ากับพลังงานโครงร่างผลึก E_1

3. เพราะ MCO_3 ละลายน้ำแล้วอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่ามีการคายพลังงาน ดังนั้นพลังงานไฮเดรชัน E_2 ต้องน้อยกว่าพลังงานโครงร่างผลึก E_1

4. เพราะ MCO_3 ละลายน้ำแล้วอุณหภูมิสูงขึ้นแสดงว่ามีการคายพลังงาน ดังนั้นพลังงานไฮเดรชัน E_2 ต้องมากกว่าพลังงานโครงร่างผลึก E_1

15. สมบัติเฉพาะตัวของสารประกอบไอออนิกในสถานะของแข็งคือ

ก. เป็นผลึก

ข. ละลายน้ำได้

ค. มีจุดหลอมเหลวสูง

ง. นำไฟฟ้าได้ดีเมื่อหลอมเหลว

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ยังคงเป็นผลึกได้ทุกอุณหภูมิ

2. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำจะนำไฟฟ้าได้ดี

3. ละลายน้ำได้ดีทุกชนิด

4. ทุกชนิดมีจุดหลอมเหลวสูง

16. สมบัติของสารประกอบไอออนิกคือ

ก. รีดให้เป็นเส้นได้

ข. เปราะแตกหักได้ง่าย

ค. ในสถานะของของแข็งนำไฟฟ้าได้ดี

ง. อัดให้เป็นรูปร่างได้ง่าย

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. สารประกอบไอออนิกเป็นของแข็งที่เปราะและแตกง่าย ไม่สามารถทุบให้เป็นเส้นได้
2. สารประกอบไอออนิกเป็นของแข็งสามารถนำไฟฟ้าได้ดี
3. สารประกอบไอออนิกเป็นของแข็งสามารถอัดและขึ้นรูปได้ง่าย
4. สารประกอบไอออนิกมีการเรียงตัวของไอออนที่เป็นระเบียบสามารถรีดให้เป็นเส้นได้

17. เกลือ NaCl ที่อุณหภูมิปกติ มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. นำไฟฟ้าดี

ข. มีความดันไอสูง

ค. จุดหลอมเหลวสูง

ง. ถูกทั้ง ก , ข , ค

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. เป็นของแข็งมีจุดหลอมเหลวสูง
2. เป็นของแข็งนำไฟฟ้าได้ดี
3. เป็นของแข็งมีความดันไอสูง
4. เป็นของแข็งความดันไอและจุดหลอมเหลวสูง

18. ข้อใดไม่ใช่สารประกอบไอออนิก

ก. RbCl ข. Na_2SO_4

ค. $BeCl_2$ ง. BaF

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. เป็นสารประกอบของธาตุที่มีค่า EN ต่างกันมาก
2. เป็นสารประกอบที่มีธาตุมากกว่า 2 ชนิด
3. เป็นสารประกอบระหว่างอโลหะกับอโลหะ
4. เป็นสารประกอบระหว่างโลหะกับอโลหะ

19. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

ก. สารที่ละลายน้ำและนำไฟฟ้าได้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไอออนิก

ข. สารที่ละลายน้ำแต่ไม่นำไฟฟ้าเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลไม่มีขั้ว

ค. สารที่ไม่ละลายน้ำเลยเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลมีขั้ว

ง. สารที่ละลายในเอทานอลเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลไม่มีขั้วเท่านั้น

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. สารใดก็ตามละลายน้ำได้แสดงว่าเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว
2. เกิดการแตกตัวเป็นไอออนบวกและลบได้ดี
3. สารประกอบโคเวเลนต์ทุกชนิดไม่มีขั้วจึงไม่นำไฟฟ้า
4. เอทานอลเป็นสารประกอบไม่มีขั้วจึงเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

20. สารละลายคู่ใดเมื่อนำมาผสมแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น

ก. $CaCl_2 + NH_4NO_3$

ข. $AgNO_3 + MgCl_2$

ค. $Zn + HCl$

ง. $Na_3PO_4 + KCl$

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ได้ $Ca(NO_3)_2$ เป็นตะกอนสีขาว
2. ได้ AgCl เป็นตะกอนสีขาว
3. ได้ $ZnCl_2$ เป็นตะกอนสีเหลือง
4. ได้ $K_3(PO_4)$ เป็นตะกอนสีเหลือง

21. การเขียนสูตรแบบจุดของสารใดถูกต้อง

ก. H : Cl ข. H O H

ค. O : O : ง. N : N : :

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. การเขียนสูตรแบบจุดจะเขียนแสดงเวเลนต์อิเล็กตรอนทั้งหมด
2. การเขียนสูตรแบบจุด เขียนเฉพาะอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
3. การเขียนสูตรแบบจุดจะเขียนหรือไม่เขียนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวก็ได้
4. การแขียนสูตรแบบจุดไม่ต้องคำนึงถึงกฎออกเตต

22. การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ต่อไปนี้ ข้อใดเรียกได้ถูกต้อง

ก. AsI_3 อาร์เซนิกไตรไอโอไดด์

ข. SiH_4 ซิลิคอนไฮไดรด์

ค. P_2S_3 ไดฟอสฟอรัสซัลไฟด์

ง. CS_2 โมโนคาร์บอนซัลไฟด์

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. ให้เรียกโลหะตัวหน้าก่อนแล้วเรียกอโลหะตัวหลังลงเสียงท้ายเป็นไอด์

2. ให้เรียกอโลหะตัวหน้าก่อน ถ้ามีตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป ให้บอกจำนวนด้วย แล้วเรียกอโลหะตัวหลังให้บอกจำนวนด้วย ลงเสียงท้ายเป็นไอด์

3. ให้เรียกอโลหะตัวหน้าก่อนส่วนตัวหลังบอกจำนวนแล้วลงเสียงท้ายเป็นไอด์

4. เรียกอโลหะตัวหน้าก่อนบอกจำนวนด้วย ส่วนตัวหลังลงเสียงท้ายเป็นไอด์

23. การเรียกชื่อสาร NO_2 ในข้อใดถูกต้อง

ก. ไนโตรเจนไดออกไซด์

ข. โมโนไนโตรเจนไดออกไซด์

ค. ไดไนโตรเจนโมโนออกไซด์

ง. ไนโตรเจนออกไซด์

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ให้บอกจำนวนอะตอมด้วยและเรียกชื่ออโลหะตัวหน้าก่อนส่วนตัวหลังลงเสียงท้ายเป็นไอด์

2. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ให้เรียกอโลหะตัวหน้าก่อนส่วนตัวหลังลงเสียงท้ายเป็นไอด์

3. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ถ้าตัวหน้ามีจำนวน 1 อะตอมไม่ต้องบอกชื่อจำนวนส่วนตัวหลังให้บอกจำนวนด้วยแล้วลงเสียงท้ายเป็นไอด์

4. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ จะเรียกตัวหน้าหรือตัวหลังก่อนก็ได้แล้วตัวที่เรียกตามหลังให้ลงเสียงท้ายเป็นไอด์

24. สารประกอบใดมีรูปร่างเป็นมุมงอทั้งคู่

ก. H_2S SO_2 ข. H_2O CO_2

ค. H_2O $BeCl_2$ ง. CO_2 $BeCl_2$

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว

1. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่

2. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่

3. เกิดพันธะรอบอะตอมกลาง 2 พันธะ

4. ไม่มีมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

25. สารโคเวเลนต์ชนิดหนึ่งมีอะตอมกลางใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ รูปร่างโมเลกุลจะเป็นอย่างไร

ก. ทรงสี่หน้า

ข. สามเหลี่ยมแบนราบ

ค. มุมงอ

ง. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. มีอิเล็กตรอนร่วมพันธะ 3 คู่ จึงมีรูปสามเหลี่ยมแบนราบ
2. มีอิเล็กตรอนร่วมพันธะ 3 คู่ มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จึงมีรูปร่างเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยม
3. มีอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง 4 คู่ จึงเป็นรูปทรงสี่หน้า
4. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จึงเป็นรูปมุมงอ

26. จากตารางด้านล่างนี้สารประกอบโคเวเลนต์ใดมีพันธะที่มีขั้วน้อยที่สุด

ตารางแสดงผลต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี้ (EN.)

พันธะ	ผลต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี้ (EN.)
C-H	0.4
F-Cl	1.0
H-O	1.4
H-Cl	0.9
N-H	0.9
C-Cl	0.5

ก. H_2 ข. CH_4

ค. CCl_4 ง. NH_3

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. มีผลต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี้น้อยที่สุด
2. มีผลต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี้มากที่สุด
3. มีรูปร่างสมมาตรอำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันหมด
4. มีรูปร่างไม่สมมาตรอำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันไม่หมด

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

27. สารในข้อใดเป็นโมเลกุล**ไม่**มีขั้วทุกสาร

ก. H_2O HCN ข. Cl_2O SO_2

ค. CO_2 SF_6 ง. H_2O $BeCl_2$

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. ไม่มีความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาตีวิตี้
2. รูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตร แต่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
3. รูปร่างโมเลกุล สมมาตรอำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันหมด
4. รูปร่างเป็นเส้นตรงไม่มีความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาตีวิตี้

28. โมเลกุลใดมีขั้วมากที่สุด

ก. F_2 ข. CF_4

ค. NF_3 ง. BeF_2

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. เป็นโมเลกุลของธาตุชนิดเดียวกัน
2. มีความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาตีวิตี้มากที่สุด
3. มีความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาตีวิตี้น้อยที่สุด
4. จำนวนขั้วไฟฟ้าหักล้างกันไม่หมดเพราะรูปร่างไม่สมมาตร

29. การที่โลหะนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดีเพราะเหตุใด

ก. มีอิเล็กตรอนที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ข. มีการผลักให้อะตอมเลื่อนไถลไปมาอย่างอิสระ

ค. กลุ่มอิเล็กตรอนอิสระมีปฏิกิริยาต่อแสง

ง. เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดในก้อนโลหะยึดอะตอมไว้อย่างหนาแน่น

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อิสระมีผลกระทบต่ออิเล็กตรอนข้างเคียง
2. เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนของโลหะกับอิเล็กตรอนอิสระ
3. กลุ่มอิเล็กตรอนอิสระสะท้อนแสงได้ดี
4. อะตอมของโลหะอยู่ชิดกัน

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

30. การที่โลหะสามารถตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้เพราะเหตุใด

ก. โลหะมีความเหนียว

ข. โลหะมีผิวเป็นมันวาว

ค. โลหะมีความหนาแน่นสูง

ง. เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของโลหะกับโลหะ

<u>เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าว</u>

1. โลหะเป็นของแข็ง
2. อะตอมของโลหะเรียงชิดกันมาก
3. กลุ่มเวเลนซ์อิเล็กตรอนอิสระสะท้อนแสงได้ดี
4. มีกลุ่มวาเลนซ์อิเล็กตรอนอิสระยึดอนุภาคโลหะไว้ทำให้ไม่หลุดจากกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้ตรวจสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 3 ตอน ในแต่ละตอนวัดด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

ตอนที่ 1	วิเคราะห์หน่วยย่อย	9 ข้อ
ตอนที่ 2	วิเคราะห์ความสัมพันธ์	9 ข้อ
ตอนที่ 3	วิเคราะห์หลักการ	9 ข้อ
	รวม	27 ข้อ

2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ห้องเรียน และเลขที่ให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ

3. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับนี้**ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที**

4. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย = ทับตัวเลือกดังกล่าวและกากบาทในช่องตัวเลือกใหม่

	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		=X=		X

5. คำถามในแต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ถ้าตอบเกิน 1 ตัวเลือกหรือไม่ตอบ นักเรียนจะไม่ได้คะแนนในข้อนั้น

6. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ

7. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบให้ผู้คุมสอบเมื่อหมดเวลาการสอบ

ขอให้นักเรียนทุกคนโชคดีในการสอบครับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

<u>คำสั่ง</u> : เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1-3

“หนึ่งในบรรดาปัญหาที่สัตว์โลกจำเป็นต้องเผชิญ คือ ของเสียจากธรรมชาติ เป็นต้น ซากพืช ซากสัตว์ย่อยสลายไปอย่างรวดเร็ว แต่ของเสียส่วนใหญ่ที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นอันตรายและกำจัดยาก ของเสียเหล่านี้ก่อให้เกิดภาวะอันตราย เรียกว่า ภาวะมลพิษ ที่อันตรายที่สุดคือควันพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ เมื่อควันดังกล่าวทำปฏิกิริยากับน้ำฝนเกิดฝนกรด ณ ปัจจุบันฝนกรดทำลายต้นไม้ไปแล้วนับล้านต้น หากเราต้องการปกปักรักษาสิ่งแวดล้อม เราต้องพยายามละเว้นการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม”

1. ปัญหาจากบทความเป็นปัญหาในเรื่องใด

    1. ปัญหาฝนกรด
    2. ปัญหาจากการปล่อยควันพิษของโรงงาน
    3. ปัญหามลพิษในอากาศ
    4. ปัญหามลภาวะทางน้ำ

    ก. 1 2 และ 3 ข. 2 3 และ 4

    ค. 1 3 และ 4 ง. 1 2 และ 4

2. สาเหตุของปัญหาดังกล่าวที่สำคัญที่สุดคือ

    ก. ควันพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

    ข. จำนวนต้นไม้ในป่าลดลงอย่างรวดเร็ว

    ค. การขาดความเอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อม

    ง. ควันพิษในอากาศที่เกิดจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม

3. ประเด็นสำคัญที่สุดที่ผู้เขียนต้องการสะท้อนถึงผู้อ่าน

    ก. จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมและรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นทุกปี

    ข. มนุษย์ขาดความตระหนักในการลดมลภาวะในอากาศ

    ค. มนุษย์ต้องช่วยกันลดการปล่อยของเสียเพื่อลดมลพิษทางอากาศ

    ง. มนุษย์เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้จำนวนต้นไม้ในป่าลดลงอย่างรวดเร็ว

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 4-6

การใช้ยาฆ่าแมลงที่ขายตามท้องตลาดในการกำจัดศัตรูพืชนั้นจะส่งผลเสียต่อชีวิตมนุษย์และก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อม ชาวเกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่สารสกัดจากเมล็ดสะเดา ตระไคร้หอม ใบยาสูบและเมล็ดน้อยหน่า นำมาฉีดพ่นเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้โดยไม่มีอันตรายต่อมนุษย์ และราคายังถูกกว่ายาฆ่าแมลง ซึ่งสารสกัดจากสมุนไพรและพืชพื้นเมืองนี้นำมาใช้แทนสารเคมีกำลังเป็นที่นิยมในหมู่เกษตรกร

4. ปัญหาจากบทความเป็นปัญหาในเรื่องใด

1. ยาฆ่าแมลงก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อม
2. ยาฆ่าแมลงที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาแพง
3. เกษตรกรมีเงินทุนน้อยที่จะซื้อยาฆ่าแมลงมาใช้ได้อย่างเพียงพอ
4. พืชสมุนไพรและพืชพื้นเมืองเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

ก. 1 2 และ 3 ข. 2 3 และ 4

ค. 1 3 และ 4 ง. 1 2 และ 4

5. สาเหตุของปัญหาดังกล่าวที่สำคัญที่สุดคือ

ก. เกษตรกรต้องการเพิ่มจำนวนผลผลิตทางการเกษตร

ข. เกษตรกรต้องการเพิ่มคุณภาพของผลผลิต

ค. เกษตรกรต้องการลดต้นทุนจากการซื้อยาฆ่าแมลง

ง. สารสกัดจากพืชไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตราย

6. ประเด็นสำคัญที่สุดที่ผู้เขียนต้องการสะท้อนถึงผู้อ่าน

ก. ต้องการให้ชาวเกษตรกรทุกคนใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรแทนยาฆ่าแมลง

ข. สารสกัดจากสมุนไพรผลิตง่ายและมีต้นทุนต่ำกว่ายาฆ่าแมลง

ค. สารสกัดจากสมุนไพรไม่มีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

ง. สารสกัดจากสมุนไพรป้องกันศัตรูพืชได้ดีกว่ายาฆ่าแมลง

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7-9

ผลิตภัณฑ์พลาสติกหลายชนิดนั้นประกอบไปด้วยสารเคมีซึ่งก่อให้เกิดความผิดปกติในระบบฮอร์โมนบางชนิดของร่างกาย จากรายงานวิจัยพบว่า สาร phthalates ซึ่งใช้ในการผลิตพลาสติก PVC สามารถหยุดการผลิตฮอร์โมนเพศชายหรือ เทสโทสเตอโรน สาร Bisphenol A จะทำหน้าที่เลียนแบบฮอร์โมนเพศหญิงเอสโตรเจนซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของรังไข่ ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดพบได้ในพลาสติกเกือบทุกชนิด โดยสารทั้ง 2 ชนิดก่อให้เกิดความผิดปกติต่ออวัยวะเพศชายของหนูทดลองและมนุษย์ และส่งผลต่อการพัฒนาของสมองและพฤติกรรมของมนุษย์เมื่อมนุษย์หรือสัตว์ไปสัมผัส ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนต่อภาครัฐให้หันมาให้ความสำคัญต่อการออกกฎหมายควบคุมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับพลาสติก

(ที่มา: ดัดแปลงข้อความจาก http://www.vcharkarn.com/vnews/151704 ,14 พ.ค.2553)

7. ปัญหาจากบทความเป็นปัญหาในเรื่องใด

1. สารที่ใช้ในการผลิตพลาสติกเป็นสารเคมีที่มีพิษต่อมนุษย์และหนูทดลอง
2. ภาครัฐไม่ออกกฎหมายในการควบคุมอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก
3. ผลิตภัณฑ์จากพลาสติก PVCเท่านั้นที่มีผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์
4. มีสารเคมีอยู่ 2 ชนิดที่ใช้ในการผลิตพลาสกติกที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์และหนูทดลอง

ก. 1 2 และ 3 ข. 2 3 และ 4

ค. 1 3 และ 4 ง. 1 2 และ 4

8. สาเหตุของปัญหาดังกล่าวที่สำคัญที่สุดคือ

ก. การใช้สารเคมี phthalates และ Bisphenol A เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก

ข. มนุษย์ใช้ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี

ค. ภาครัฐขาดกฎหมายในการควบคุม ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพลาสติก

ง. สารเคมี phthalates และ Bisphenol A มีราคาถูกจึงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

9. ใจความสำคัญของเรื่องคือ

ก. ยกเลิกการใช้สารเคมี phthalates และ Bisphenol A ในการผลิตพลาสติก

ข. การใช้สารเคมีตัวอื่นแทน phthalates และ Bisphenol A ในการผลิตพลาสติก

ค. ต้องการให้ภาครัฐออกกฎหมายควบคุมวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก

ง. ต้องการให้มนุษย์ทุกคนลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก

© 2010 โดย ครูสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง .

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI
เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รายวิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 **เวลาที่ใช้ในการสอน 100 นาที**

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบสอบหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม. 4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุล

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ศึกษาอัตราส่วนของไอออนบวกและไอออนลบที่ล้อมรอบซึ่งกันและกันจากภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ
   และ 3 มิติที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
2. จำแนกประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
3. ระบุสัดส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
4. อธิบายลักษณะสำคัญของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
5. ระบุชื่อโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแบบต่างๆ ได้
6. สร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกประเภทต่าง ๆได้

สาระการเรียนรู้

ลักษณะของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก มีลักษณะที่เป็นผลึกแข็ง ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้ โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของประจุ ขนาดของไอออนและโครงสร้างผลึกของสารนั้น ๆ

โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก แบ่งได้ 4 แบบ

1. โครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Na^+ และ Cl^- ล้อมรอบในอัตราส่วน 6:6

2. โครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Cs^+ และ Cl^- ล้อมรอบในอัตราส่วน 8:8

3. โครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์ ประกอบด้วย Zn^+ และ S^{2-} ล้อมรอบในอัตราส่วน 4:4

4. โครงสร้างแบบฟลูออไรด์ ประกอบด้วย Ca^{2+} 1 ไอออนมี F^- 8 ไอออนล้อมรอบ ส่วน F^- 1 ไอออนจะมีCa^{2+} 4ไอออนล้อมรอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นการแปลความ (Translating) (15 นาที)

1. ครูฉายภาพเคลื่อนไหวแสดงโครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์(NaCl) ซีเซียมคลอไรด์(CsCl) ซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) แคลเซียมฟลูออไรด์(CaF_2) ในรูปแบบสามมิติที่มีลักษณะเป็นแบบจำลอง (model) และโครงสร้างผลึก(Crystal) 2. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ 2.1สังเกต ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ แสดงโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแบบต่าง ๆ จากนั้นตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้ 1) เปรียบเทียบภาพโครงสร้างที่เห็นว่ามีสิ่งใดที่เหมือนกัน มีสิ่งใดที่ต่างกันอย่างไร(สิ่งที่เหมือนกันคือไอออนบวกและไอออนลบเรียงสลับกันไปมา สิ่งที่ต่างกันคืออัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบแต่ละโครงสร้างไม่เหมือนกัน) 2) เหตุใดโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกจึงไอออนบวกและไอออนลบเรียงตัว สลับกัน(เกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) (20 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน 2.2 นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนความคิดเพื่อคาดคะเนลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิก ซึ่งสามารถคาดคะเนคำตอบได้ดังนี้	

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างกรอบความคิดสำคัญ (Sculpting) (20 นาที).....ต่อ

1) โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีภาพคู่ใดบ้างที่มีลักษณะเหมือนกัน เพราะอะไร (ลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกคู่ที่เหมือนกันควรจะประกอบด้วยไอออนลบและไอออนบวกเรียงสลับไปมาอย่างมีแบบแผนเดียวกัน)	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
2) เหตุใดโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกจึงมีความแข็งแรง (เนื่องจากการเรียงสลับไปมาของไอออนลบและไอออนบวกจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีความแข็งแรง)	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) (50 นาที)

ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกโดยศึกษาตามประเด็นดังนี้	
1) ลักษณะการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบในโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแบบต่างๆ	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ
2) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละประเภทที่กำหนดให้ ไอออนบวก 1 ไอออนจะถูกล้อมด้วยไอออนลบกี่ไอออนและไอออนลบ 1 ไอออนจะถูกล้อมด้วยไอออนบวกกี่ไอออน	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ
3) จำแนกประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกตามเกณฑ์ของนักเรียน และใช้อัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์ในการจำแนก	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
4) นักเรียนภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน	
5) ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 3 ขั้นการปฏิบัติการ (Operationalizing) (50 นาที).....ต่อ

6) นักเรียนอธิบายประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกโดยใช้อัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์ และระบุอัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละแบบด้วยตนเอง	
7) นักเรียนสรุปประเภทของสารโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกว่าแบ่งเป็นกี่ประเภท	การคิดวิเคราะห์หลักการ
8) โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนเห็นบนกระดานจัดอยู่ในประเภทใด	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
9) ครูแจกใบสรุปความรู้	

ขั้นที่ 4 ขั้นการบูรณาการ (Integrating) (15นาที)

นักเรียนออกแบบและสร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแต่ละประเภทตามความสนใจโดยใช้วัสดุอย่างง่ายที่พบในท้องถิ่น	

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ชุดภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ และ 2 มิติ แสดงโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกประเภทต่าง ๆ
2. ใบกิจกรรมเรื่องลักษณะและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก
3. ใบสรุปความรู้เรื่องลักษณะและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินความรู้ ด้วยแบบสอบ
2. ประเมินทำงานกลุ่ม ด้วยแบบประเมินการทำงานเป็นทีม

ใบกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาอัตราส่วนของไอออนบวกและไอออนลบที่ล้อมรอบซึ่งกันและกัน
2. จัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
3. ระบุสัดส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
4. อธิบายลักษณะสำคัญของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เมื่อนักเรียนสังเกตภาพเคลื่อนไหวแสดงโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแล้วมีข้อสงสัยอะไรบ้างให้ระบุเป็นคำถาม

2 ให้คาดคะเนคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

2.1) ลักษณะสำคัญของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไร

2.2) อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดมีอัตราส่วนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

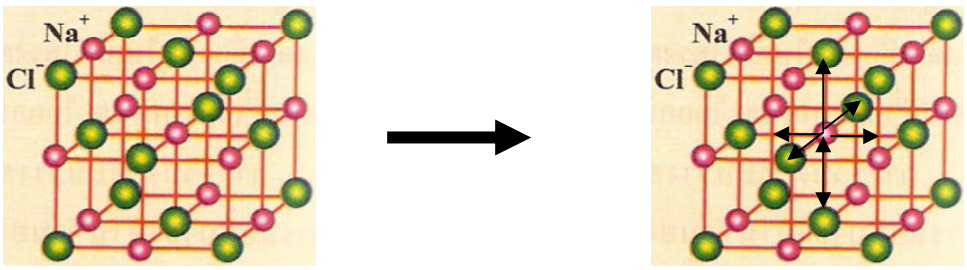
2.3) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกสามารถจัดกลุ่มได้กี่แบบเมื่อใช้อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์

วิธีศึกษา

ตอนที่ 1

1. ศึกษาภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ แสดงโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแบบต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการศึกษาภาพ 2 มิติที่กำหนดให้

2. ให้โยงเส้นจากไอออนบวกไปยังไอออนลบที่อยู่ล้อมรอบและโยงเส้นจากไอออนลบไปยังไอออนบวกที่อยู่ล้อมรอบ ดังตัวอย่างข้างล่าง



ภาพก่อนโยงเส้น ภาพหลังโยงเส้น

3. ศึกษาอัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบและบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

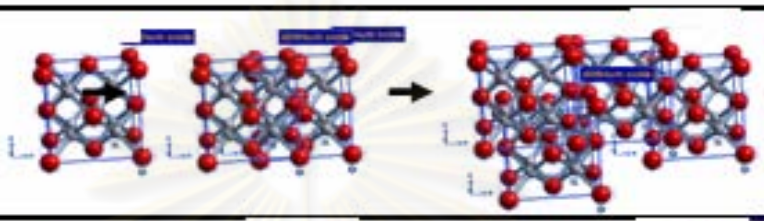
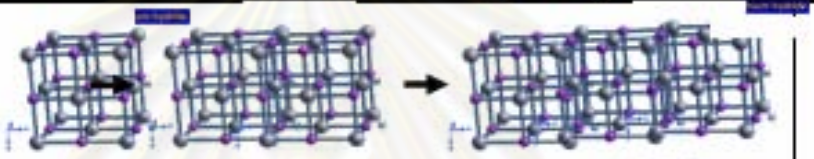
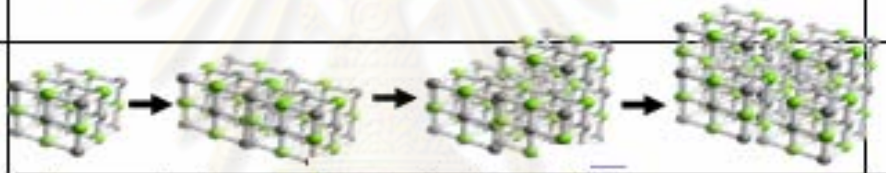
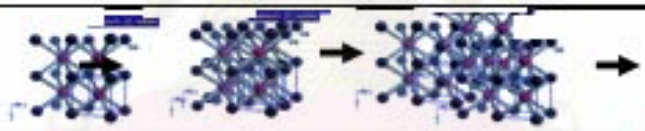
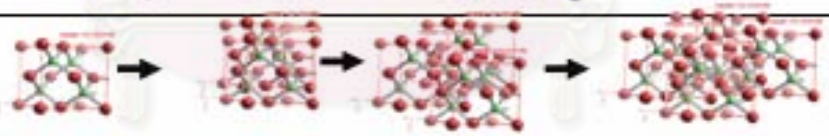
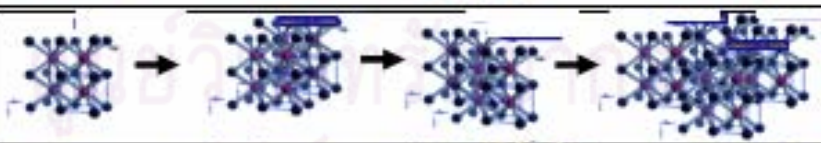
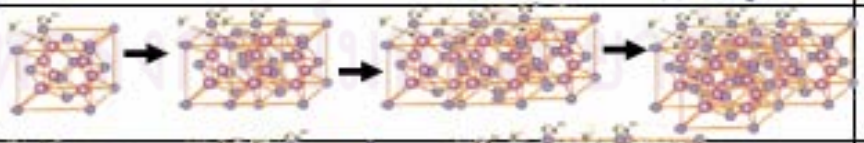
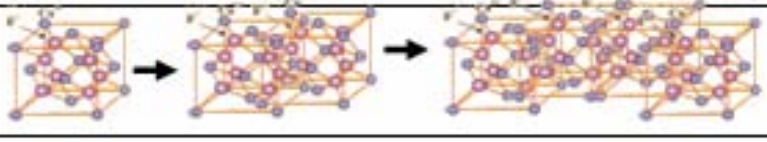
ตอนที่ 1

ตารางที่ 1.1 แสดงลักษณะของผลึกและ อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกต่างชนิดกัน

ชื่อโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	**ลักษณะของผลึก**		**อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและ ไอออนลบ**
	แข็ง	**อ่อน**	
Li_2O			
LiI			
KCl			
CsCl			
CuCl			
Csl			
CaF_2			
$BaCl_2$			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 ความสามารถแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวๆ ตามลักษณะโครงสร้างสารประกอบไอออนิกต่างชนิดกัน

ชื่อโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	ลักษณะโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	โครงสร้างสามารถจะแยกอยู่เป็นโมเลกุลเดี่ยวๆได้หรือไม่	
		ได้	ไม่ได้
Li_2O			
LiI			
KCl			
CsCl			
CuCl			
CsI			
CaF_2			
$BaCl_2$			

วิธีศึกษา

ตอนที่ 2

1. จัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกใช้เกณฑ์ตามความสนใจพร้อมบันทึกผล

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการจัดกลุ่มโครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามหลังทำกิจกรรม

1) ลักษณะโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่

2) ลักษณะผลึกของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดใดที่แข็ง และชนิดใดที่อ่อน

3) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกมีการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบอย่างไร

4) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดใดที่สามารถแยกเป็นโมเลกุลเดียวได้และชนิดใดไม่สามารถแยกตัวเป็นโมเลกุลเดี่ยว ๆ ได้

5) ลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกคือ

6) สารคู่ใดที่มีอัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเท่ากัน จากนั้นจงระบุอัตราส่วนที่เท่ากัน

7) นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก และจัดกลุ่มได้กี่แบบ

8) ถ้าใช้อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสามารถแบ่งโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้กี่แบบอะไรบ้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบความรู้

โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

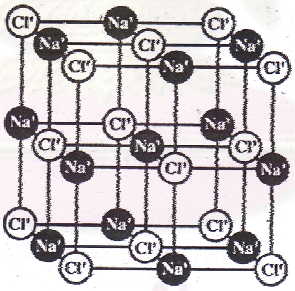
รองศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์และ อาจารย์เสกสรร ศิริวัฒนวิบูลย์

ลักษณะของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

มีลักษณะที่เป็นผลึกแข็ง ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้ โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของประจุ ขนาดของไอออนและโครงสร้างผลึกของสารนั้น ๆ

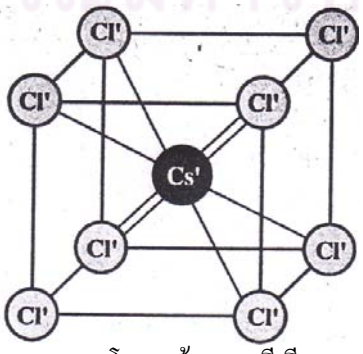
โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก สามารถแบ่งได้ 4 แบบ ดังนี้

1. โครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์ ทั่วไปเรียกว่า rock-salt structure ประกอบด้วย Na^+ และ Cl^- ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 6:6 หมายความว่า Na^+ 1 ไอออนจะมี Cl^- 6 ไอออนล้อมรอบ และ Cl^- 1 ไอออนก็จะถูก Na^+ 6 ไอออนล้อมรอบเช่นเดียวกัน ผลึก NaCl เป็นของแข็งรูปลูกบาศก์ ใส ไม่มีสี สารประกอบอื่นๆ ที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่สารประกอบเฮไลด์ของหมู่ 1 สารประกอบออกไซด์และซัลไฟด์ของธาตุหมู่ 2 ตัวอย่างเช่น KCl KBr KI LiI CaO และ CaS



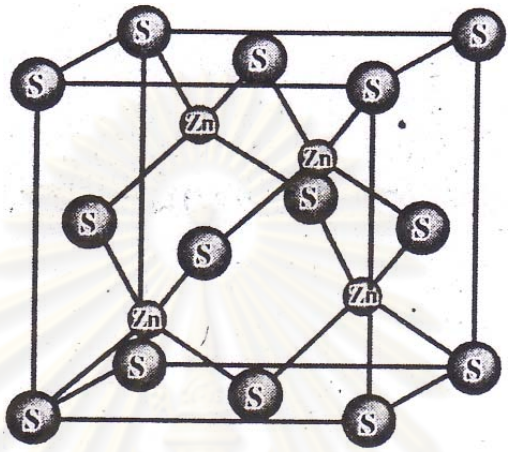
รูป 1.1 แสดงโครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์

2. โครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Cs^+ และ Cl^- ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 8:8 สารที่มีโครงสร้างแบบนี้ได้แก่ CsBr CsI RbCl RbBr NH_4Cl และ NH_4Br



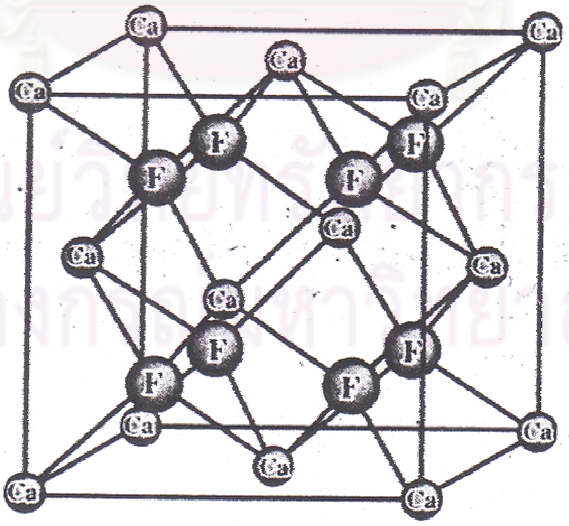
รูป 1.2 แสดงโครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์

3. โครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์(Zinc Blend Structure) ประกอบด้วย Zn^{+} และ S^{2-} ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 4:4 ทั้ง Zn^{+} และ S^{2-} จัดตัวเองในลักษณะของทรงสี่หน้า โครงสร้างแบบนี้มีลักษณะโครงสร้างคล้ายโครงสร้างของเพชร สารที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่ CuF CuCl BeS CuBr CuI CdS AgI HgS และ SiC



รูป 1.3 แสดงโครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์

4. โครงสร้างแบบฟลูออไรด์ ประกอบด้วย Ca^{2+} 1 ไอออนมี F^{-} 8 ไอออนล้อมรอบ ส่วน F^{-} 1 ไอออนจะมีCa^{2+} 4ไอออนล้อมรอบ ตัวอย่างสารอื่นที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่ SrF_2 $SrCl_2$ BaF_2 $BaCl_2$ CdF_2 PbF_2 ZrO_2 NpO_2 ThO_2 และ AmO_2



รูป 1.4 แสดงโครงสร้างแบบฟลูออไรด์

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รายวิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 **เวลาที่ใช้ในการสอน 100 นาที**

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบสอบหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม. 4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุล

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. ศึกษาอัตราส่วนของไอออนบวกและไอออนลบที่ล้อมรอบซึ่งกันและกันจากภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ
   และ 3 มิติที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง
2. จำแนกประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
3. ระบุสัดส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
4. อธิบายลักษณะสำคัญของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
5. ระบุชื่อโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแบบต่างๆ ได้
6. สร้างแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกประเภทต่าง ๆได้

สาระการเรียนรู้

ลักษณะของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก มีลักษณะที่เป็นผลึกแข็ง ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้ โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของประจุ ขนาดของไอออนและโครงสร้างผลึกของสารนั้น ๆ

โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก แบ่งได้ 4 แบบ

1. โครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Na^+ และ Cl^- ล้อมรอบในอัตราส่วน 6:6

2. โครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Cs^+ และ Cl^- ล้อมรอบในอัตราส่วน 8:8

3. โครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์ ประกอบด้วย Zn^+ และ S^{2-} ล้อมรอบในอัตราส่วน 4:4

4. โครงสร้างแบบฟลูออไรด์ ประกอบด้วย Ca^{2+} 1 ไอออนมี F^- 8 ไอออนล้อมรอบ ส่วน F^- 1 ไอออนจะมีCa^{2+} 4ไอออนล้อมรอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้ 1.1 นักเรียนคิดว่าวัสดุใดที่มีความแข็งแรงมากที่สุด (เพชร) เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น(อะตอมของคาร์บอนเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบและชิดกันมาก ๆ) 1.2 ระหว่างใส้ดินสอกับเพชรทั้งที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบทั้งคู่แต่ใส้ดินสอกลับมีความแข็งที่น้อยกว่าเพชร เพราะเหตุใด(การจัดเรียงของคาร์บอนอะตอมเรียงเป็นชั้นๆ ไม่สลับซับซ้อนเหมือนการจัดเรียงคาร์บอนของเพชร) 1.3 ผลึกของเกลือแกงมีรูปร่างอย่างไร (ทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มันวาว) 1.4 จากตัวอย่างคำถามที่ครูถามเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกทั้งสิ้นวันนี้เราจะมาศึกษาเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกกัน	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ

ขั้นสอน (70 นาที)

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน 2.2 นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สะท้อนความคิดเพื่อคาดคะเนลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิก ซึ่งสามารถคาดคะเนคำตอบได้ดังนี้	

ขั้นสอน (70 นาที).....ต่อ

1) โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีภาพคู่ใดบ้างที่มีลักษณะเหมือนกัน เพราะอะไร (ลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกคู่ที่เหมือนกันควรจะประกอบด้วยไอออนลบและไอออนบวกเรียงสลับไปมาอย่างมีแบบแผนเดียวกัน)	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
2) เหตุใดโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกจึงมีความแข็งแรง (เนื่องจากการเรียงสลับไปมาของไอออนลบและไอออนบวกจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีความแข็งแรง)	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์
2.3 ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกโดยศึกษาตามประเด็นดังนี้	
1) ลักษณะการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบในโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแบบต่างๆ	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ
2) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละประเภทที่กำหนดให้ ไอออนบวก 1 ไอออนจะถูกล้อมด้วยไอออนลบกี่ไอออนและไอออนลบ 1 ไอออนจะถูกล้อมด้วยไอออนบวกกี่ไอออน	
3) จำแนกประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกตามเกณฑ์ของนักเรียน และใช้อัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์ในการจำแนก	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ
4) วาดรูปโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดลงในกระดาษที่จัดเตรียมให้	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ขั้นสรุป (15 นาที)

1). ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน 2). นักเรียนอธิบายประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกโดยใช้อัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์และระบุอัตราส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละแบบด้วยตนเอง 3) นักเรียนสรุปประเภทของสารโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกว่าแบ่งเป็นกี่ประเภท 4) โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกที่นักเรียนเห็นบนกระดานจัดอยู่ในประเภทใด 5) ครูแจกใบสรุปความรู้	การคิดวิเคราะห์หลักการ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ชุดภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ และ 2 มิติ แสดงโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกประเภทต่าง ๆ
2. ใบกิจกรรมเรื่องลักษณะและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก
3. ใบสรุปความรู้เรื่องลักษณะและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินความรู้ ด้วยแบบสอบ
2. ประเมินทำงานกลุ่ม ด้วยแบบประเมินการทำงานเป็นทีม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาอัตราส่วนของไอออนบวกและไอออนลบที่ล้อมรอบซึ่งกันและกัน
2. จัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
3. ระบุสัดส่วนระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
4. อธิบายลักษณะสำคัญของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. เมื่อนักเรียนสังเกตภาพเคลื่อนไหวแสดงโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแล้วมีข้อสงสัยอะไรบ้างให้ระบุเป็นคำถาม

2 ให้คาดคะเนคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

2.1) ลักษณะสำคัญของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกเป็นอย่างไร

2.2) อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดมีอัตราส่วนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

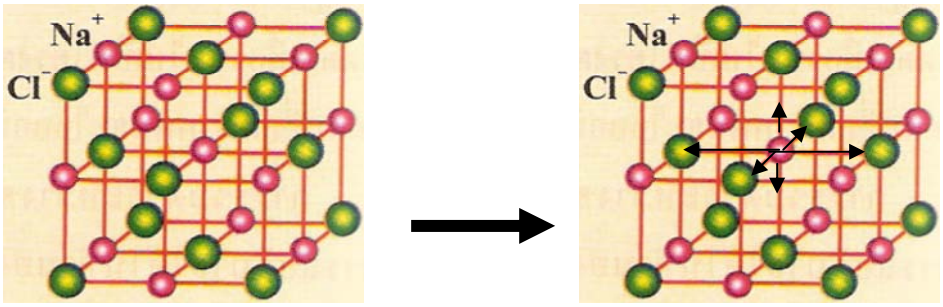
2.3) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกสามารถจัดกลุ่มได้กี่แบบเมื่อใช้อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์

วิธีศึกษา

ตอนที่ 1

1. ศึกษาภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ แสดงโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแบบต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการศึกษาภาพ 2 มิติที่กำหนดให้

2. ให้โยงเส้นจากไอออนบวกไปยังไอออนลบที่อยู่ล้อมรอบและโยงเส้นจากไอออนลบไปยังไอออนบวกที่อยู่ล้อมรอบ ดังตัวอย่างข้างล่าง



ภาพก่อนโยงเส้น ภาพหลังโยงเส้น

3. ศึกษาอัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบและบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

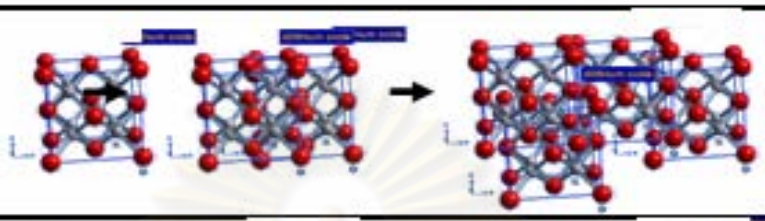
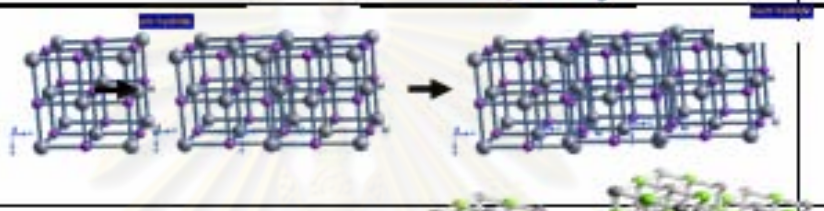
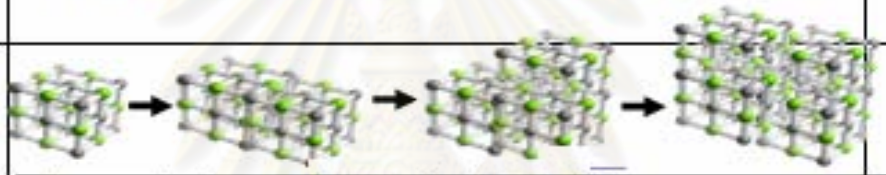
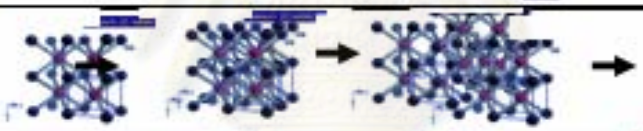
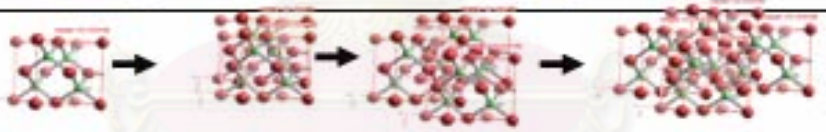
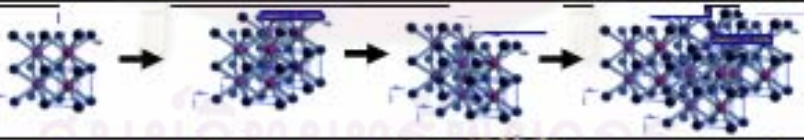
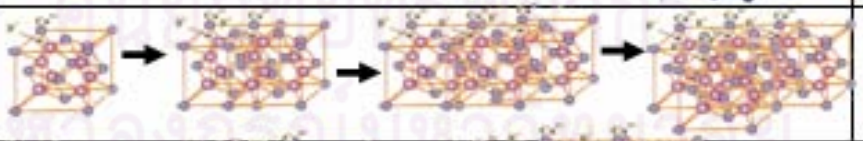
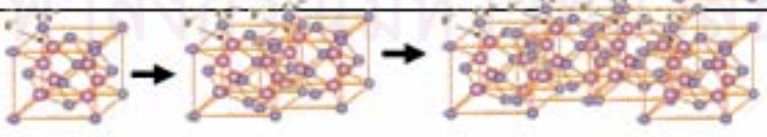
ตอนที่ 1

ตารางที่ 1.1 แสดงลักษณะของผลึกและ อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกต่างชนิดกัน

ชื่อโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	**ลักษณะของผลึก**		**อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและ ไอออนลบ**
	แข็ง	**อ่อน**	
Li_2O			
LiI			
KCl			
CsCl			
CuCl			
Csl			
CaF_2			
$BaCl_2$			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 ความสามารถแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวๆ ตามลักษณะโครงสร้างสารประกอบไอออนิกต่างชนิดกัน

ชื่อโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	ลักษณะโครงสร้างสารประกอบไอออนิก	โครงสร้างสามารถแยกอยู่เป็นโมเลกุลเดี่ยวๆได้หรือไม่	
		ได้	ไม่ได้
Li_2O			
LiI			
KCl			
CsCl			
CuCl			
CsI			
CaF_2			
$BaCl_2$			

วิธีศึกษา

ตอนที่ 2

1. จัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกใช้เกณฑ์ตามความสนใจพร้อมบันทึกผล

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการจัดกลุ่มโครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดต่าง ๆ

คำถามหลังทำกิจกรรม

1) ลักษณะโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกและประเภทโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่

2) ลักษณะผลึกของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดใดที่แข็ง และชนิดใดที่อ่อน

3) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกมีการจัดเรียงตัวของไอออนบวกและไอออนลบอย่างไร

4) โครงสร้างสารประกอบไอออนิกชนิดใดที่สามารถแยกเป็นโมเลกุลเดียวได้และชนิดใดไม่สามารถแยกตัวเป็นโมเลกุลเดี่ยว ๆ ได้

5) ลักษณะของโครงสร้างสารประกอบไอออนิกคือ

6) สารคู่ใดที่มีอัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเท่ากัน จากนั้นจงระบุอัตราส่วนที่เท่ากัน

7) นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจัดกลุ่มโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก และจัดกลุ่มได้กี่แบบ

8) ถ้าใช้อัตราส่วนการล้อมรอบซึ่งกันและกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสามารถแบ่งโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้กี่แบบอะไรบ้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบความรู้

โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

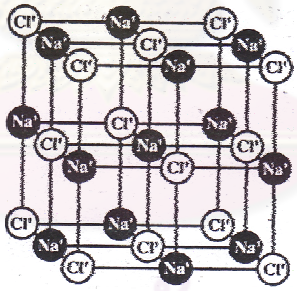
รองศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์และ อาจารย์เสกสรร ศิริวัฒนวิบูลย์

ลักษณะของโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

มีลักษณะที่เป็นผลึกแข็ง ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้ โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของประจุ ขนาดของไอออนและโครงสร้างผลึกของสารนั้น ๆ

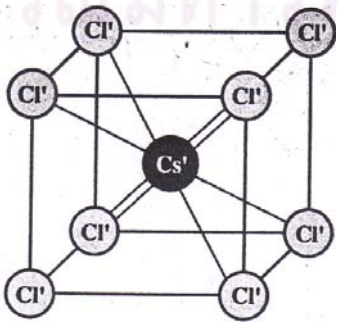
โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก สามารถแบ่งได้ 4 แบบ ดังนี้

1. โครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์ ทั่วไปเรียกว่า rock-salt structure ประกอบด้วย Na^+ และ Cl^- ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 6:6 หมายความว่า Na^+ 1 ไอออนจะมี Cl^- 6 ไอออนล้อมรอบ และ Cl^- 1 ไอออนก็จะถูก Na^+ 6 ไอออนล้อมรอบเช่นเดียวกัน ผลึก NaCl เป็นของแข็งรูปลูกบาศก์ ใส ไม่มีสี สารประกอบอื่นๆ ที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่สารประกอบเฮไลด์ของหมู่ 1 สารประกอบออกไซด์และซัลไฟด์ของธาตุหมู่ 2 ตัวอย่างเช่น KCl KBr KI LiI CaO และ CaS



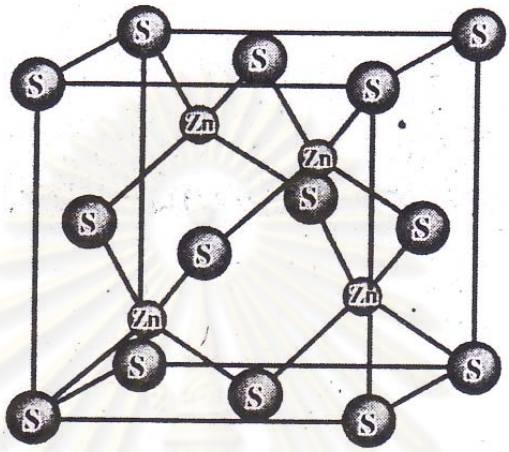
รูป 1.1 แสดงโครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์

2. โครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วย Cs^+ และ Cl^- ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 8:8 สารที่มีโครงสร้างแบบนี้ได้แก่ CsBr CsI RbCl RbBr NH_4Cl และ NH_4Br



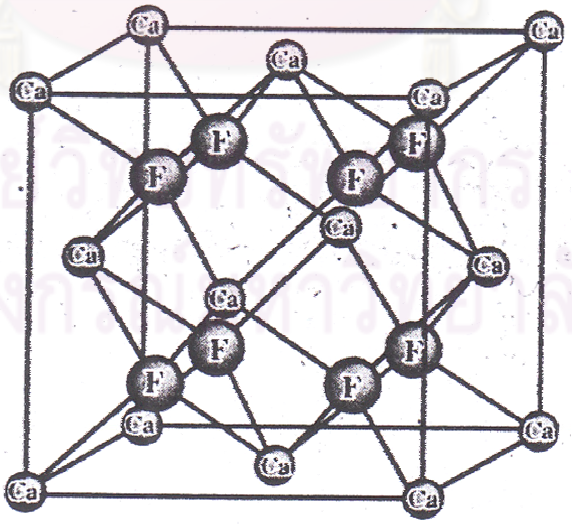
รูป 1.2 แสดงโครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์

3. โครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์(Zinc Blend Structure) ประกอบด้วย Zn^{+} และ S^{2-} ล้อมรอบกันและกันในอัตราส่วน 4:4 ทั้ง Zn^{+} และ S^{2-} จัดตัวเองในลักษณะของทรงสี่หน้า โครงสร้างแบบนี้มีลักษณะโครงสร้างคล้ายโครงสร้างของเพชร สารที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่ CuF CuCl BeS CuBr CuI CdS AgI HgS และ SiC



รูป 1.3 แสดงโครงสร้างแบบซิงค์เบลนด์

4. โครงสร้างแบบฟลูออไรด์ ประกอบด้วย Ca^{2+} 1 ไอออนมี F^{-} 8 ไอออนล้อมรอบ ส่วน F^{-} 1 ไอออนจะมีCa^{2+} 4ไอออนล้อมรอบ ตัวอย่างสารอื่นที่มีโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่ SrF_2 $SrCl_2$ BaF_2 $BaCl_2$ CdF_2 PbF_2 ZrO_2 NpO_2 ThO_2 และ AmO_2



รูป 1.4 แสดงโครงสร้างแบบฟลูออไรด์

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมี

ข้อที่	วัตถุประสงค์ที่ต้องวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	ความรู้ในเรื่องการเกิดพันธะเคมี	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความรู้โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
3	ความรู้ ความเข้าใจในของการเกิดพันธะไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
4	ความรู้ในเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
5	ความรู้ในการจำแนกโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
6	ความเข้าใจในการปฏิกริยากาของสารประกอบไออนิก	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	ความจำและความเข้าใจในหลักการของการเกิดพันธะ	1	วัดได้สอดคล้อง
8	ความเข้าใจในการอ่านชื่อและเขียนสูตรของสารไออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
9	ความเข้าใจในการอ่านชื่อและเขียนสูตรของสารไออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
10	ความรู้ ความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงาน	0.67	วัดได้สอดคล้อง
11	ความจำ ความเข้าใจถึงลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงพลังงาน	1	วัดได้สอดคล้อง
12	ความจำในเรื่องลักษณะขของพลังงานโครงร่างผลึก	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ความเข้าใจในเรื่องปฏิกริยาการคายและดูดพลังงาน	1	วัดได้สอดคล้อง
14	ความเข้าใจในเรื่องพลังงานไฮเดรชันและพลังงานแลตทิต	1	วัดได้สอดคล้อง
15	ความจำในเรื่องสมบัติของสารรประกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
16	ความจำในเรื่องสมบัติของสารรประกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ความเข้าใจในสมบัติทางเคมีของสารรปะกอบไอออนิก	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ความเข้าใจในการเกิดปฏิกริยาของสารประกอบไออนิก	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเข้าใจในการเขียนสูตรแบบจุดของสารโคเวเลนต์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	ความจำและความเข้าใจในหลักการอ่านชื่อสารโคเวเลนต์	1	วัดได้สอดคล้อง
21	ความจำและความเข้าใจในหลักการอ่านชื่อสารโคเวเลนต์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	ความจำและความเข้าใจในหลักการอ่านชื่อสารโคเวเลนต์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	ความจำและความเข้าใจในหลักการอ่านชื่อสารโคเวเลนต์	1	วัดได้สอดคล้อง
24	ความจำในเรื่องรูปร่างของสารโคเวเลนต์แบบต่างๆ	1	วัดได้สอดคล้อง
25	ความเข้าใจเพื่อใช้ทำนายรูปร่างสารโคเวเลนต์แบบต่างๆ	1	วัดได้สอดคล้อง
26	เข้าใจในหลักการสภาพขั้วของสารโคเวเลนต์	1	วัดได้สอดคล้อง
27	เข้าใจ วิเคราะห์ความมีขั้วและไม่มีขั้วของสารโคเวเลนต์	1	วัดได้สอดคล้อง
28	เข้าใจ วิเคราะห์ความมีขั้วและไม่มีขั้วของสารโคเวเลนต์	1	วัดได้สอดคล้อง
29	ความจำในเรื่องการเกิดพันธะโลหะ	1	วัดได้สอดคล้อง
30	ความจำและความเข้าใจในเรื่องสมบัติของพันธะโลหะ	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าระดับความยาก(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมี

ข้อที่	ค่า ระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.50
2	0.71	0.57
3	0.62	0.38
4	0.73	0.25
5	0.56	0.63
6	0.53	0.75
7	0.70	0.88
8	0.80	0.38
9	0.62	0.50
10	0.73	0.63
11	0.56	0.38
12	0.53	0.50
13	0.70	0.38
14	0.69	0.50
15	0.62	0.38
16	0.73	0.75
17	0.56	0.63
18	0.53	0.50
19	0.77	0.50
20	0.79	0.38
21	0.57	0.75
22	0.59	0.63
23	0.62	0.50
24	0.62	0.50
25	0.73	0.38
26	0.56	0.75
27	0.53	0.63
28	0.35	0.50
29	0.78	0.33
30	0.48	0.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ประเภทของการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
2	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
3	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
5	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การคิดวิเคราะห์หลักการ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
8	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
9	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
10	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
11	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
12	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
13	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
14	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
15	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
16	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
17	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
18	การคิดวิเคราะห์หลักการ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
20	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
21	การคิดวิเคราะห์หลักการ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
22	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
24	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง
25	การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ	1	วัดได้สอดคล้อง
26	การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์	1	วัดได้สอดคล้อง
27	การคิดวิเคราะห์หลักการ	1	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ค่าระดับความยาก(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ค่า ระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.50
2	0..45	0.57
3	0.62	0.38
4	0.73	0.25
5	0.56	0.63
6	0.53	0.75
7	0.70	0.88
8	0.57	0.38
9	0.62	0.50
10	0.73	0.63
11	0.46	0.38
12	0.53	0.50
13	0.70	0.38
14	0.71	0.50
15	0.62	0.38
16	0.73	0.75
17	0.56	0.63
18	0.53	0.50
19	0.77	0.50
20	0.41	0.38
21	0.57	0.75
22	0.59	0.63
23	0.64	0.50
24	0.62	0.50
25	0.73	0.38
26	0.56	0.75
27	0.53	0.63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง เกิดวันที่ 6 กันยายน 2526 ที่ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย