ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

นางสาวภคพร อิสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING AN ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY INSTRUCTIONAL MODEL WITH COOPERATIVE LEARNING TECHNIQUES ON CHEMISTRY LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN THE REGIONAL SCIENCE SCHOOLS

Miss Pakaporn Issara

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2014
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค
โดย	นางสาวภคพร อิสระ
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....กรรมการ

(ดร.ปริณดา ลิมปานนท์)

ภคพร อิสระ : ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค (EFFECTS OF USING AN ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY INSTRUCTIONAL MODEL WITH COOPERATIVE LEARNING TECHNIQUES ON CHEMISTRY LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN THE REGIONAL SCIENCE SCHOOLS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.อลิศรา ชูชาติ, 150 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป (3) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และ (4) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมี การโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70

(2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(4) นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5483408927 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY INSTRUCTIONAL MODEL / COOPERATIVE LEARNING TECHNIQUES / CHEMISTRY LEARNING ACHIEVEMENT / SCIENTIFIC REASONING ABILITIES

PAKAPORN ISSARA: EFFECTS OF USING AN ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY INSTRUCTIONAL MODEL WITH COOPERATIVE LEARNING TECHNIQUES ON CHEMISTRY LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN THE REGIONAL SCIENCE SCHOOLS. ADVISOR: ASST. PROF.ALISARA CHUCHAT, Ph.D., 150 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were (1) to study the chemistry learning achievement of student who learnd through the argument-driven inquiry instructional model with cooperative learning techniques, (2) to compare the chemistry learning achievement of student between an experimental group that learnd through the argument-driven inquiry instructional model with cooperative learning techniques and a control group that learned through a conventional teaching, (3) to compare the scientific reasoning abilities of students between before and after learning through the argument-driven inquiry instructional model with cooperative learning techniques, and (4) to compare the scientific reasoning abilities of students between an experimental group and a control group. The samples were two classes of Mathayom Suksa 4 students at Princess Chulabhorn's College Lopburi. The research instruments were a chemistry learning achievement test and scientific reasoning abilities. The collects data were analyzed by arithmetic mean, means of percentage, standard deviation and t-test. The research findings were summarized as follows:

(1) After the experiment, the average scores of chemistry learning achievement of the experimental group was higher than the criterion score set at 70 percent.

(2) After the experiment, the percentage average scores of chemistry learning achievement of the experimental group was higher than the control group at .05 level of significance.

(3) After the experiment, the experimental group had an average scores of scientific reasoning abilities higher than before the experimental at .05 level of significance.

(4) After the experiment, the experimental group had an average scores of scientific reasoning abilities higher than the control group at .05 level of significance.

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature	.....
Field of Study:	Science Education	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2014		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ด้วยการให้คำปรึกษา อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยและการประกอบอาชีพครู ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการธรรมวิทย์ ธรรมพิธี ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี ที่ได้ให้โอกาสและเมตตาอนุญาตให้ลาศึกษาต่อ และขอขอบคุณคณาจารย์และนักเรียนโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี ที่ให้ความห่วงใยและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ตลอดจนเพื่อนต่างสถาบันที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือกับผู้วิจัยมาโดยตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา ณ สาขาวิชาแห่งนี้

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยสอบถามด้วยความห่วงใย ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย 1
คำถามการวิจัย 6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
สมมติฐานของการวิจัย 7
ขอบเขตของการวิจัย 8
ข้อตกลงเบื้องต้น 9
นิยามศัพท์ 9
กรอบแนวคิดในการวิจัย 11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
1. การเรียนการสอนสืบสอบ 15
1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบสอบ 15
1.2 ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบ 18
1.3 ประเภทของการเรียนการสอนสืบสอบ 19
2. การโต้แย้ง 21
2.1 ความหมายของการโต้แย้ง 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 25
2.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 27
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ 28
3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 28
3.2 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ 30
3.3 บทบาทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ 31
3.4 ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ 33
3.5 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 34
4. รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 39
4.1 ที่มาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง 39
4.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง 40
4.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 42
4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 44
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 48
5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 48
5,2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 49
6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 53
6.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 53
6.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 54
6.3 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 57
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 63
7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 65

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 68

1. รูปแบบการวิจัย 68

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 69

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71

3.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี 71

3.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 74

4. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ 77

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 78

6. การวิเคราะห์ข้อมูล 79

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 81

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี 82

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 84

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 86

สรุปผลการวิจัย 86

อภิปรายผล 87

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี 87

2. ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 89

ข้อเสนอแนะ 90

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ 90

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 91

รายการอ้างอิง 92

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 102
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 111
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 145
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและขั้นตอนการปฏิบัติ.....34

ตารางที่ 2 แสดงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน 38

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ.....42

ตารางที่ 4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 44

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี.....71

ตารางที่ 6 นิยามศัพท์และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 74

ตารางที่ 7 นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 75

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน 82

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ 83

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....84

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....85

ตารางที่ 12 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี..... 146

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี 147

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตารางที่ 14 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 148

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....12

แผนภาพที่ 2 แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งและคุณภาพของการโต้แย้ง.....41

แผนภาพที่ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) มุ่งเน้นการพัฒนาประเทศสู่ความยั่งยืน โดยยึดแนวคิดการบูรณาการเป็นองค์รวมที่มี “คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา” ตามยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) ประกอบกับการรวมตัวของกลุ่มเศรษฐกิจอาเซียนที่เป็นการก้าวเข้าสู่สังคมและเศรษฐกิจฐานความรู้ ทำให้สังคมไทยจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้พัฒนานวัตกรรมและเครื่องมือที่เอื้อประโยชน์ต่อสังคมและระบบเศรษฐกิจ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารและองค์ความรู้ที่เผยแพร่อย่างรวดเร็วอย่างมีเหตุผล (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2555) ดังนั้นการพัฒนาประเทศจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนหรือทุนมนุษย์ โดยเฉพาะการพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาและขับเคลื่อนเศรษฐกิจสังคมฐานความรู้ และขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

การพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องอาศัยการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) กำหนดให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ความเข้าใจ และใช้ศักยภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่อไป (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) นับเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนากระบวนการและคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) บุคคลที่มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาความรู้ใหม่อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานวิทยาศาสตร์ หรือกล่าวได้ว่า สามารถอธิบายและลงข้อสรุปที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้อง ความรู้ และการเปิดกว้างรับความคิดเห็นหรืออภิปรายข้อสงสัย โดยใช้ข้อถกเถียงที่มีตรรกะสมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จึงกล่าวได้ว่าการพัฒนากำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพอาศัยการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้วยตนเอง มีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific reasoning)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะการทำงานทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำข้อมูล หลักฐานมาวิเคราะห์เพื่อข้อสรุปและองค์ความรู้ผ่านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับหลักฐานอย่างมีเหตุผลจนนำไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ การเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและการอ้างเหตุผล ตั้งคำถามและถกเถียงเกี่ยวกับเรื่องเนื้อหาวิชาการเป็นการฝึกความคิดและกระตุ้นความสนใจต่อเนื้อหาที่เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2541) รวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะสำคัญของความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ การผสมผสานมโนทัศน์หลักกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการสื่อสารเพื่อรายงานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์และทฤษฎี (Hand, Prain and Yore 2001 cited in Lawson, 2004) นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนช่วยแก้ไขมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนได้ โดยการให้นักเรียนพิจารณามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองแล้วระบุคำถาม และหาคำตอบโดยใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อให้ได้มโนทัศน์ที่ถูกต้อง หรือกล่าวได้ว่านักเรียนต้องสามารถใช้เหตุผลที่มาจากหลักฐานสนับสนุนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และโต้แย้งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเดิม (Lawson 2003 cited in Quen Lee and Ching She, 2010)

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) เป็นโครงการประเมินผลในระดับนานาชาติที่ประเมินผลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในปี 2007 และ 2011 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 471 และ 451 ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 462 และ 436 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงและมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, 2558) สอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) เป็นการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานที่ใช้การสอบวัดความรู้ความคิดของนักเรียนในปีสุดท้ายของแต่ละระดับชั้น พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2553-2557 เท่ากับ 30.90, 27.90, 33.10, 30.48 และ 32.54 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นปัญหาสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ยังอยู่ในระดับต่ำ

นอกจากนี้การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ซึ่งประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในระหว่างปี 2006-2012 เท่ากับ 421, 425 และ 444 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน OECD ที่ 500 คะแนน และเมื่อวิเคราะห์การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามระดับสมรรถนะพบว่านักเรียนร้อยละ 33.6 มีสมรรถนะต่ำกว่าระดับพื้นฐาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด เพียงแค่สามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพียงไม่กี่อย่าง สามารถให้คำอธิบายจากหลักฐานที่มีให้เห็นชัดเจนและตรง ๆ เท่านั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, 2554, 2556) และจากการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมพบว่า การให้เหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดลักษณะของการผสมผสานระหว่างทฤษฎีและหลักฐานที่เพียงพอ รวมถึงนักเรียนยังขาดความสามารถในการแยกแยะระหว่างแนวคิดทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า มโนทัศน์เดิมของนักเรียนและข้อมูลที่ได้ไม่สอดคล้องกัน (Zeineddin and Abd-El-Khalick, 2010) แสดงให้เห็นว่าปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จัดตั้งขึ้นเพื่อให้เป็นสถานศึกษาในระดับมัธยมศึกษาที่ฝึกทักษะความรู้ ความสามารถของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เยาว์วัย ซึ่งเป็นการเตรียมบุคลากรไว้รองรับโครงการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ และส่งเสริมให้นักเรียนที่เรียนดี มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาความรู้พื้นฐานในด้านนี้อย่างเข้มข้น ในปีการศึกษา 2552 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานประกาศให้โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยทุกแห่งเป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยให้มีคุณภาพระดับเดียวกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นนำของนานาชาติ (World Class) (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี, 2552; กระทรวงศึกษาธิการ, 2554) และเมื่อศึกษาการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติของกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณ-ราชวิทยาลัยได้ผลดังนี้ การทดสอบระดับชาติ (O-NET) พบว่าปีการศึกษา 2556-2557 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 42.06 และ 47.42 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับชาติแต่ยังคงมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 และการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลนานาชาติพบว่าได้คะแนน 565 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐาน แต่เมื่อวิเคราะห์ตามระดับสมรรถนะวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนร้อยละ 1 ของกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยมีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยแม้จะมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย แต่ยังคงมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่มีสมรรถนะต่ำกว่าระดับพื้นฐาน ที่บ่งบอกว่า

นักเรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัด สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่เคยมีประสบการณ์เท่านั้น และให้คำอธิบายจากหลักฐานยังไม่ครอบคลุมครบถ้วน ดังนั้นการพัฒนานักเรียนในกลุ่มดังกล่าวให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจึงมีความจำเป็นและเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนให้ทันต่อการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ศตวรรษใหม่

จากสภาพการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางแก้ไขความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง วิธีการที่ใช้ร่วมกับการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์แล้วสามารถสนับสนุนให้นักเรียนมีการสร้างความรู้และได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือ การโต้แย้ง ดังที่ Berland and McNeill (2010) กล่าวว่า “การโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพราะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสร้างความรู้และแสดงเหตุผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2011) ที่ว่า “กระบวนการสำคัญของการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (1) บุคคลต้องใช้ความรู้ หรือโครงสร้างมโนทัศน์ (conceptual structure) ได้แก่ ทฤษฎี กฎ การรวมมโนทัศน์เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่างๆ (2) บุคคลต้องรู้และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีธรรมชาติและการสร้างองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาและประเมินค่าข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น (3) บุคคลต้องมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสาร การอธิบาย การโต้แย้ง และการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีการโต้แย้ง จึงมีความสำคัญในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งทางด้านความรู้ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการ รวมถึงเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยของ Sampson et al. (2011) เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุภาระงาน เป็นการนำเสนอสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจและวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม จนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การระบุภาระงาน (2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมถึงการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลจนสามารถสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ (4) กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน อภิปรายและวิจารณ์เพื่อมุ่งหาคำตอบของปรากฏการณ์ที่มีเหตุผลสนับสนุนและเป็นที่ยอมรับ (5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล (6) การทบทวนรายงานโดยเพื่อน เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยเพื่อนตามเกณฑ์การประเมิน และ (7) การปรับปรุงรายงาน เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

จากการศึกษางานวิจัยของ สันติชัย อนุวรชัย (2553) ทำการศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีพฤติกรรมความมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนปกติ ซึ่งมีการอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับพฤติกรรมความมีเหตุผลได้ว่า นักเรียนมีการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการเขียนข้อสรุป แต่ยังระบุหลักฐานไม่ครบถ้วนทำให้การเขียนสรุปผลไม่สมบูรณ์ การเขียนอภิปรายหรือการโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบส่วนใหญ่นักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มจะมีความคิดเห็นในเรื่องที่คล้ายคลึงกันทำให้เกิดการโต้แย้งน้อย ลดโอกาสที่นักเรียนจะได้พูดแสดงเหตุผลประกอบ จากงานวิจัยดังกล่าวเพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสในการแสดงเหตุผลอันก่อให้เกิดการโต้แย้ง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ประกอบการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดประสบการณ์เรียนรู้ด้วยกลุ่มเล็ก ๆ ที่ให้นักเรียนมีการอภิปรายการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกัน (Johnson & Johnson, 1987) สอดคล้องกับ Stahl (1994) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม การเรียนรู้มาจากกิจกรรมกลุ่มที่ให้นักเรียนร่วมมือกัน ประนีประนอม และมีปฏิสัมพันธ์กันจนสมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจซึ่งเป็นความสำเร็จร่วมกัน โดยการเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมพฤติกรรมทางสังคมและสร้างเจตคติให้แก่นักเรียน ดังนั้นการนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ประกอบการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งจะส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสในการแสดงเหตุผลประกอบเพิ่มมากขึ้น

จากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป้าหมายและประโยชน์ของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง รวมถึงประโยชน์ของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมีเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีแตกต่างกับนักเรียนที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและนักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมติฐานของการวิจัย

รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม แนวคิดสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ ดังนี้ (1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และไม่สามารถสร้างความรู้จากการถ่ายทอดความรู้จากผู้อื่น (2) การสร้างความรู้เป็นผลมาจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจ (3) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (4) นักเรียนมีส่วนร่วมในการกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (active) หรือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขจากการกระทำ ที่มีแนวคิดที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ดังนี้ การที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการเสริมแรงด้วยการใช้ตัวเสริมแรงหลายประเภท เช่น ตัวเสริมแรงทางสังคม การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นต้น จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบในวิชาวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังผลการวิจัยของ Walker et al. (2010) ซึ่งได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Lawson (2004) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติและการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นการทดสอบสมมติฐานและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องใช้การให้เหตุผลที่มีรูปแบบเหมาะสมและหลากหลาย โดยรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติฝึกฝน เผชิญหน้ากับสถานการณ์ มีส่วนร่วมในการสร้างและทดสอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และมีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและข้อโต้แย้ง

นอกจากนี้ Lawson (1985) ได้ทำการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผล พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการเกิดมโนทัศน์ สอดคล้องกับ Lawson, Banks and Logvin (2007) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสมรรถนะของนักเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จใน

การเรียนการสอนวิชาชีววิทยา พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลมีความเกี่ยวข้องกับสมรรถนะของนักเรียน แต่สมรรถนะของนักเรียนไม่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสำเร็จในการเรียนการสอนสูงขึ้นเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่มีภาระงานเป็นรูปธรรม

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ร้อยละ 70

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 12 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี และโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี

2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนเคมี 2 วิธี ได้แก่ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม มี 2 ตัวแปร คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบ 2 ด้าน ได้แก่ การสรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาเคมีพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อตกลงเบื้องต้น

ความแตกต่างของเวลาที่ใช้จัดการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์

1. **การเรียนการสอนสืบสอบ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. **การโต้แย้ง** หมายถึง กิจกรรมทางสังคมที่เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคล เพื่อพิจารณาข้อสรุปเบื้องต้นด้วยหลักฐานและการให้เหตุผลอย่างชัดเจน

3. **เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ** หมายถึง เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Kagan

4. **รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเคมี โดยเน้นกระบวนการสืบสอบแบบมีการโต้แย้งซึ่งพัฒนาโดย Sampson et al. (2011) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือตามแนวคิดของ Kagan ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การระบุภาระงาน เป็นการให้นักเรียนระบุภาระงานเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการออกแบบและสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่กำหนดในขั้นตอนที่ (1) โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสรุปและสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(4) กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้ง รวมทั้งอภิปรายเพื่อสรุปปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการนำข้อโต้แย้งมาเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(6) การทบทวนรายงานโดยเพื่อน เป็นการประเมินคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(7) การปรับปรุงรายงาน เป็นการปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

5. **วิธีการสอนแบบทั่วไป** หมายถึง การเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยทั่วไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นนำ เป็นการกระตุ้นความสนใจ ทบทวนและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

(2) ขั้นกิจกรรม เป็นการศึกษาค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ หรือทำการทดลองของนักเรียน

(3) ขั้นสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การสรุปความรู้เป็นความคิดสำคัญของบทเรียนและนำความคิดสำคัญดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

6. **ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์** หมายถึง การให้เหตุผลต่อข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามองค์ประกอบ 2 ด้าน ได้แก่ การสรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป

7. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี** หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนในวิชาเคมี วัดได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

8. **นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

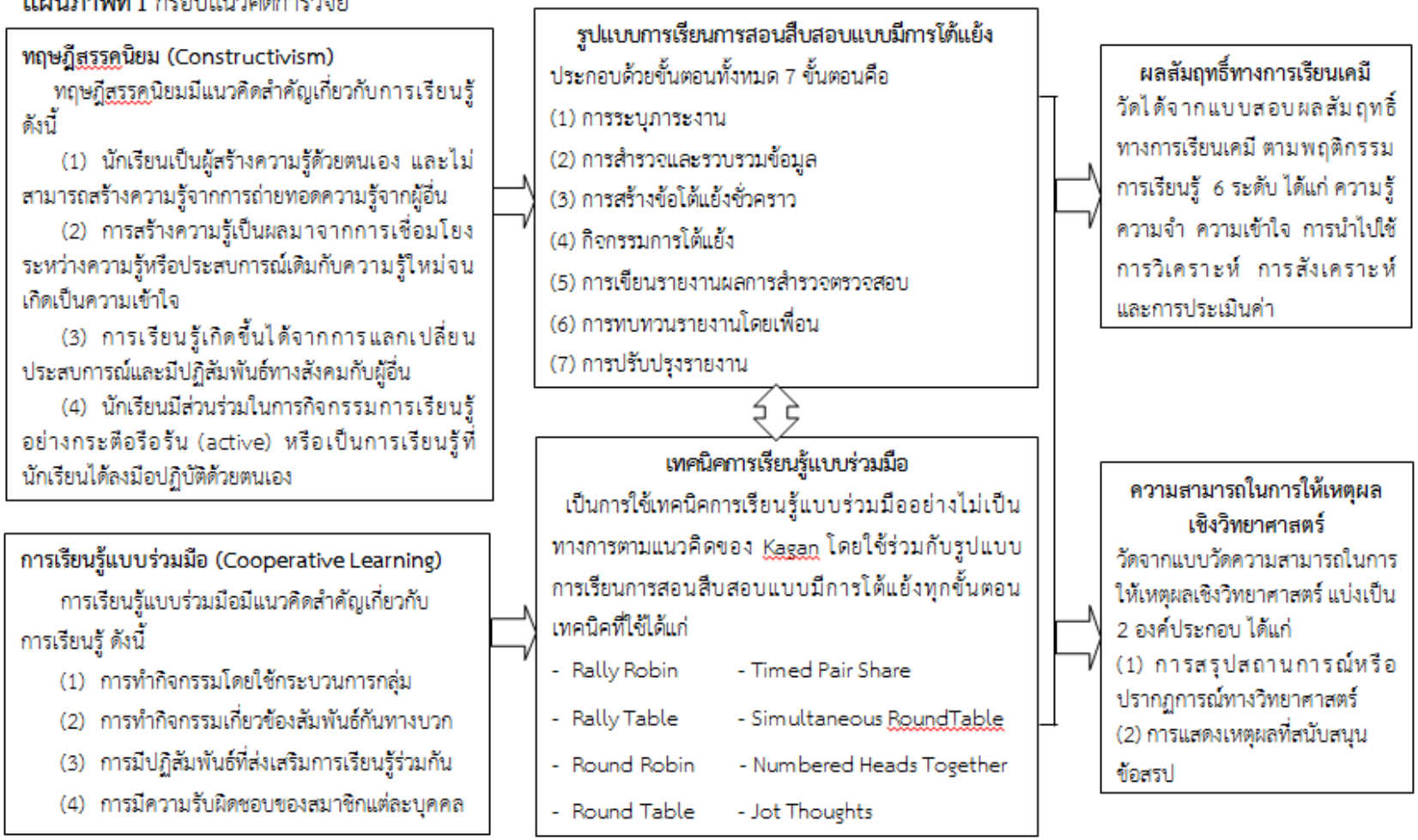
9. **โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค** หมายถึง โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จำนวน 12 โรงเรียน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และผลของรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังแผนภาพที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้การเรียนการสอนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. การเรียนการสอนสืบสอบ
    1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบสอบ
    1.2 ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบ
    1.3 ประเภทของการเรียนการสอนสืบสอบ
2. การโต้แย้ง
    2.1 ความหมายของการโต้แย้ง
    2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
    2.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
    3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
    3.2 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
    3.3 บทบาทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
    3.4 ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ
    3.5 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
4. รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
    4.1 ที่มาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง
    4.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.3 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การเรียนการสอนสืบสอบ

1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบสอบ

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสืบสอบ ประกอบด้วยแนวคิดและทฤษฎี ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism)

ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) มีความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับบทบาทของนักเรียนในการสร้างความรู้ (Mchnerney & Mchnerney, 2002) โดยการสร้างความรู้ของแต่ละบุคคลมาจากกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ (Yilmaz, 2008) สอดคล้องกับ (Maclellan & Soden, 2004) ที่ว่าการสร้างความรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยมมิใช่เป็นเพียงการได้รับความรู้จากสิ่งรอบตัวหรือจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เท่านั้น แต่เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองหรือการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างบุคคลในสังคม

ทฤษฎีสรรคนิยมมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่อธิบายว่า บุคคลแต่ละคนจะเกิดการเรียนรู้จากการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์จนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า “schema” โดยผู้เรียนต้องสร้างความหมายโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา (cognitive apparatus) ด้วยตนเอง ไม่สามารถถ่ายโอนไปสู่ผู้อื่นได้ หรือจากครูไปสู่นักเรียนได้ โครงสร้างทางปัญญาเกิดจากความพยายามทางความคิด (mental effort) ของบุคคล หากการใช้ความรู้เดิมของตนทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลคงเดิม และมั่นคงมากยิ่งขึ้นแต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่เพียเจต์กล่าวว่า เกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ขึ้น เมื่อเกิดความขัดแย้งขึ้น ผู้เรียนจะมีทางเลือก 3 ทาง คือ (1) ยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตน ปฏิเสธข้อมูลจากประสาทสัมผัสหรือหาเหตุผลที่จะหักล้างข้อมูลจากประสาทสัมผัสออกไป การยกเลิกหรือปรับเปลี่ยน “schema” ของแต่ละบุคคลมักเกิดขึ้นได้ยาก (2) ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญา โดยการพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้น (3) ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญาแต่บุคคลต้องจัดกระทำด้วยตนเอง แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทาง

ปัญญาให้สัมพันธ์กับประสบการณ์มากขึ้น (ศศิธร วิทยะสิรินันท์, ทิศนา แขมมณี, & พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544)

ในปัจจุบัน ทฤษฎีสรรคนิยมได้ใช้เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง จึงมีนักการศึกษาและนักวิจัยเสนอหลักการสำคัญหรือลักษณะสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยทฤษฎีดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

Borich, Hao and Aw (2006) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบเป็นฐานซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม ไว้ 5 ประการ ดังนี้

(1) การเรียนรู้เริ่มต้นด้วยข้อคำถามที่สนใจและท้าทาย การออกแบบข้อคำถามเป็นการส่งเสริมให้มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผลและสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ (คำตอบ)

(2) คำถามต้องเป็นปัญหาปลายเปิด เน้นกระบวนการที่ “เรียนรู้อะไร” และ “เรียนรู้อย่างไร”

(3) เป็นกระบวนการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำวิธีการและส่งเสริมการเรียนรู้เท่านั้น

(4) การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

(5) นักเรียนมีการประเมินคำตอบของตนเองได้อย่างเหมาะสม

Taber (2006 อ้างถึงใน Sjoberg, 2007) สรุปลักษณะสำคัญของทฤษฎีสรรคนิยมไว้ 7 ประการ ได้แก่

(1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้อย่างกระตือรือร้น การเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติของนักเรียนเอง ไม่ได้เกิดจากการกำหนดหรือถ่ายทอดจากผู้อื่น

(2) ความรู้ถูกสร้างขึ้นจากการที่นักเรียนอยู่ในสถานการณ์แห่งการเรียนรู้

(3) นักเรียนมีความรู้ ความคิดเป็นของตนเอง และความรู้ ความคิดของตนเองนั้นถูกใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ

(4) ความรู้หรือความคิดของบุคคลอาจเปลี่ยนแปลงได้ยาก

(5) ความรู้อยู่ในสมอง โดยเป็นลักษณะของโครงสร้างทางปัญญา

(6) หากต้องการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือความคิดของนักเรียน จำเป็นต้องดึงเอาความรู้หรือความคิดเดิมของนักเรียนออกมา

(7) แม้ว่าความรู้จะเป็นของนักเรียนแต่ละคน แต่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอก สังคม วัฒนธรรม และการใช้ภาษา

Cruickshank, Jenkins and Metcalf (2009) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยมไว้ 8 ประการ ดังนี้

(1) นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เมื่อนักเรียนมีการค้นคว้าสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ดีกว่าการไม่มีปฏิกิริยาตอบสนองในการเรียน เมื่อนักเรียนเป็นผู้รับข้อมูลความรู้ที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอด

(2) การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นพร้อมกับกระบวนการทางสังคม ทั้งในการทำงานกลุ่มหรือสถานการณ์ทางสังคม

(3) การเรียนรู้ควรจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือภาระงานที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม

(4) นักเรียนควรจะสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม

(5) นักเรียนควรแสดงให้เห็นถึงความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนรู้

(6) ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นผู้ให้ความรู้เพิ่มเติม

(7) ครูต้องให้การช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

(8) นักเรียนต้องสร้างความรู้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดความเข้าใจ

ทิศนา แขมมณี พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และชนาธิป พรกุล (2545) เสนอลักษณะของทฤษฎีสรรคนิยมกับการเรียนรู้ ไว้ 5 ประการ ได้แก่

(1) ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) คือผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และสร้างความหมายของสิ่งนั้นด้วยตนเอง

(2) ครูควรสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ การร่วมมือ การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนและบุคคลอื่นจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น

(3) ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำตนเอง และควบคุมตนเองในการเรียนรู้

(4) ครูจำเป็นต้องเปลี่ยนบทบาทตนเองจากผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ไปเป็นผู้ช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ ทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน

(5) ครูควรประเมินในลักษณะที่เป็นการประเมินตามจุดมุ่งหมายของผู้เรียนแต่ละคนและการวัดผลควรใช้วิธีการที่หลากหลายโดยอาศัยบริบทจริง

สรุปได้ว่า ทฤษฎีสรรคนิยม เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของนักเรียนในการสร้างความรู้ โดยอาศัยความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม และกระบวนการทางสังคมที่ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า “schema” จนเกิดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมายต่อตนเอง ลักษณะสำคัญที่บ่งชี้ถึงการเรียนรู้และการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีสรรคนิยม สรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และไม่สามารถสร้างความรู้จากการถ่ายทอดความรู้จากผู้อื่น

(2) การสร้างความรู้เป็นผลมาจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจ

(3) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น

(4) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (active) หรือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

1.2 ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบ

การเรียนการสอนสืบสอบในงานวิจัยนี้มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Inquiry” นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบไว้ดังต่อไปนี้

Bell, Smetane and Binns (2005) อธิบายความหมายไว้ว่า การเรียนการสอนสืบสอบหมายถึง การเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ให้ความสำคัญกับการใช้คำถาม การวิเคราะห์ข้อมูลและการคิดพิจารณาอย่างมีเหตุผล กระบวนการเรียนรู้เพื่อค้นหาคำตอบของนักเรียนผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก

Choo Ong and Borich (2006) อธิบายความหมายไว้ว่า การเรียนการสอนสืบสอบหมายถึง การเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

Santrock (2009) ให้ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบว่า การเรียนการสอนสืบสอบเป็นวิธีการค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริงและความรู้ ด้วยการสำรวจตรวจสอบหรือการวิจัยประกอบการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ให้ความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบว่า การเรียนการสอนสืบสอบ หมายถึงวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

จากการศึกษาความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบ พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 4 ท่าน ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การเรียนการสอนสืบสอบเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม โดย Bell, et al. (2005) และ Choo Ong and Borich (2006) อธิบายเพิ่มเติมว่าการใช้คำถามเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนการสอนสืบสอบ

จึงสามารถสรุปความหมายของการเรียนการสอนสืบสอบได้ว่า การเรียนการสอนสืบสอบหมายถึง การเรียนรู้ที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ด้วยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการใช้คำถามซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการค้นคว้า โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม

1.3 ประเภทของการเรียนการสอนสืบสอบ

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของการเรียนการสอนสืบสอบไว้ดังนี้

Sund and Trowbridge (1973) และ Carin and Sund (1980 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2545) ได้จำแนกประเภทของการเรียนการสอนแบบสืบสอบเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

(1) การสืบสอบแบบมีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้ว นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นการสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (structured laboratory) การสืบสอบประเภทนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน ซึ่งเป็นการสืบสอบที่มีระดับที่ง่ายที่สุด เหมาะกับนักเรียนที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์กับการเรียนการสอนสืบสอบมาก่อน

(2) การสืบสอบแบบไม่มีการกำหนดแนวทาง (Less Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน กำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีการนี้ว่า เป็นการสืบสอบแบบไม่กำหนดแนวทาง (unstructured laboratory) การสืบสอบประเภทนี้ครูมีบทบาทลดลง นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นการสืบสอบที่ซับซ้อนกว่าแบบที่ (1)

(3) การสืบสอบแบบอิสระ (Free Inquiry) เป็นการสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง การสืบสอบประเภทนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้น ซึ่งครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง จะเห็นได้ว่านักเรียนมีบทบาทมากที่สุด ส่วนครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นการสืบสอบที่มีระดับซับซ้อนและยากที่สุด

Rezba, Auldridge and Rhea (1999 cited in Bell et al., 2005) จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ประเภท ได้แก่

(1) การสืบสอบแบบ Comfirmation เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองหรือวิธีการแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนทำการทดลองหรือกิจกรรมที่กำหนดจนถึงการสรุปผลการทดลอง

(2) การสืบสอบแบบ Structured Inquiry เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน แล้วให้แนะนำออกแบบการทดลอง แล้วให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทำการทดลองหรือกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้จนนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

(3) การสืบสอบแบบ Guided Inquiry เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แล้วให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง

(4) การสืบสอบแบบ Open Inquiry เป็นการสืบสอบที่ให้นักเรียนกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน รวมถึงวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง

จากการศึกษาประเภทของการเรียนการสอนสืบสอบ โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ สรุปได้ว่า การเรียนการสอนสืบสอบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) การสืบสอบแบบมีการกำหนดแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้จนนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

(2) การสืบสอบแบบไม่มีการกำหนดแนวทาง (Less Guided Inquiry) เป็นการสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน กำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง

(3) การสืบสอบแบบอิสระ (Free Inquiry) เป็นการสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเองเป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนสรุปผลการทดลองด้วยตัวนักเรียนเอง

2. **การโต้แย้ง**

การศึกษาเกี่ยวกับการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อความหมายของการโต้แย้ง ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของการโต้แย้ง

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการให้ความหมายของการโต้แย้ง (Argumentation) และข้อโต้แย้ง (Argument) ที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน จึงต้องทำความเข้าใจระหว่างคำว่า “การโต้แย้ง” และ “ข้อโต้แย้ง” รวมถึงความหมายของคำว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) มีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของการโต้แย้ง (Argumentation)

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Voss and Means (1991) ได้อธิบายความหมายว่า การโต้แย้งเป็นการสร้างและการประเมินข้อโต้แย้ง ที่มีการยอมรับจากการให้เหตุผลซึ่งนับเป็นเครื่องมือสำคัญในการโต้แย้ง รวมถึงทักษะการโต้แย้งพิจารณาได้จากความสามารถในการให้เหตุผลของแต่ละบุคคล

Van Emeren and Grootendorst (2004) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การโต้แย้ง หมายถึง กิจกรรมทางสังคมที่ใช้คำพูดซึ่งมีเหตุผล มีจุดประสงค์เพื่อโน้มน้าวให้เกิดการยอมรับจากการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล แสดงในรูปของจุดยืนเพื่อนำไปสู่การพิสูจน์หรือการคัดค้านของกลุ่ม

Verlinden (2005) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การโต้แย้ง หมายถึง รูปแบบการสื่อสารที่บุคคลอย่างน้อยหนึ่งคนใช้ข้อกล่าวอ้างเบื้องต้นและจัดให้มีการสนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้นด้วยหลักฐานและการให้เหตุผลอย่างชัดเจน

McNeill (2009) อ้างอิงคำนิยามของ Jimenez-Aleixandre and Erduran (2008) ว่า การโต้แย้ง มีความหมาย 2 มุมมอง คือ

(1) การโต้แย้ง ในมุมมองส่วนบุคคล หมายถึง การให้เหตุผลและความรู้เกี่ยวข้องกับข้อสรุปเบื้องต้น โดยใช้เหตุผล แนวคิด ทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์ หรืออาจหมายถึง การสร้างข้อโต้แย้งของบุคคลภายในจิตใจ เขียนลงบนกระดาษหรือการพูดคุยโดยใช้หลักฐานและเหตุผลเพื่อประเมินค่าและตัดสินหลักฐานและการให้เหตุผล

(2) การโต้แย้ง ในมุมมองทางสังคม หมายถึง การอภิปรายระหว่างบุคคลที่เป็นการพยายามโน้มน้าวด้วยการพูดหรือการเขียนเพื่อการยืนยัน

จากการศึกษาความหมายของการโต้แย้ง พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 4 ท่าน ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การโต้แย้งเป็นกิจกรรมทางสังคมที่เกิดจากการสื่อสารระหว่างบุคคลเพื่อพิจารณาข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น โดยใช้หลักฐานและการให้เหตุผลประกอบการพิจารณา โดย Voss and Means (1991) อธิบายว่า การให้เหตุผลและทักษะการโต้แย้งเป็นเครื่องมือสำคัญในการโต้แย้ง นอกจากนี้ Verlinden (2005) และ McNeill (2009) อธิบายเพิ่มเติมว่า การพิจารณายอมรับหรือสนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้นในการโต้แย้งมาจากการใช้เหตุผล แนวคิด ทฤษฎี และหลักฐานที่ชัดเจน

จึงสามารถสรุปความหมายของการโต้แย้งได้ว่า การโต้แย้ง หมายถึง กิจกรรมทางสังคมที่เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคล เพื่อพิจารณาข้อสรุปเบื้องต้นด้วยหลักฐานและการให้เหตุผลอย่างชัดเจน

ความหมายของข้อโต้แย้ง (Argument)

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของข้อโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Kuhn (1991 อ้างถึงใน Dawson and Venville, 2010) ได้อธิบายความหมายของข้อโต้แย้งไว้ว่า ข้อโต้แย้งเป็นการยืนยันข้อสรุปที่มีการให้เหตุผลประกอบการอธิบาย

Means and Voss (1996) อ้างอิงคำนิยามของ Angell (1964) ซึ่งอธิบายความหมายไว้ว่า ข้อโต้แย้ง หมายถึง ข้อสรุปที่มีการให้เหตุผลสนับสนุนอย่างน้อยหนึ่งประการ

Verlinden (2005) ให้ความหมายไว้ว่า ข้อโต้แย้ง หมายถึง ข้อความโต้แย้งที่มาจากการทำงานร่วมกันซึ่งอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การสร้างข้อโต้แย้งกระทำเพื่อให้ได้ข้อโต้แย้งที่ดีทั้งในด้านความเที่ยงตรง การสนับสนุนที่ดีและสอดคล้องกับหลักเหตุผล

Crusius and Channell (2006) ให้ความหมายไว้ว่า ข้อโต้แย้ง หมายถึง การให้เหตุผลที่มาจากการคิดอย่างมีเหตุผล โดยข้อโต้แย้งที่ดีต้องการมากกว่าการโน้มน้าว แต่เป็นการให้เหตุผลที่พัฒนามาจากหลักฐานที่มีความจำเพาะ เป็นความจริงและมีตัวอย่างประกอบ

จากการศึกษาความหมายของข้อโต้แย้ง พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 4 ท่าน ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า ข้อโต้แย้งเป็นข้อสรุปที่ได้มาจากการโต้แย้งโดยมีการให้เหตุผลสนับสนุน โดย Verlinden (2005) อธิบายเพิ่มเติมว่า การสร้างข้อโต้แย้งที่ดีต้องมีความเที่ยงตรงและสอดคล้องหลักเหตุผล นอกจากนี้ Crusius and Channell (2006) ได้ขยายความว่า ข้อโต้แย้งที่ดีต้องการมากกว่าการโน้มน้าว แต่เป็นการให้เหตุผลที่พัฒนามาจากหลักฐานที่มีความจำเพาะเป็นความจริงและมีตัวอย่างประกอบ

จึงสามารถสรุปความหมายของข้อโต้แย้งได้ว่า ข้อโต้แย้ง หมายถึง ข้อความที่เป็นข้อสรุปที่ได้มาจากการโต้แย้งหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งเป็นข้อความที่มีการให้เหตุผลจากหลักฐานที่มีความถูกต้องเที่ยงตรง

ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation)

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Duschl, Schweingruber and Shouse (2007) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง รูปแบบการอภิปรายอย่างมีเหตุผล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นกับหลักฐาน

Okada and Buckingham Shum (2008) อ้างอิงคำนิยามของ Suppe (1998) ซึ่งกล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอภิปรายข้อสรุปเบื้องต้น โดยอาศัยกระบวนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและทฤษฎี เพื่อประกอบการยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปเบื้องต้น จนเกิดเป็นข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์

Berland and Reiser (2011) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการทางสังคมที่ให้สมาชิกได้มีการติดต่อสื่อสาร เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ โดยการเรียนรู้ การประเมิน การวิจารณ์ ความท้าทายและทบทวนปรับปรุง ข้อสรุปเบื้องต้น

จากการศึกษาความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน ให้ความหมายสอดคล้องกันจึงสรุปความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอภิปรายหรือการสื่อสารระหว่างบุคคลเพื่อการสร้าง การประเมิน การวิจารณ์ และทบทวนปรับปรุง ข้อสรุปเบื้องต้น ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปเบื้องต้นกับหลักฐานโดยใช้กฎ ทฤษฎี หลักการ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Chulalongkorn University

ความหมายของประเด็นการโต้แย้ง

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของประเด็นการโต้แย้งไว้ดังต่อไปนี้

Young (2015) ซึ่งอธิบายความหมายไว้ว่า ประเด็นการโต้แย้ง หมายถึง คำถามที่ใช้ในการโต้แย้ง มาจากข้อความสำคัญหรือแนวคิดสำคัญของเรื่องที่กำลังศึกษาเพื่อพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหาคำตอบร่วมกัน ประเด็นการโต้แย้งมีความสำคัญในการกำหนดทิศทางการโต้แย้งที่นำไปสู่ข้อสรุปและช่วยให้ผู้ที่เข้าร่วมกิจกรรมการโต้แย้งไม่หลงประเด็นที่นอกเหนือจากประเด็นการโต้แย้ง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้อธิบายความหมายไว้ว่า ประเด็นการโต้แย้งเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการโต้แย้งกัน ซึ่งถือเป็นจุดสำคัญของการโต้แย้ง เนื่องจากการโต้แย้งของมนุษย์เกิดจาก

การแสดงทรรศนะที่ไม่ตรงกัน ประเด็นการโต้แย้ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การโต้แย้งเกี่ยวกับข้อเสนอเพื่อให้เปลี่ยนแปลงสภาพเดิม การโต้แย้งเกี่ยวกับข้อเท็จจริง และการโต้แย้งเกี่ยวกับคุณค่า

จากการศึกษาความหมายของประเด็นการโต้แย้ง พบว่า นักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายสอดคล้องกันจึงสรุปความหมายของประเด็นการโต้แย้งได้ว่า ประเด็นการโต้แย้ง หมายถึง คำถามที่ก่อให้เกิดการโต้แย้ง เป็นข้อความสำคัญหรือแนวคิดสำคัญของเรื่องที่ยกเป็นหัวข้อในการโต้แย้งเพื่อพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหาคำตอบร่วมกัน

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันการดำรงชีวิตของมนุษย์ล้วนแล้วแต่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงยังต้องมีการเผชิญหน้ากับปัญหาที่เกิดขึ้น มนุษย์จึงต้องการการตัดสินใจและแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Dawson & Venville, 2010) ส่งผลให้การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมุ่งพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิด การให้เหตุผล การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, The North Central Regional Education Laboratory and Metiri group, 2003) ผลลัพธ์สำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือ นักเรียนสามารถใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งทางสังคม การทำรายงาน และการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตอย่างสมดุล การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพิจารณาตัดสินใจทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยผ่านกระบวนการโต้แย้ง (Dawson and Venville, 2010) แต่การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งพัฒนาความเข้าใจ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยละเลยการใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Sampson, et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Sampson and Clark (2009) ซึ่งทำการศึกษาผลของการทำงานร่วมกันระหว่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การโต้แย้งของนักเรียนเป็นการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกัน โดยมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2011) ที่ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีด้วยรูปแบบการเรียนสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ที่มีต่อการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (scientific argumentation) และทักษะการเขียนข้อความโต้แย้ง (craft written arguments) พบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการคิด

(cognitive) ทฤษฎีความรู้ (epistemic) และมาตรฐานทางสังคมวิทยาศาสตร์ (social norms of science) และเป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมการปฏิบัติการจริง กระตุ้นให้ใช้เกณฑ์การประเมินคุณค่าของความคิดเห็น และให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรให้ความสำคัญกับการนำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงแนวทางการแก้ปัญหาและการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตประจำวัน

ในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์สามารถพิจารณาความสำคัญของการใช้การโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยมีนักการศึกษาหลายท่านแสดงทัศนะที่สะท้อนถึงความสำคัญของการโต้แย้ง ดังทัศนะของ Sampson and Blanchard (2012) ที่แสดงความสำคัญของการโต้แย้งว่า “นักเรียนที่ทำงานด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี จึงควรจัดให้นักเรียนได้รับโอกาส การมีส่วนร่วมโดยใช้การโต้แย้งในห้องเรียนวิทยาศาสตร์” สอดคล้องกับ Berland and Mcneill (2010) กล่าวถึงความสำคัญของการโต้แย้งว่า “ศาสตร์เพราะการมีส่วนการโต้แย้งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาทางวิทยายาศาสตร์ ร่วมในการโต้แย้งของนักเรียนเป็นการฝึกปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสร้างความรู้และแสดงเหตุผลข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น” ส่วน Berland and Reiser (2009) แสดงความเห็นว่า “การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์และการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญ 2 ประการ คือ (1) นักเรียนควรใช้ข้อมูลและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างรูปแบบหรือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาและ (2) นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอและโต้แย้งทางความคิด” จากทัศนะของนักการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การนำการโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมความสามารถของนักเรียน ทั้งการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

โดยสรุป การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการคิด การให้เหตุผล การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวประการหนึ่งคือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถของนักเรียน ทั้งการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง ควบคู่กับการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

2.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิจัยทางการศึกษาหลายท่านได้ให้มุมมองของการนำการโต้แย้งมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งไว้ดังนี้

Voss and Means (1991) ได้สรุปประโยชน์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

(1) นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและรูปแบบการนำเสนอข้อโต้แย้ง โดยนักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการโต้แย้งจะทราบถึงโครงสร้างของข้อโต้แย้งและองค์ประกอบของการโต้แย้ง ได้แก่ ข้อโต้แย้ง ข้อสรุปเบื้องต้น ข้อสรุป การให้เหตุผลและความเหมาะสม นอกจากนี้นักเรียนจะมีความสามารถในการจำแนกจุดประสงค์ของการศึกษา การเขียนผลงานด้วยตนเอง และการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรอบคอบในการพิจารณาถึงเหตุผลที่ไม่ได้ตระหนักมาก่อนซึ่งอาจจะเป็นเหตุผลที่ไม่สอดคล้องกับข้อสรุปเบื้องต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้านักเรียนมีประสบการณ์มากยิ่งขึ้นจะสามารถระบุข้อโต้แย้งที่มีความหลากหลายได้อย่างครอบคลุม

(2) นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับการประเมินข้อโต้แย้ง โดยจุดมุ่งหมายในการสร้างและประเมินข้อโต้แย้งต้องการให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการยอมรับเหตุผล ความสัมพันธ์และการสนับสนุนการให้เหตุผลกับข้อสรุปเบื้องต้น โดยนักเรียนจะไม่ยอมรับเหตุผลที่ปราศจากการใช้ความรู้อ้างอิง และนักเรียนจะสามารถอธิบายถึงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปได้

(3) นักเรียนได้รับความรู้ตามจุดมุ่งหมายของการโต้แย้ง ซึ่งพบว่าก่อนการโต้แย้งทั้งครูและนักเรียนอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นของการโต้แย้ง แต่ภายหลังจากกิจกรรมการโต้แย้งครูและนักเรียนจะมีความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เป็นผลที่เกิดมาจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการโต้แย้ง กับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งนับเป็นการเรียนรู้ทางสังคม

(4) นักเรียนทราบลักษณะของข้อโต้แย้งที่ดี โดยการให้เหตุผลที่ดีมาจากรูปแบบและจำนวนข้อโต้แย้งที่มีความเหมาะสมซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ รวมถึงความรู้ที่ใช้ในการให้เหตุผลมีการพัฒนาที่ดีขึ้นเป็นการแสดงถึงข้อโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพ

(5) นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งผ่านการเขียน ในอดีตนักเรียนเขียนรายงานในภาระงานที่ได้รับมอบหมายโดยใช้ข้อมูลไม่เพียงพอและไม่มีการเตรียมตัว แต่นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนที่มีการโต้แย้งจะสามารถเขียนรายงานได้ดีขึ้นโดยอาศัยการใช้ข้อโต้แย้งเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเริ่มต้นทำความเข้าใจประเด็นที่ศึกษาและค้นคว้าหาข้อสรุปเบื้องต้น การสร้างและประเมินเหตุผลที่สามารถสนับสนุนข้อสรุป การเพิ่มประสิทธิภาพของเหตุผลและการแบ่งกลุ่มเหตุผลให้เป็นหมวดหมู่

Newton et al. (1999 อ้างถึงใน Dawson and Venville, 2010) ได้สรุปประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

(1) การโต้แย้งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเป็นการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อเสนอและหลักฐานประกอบ ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการเข้าใจกฎเกณฑ์ การอภิปรายทางวิทยาศาสตร์และการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์

(2) กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เป็นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะการสนทนาและการเขียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายมโนทัศน์ ส่งเสริมการตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์เชิงสังคม และทำให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

(3) ทักษะการโต้แย้งมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เข้าใจและนำเสนอข้อโต้แย้งในเชิงเหตุผลและมีความสอดคล้องกันทั้งการพูดและการเขียน และส่งเสริมความเป็นสังคมประชาธิปไตย

3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ

การศึกษาการเรียนรู้แบบร่วมมือ นำเสนอเป็น 5 หัวข้อตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ บทบาทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ประเภทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning Theory) ให้ความสำคัญกับความเข้าใจการมีปฏิสัมพันธ์ทางบวกจากการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยที่ Kagan (2009) เสนอหลักการพื้นฐาน (PIES) ที่นำไปสู่การอธิบายทางทฤษฎี และสังคมที่เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 4 ข้อ ได้แก่

(1) การเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทางบวก (Positive Interdependence) เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือและสนับสนุนเพื่อนให้ประสบความสำเร็จ และเป็นการเพิ่มปริมาณและความถี่ในการดูแลช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน

(2) ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล (Individual Accountability) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดการมีส่วนร่วมและเกิดแรงจูงใจที่นำไปสู่ความสำเร็จ

(3) การมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกัน (Equal Participation) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ทุกคนมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกัน ส่งผลทำให้เกิดการกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้

(4) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน (Simultaneous Interaction) เป็นการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน นับเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสอน การจัดการชั้นเรียน รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ Johnson and Johnson (1991, 1987) สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 5 ประการ ได้แก่

(1) การเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทางบวก (Positive Interdependent) เป็นการที่สมาชิกในกลุ่มมีการเรียนรู้ร่วมกัน โดยเป้าหมายคือความสำเร็จของกลุ่ม (goal interdependent) มีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกัน (task interdependent) มีการแบ่งสรรทรัพยากรและข้อมูลระหว่างกัน (resource interdependent) การทำงานในบทบาทหน้าที่ที่แตกต่างกันแต่มีความสัมพันธ์กัน (role interdependent) และการได้รับรางวัลร่วมกัน (reward interdependent)

(2) การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน (Face to Face Promotive Interdependent) เป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มมีการติดต่อสัมพันธ์กัน อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม ก่อให้เกิด ให้ข้อมูลย้อนกลับและเสนอแนวความคิดใหม่ๆ

(3) ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual Accountability) เป็นความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่มที่ต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ การกระทำของสมาชิกจะมีผลต่อสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสามารถและความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้อย่างร่วมมือกัน สมาชิกได้รับการเรียนรู้แก้ปัญหาหรือใช้กลยุทธ์ในกลุ่มที่มีความร่วมมือกันจนแต่ละคนสามารถทำงานได้ตามลำพัง สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีความมั่นใจและพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล

(4) การมีทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and Small Group Skills) ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อยเป็นสิ่งจำเป็น นักเรียนต้องได้รับฝึกฝนทักษะทางสังคม (Social Skill) ช่วยให้การทำงานภายในกลุ่มมีประสิทธิภาพและเพื่อให้ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คือ นักเรียนได้รับความรู้และได้รับความไว้วางใจจากผู้อื่น สามารถการติดต่อสื่อสารได้ อย่างถูกต้องและชัดเจน ยอมรับและสนับสนุนผู้อื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(5) กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) เป็นกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่ม โดยผู้เรียนต้องเรียนรู้จากกลุ่มให้ได้มากที่สุด มีการร่วมมือทั้งด้านความคิด การทำงาน และความรับผิดชอบร่วมกันจนสามารถบรรลุเป้าหมายของกลุ่มได้ เพื่อให้กระบวนการทำงานของกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมาย และให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกระบวนการกลุ่มที่นำพาไปสู่ความสำเร็จได้

จากแนวคิดและลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือข้างต้น สรุปว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มที่สมาชิกภายในกลุ่มมีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม การทำกิจกรรมมีการเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทางบวก มีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน มีความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล มีทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่ม รวมถึงมีบทบาทในการส่งเสริมทักษะส่วนบุคคลและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน

3.2 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

Johnson and Johnson (1987) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ด้วยการจัดประสบการณ์ที่เป็นกลุ่มเล็กๆ ที่ให้นักเรียนมีการอภิปราย การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

Stahl (1994) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม การเรียนรู้มาจากกิจกรรมกลุ่มที่ให้นักเรียนร่วมมือกัน ประนีประนอม และมีปฏิสัมพันธ์กันจนสมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจซึ่งเป็นความสำเร็จร่วมกัน โดยการเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมพฤติกรรมทางสังคมและสร้างเจตคติให้แก่นักเรียน

Kagan (2009) ให้ความหมายการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยภายในกลุ่มมีความแตกต่างกัน การทำงานร่วมกันถือเป็นการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนความรู้

อารี สัณหฉวี (2543) ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการเรียนด้วยการทำงานเป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อให้เกิดผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านความรู้และทางด้านจิตใจ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เคารพความคิดเห็นและความสามารถของผู้อื่นที่แตกต่างจากตนตลอดจนรู้จักช่วยเหลือและสนับสนุนเพื่อนๆ

กรมวิชาการ (2544) ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่ม

ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกัน ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

จากความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือข้างต้น สรุปว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันและมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน กิจกรรมการเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การอภิปราย การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันและมีความรับผิดชอบร่วมกัน

3.3 บทบาทของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Kagan (2009) กล่าวถึงบทบาทของการเรียนรู้แบบร่วมมือในชั้นเรียนโดยจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ บทบาทที่เกิดขึ้นกับบุคคล (Interpersonal Functions) และบทบาททางวิชาการ (Academic Functions) มีรายละเอียดดังนี้

(1) บทบาทที่เกิดขึ้นกับบุคคล (Interpersonal Functions)

(1.1) การสร้างชั้นเรียน (Classbuilding) การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนเป็นการได้เคลื่อนไหวร่างกาย นักเรียนในชั้นเรียนได้รู้จักและยอมรับซึ่งกันและกันมากขึ้น ทุกคนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชั้นเรียนและกลายเป็นห้องเรียนของทุกคน

(1.2) การสร้างทีม (Teambuiding) การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในทีมเป็นส่วนหนึ่งของทีมก่อให้เกิดทำงานอย่างมีความสุขและนำไปสู่ความสำเร็จ ก่อให้ความสามัคคี เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน สนับสนุนซึ่งกันและกันและสร้างความสัมพันธ์ในทีม

(1.3) การสร้างทักษะทางสังคม (Social Skills) การที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นเป็นวิถีทางที่นักเรียนได้รับทักษะทางสังคม มีคุณลักษณะที่ดีและความฉลาดทางอารมณ์ สามารถแก้ปัญหาความไม่เข้าใจกัน และยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ก่อให้เกิดความรับผิดชอบความเคารพในสิทธิของผู้อื่น และสามารถควบคุมตนเองเมื่อเจอกันแรงกระตุ้นทางสังคมได้

(1.4) การสร้างทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) การที่นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมมีการพัฒนาทักษะทางด้านการสื่อสาร มีการพัฒนาปรับปรุงความสามารถทางด้านการสื่อสาร อันได้แก่ การพูด การฟัง การเขียน และการใช้ข้อความ

(1.5) การตัดสินใจ (Decision-Making) การที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นการได้แสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นเป็นคำพูด แสดงประเด็นสำคัญ และตัดสินจากการสำรวจ การค้นพบ

และการสรุปความคิดเห็นของคนส่วนใหญ่ การทำงานเป็นทีม หรือชั้นเรียนเพื่อร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ โดยการปรึกษากับเพื่อนร่วมห้องเรียน นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของคนส่วนใหญ่และมีทักษะการลงมติ การตัดสินใจและการแก้ปัญหาร่วมกัน จนเกิดเป็นทักษะที่เกิดขึ้นควบคู่กันไป

(2) บทบาททางวิชาการ (Academic Functions)

(2.1) การสร้างความรู้ (Knowledgebuiding) การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้โดยมาจากการมีข้อเท็จจริงและข้อมูล เป็นการสร้างความรู้โดยใช้ข้อมูลเป็นฐาน นักเรียนมีความสามารถในการเรียกใช้ข้อมูลและข้อเท็จจริงที่สำคัญ รวมถึงสถิติทางคณิตศาสตร์

(2.2) กระบวนการเรียนรู้ (Procedure learning) การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติอย่างมีทักษะและมีขั้นตอน เป็นการพัฒนาทักษะทางด้านวิชาการ รวมถึงสามารถปฏิบัติหน้าที่จนสำเร็จอย่างมีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนในการแก้ปัญหา

(2.3) การจัดการข้อมูล (Processing Information) การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือทบทวนข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอ นักเรียนต้องมีการจัดการข้อมูล มีกระบวนการคัดเลือกข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลในความทรงจำระยะยาว และเก็บข้อมูลการทำงานอย่างชัดเจนเพื่อรับข้อมูลใหม่

(2.4) การพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นการกระตุ้นและพัฒนาการคิดอย่างหลากหลาย การคิดเป็นทักษะที่ใช้การฝึกฝน การใช้การเรียนรู้ที่หลากหลายจะเป็นการพัฒนาการคิดอย่างหลากหลายเช่นกัน

(2.5) การนำเสนอข้อมูล (Presenting Information) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจะเกิดขึ้นพร้อมกับการนำเสนอข้อคิดเห็นและแผนงาน การนำเสนอผลงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นการนำเสนอทั้งแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและแผนงาน

3.4 ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือ

นักวิชาการและนักการศึกษาได้แบ่งประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้จัดกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 2 ประเภท ได้แก่

(1) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning Group) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้เวลาตลอดคาบเรียน หรือตลอดกิจกรรมการเรียนในแต่ละคาบ

(2) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning Group) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอนใน แต่ละคาบ อาจใช้ในขั้นนำสอดแทรกในขั้นสอนตอนใดๆ ก็ได้ หรือใช้ในขั้นสรุป หรือขั้นทบทวน หรือขั้นวัดผล

ทิศนา แขมมณี (2545) แบ่งกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 3 ประเภท ได้แก่

(1) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning Group) ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ ครูจัดขึ้นโดยการวางแผน จัดระเบียบ กฎเกณฑ์ วิธีการและเทคนิคต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเรียนรู้สาระต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นหลายๆ ชั่วโมงติดต่อกันหรือหลายสัปดาห์ติดต่อกัน จนกระทั่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายตามที่กำหนด

(2) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning Group) ประเภทการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ ครูจัดขึ้นเฉพาะกิจเป็นครั้งคราว โดยสอดแทรกอยู่ในการสอนปกติอื่นๆ โดยเฉพาะการสอนแบบบรรยาย ครูสามารถจัดกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือสอดแทรกเข้าไปเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจหรือใช้ความคิดเป็นพิเศษในบางจุด

(3) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างถาวร (Cooperative Base Group) หรือ Long Term Group ประเภทนี้เป็นกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สมาชิกกลุ่มมีประสบการณ์การทำงาน/การเรียนรู้ร่วมกันมานานมากกว่า 1 หลักสูตร หรือภาคการศึกษา จนกระทั่งเกิดสัมพันธภาพที่แน่นแฟ้น สมาชิกกลุ่มมีความผูกพัน ห่วงใย ช่วยเหลือกันและกันอย่างต่อเนื่องในการเรียนรู้แบบร่วมมือมักจะมีกระบวนการดำเนินงานที่ต้องทำเป็นประจำ เช่น การเขียนรายงาน การเสนอผลงานของกลุ่ม การตรวจผลงาน เป็นต้น ในกระบวนการที่ใช้หรือดำเนินการเป็นกิจวัตรในการเรียนแบบร่วมมือ เรียกว่า Cooperative Learning Scrips ซึ่งหากสมาชิกกลุ่มปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจะเกิดเป็นทักษะที่ชำนาญในที่สุด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal Cooperative Learning Group) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ครูวางแผนวิธีการ และเทคนิค โดยให้นักเรียนได้ใช้เทคนิคตลอดคาบเรียน หรือตลอดกิจกรรมการเรียนติดต่อกันหลายคาบเรียน

(2) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning Group) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ครูวางแผนวิธีการ และเทคนิค โดยให้นักเรียนได้ใช้เทคนิคที่สอดแทรกอยู่ในการทำกิจกรรม ไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดกิจกรรมในแต่ละคาบเรียน

3.5 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการตามแนวคิดของ Kagan มาใช้ในการทำกิจกรรมร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง การนำเสนอเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงนำเสนอเฉพาะเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้ (Kagan and Kagan, 2009, พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2551)

ตารางที่ 1 แสดงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและขั้นตอนการปฏิบัติ

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นตอนการปฏิบัติ
1. Rally Robin เป็นเทคนิคที่ใช้การสื่อสารด้วยการพูดโต้ตอบแสดงความคิดเห็นเป็นคู่	1. ครูเสนอปัญหาที่สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย และมีช่วงเวลาให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด 2. นักเรียนจับคู่ จากนั้นเริ่มพูดแสดงความคิดเห็น แนวทางการแก้ปัญหา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในคู่ของตนเอง แล้วจึงร่วมกันสรุปความคิดเห็นของคู่ตนเอง
2. Round Robin เป็นเทคนิคที่ใช้การสื่อสารด้วยการพูดโต้ตอบแสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่ม	เหมือนกับเทคนิคการพูดเป็นคู่ แตกต่างกันตรงที่ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยผลัดกันพูดทีละคนจนครบจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นตอนการปฏิบัติ
3. Allwrite Consensus เป็นเทคนิคที่ใช้การสื่อสารด้วยการพูดโต้ตอบแสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่ม	เหมือนกับเทคนิคการพูดเป็นกลุ่ม แต่เมื่อเสร็จสิ้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้นักเรียนแต่ละคนทำการจดบันทึกสรุปผลของความคิดเห็นตามเสียงส่วนใหญ่
4. Rally Table เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแนวทางแก้ปัญหา หรือการสร้างแผนงานเป็นคู่	1. ครูเสนอปัญหาที่สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างหลากหลาย และมีช่วงเวลาให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด 2. นักเรียนจับคู่ จากนั้นนักเรียนคนที่ 1 เขียนแสดงความคิดเห็นและแนวทางการแก้ปัญหา เมื่อครบกำหนดเวลาจึงส่งกระดาษให้แก่นักเรียนคนที่ 2 เพื่อเขียนแสดงความคิดเห็นแล้วจึงร่วมกันสรุปความคิดเห็นของคู่ตนเอง
5. Round Table เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแนวทางแก้ปัญหา หรือการสร้างแผนงานเป็นกลุ่ม	เหมือนกับเทคนิคการเขียนเป็นคู่ แตกต่างกันตรงที่ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม
6. Simultaneous Round Table เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแนวทางแก้ปัญหา หรือการสร้างแผนงานเป็นกลุ่ม	คล้ายกับเทคนิคการเขียนเป็นกลุ่ม แตกต่างตรงที่สมาชิกในกลุ่มทุกคนเขียนคำตอบของตนเองลงในกระดาษ เมื่อครบกำหนดเวลาให้ส่งกระดาษของตนเองแก่สมาชิกคนอื่นทางด้านซ้ายพร้อมกันรอบวง ทำซ้ำจนกระทั่งครบตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม
7. Jot Thoughts เป็นเทคนิคที่ใช้การเขียนแนวคิดบนกระดาษโน้ต	1. ครูเขียนแสดงประเด็นที่ศึกษา กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม 2. นักเรียนเขียนและนำเสนอแนวคิดตามเวลาที่ได้รับการจัดสรรภายในกลุ่ม (1 แนวคิดต่อ 1 กระดาษโน้ต) 3. นักเรียนวางกระดาษโน้ตบริเวณกลางโต๊ะ และร่วมกันคัดเลือกแนวคิดของสมาชิกภายในกลุ่มที่ดีที่สุด

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นตอนการปฏิบัติ
8. Timed Pair Share เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นข้อมูลความรู้เป็นคู่ ตามเวลาที่กำหนด โดยนักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้พูด อีกคนหนึ่งเป็นผู้ฟัง แล้วจึงเปลี่ยนบทบาทกัน	1. ครูเสนอประเด็นการศึกษา 2. นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นข้อมูลความรู้เป็นคู่ โดยนักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้พูด นักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้ฟัง เมื่อครบกำหนดเวลา นักเรียนที่เป็นผู้ฟังแสดงความชื่นชมแก่ผู้พูดตามสมควร แล้วจึงสลับบทบาทกันในคู่ของตนเอง 3. เมื่อครบทั้งสองคน ให้อภิปรายความคิดเห็นกับคู่ของตนเอง
9. Numbered Heads Together เป็นเทคนิคที่ให้สมาชิกคิดร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มจนได้คำตอบของกลุ่ม	1. นักเรียนขานตัวเลข เพื่อเป็นเลขประจำตัวของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูกำหนดโจทย์คำถาม พร้อมทั้งกำหนดเวลา 3. นักเรียนคิดและเขียนคำตอบของตนเอง จากนั้นจึงแสดงความคิดเห็นให้สมาชิกได้ฟัง 4. เมื่อสมาชิกครบทุกคน ให้อภิปรายภายในกลุ่มจนได้คำตอบของกลุ่ม 5. ครูสุ่มเรียกหมายเลขของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามแสดงคำตอบของกลุ่ม 6. นักเรียนในชั้นเรียนให้การปรบมือ ชื่นชมในการแสดงความคิดเห็น
10. Traveling Heads Together เป็นเทคนิคที่ให้สมาชิกคิดร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม	เหมือนกับเทคนิคร่วมกันคิด แตกต่างกันตรง ข้อที่ 5. เมื่อครูเรียกหมายเลขของนักเรียน ให้นักเรียนยืนขึ้นและเปลี่ยนที่นั่งไปยังกลุ่มใหม่ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนคำตอบกับกลุ่มอื่นก่อนที่จะกลับมาแลกเปลี่ยนความคิดกับกลุ่มเดิมของตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	ขั้นตอนการปฏิบัติ
11. Carousel Feedback เป็นเทคนิคที่ใช้ทบทวนความรู้โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับ ข้อดี ข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะต่อผลงานของกลุ่มอื่น	1. ครูมอบหมายผลงานของกลุ่มอื่นให้แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อจำแนกข้อดี ข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะต่อผลงานของกลุ่มอื่น ตามเวลาที่กำหนด 2. นักเรียนในกลุ่ม 1 คน เป็นผู้ทำการบันทึกข้อมูลย้อนกลับลงในแบบฟอร์มบันทึก โดยสมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันให้การสนับสนุนหรือเสนอข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 3. ครูแจ้งเตือนการหมดเวลา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหมุนเวียนไปสู่ผลงานของกลุ่มอื่นต่อไป และทำตามข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนผู้ทำการบันทึกข้อมูลย้อนกลับ 4. เมื่อครบกำหนดเวลา ครูแจกข้อมูลย้อนกลับให้แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มอื่น
12. Showdown เป็นเทคนิคที่ใช้ทบทวนความรู้โดยสมาชิกในกลุ่มแสดงคำตอบของตนเอง	1. ครูสุ่มเลือกหัวหน้าทีมของแต่ละกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม 2. หัวหน้ากลุ่มเขียนคำถามตามที่ครูกำหนดลงในการ์ดโจทย์คำถาม จากนั้นเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด 3. สมาชิกแต่ละคนเขียนคำตอบเพื่อตอบโจทย์คำถามลงในกระดาษคำตอบของตนเอง 4. เมื่อหมดเวลา สมาชิกในกลุ่มเตรียมความพร้อม พร้อมกับหัวหน้าทีมพูดว่า “Showdown” 5. สมาชิกในกลุ่มนำเสนอและอภิปรายเพื่อหาคำตอบร่วมกัน 6. หัวหน้าทีมนำเข้าสู่การตรวจสอบคำตอบ ถ้าคำตอบถูกต้องให้ทุกคนแสดงความชื่นชม ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องให้เปิดหนังสือค้นคว้าหรือสอบถามครูเพิ่มเติม แล้วแก้คำตอบให้ถูกต้องทุกคน 7. สมาชิกในกลุ่มคนอื่น ผลัดกันเป็นหัวหน้าทีม แล้วปฏิบัติกิจกรรมตามข้อ 2-6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	การเรียนรู้ในชั้นเรียน								
	การทำงานเป็นทีม (Teambuilding)	ทักษะทางสังคม (Social Skills)	ทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)	การตัดสินใจ (Decision-Making)	การสร้างความรู้ (Knowledgebuilding)	กระบวนการเรียนรู้ (Procedure Learning)	การจัดการข้อมูล (Processing Info)	ทักษะการคิด (Thinking Skills)	การนำเสนอข้อมูล (Presenting Info)
1. Rally Robin		✓✓	✓		✓✓	✓	✓✓	✓✓	
2. Round Robin	✓✓	✓✓	✓		✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓
3. Allwrite Consensus	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓		✓	✓✓	
4. Rally Table		✓✓	✓		✓✓	✓		✓✓	
5. Round Table	✓✓	✓✓	✓		✓✓	✓	✓	✓✓	
6. Simultaneous Round Table	✓✓	✓✓	✓		✓✓	✓	✓	✓	
7. Jot Thoughts	✓✓	✓✓			✓		✓	✓✓	
8. Timed Pair Share		✓✓	✓✓		✓	✓	✓✓	✓✓	✓
9. Numbered Heads Together	✓	✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓
10. Traveling Heads Together		✓✓	✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	
11. Carousel Feedback		✓✓	✓		✓		✓	✓✓	✓
12. Showdown		✓✓			✓✓				

ตารางที่ 2 แสดงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Kagan and Kagan, 2009)

4. รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การศึกษารูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) นำเสนอเป็น 4 หัวข้อตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และบทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ที่มาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มผู้วิจัย 5 ท่าน ได้แก่ Walker, Zimmerman จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Grooms, Anderson จาก The Florida State University รูปแบบการเรียนการสอนนี้ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อนถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2010) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านสาระ ปฏิบัติการและคุณลักษณะ ด้วยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ได้ทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในงานวิจัยที่ชื่อว่า Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs โดยเป้าหมายความสำเร็จของการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง (Sampson et al., 2012: online) มีดังต่อไปนี้

(1) กรอบความสำเร็จของประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายามพัฒนาความรู้ความเข้าใจและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

(2) ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจเพื่ออธิบายข้อคำถาม หรือข้อสรุปของกระบวนการสืบสอบ

(3) เปิดโอกาสให้แก่นักเรียนในการเรียนรู้ทั้ง การกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุนการประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย

(4) สร้างชั้นเรียนที่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ในด้าน คุณค่าของหลักฐาน การคิดวิจารณญาณ ความสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

4.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง

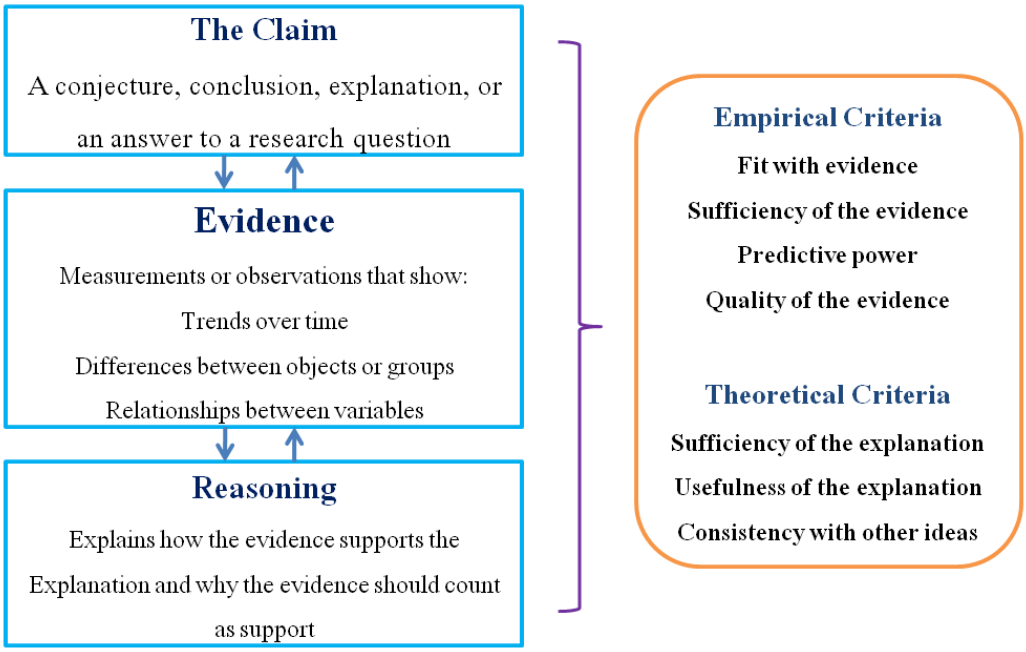
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง พบว่ามีลำดับขั้นการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (Sampson et al., 2011) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ และวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงาน

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมถึงดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ข้อโต้แย้งนี้ประกอบด้วยข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยมีรายละเอียดดังนี้ (1) ข้อสรุปเบื้องต้น (The Claim) จากการคาดเดา การอธิบาย หรือการตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (2) หลักฐาน (Evidence) มาจากการวัดหรือการสังเกตที่แสดงแนวโน้ม ความแตกต่างระหว่างวัตถุประสงค์หรือกลุ่ม และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และ (3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการอธิบายโดยใช้หลักฐานสนับสนุนคำอธิบาย แสดงถึงความสอดคล้องของหลักฐานว่าสนับสนุนอย่างไร เพราะเหตุใด ดังแสดงดังแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งและคุณภาพของการโต้แย้ง



ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง (4) นักเรียนกลุ่มอื่นๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation Report) เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล จำนวน 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมิน

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนและแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อน แล้วจึงส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้แก่ครู

4.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งและเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง	**เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ**
1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ และวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงาน	- Rally Robin - Rally Table - Round Robin - Round Table
2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมถึงดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	- Round Robin - Round Table - Jot Thoughts
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ข้อโต้แย้งนี้ประกอบด้วย ข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล	- Timed Pair Share - Jot Thoughts - Simultaneous - RoundTable

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบ แบบมีการโต้แย้ง	เทคนิคการเรียนรู้ แบบร่วมมือ
4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุด	- Numbered Heads Together - Round Robin - Simultaneous RoundTable
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation Report) เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา	- Rally Robin - Rally Table - Round Robin - Round Table
6. การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล จำนวน 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมิน	- Timed Pair Share - Rally Robin - Round Robin
7. การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนและแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อน แล้วจึงส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้แก่ครู	- Rally Robin - Rally Table - Round Robin - Round Table

4.4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง และเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ สรุปบทบาทครูและบทบาทนักเรียนได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจและวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงาน เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Rally Robin - Rally Table - Round Robin - Round Table	(1) กำหนดและนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา (2) กระตุ้นความสนใจโดยใช้คำถามเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์จนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การระบุภาระงาน (3) ทบทวนประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ศึกษา (4) กำหนดประเด็นการโต้แย้ง (5) จัดกลุ่มนักเรียน	(1) ศึกษาสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ (2) ตอบคำถามที่แสดงถึงการวิเคราะห์สถานการณ์และเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (3) ระบุภาระงานและวัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมถึงดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Round Robin - Round Table - Jot Thoughts	(1) ให้คำแนะนำนักเรียนในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ (2) ให้คำแนะนำนักเรียนในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ (3) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาข้อมูลอย่างมีเหตุผล (4) แนะนำการเขียนสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	(1) ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ (2) ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก จัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูล (3) เขียนสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ ข้อโต้แย้งประกอบด้วย ข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Timed Pair Share - Jot Thoughts - Simultaneous RoundTable	(1) ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง (2) กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ประสบการณ์ หลักฐานเชิงประจักษ์ สนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้นอย่างมีเหตุผล	(1) สร้างข้อโต้แย้งอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ (2) เขียนข้อโต้แย้งที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้น (3) อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์ จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุด เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Numbered Heads Together - Round Robin - Simultaneous RoundTable	(1) ชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้ง นิยามคำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน และกำหนดเวลาการนำเสนอและอภิปรายข้อโต้แย้ง (2) ดูแลชั้นเรียนในการนำเสนอและอภิปรายข้อโต้แย้ง (3) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (4) กล่าวคำชมเชยนักเรียนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้ง	(1) นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน (2) แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นอย่างมีเหตุผล (3) นำแนวคิดจากการโต้แย้งมาใช้ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ รายบุคคล ที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Rally Robin - Rally Table - Round Robin - RoundTable	(1) ชี้แจงแนวทางการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (2) แนะนำการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้แก่นักเรียน	(1) เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ขั้นตอนการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6. การทบทวนรายงานโดยเพื่อน เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลจำนวน 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมิน เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Timed Pair Share - Rally Robin - Round Robin	(1) กำหนดเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (2) อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น จัดทำใบประเมินรายงาน จัดทำเกณฑ์การประเมินรายงาน เป็นต้น	(1) ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลตามเกณฑ์การประเมิน (2) นำแนวทางการเขียนรายงานตามเกณฑ์การประเมินมาปรับปรุงรายงานผลการสำรวจวจสอบของตนเองตร
7. การปรับปรุงรายงาน เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อนและแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการทบทวนโดยเพื่อน แล้วจึงส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้แก่ครู เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้ได้แก่ - Rally Robin - Rally Table - Round Robin - Round Table	(1) ตรวจสอบและแนะนำการแก้ไขรายงานผลการตรวจสอบ (2) แก้ไขมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน	(1) แก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Shepardson (2001) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน โดยเน้นการวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไรมีความสามารถแค่ไหน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ซึ่งผลที่เกิดจากการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่แสดงออกใน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ข้างต้นพบว่า นักวิชาการและนักการศึกษา ทั้ง 4 ท่าน ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากระบวนการเรียนการสอน ที่แสดงถึงความสามารถของบุคคลอันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดย ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) จำแนกองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ส่วน Shepardson (2001) จำแนกองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจำแนกองค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของทั้ง 2 ท่าน มีความสอดคล้องกัน คือ ด้านพุทธิพิสัย ในการเรียนวิทยาศาสตร์หมายความถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ด้านจิตพิสัย

ในการเรียนวิทยาศาสตร์หมายความถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะพิสัย ในการเรียนวิทยาศาสตร์หมายความถึง เจตคติทางวิทยาศาสตร์

จึงสามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความสามารถของบุคคลอันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

5,2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาเสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

Bloom (อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548) จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน ได้แก่

(1) ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านปัญญา คือ ความรู้และการคิด เรียงตามลำดับดังนี้ ด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

(2) ด้านจิตพิสัย (affective domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านความรู้สึกตัว ความสนใจ เจตคติ ความซาบซึ้ง การปรับตัว เป็นต้น

(3) ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านทักษะ คือ ความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ

Thurber and Collette (1964) ได้จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

(1) การเรียนรู้สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวรวมถึง การให้ความหมาย การแสดงหลักการ การประยุกต์ความรู้ และการแก้ปัญหา การเรียนรู้ยากที่จะวัดถึงความเข้าใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อน และความเข้าใจนี้ไม่ใช่เป็นการนำคำพูดหรือเนื้อหาที่อยู่ในหนังสือ การประเมินค่าและเจตคติมาอธิบายเท่านั้น

(2) ทักษะสามารถวัดได้จากการแสดงออก ทักษะในที่นี้หมายรวมถึงทักษะการอ่าน ทักษะที่ใช้ร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะที่ใช้ร่วมกับการอ่านหนังสือ ทักษะทางเครื่องมือและอุปกรณ์ การวัดทักษะที่ค่อนข้างยุ่งยาก คือทักษะในการแก้ปัญหา

(3) การปฏิบัติภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จสามารถตรวจสอบได้จากการประเมินภาระงานที่ส่ง เช่น รายงานการทดลอง แบบฝึกหัดทางวิทยาศาสตร์ และแบบฝึกหัดในชั้นเรียน เป็นต้น

(4) มุมมองที่มีต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยรายงานและโครงงานของนักเรียนที่มีครูเป็นผู้ควบคุม สามารถประเมินได้ในรูปแบบผลงานที่สำเร็จ และในรูปแบบของกระบวนการทำงาน ซึ่งเป็นการยากในการตัดสินคุณค่าของผลงานที่มีต่อนักเรียน

(5) ผลสรุปที่ชัดเจนที่ได้จากการทำงาน ผลงานที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและโครงงานสามารถประเมินได้ ซึ่งไม่รวมถึงการทำงานในกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน ผลสรุปดังกล่าวจะเกิดประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งครูไม่สามารถประเมินได้

Klopfer (Bloom et al., 1971) ได้เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ได้แก่

(1) พฤติกรรมด้านความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี พฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจ ซึ่งเป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ คือ นักเรียนสามารถนำความรู้กลับมาตอบคำถามได้ และสามารถแสดงถึงความเข้าใจผ่านการนำความรู้มาใช้ในบริบทใหม่

(2) พฤติกรรมด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ (Processess of scientific inquiry) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกตและการวัด การกำหนดปัญหาและการแก้ไขปัญหา การแปลความหมายข้อมูลและการสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ การสร้าง การทดสอบและทบทวนทฤษฎี

(3) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ (1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน (2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป (3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหานอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายความถึงเรื่องเทคโนโลยี

(4) พฤติกรรมด้านทักษะการลงมือปฏิบัติ (Manual skills) หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงถึงทักษะการลงมือปฏิบัติในปฏิบัติการทดลอง โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือในปฏิบัติการทดลอง และการใช้เทคนิคการปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวังและปลอดภัย

(5) พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้สึกทางจิตใจ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(6) พฤติกรรมด้านการกำหนดเป้าหมาย (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

(1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า

(2) กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริง ที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ

(3) เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านเสนอแนวทางวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า Bloom (2548) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนการสอนเพื่อมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ นอกจากนี้ Klopfer (1971) เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ขยายความกว้างขึ้นเป็น 6 ด้าน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. ความรู้ความเข้าใจ ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 2. กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะการลงมือปฏิบัติ 3. เจตคติ ได้แก่ ด้านเจตคติและความสนใจ และด้านการกำหนดเป้าหมาย เช่นเดียวกับ Thurber and Collette (1964) ที่จัดกลุ่มแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่บนฐานของพฤติกรรม 3 ด้านได้แก่ 1. ความรู้ความเข้าใจ ที่มาจากการเรียนรู้และการนำความรู้ที่มาจากการเรียนรู้และการปฏิบัติภาระงานไปใช้ 2. กระบวนการเรียนรู้ ที่มาจากการปฏิบัติภาระงานและทักษะการเรียนรู้ และ 3. เจตคติ ที่มาจากมุมมองที่มีต่องานที่ได้รับมอบหมายและผลสรุปชัดเจนที่ได้จากการทำงาน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก ที่ได้รับจากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางการคิดในการบรรยาย หรือแปลความหมายหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก รวมถึงความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

(2) ด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(3) ด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้สึกทางจิตใจ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีโดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดสอบหลังเรียน จึงวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีในด้านพุทธิพิสัยเท่านั้น

เนื่องจากการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย สามารถวัดได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

6. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และกล่าวถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Klahr and Dunbar (1988: 4-5) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างมโนทัศน์ใหม่ จากหลักฐานที่ได้จากกระบวนการค้นคว้าทดลองในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์

Giere (1991: 2) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดที่เกิดจากการประมวลหลักการทั่วไปกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม นำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงช่วยให้เกิดความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตและการทำงานได้

Popper (1959 อ้างถึงใน Howson and Urbach, 2006: 4) อธิบายลักษณะสำคัญที่แสดงถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประการ ได้แก่ (1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ในการพิสูจน์โดยใช้การค้นคว้าและการทดลอง จนสามารถสรุปเป็นทฤษฎีได้ ซึ่งทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากมีข้อมูลการทดลองหรือหลักฐานที่ปฏิเสธทฤษฎีจนต้องใช้หลักเหตุผลเพื่อทบทวนแก้ไขทฤษฎีดังกล่าวให้ถูกต้อง (2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสำรวจตรวจสอบที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาตามหลักเหตุผลและทำการตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งหมายถึงการออกแบบการทดลองที่มีความจำเพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดเป็นทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและมีความน่าเชื่อถือ

Mayer (2003: 213) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ด้วยกระบวนการคิดและอธิบายถึงเหตุผลให้เป็นที่ยอมรับ หรือกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างสมมติฐานเพื่อทดสอบปรากฏการณ์ เมื่อพบว่าสมมติฐานไม่สอดคล้องกับผลการทดสอบแล้วถูกปฏิเสธ จะก่อให้เกิดการสร้างสมมติฐานใหม่และทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการใหม่

Zeineddin and Abd-El-Khalick (2009: 1065) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าสาเหตุจนกระทั่งอนุมานไปถึงข้อสรุป โดยใช้กระบวนการให้เหตุผลเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ การเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ให้ประสบความสำเร็จเป็นการตอบคำถามที่มีอยู่ในทฤษฎีหรือเกี่ยวข้องกับทฤษฎี การสำรวจค้นคว้าเกี่ยวกับหลักฐานซึ่งสอดคล้องและขัดแย้งกัน และประเมินทางเลือกในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 5 ท่าน ให้ความหมายที่สอดคล้องกันว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น โดยใช้การศึกษาค้นคว้าและทดลอง จนเกิดเป็นข้อสรุป สอดคล้องกับ Popper (1959) และ Zeineddin and Abd-El-Khalick (2009) ที่อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกิดการจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์กับแนวคิดทฤษฎี จนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น โดยใช้การศึกษาค้นคว้าและทดลองเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี จนเกิดเป็นข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

6.2 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Holyoak and Morrison (2005) ได้จำแนกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์โดยการตั้งสมมติฐานจากข้อมูลหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป แล้วทำการทดสอบสมมติฐานจนกระทั่งได้ข้อสรุป

(2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดให้เหตุผลโดยใช้การสังเกตตามลำดับเหตุการณ์ที่เป็นความรู้จำเพาะ และมีการทดสอบผลจนกระทั่งค้นพบเกิดเป็นกฎเกณฑ์นำไปสู่การสร้างเป็นทฤษฎีอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

Verlinden (2005) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) คือการโต้แย้งเพื่อลงข้อสรุป รวมถึงการใช้หลักฐาน ข้อโต้แย้งที่นำมาให้เหตุผลเป็นความรู้ที่ทราบชัดเจนเสนอเพื่อสนับสนุนการสรุปสมมติฐานจนนำมาสู่ข้อสรุปที่มีความชัดเจน

(2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) คือข้อโต้แย้งที่มีความเป็นไปได้ในการแทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ หรือเป็นการให้เหตุผลจากสิ่งที่รู้เพื่อสนับสนุนการสรุปสมมติฐานที่ยังไม่ทราบ

Lawson (2010) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ได้แก่

(1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction (Abductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสรุปเปรียบเทียบสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานความรู้ที่สนับสนุนสมมติฐานนั้น (If, and, then)

ตัวอย่าง **ถ้า** จุดแสงสว่างที่มองเห็นบนท้องฟ้าตอนกลางคืนเกิดจากการปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า **และ** การค้นหาจุดสว่างที่มองเห็นบนท้องฟ้า 3 จุด พบว่าปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิมและอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน **ดังนั้น** จุดสว่างที่มองเห็นบนท้องฟ้าจะปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิม หรือเรียกว่า ตำแหน่งของดวงดาว

(2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction (Retroductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction ก่อน แล้วจึงมีการอนุมานเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปสุดท้าย (If, and, then, But, Therefore)

ตัวอย่าง **ถ้า** จุดสว่างบนท้องฟ้าปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า **และ** ตำแหน่งดังกล่าวเกิดจากมุมมองที่เปรียบเทียบกับดวงดาวดวงอื่นบนท้องฟ้า **ดังนั้น** ตำแหน่งของจุดสว่างบนท้องฟ้าจึงไม่มีระเบียบแบบแผน **แต่** ตำแหน่งของจุดสว่างบนท้องฟ้าปรากฏในแนวทางที่คู่ขนานกับวงโคจรของดวงอาทิตย์ **เพราะฉะนั้น** ตำแหน่งของจุดสว่างบนท้องฟ้าไม่เป็นตำแหน่งที่แน่นอนของดวงดาว

(3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคต โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ความรู้ในเรื่องที่มีความจำเพาะ (If, and, then, Further)

ตัวอย่าง **ถ้า** จุดสว่างสามจุดเป็นดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี **และ** สังเกตจุดสว่างดังกล่าวบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนเป็นระยะเวลาหนึ่ง **ดังนั้น** บางคืนพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทาง

ทิศตะวันออกของดาวพฤหัสบดี และบางคืนพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันตกของดาวพฤหัสบดี **สนับสนุน** จุดสว่างที่ปรากฏมีแนวทางโคจรใกล้กับดาวพฤหัสบดี

(4) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ที่มีความจำเพาะไปสู่ความรู้ทั่วไป (If, then)

ตัวอย่าง **ถ้า** สมมติฐานเกี่ยวกับวงโคจรของดวงจันทร์ สอดคล้องกับผลการสังเกต ที่ว่าบางคืนพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันออกของดาวพฤหัสบดี และบางคืนพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันตกของดาวพฤหัสบดี **ดังนั้น** สมมติฐานมีหลักฐานสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัยไว้ ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัย สรุปได้ดังนี้

(1) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง หรือความรู้เฉพาะหน่วย นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วย คำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

(2) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นคือสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

(3) วิธีอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive method) หรือแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Approach) หรือการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นวิธีคิดที่ใช้ทั้งวิธีคิดเชิงนิรนัยและอุปนัยรวมกัน หรือกระบวนการหาความรู้ที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือการคิดหรือการให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ศึกษาได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐาน คือข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักวิชาการและนักการศึกษาทั้ง 4 ท่าน จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สอดคล้องกัน 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) และ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) ซึ่งอธิบายได้ว่า (1) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) เป็น การให้เหตุผลที่ใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และหลักการเพื่อลงข้อสรุป หรือกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง โดย Lawson (2010) อธิบายเพิ่มเติมว่า การให้เหตุผลประเภทนี้ทำเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคต (2) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่แสดงในรูปของข้อโต้แย้งที่แทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ นั่นคือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป โดย จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวเพิ่มเติมไว้ว่า เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง สอดคล้องกับ Verlinden (2005) ที่กล่าวว่าการให้เหตุผลประเภทนี้คือข้อโต้แย้งที่มีความเป็นไปได้ในการแทนข้อสรุปที่สมบูรณ์

จึงสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือการโต้แย้งที่ใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎและหลักฐานเพื่อลงข้อสรุป นั่นคือกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจง

(2) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่แทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ นั่นคือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป

6.3 แนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย

การวัดการให้เหตุผลแบบนิรนัย วัดโดยการใช้เหตุผลแบบตรรกบท (Syllogism) เป็นการคิดให้เหตุผลแบบนิรนัยตามแนวคิดของอริสโตเติล (Aristotle) โดยให้เหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุป เป็นการอ้างเหตุผลที่โครงสร้างมีแบบแผน ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ประโยคอ้างเอก (major premise) ประโยคอ้างโท (minor premise) และ ประโยคสรุป (conclusion) สองประโยคแรกมาจากการตัดสิน 2 ครั้งเดิม ส่วนประโยคที่สามมาจากการตัดสินสุดท้าย (กีรติ บุญเจือ, 2550)

ตรรกศาสตร์เป็นเรื่องวิธีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความ 2 ชนิด คือ ข้ออ้าง (Premise) กับข้อสรุป (Conclusion) โดยข้อความที่ 1, 2 เป็นประโยคหลักฐานหรือเป็นข้ออ้าง (Premise) ที่ถูกใช้ในการเปรียบเทียบ และข้อความที่ 3 จัดเป็นผลลัพธ์ความรู้ที่ได้มาหรือจัดเป็นข้อสรุป (Conclusion) โดยการใช้รูปแบบวิเคราะห์ประโยคภาษาที่ผ่านกระบวนการใช้เหตุผล (Reasoning) และการอ้างเหตุผล (Arguments) ซึ่งมีวิธีการในการดำเนินการกำหนดหาข้อความที่เป็นการอ้างเหตุผลหรือข้อความวิธีการการใช้เหตุผล ดังนี้ (โกเมนทร์ ชินวงศ์, 2556)

(1) ในการอ้างเหตุผลจะต้องมีประโยคข้อความอย่างหนึ่ง ที่กำหนดไว้ก่อนหรือมีกลุ่มประโยคอย่างหนึ่งตั้งไว้ก่อน ประโยคหรือกลุ่มประโยคที่ต้องไว้ก่อนนี้ เรียกว่า ประโยคเหตุ หรือข้ออ้าง (Premise) ข้อความที่เป็นประโยคเหตุเหล่านี้ จะส่งความสัมพันธ์ไปยังอีกประโยคเหตุหนึ่งโดยมีการเปรียบเทียบกัน

(2) ประโยคที่จะเกิดติดตามมาจากการที่ประโยคเหตุทั้งสองได้ทำการเชื่อมโยงกันโดยวิธีการเปรียบเทียบกันนี้ เราเรียกว่า ประโยคผล หรือ ข้อสรุป (Conclusion) และสิ่งที่ปรากฏอยู่ในประโยคผลนี้จะต้องสืบทอดความคิดมาจากช่วงประโยคเหตุทั้งหมดที่ได้มีอยู่แล้ว โดยเป็นการสรุปที่ดึงเอาแนวความคิดจากช่วงเหตุนั้น ๆ ออกมาเพื่อใช้เป็นข้อยุติของการตัดสินใจของการใช้เหตุผลครั้งหนึ่งๆ

การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลแทนข้อสรุปที่สมบูรณ์ หรือกระบวนการคิดสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป การวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัยอาศัยหลักการสรุปรวบยอดและหลักการให้เหตุผลวิธีอุปนัยของสจ๊วต มิลล์ (John Stuart Mill) อ้างถึงใน กีรติ บุญเจือ (2550) และภาควิชาปรัชญา คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2552) โดยมีรายละเอียดดังนี้

มิลล์สร้างวิธีค้นหาสาเหตุของปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ โดยเสนอวิธีอุปนัยไว้ 4 วิธี ได้แก่

(1) **วิธีการหาความสอดคล้อง (method of agreement)** เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลจากสาเหตุที่สอดคล้องกัน และเกิดขึ้นซ้ำๆกันหลายครั้ง หรือกล่าวได้ว่า ในสถานการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุที่เหมือนกันทุกครั้ง และมีผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกครั้ง สามารถอนุมานได้ว่าสาเหตุที่ซ้ำๆกันนั้นเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น

(2) **วิธีหาความแตกต่าง (method of difference)** เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลที่ใช้ความแตกต่างของสาเหตุที่เกิดขึ้นหลายครั้ง หรือกล่าวได้ว่า ในสถานการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุที่เหมือนกันทุกครั้ง และมีผลที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกครั้ง ต่อมามีสาเหตุอื่น

แทรกเพิ่มเข้ามา ทำให้เกิดผลที่แตกต่างจากที่เกิดขึ้น ก็อนุมานได้ว่าสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป

วิธีหาความสอดคล้องและแตกต่างร่วมกัน (method of agreement and difference) ในการพบเจอกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์จำนวนมาก เรามักจะต้องการรู้ทั้งสาเหตุที่สอดคล้องและที่แตกต่างกันร่วมกันไป ทำให้การพิจารณาให้เหตุผลต้องใช้ทั้งวิธีหาความสอดคล้องและความแตกต่างร่วมกัน

(3) **วิธีหาส่วนที่เหลือ (method of residues)** เป็นวิธีสรุปหาเหตุผลจากการตัดเหตุและผลบางส่วนออก ผลที่เหลือย่อมมาจากสาเหตุที่เหลือ หรือกล่าวได้ว่า ในสถานการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแบบเดียวกัน ถ้ามีสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ถ้าเรารู้ว่าสาเหตุใดทำให้เกิดผลใด ให้เราหักออกเสีย สาเหตุที่เหลือก็จะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

(4) **วิธีการหาความแปรผัน (method of concomitant variation)** เป็นการสรุปหาเหตุผลที่มาจากระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หรือกล่าวได้ว่า ในสถานการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นแบบเดียวกัน ถ้ามีระดับหรือปริมาณของสาเหตุที่ไม่เท่ากันก่อให้เกิดผลแบบเดียวกันที่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันเสมอ

แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS)

การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล โดยจำแนกเป็นหัวข้อได้ดังนี้ (สสวท., 2558)

(1) วิเคราะห์/แก้ปัญหา (Analyze/Solve Problems) เป็นการพิจารณาวิเคราะห์ปัญหาเพื่อเชื่อมโยงกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาและอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

(2) สังเคราะห์ (Integrate/Synthesize) เป็นการพิจารณาเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการในแก้ปัญหา โดยดูจากปัจจัยหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแตกต่างกัน แสดงให้เห็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน รวมถึงบูรณาการแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

(3) ตั้งสมมติฐาน (Hypothesize/Predict) เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลและประสบการณ์ หรือข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่ค้นหาคำตอบจากการทดลองสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ทำการตั้งสมมติฐานที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้โดยใช้ความรู้

จากการสังเกต หรือจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลจากประสบการณ์หรือจากการสังเกตเพื่อสร้างคำถามที่สามารถค้นหาคำตอบได้จากการสำรวจตรวจสอบ และทำนายเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลง โดยอาศัยประจักษ์พยานและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

(4) ออกแบบ (Design) เป็นการวางแผนหรือออกแบบเพื่อการสำรวจตรวจสอบในการหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐาน กล่าวได้ว่า เป็นการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ อธิบายลักษณะของการสำรวจตรวจสอบที่ดีซึ่งรวมทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดหรือวิธีการที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

(5) สรุป (Draw Conclusions) เป็นการสืบเสาะเพื่อหารูปแบบของข้อมูล อธิบายหรือสรุปและทำนายแนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ มีการใช้หลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการสรุปปรากฏการณ์ และการลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามหรือทดสอบสมมติฐาน และแสดงความเข้าใจเชื่อมโยงสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

(6) สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize) เป็นการสร้างข้อสรุปที่ได้จากการทดลองภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ แล้วประยุกต์ใช้ข้อสรุปนั้นกับสถานการณ์ใหม่ รวมถึงการกำหนดรูปแบบทั่วไปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางกายภาพ

(7) ประเมิน (Evaluate) เป็นการประเมินข้อดี ข้อเสีย เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม รวมถึงวิธีปฏิบัติ พิจารณาปัจจัยทางวิทยาศาสตร์และปัจจัยทางสังคมเพื่อประเมินผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อระบบทางชีวภาพและกายภาพ ประเมินความเป็นไปได้อื่น ๆ เกี่ยวกับการอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบโดยอาศัยข้อมูลที่เพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อสรุป

(8) ตรวจสอบ (Justify) เป็นการใช้ประจักษ์พยานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคำอธิบายและวิธีการแก้ปัญหา และให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในการแก้ปัญหาข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบหรือคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบของข้อสอบ ประกอบด้วยข้อคำถามที่มีบริบทเป็นสถานการณ์ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ข้อสอบมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบ และเขียนตอบสั้น ๆ

แนวทางการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า การใช้เหตุผลและวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และปัญหาที่มีขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำ เทียบได้กับสมรรถนะ โครงการดังกล่าวให้ความสำคัญกับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่ม ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละสมรรถนะมีรายละเอียดการประเมินดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

(1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เป็นการระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบ หรือทดสอบสมมติฐาน และนำไปตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถระบุหลักฐานเชิงประจักษ์และข้อมูลเพื่อใช้ในการสำรวจตรวจสอบ รวมถึงรู้ลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

(2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ สร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลและสอดคล้องกับหลักฐาน อธิบายปรากฏการณ์และทำนายการเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ ระบุบอกได้ว่า คำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และการพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

(3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการพิจารณาความหลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ลงข้อสรุป และสื่อสารข้อสรุป ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยานหลักฐาน) ที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป) แสดงให้เห็นว่าเข้าใจแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ รวมถึงสะท้อนให้เห็นการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

รูปแบบของข้อสอบ ข้อสอบแต่ละหน่วยประกอบด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์ของข้อสอบ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟประกอบ ข้อสอบมีทั้งที่เป็นแบบเลือกตอบ และเขียนตอบสั้น ๆ

จากกรอบแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับนักวิจัยที่ได้พัฒนาแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

Quen Lee and Ching She (2010) เสนอแบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Reasoning Test (SRT) ที่พัฒนามาจาก Lawson's scientific reasoning test เพื่อวัตถุประสงค์ในการวัดความสามารถของนักเรียน 6 ด้านได้แก่ (1) ด้านการสนทนา (conservation) (2) ด้านการคิดอย่างเป็นสัดส่วน (proportional thinking) (3) ด้านการระบุและควบคุมตัวแปร (identification and control of variables) (4) ด้านการคิดที่เป็นไปได้ (probabilistic thinking) (5) ด้านการคิดที่สัมพันธ์กัน (corralational thinking) และ (6) ด้านทักษะการตั้งสมมติฐานนิรนัย (hypothetic-deductive ability) โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตอน ตัวคำถาม (Stem) มีเครื่องมือสื่อความหมาย Reference Material เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมาย ตอนที่ 1 ต้องการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นการสรุปแนวความคิดของนักเรียน และตอนที่ 2 ต้องการให้นักเรียนใช้การคิดเพื่อให้เหตุผลคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1

Lawson, Banks and Logvin (2007) ใช้แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีฐานมาจากรูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน เป็นแบบทดสอบนี้พัฒนามาจาก The Classroom Test of Scientific Reasoning ของ Lawson เพื่อวัตถุประสงค์การวัดในด้านต่าง ๆ ได้แก่ (1) การระบุและควบคุมตัวแปร (the identification and control of variables) (2) ให้เหตุผลที่สัมพันธ์กัน (correlational reasoning) (3) การให้เหตุผลอย่างเป็นสัดส่วน (probabilistic reasoning) (4) การให้เหตุผลที่เป็นไปได้ (proportional reasoning) (5) การให้เหตุผลที่สัมพันธ์กัน (combinatorial reasoning)

นอกจากนี้จากการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินพบว่ามีการใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่

6.1 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่ตัวคำถาม (Stem) มีเครื่องมือสื่อความหมาย Reference Material เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมายโดยข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ต้องการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นการสรุปแนวความคิดของนักเรียน และตอนที่ 2 ต้องการให้นักเรียนใช้การคิดเพื่อให้เหตุผลคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ตัวอย่างเช่น ข้อสอบ Scientific Reasoning Test (SRT) โดยพัฒนามาจาก Lawson's scientific reasoning test , แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีฐานมาจากรูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน เป็นต้น

6.2 แบบสอบแบบเขียนตอบ (Essay) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบที่มีตัวคำถาม (Stem) ซึ่งมีเครื่องมือสื่อความหมาย Reference Material เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมาย เช่น ข้อสอบประเมินผลวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ PISA เป็นต้น

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัย ซึ่งงานวิจัยแต่ละเรื่องมีรายละเอียด ดังนี้

Sampson and Clark (2009) ทำการศึกษาผลของการทำงานร่วมกันระหว่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบคุณภาพของข้อโต้แย้งระหว่างนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันกับนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (2) ศึกษาระดับการยอมรับรายบุคคลในข้อโต้แย้งของกลุ่ม (3) เปรียบเทียบระดับการเรียนรู้จากประสบการณ์รายบุคคลระหว่างนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันกับนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 168 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกัน และกลุ่มที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า (1) คุณภาพของข้อโต้แย้งของนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันไม่แตกต่างกับคุณภาพข้อโต้แย้งของนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล (2) สัดส่วนสาระสำคัญในข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคลเป็นส่วนหนึ่งในข้อโต้แย้งของกลุ่ม (3) นักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันแสดงความชำนาญและถ่ายโอนการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล

Walker et al. (2010) ทำการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อมโนทัศน์เคมี ความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนปฏิบัติการเคมีแบบปกติ และกลุ่มที่เรียนปฏิบัติการเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (นักศึกษากลุ่มทดลอง) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษากลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เคมีไม่แตกต่างกับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ (2) นักศึกษากลุ่มทดลองมีความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งช่วยให้นักเรียน

ประยุกต์ความสามารถการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในสถานการณ์ใหม่ได้ นอกจากนี้ผลการทดสอบพบว่าคะแนนของนักศึกษาอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งผลมาจากนักเรียนส่วนใหญ่ใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุปน้อย (3) นักศึกษาเพศหญิงกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาเพศหญิงที่เรียนแบบปกติ ส่วนนักศึกษาเพศชายมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งช่วยเพิ่มเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและลดช่องว่างระหว่างเพศกับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

Sampson, Grooms and Walker (2011) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีด้วยรูปแบบการเรียนสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) ที่มีต่อการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์(scientific argumentation) และทักษะการเขียนข้อความโต้แย้ง (craft written arguments) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 19 คน แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมทดลอง เรื่อง candle and the inverted flask อภิปรายโต้แย้งและเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ (Investigation Report) ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียน การสอนด้วยชุดปฏิบัติการเคมีด้วยรูปแบบการเรียนสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) จำนวน 15 การทดลอง ระยะเวลา 18 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมการทดลองที่ออกแบบโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) มีผลต่อการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเขียนข้อความโต้แย้ง โดยพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการคิด (cognitive), ทฤษฎีความรู้ (epistemic) และมาตรฐานทางสังคมวิทยาศาสตร์ (social norms of science) และเป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสเข้าร่วมการปฏิบัติการจริง กระตุ้นให้ใช้เกณฑ์การประเมินคุณค่าของความคิดเห็น และให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ (2) วิธีที่นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการเขียนข้อความโต้แย้งในทิศทางบวก (positive correlation) และ (3) ประเด็นที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเขียนข้อความโต้แย้ง คือ นักเรียนไม่ใช้การอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือประเมินค่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ทำงานร่วมกันไม่ใช้การอภิปรายความคิดเห็นที่มีขอบเขตกว้างและแสดงการกระทำที่มาจากอคติ

Zhou (2010) ทำการศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการสร้างความรู้จากบุคคลและสังคม ซึ่งมีทั้งการให้เหตุผลและไม่ให้เหตุผล รูปแบบการเรียนเพื่อการเปลี่ยนมโนทัศน์และการนำยุทธศาสตร์เข้ามาร่วมกับการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการสร้าง

ความรู้และปัจจัยทางสังคม พบว่าการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเสนอแนวการสอนการโต้แย้ง (Argument Approach) เพื่อใช้สำหรับการเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. นำเสนอบริบทของปัญหา (Present problem context) 2. ทบทวนมโนทัศน์เดิม (Elicit student ideas) 3. สร้างความขัดแย้งทางปัญญา (Create cognitive conflict) 4. สร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Construct scientific notions) 5. แก้ไขความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Defend scientific notion) 6. ประเมินความรู้ (Evaluation)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสรุป การเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลและการใช้หลักฐาน มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รวมถึงพัฒนามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาวิจัย ซึ่งงานวิจัยแต่ละเรื่องมีรายละเอียด ดังนี้

Lawson (2010) ทำการศึกษาการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการให้เหตุผลของนักวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลจนได้ข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ที่เป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ความคิดเห็นที่แตกต่างของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการพิจารณาธรรมชาติของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) การโต้แย้ง (Argumentation) และการค้นพบ (Discovery) การวิจัยนี้เป็นการสรุปรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Retroduction การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ซึ่งเป็นรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้ง และการค้นพบ ที่เป็นสมมติฐานที่มีประโยชน์ใช้เป็นกรอบแนวคิดสำหรับการเรียนการสอนที่พัฒนาการให้เหตุผลและทักษะการโต้แย้งของนักเรียน การศึกษาประวัติการทำงานของวิทยาศาสตร์พบว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้รูปแบบการให้เหตุผลและการโต้แย้งในระหว่างการทำงานเป็นรูปแบบ If/then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

Lawson (1985) เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงนามธรรม (formal reasoning) พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนามธรรม มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2) การเกิดมโนทัศน์มีความเกี่ยวข้องกับการปรับโครงสร้างทางปัญญาเนื่องจากการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) มีความสัมพันธ์กับแบบแผนการให้เหตุผล 3) การเรียนการสอนตามขั้นตอนวงจรการเรียนรู้ เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและช่วยส่งเสริมการพัฒนาแบบแผนการให้เหตุผล

Lawson (2004) นำเสนอการสังเคราะห์เกี่ยวกับธรรมชาติและการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นการใช้สมมติฐานนิรนัย (hypothetico-deductive) เพื่อการสร้างและทดสอบทางเลือกในการอธิบายและสร้างคำอธิบาย การสร้างและทดสอบคำอธิบายต้องใช้รูปแบบการให้เหตุผลหลักและการให้เหตุผลที่หลากหลาย ข้อโต้แย้งที่ใช้ในการทดสอบจึงต้องเป็นข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงสมมติฐานที่ทดสอบกับข้อสรุปได้ สิ่งสำคัญอีกประการที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งคือ มโนทัศน์ ซึ่งต้องมีอย่างเพียงพอ ดังนั้นครูต้องทราบพฤติกรรมที่แสดงถึงการพัฒนาทักษะทางปัญญาและหลักฐานความรู้ที่มีความจำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาสาระ รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพคือการลงมือปฏิบัติฝึกฝน จัดให้นักเรียนเผชิญหน้ากับสถานการณ์ และมีส่วนร่วมในการสร้างและทดสอบคำอธิบาย ซึ่งกระบวนการเช่นนี้มีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและข้อโต้แย้ง

Lawson, Banks and Logvin (2007) ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสมรรถนะของนักเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนจำนวน 459 คน ทำการทดสอบสมรรถนะของนักเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลก่อนและหลังเรียน พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลมีความเกี่ยวข้องกับสมรรถนะของนักเรียน แต่สมรรถนะของนักเรียนไม่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผล 2) สมรรถนะของนักเรียนและความสำเร็จในการเรียนการสอนสูงขึ้นเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่มีภาระงานเป็นรูปธรรม สรุปได้ว่า การปฏิบัติกิจกรรมและความสามารถในการให้เหตุผลเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะของนักเรียนและความสำเร็จในการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสรุป การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมการใช้การให้เหตุผลและการโต้แย้งในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
   3.1 แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   3.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวมรวบข้อมูลก่อนและหลังการทดลองทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภาพที่ 3

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

กลุ่มทดลอง	O_1--------X-------O_2
กลุ่มควบคุม	O_1------ ~X-------O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลองด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

X หมายถึง การเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

~X หมายถึง การเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลองด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี และด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 12 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี และโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยกำหนดโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโรงเรียน มีดังนี้

2.1.1 เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1.2 นักเรียนของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ทุกแห่ง มีการกำหนดเกณฑ์คุณสมบัตินักเรียนที่สมัครเข้าศึกษาและข้อสอบในการสอบคัดเลือกชุดเดียวกันจึงไม่มีความแตกต่างกัน

2.1.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีจำนวนเพียงพอสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.4 ผู้บริหารและคณาจารย์ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกห้องเรียน

โรงเรียนที่คัดเลือกมีนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ห้องเรียน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ ดำเนินการคัดเลือกห้องเรียนเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

2.2.1 นำคะแนนสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 6 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาเคมีของห้องเรียนทั้ง 6 ห้องเรียน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยภายหลังเป็นรายคู่ (post-hoc test) ด้วยสถิติทดสอบ Bonferoni เนื่องจากความแปรปรวนของกลุ่มเท่ากัน เพื่อคัดเลือกห้องเรียนที่นักเรียนมีความสามารถในการเรียนเคมีไม่แตกต่างกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาเคมีของนักเรียนทั้ง 6 ห้องเรียน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2.2 เลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจงคือ ห้อง ม.4/2 กับ ถม.4/4 เนื่องจากเป็นห้องที่มีความเหมาะสมในเรื่องเวลาของผู้วิจัย จากนั้นสุ่มเลือกห้องเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการจับฉลาก ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.4/4 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่วนนักเรียนห้อง ม.4/2 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีเรื่อง พันธะเคมี รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และหลักสูตรเคมี เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

(2) สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี โดยครอบคลุมสาระและพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวทางของบลูม 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า รวมทั้งกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละเนื้อหา และน้ำหนักพฤติกรรมที่จะวัดในแต่ละระดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี

พฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านพุทธิพิสัย / สาระ	ความรู้ความจำ (20%)	ความเข้าใจ (40%)	การนำไปใช้ (20%)	การวิเคราะห์ (10%)	การสังเคราะห์ (7%)	การประเมินค่า (3%)	รวม (ข้อ)
พันธะโคเวเลนต์ (60%)							
1. การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์	1	1	-	-	-	-	2
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	1	-	-	-	-	-	1
3. ความยาวพันธะ และพลังงานพันธะ	-	2	-	-	-	-	2
4. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	-	1	-	-	-	-	1
5. รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	1	1	-	1	1	-	4
6. สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	1	2	-	-	-	1	4
7. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	-	-	1	1	1	-	3

พฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านพุทธิพิสัย / สาระ	ความรู้ความจำ (20%)	ความเข้าใจ (40%)	การนำไปใช้ (20%)	การวิเคราะห์ (10%)	การสังเคราะห์ (7%)	การประเมินค่า (3%)	รวม (ข้อ)
8. สารโคเวเลนต์โครงผลึกร่างตาข่าย	-	-	1	-	-	-	1
พันธะไอออนิก (30%)							
1. การเกิดพันธะไอออนิก	-	1	-	-	-	-	1
2. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	-	1	-	-	-	-	1
3. พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก	-	1	-	1	-	-	2
4. สมบัติของสารประกอบไอออนิก	1	-	1	-	-	-	2
5. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	-	1	2	-	-	-	3
พันธะโลหะ (10%)							
1. การเกิดพันธะโลหะ	1	-	-	-	-	-	1
2. สมบัติของโลหะ	-	1	1	-	-	-	2
รวม (ข้อ)	**6**	**12**	**6**	**3**	**2**	**1**	**30**
ร้อยละ	**20**	**40**	**20**	**10**	**7**	**3**	**100**

(4) สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้

(5) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณา และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(6) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการเรียนการสอนเคมี (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ทางการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวงและความถูกต้องของภาษา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวเลือกกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนี

ความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

(6.1) ข้อคำถามทั้ง 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ระหว่างความตรงเชิงเนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ มากกว่า 0.5 ทุกข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

(6.2) ปรับข้อคำถามและคำศัพท์ให้มีความถูกต้อง ชัดเจนและสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

ข้อที่ 3 ข้อใดแสดงการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ แก้ไขเป็น ข้อใดแสดงการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง

ข้อ 8 ชนิดการไฮบริดจ์ออร์บิทัล แก้ไขเป็น ชนิดของไฮบริดจ์ออร์บิทัล

ข้อ 21 การเปลี่ยนแปลงพลังงานหมายเลข 1 และ 3 เป็นพลังงานใดตามลำดับ แก้ไขเป็น พลังงานจากแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิก หมายเลข 1 และ 3 คือข้อใด

ข้อ 22 สมการแสดงพลังงาน แก้ไขเป็น สมการเคมี

ข้อ 26 ค่าความนำไฟฟ้า แก้ไขเป็น ค่าการนำไฟฟ้า

(6.3) ปรับสัดส่วนของรูปภาพและสูตรโครงสร้างที่แสดงในข้อคำถามและตัวเลือกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาได้อย่างชัดเจน

(7) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี ซึ่งได้เรียนเรื่อง พันธะเคมีมาแล้ว และมีลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 48 คน นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทั้งฉบับพิจารณาจากค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรที่ 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Formula-20, KR-20) จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกข้อสอบควรมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.84 ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.27 ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.24 ถึง 0.63 จึงได้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีตามเกณฑ์ที่ต้องการ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

(8) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงในการวิจัย

3.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบที่มีข้อคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 10 ข้อ โดยข้อคำถาม 1 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์แบบแยกประเด็น ประกอบด้วยรายการประเมิน 1 รายการ คือ การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป แบ่งเป็น 3 ระดับคะแนน ได้แก่ ถ้าระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องและอธิบายสนับสนุนข้อสรุปให้ 2 คะแนน ถ้าระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้อง แต่ไม่อธิบายสนับสนุนข้อสรุปให้ 1 คะแนน และถ้าไม่ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุป หรือระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาตำรา งานวิจัย และบทความวิชาการเกี่ยวกับความหมาย ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแนวทางการวัดประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

(2) กำหนดนิยามศัพท์ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 นิยามศัพท์และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ศัพท์	ความหมาย
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	กระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น โดยใช้การศึกษาค้นคว้าและทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี จนเกิดเป็นข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
การสรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	ข้อความอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป	การระบุข้อความที่แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มาจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลความรู้และการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อสรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์
หลักฐานเชิงประจักษ์	ข้อมูลความรู้ที่ได้จากกระบวนการสืบค้นรวบรวมข้อมูล การวัด และการสังเกต หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์นำมาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร รวมถึงสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

(3) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 นิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมบ่งชี้
กระบวนการคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น โดยใช้การศึกษาค้นคว้าและทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนแนวคิดทฤษฎีจนเกิดเป็นข้อสรุปอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2. ระบุเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปสถานการณ์ 3. ระบุหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุป

(4) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

(5) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณา และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(6) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ และองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ และองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด (IOC) จากนั้นคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

(6.1) ข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ ระหว่างความตรงเชิงเนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ มากกว่า 0.5 ทุกข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

(6.2) ปรับข้อคำถามให้เป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น จากการทดลอง นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่า แก้ไขเป็น จากการทดลอง นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร เป็นต้น

(6.3) ปรับการเขียนคำถาม ตัวเลือก และคำศัพท์ ให้มีความเหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจนและสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

ข้อ 2 ถ้านักเรียนเป็นพยาบาล นักเรียนจะเขียนสรุปรายงานผลการตรวจสุขภาพว่า แก้ไขเป็น ถ้านักเรียนเป็นพยาบาล นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุของโรคกรดไหลย้อนว่าอย่างไร

ข้อ 3 ชื่อบุคคลที่ปรากฏในข้อคำถาม คือ ปลาเข็ม และปลาวาฬ อาจส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับการจำแนกสัตว์ไม่ถูกต้อง เนื่องจากวาฬ ไม่ใช่ปลา แก้ไขโดยการเปลี่ยนชื่อบุคคล

ข้อ 6 และ 7 สถานการณ์ในข้อคำถามมีการชี้นำคำตอบมากเกินไป แก้ไขโดยปรับเปลี่ยนข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ให้เหตุผล

(7) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 48 คน ที่มีลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดเพื่อหาความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบควรมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.71 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.42 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.36 จึงได้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ต้องการ (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

(8) นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้ในการวิจัย

4. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตอนดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

(1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานและตัวชี้วัด จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะเคมี และศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งและเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อนำมาวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

(2) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย่งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และความเหมาะสมกับเวลา จากนั้นนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีประสบการณ์การสอนเคมี จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตร แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล และความเหมาะสมของเวลา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

(3.1) ปรับการเขียนสาระการเรียนรู้ โดยมีการใช้คำศัพท์ให้ถูกต้องและเพิ่มเติมรายละเอียดในการอธิบายให้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น สูตรโมเลกุล AB_x โดยที่ A หมายถึง อะตอมกลาง B หมายถึง อะตอมล้อมรอบ และ x หมายถึง จำนวนอะตอมล้อมรอบ มีค่าเท่ากับ 2,3,... เป็นต้น

(3.2) ปรับการใช้ภาษาและคำศัพท์ให้มีความถูกต้องและสื่อความหมายให้ชัดเจนเป็นที่เข้าใจตรงกัน ตัวอย่างเช่น แก๊สหลายชนิดที่โมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ แก้ไขเป็น แก๊สหลายชนิดที่อะตอมในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ เป็นต้น

(3.3) ปรับการใช้คำถามให้มีความกระชับ และเรียงลำดับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้เหมาะสม ตัวอย่างเช่น โมเลกุลโคเวเลนต์เขียนสูตรโครงสร้างได้อย่างไร แก้ไขเป็นนักเรียนสามารถเขียนแสดงสูตรโครงสร้างของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้อย่างไร เป็นต้น

(4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริงในการวิจัยครั้งนี้

4.2 แผนการจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

แผนการจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรูปแบบสืบสอบตามคู่มือครูรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม และขั้นสรุป ดังนี้

(1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่กระตุ้นความสนใจ ทบทวนและตรวจสอบความรู้ที่มีอยู่เดิมของนักเรียน โดยการสนทนา สาธิต หรือใช้คำถาม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียน

(2) ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ หรือทำการทดลองด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

(3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยครูนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองนำไปสู่การสรุปบทเรียนหรือความคิดสำคัญของบทเรียน

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

5.1.1 สำหรับกลุ่มทดลอง ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

(1) แนะนำแนะนำรายวิชา ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนการสอน รวมถึงวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือให้นักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจ ในประเด็นต่อไปนี้

(1.1) บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

(1.2) วิธีการโต้แย้งและการทบทวนรายงานโดยเพื่อน

(2) ฝึกให้นักเรียนโต้แย้งและทบทวนรายงานโดยเพื่อน แล้วนำนักเรียนอภิปรายผลการฝึกการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

5.1.2 สำหรับกลุ่มควบคุม แนะนำรายวิชา และชี้แจงจุดประสงค์การเรียนการสอน

5.2 ขั้นดำเนินการสอน

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป จำนวน 9 แผน และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ จำนวน 24 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

5.3 ขั้นหลังสอน

5.3.1 เมื่อดำเนินการสอนครบตามจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพร้อมกัน ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทดสอบก่อนการเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.3.2 นำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นดำเนินการดังนี้

6.1 นำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี มาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70

6.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติค่าที (t-test) แบบมีทิศทางดังนี้

(1) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เคมีหลังการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

(2) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

(3) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

1. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน

2. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

1. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่ม

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี	74.31	3.93	65.42	3.24	2.565*
จำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน					
(1) พันธะโคเวเลนต์	75.69	2.46	66.20	2.04	2.616*
(2) พันธะไอออนิก	67.59	1.91	61.57	1.69	1.040
(3) พันธะโลหะ	86.11	0.58	72.22	0.82	2.034*

*P < .05

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 74.31 คะแนน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 และเมื่อวิเคราะห์จำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน พบว่ามี 2 เรื่องที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไปคือ พันธะโคเวเลนต์และพันธะโลหะ แต่ในบทเรียนเคมีเรื่องพันธะไอออนิก ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 70

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อจำแนกตามเนื้อหาของบทเรียนพบว่ามี 2 เรื่องคือพันธะโคเวเลนต์และพันธะโลหะที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้

ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	S.D.	
(1) ความรู้ความจำ	75.00	1.06	56.95	1.02	3.606*
(2) ความเข้าใจ	74.65	1.78	70.49	1.72	0.990
(3) การนำไปใช้	79.86	0.93	60.42	1.10	3.974*
(4) การวิเคราะห์	69.44	0.78	59.72	0.83	1.255
(5) การสังเคราะห์	72.92	0.72	87.50	0.44	-1.689
(6) การประเมินค่า	50.00	0.51	58.33	0.50	-0.569

*P < .05

จากตารางที่ 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป มี 4 รายการคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการสังเคราะห์ ส่วนพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 70 มีจำนวน 2 รายการ คือ การวิเคราะห์และการประเมินค่า

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 2 รายการคือ ความรู้ความจำ และการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	62.78	2.24	80.42	2.85	10.398*
จำแนกตามองค์ประกอบ					
(1) การสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	80.42	0.86	82.08	0.93	0.723
(2) การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป	53.96	2.19	79.58	2.08	12.649*

*P < .05

Chulalongkorn University

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านการแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป ส่วนด้านการสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t-test
	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.	
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	80.42	2.85	63.75	3.46	5.470*
จำแนกตามองค์ประกอบ					
(1) การสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	82.08	0.93	77.50	1.42	1.321
(2) การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป	79.58	2.08	56.88	2.50	6.839*

*P < .05

จากตารางที่ 11 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านการแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป ส่วนด้านการสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มุ่งศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนเคมีโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ จำนวน 24 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป จำนวน 24 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มเท่ากัน คือ 24 คาบ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเก็บข้อมูลหลังเรียนด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70

2. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนเคมีด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การนำเสนอการอภิปรายจึงแบ่งเป็น 2 ประเด็นคือ (1) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และ (2) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับดังนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 แสดงว่า รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยมที่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่า นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเองอันเป็นผลมาจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ แลกเปลี่ยนประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจนเกิดเป็นความเข้าใจ ดังเช่นงานวิจัยของ Niaz et al. (2002) ที่พบว่านักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีโดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีมโนทัศน์เรื่องแบบจำลองอะตอมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป สอดคล้องกับ Sampson et al. (2013) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป สอดคล้องกับงานวิจัยของวรัญญา จำปามูล (2555) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

(1) การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในขั้นการสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมโดยใช้พิจารณาข้อมูลหลักฐานและให้เหตุผลสนับสนุนจนเกิดเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเรียนรู้ร่วมกันจะทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างกันช่วยเพิ่มความเข้าใจทาง

วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Maclellan and Soden (2004) ที่ว่าการสร้างความรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยมไม่ใช่เพียงการได้รับความรู้จากสิ่งรอบตัวหรือจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เท่านั้น แต่เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเองหรือการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างบุคคล

(2) การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มและในชั้นเรียน นับเป็นการทบทวนความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในมุมมองที่หลากหลายและเสริมสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบความรู้ระหว่างนักเรียนกับครู สอดคล้องกับแนวคิดของ Sampson and Blanchard (2012) ที่แสดงความสำคัญของการโต้แย้งว่า นักเรียนที่ทำงานด้วยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี จึงควรจัดให้นักเรียนได้รับโอกาสการมีส่วนร่วมโดยใช้การโต้แย้งในห้องเรียนวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีจำแนกตามเนื้อหาของบทเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก ร้อยละ 67.59 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 แต่ยังจัดอยู่ในระดับค่อนข้างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาในเรื่องพันธะไอออนิกส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี และการคำนวณพลังงานเคมีซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าพันธะโคเวเลนต์และพันธะโลหะที่เนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างสมบัติและการจัดเรียงอะตอมซึ่งสามารถอธิบายได้โดยการใช้แบบจำลอง รูปภาพ หรือการเขียนสูตรโครงสร้าง และเมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีจำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีในพฤติกรรมการสังเคราะห์และการประเมินค่าต่ำกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการเรียนการสอนนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เฉพาะเรื่องที่กำลังศึกษาในคาบเรียนมาประกอบการอธิบายสร้างข้อโต้แย้งและอภิปรายในกิจกรรมการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้แต่ละเรื่องของบทเรียนมาประกอบการอธิบายแสดงสัมพันธ์หรือใช้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยให้เป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ได้ และไม่สามารถกำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการประเมินค่าได้ ตัวอย่างเช่น การเขียนข้อโต้แย้งเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ นักเรียนอธิบายโดยใช้เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้นำเรื่องความยาวพันธะและมุมพันธะมาใช้ในการอธิบายเพิ่มเติม เป็นต้น

2. ด้านความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 และข้อที่ 4 แสดงว่า รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walker et al. (2010) ที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองมีความสามารถในการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson and Clark (2009) ที่ศึกษาผลของการทำงานร่วมกันระหว่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า สาระสำคัญในข้อโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคลเป็นส่วนหนึ่งในข้อโต้แย้งของกลุ่ม และนักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งจากการทำงานร่วมกันแสดงความชำนาญและถ่ายโอนการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่สร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

(1) การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและขั้นกิจกรรมการโต้แย้งนักเรียนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์เกี่ยวกับให้เหตุผลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้นประกอบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี รวมถึงนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์และร่วมตรวจสอบความรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูด้วยการพิจารณาหลักฐานอย่างมีเหตุผลเพราะข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่มมีการเลือกใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และเหตุผลสนับสนุนที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2004) ที่พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นการใช้สมมติฐานเพื่อการทดสอบและสร้างคำอธิบาย ซึ่งต้องใช้รูปแบบการให้เหตุผลหลักและการให้เหตุผลที่หลากหลาย ข้อโต้แย้งที่ใช้ในการทดสอบจึงต้องเป็นข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงสมมติฐานที่ทดสอบกับข้อสรุปได้

(2) การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในขั้นการทบทวนรายงานโดยเพื่อน นักเรียนได้ทราบเกณฑ์การประเมินรายงานและมีแนวทางในการพัฒนาการเขียนรายงานให้มีความถูกต้องครบถ้วนตาม ช่วยให้นักเรียนทราบข้อดี และข้อบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขงานของตนเองต่อไป

อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกฝนและสร้างประสบการณ์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสรุปปรากฏการณ์และแสดงเหตุผลสนับสนุนประกอบหลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งได้ทราบเกณฑ์การประเมินที่เป็นแนวทางประยุกต์ใช้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในครั้งต่อไป แต่นักเรียนกลุ่มควบคุมถึงแม้จะได้รับการฝึกฝนให้สรุปปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการอภิปรายและให้เหตุผล แต่ไม่ได้เน้นย้ำนักเรียนในการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับหลักฐานเชิงประจักษ์

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีในพฤติกรรมการเรียนรู้การวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปด้วยหลักฐานในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้ดีกว่าเนื้อหาของบทเรียน เนื่องจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไปนักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ Lawson (2004) ที่มีแนวคิดว่า รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพคือการลงมือปฏิบัติฝึกฝน และมีส่วนร่วมในการสร้างและทดสอบคำอธิบาย รวมถึงมีการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานและข้อโต้แย้ง สิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการโต้แย้งคือ มโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนต้องมีมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาอย่างเพียงพอ

ข้อเสนอแนะ

จากการนำรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ที่สนใจนำรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือไปใช้ ควรให้ความสำคัญในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งและขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง เนื่องจากนักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนำไปสู่การมีปฏิสัมพันธ์

ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองแนวคิดที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือและเชื่อมโยงกับหลักฐานเชิงประจักษ์ การตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธข้อโต้แย้ง นำไปสู่การสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

(1) รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือนักเรียนมีการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูลหลักฐานและสรุปผลเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

(2) เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีในพฤติกรรมการเรียนรู้การประเมินค่า ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีปัญหาในการกำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินค่าสิ่งต่างๆ โดยใช้ความรู้แนวคิดทฤษฎี ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการประเมินค่าของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2544). **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด โครงการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักภาษาและการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). **โครงการพัฒนาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยให้เป็นโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคเพื่อกระจายโอกาสสำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี**.

กีรติ บุญเจือ. (2550). **ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาสัญลักษณ์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกเมนทร์ ชินวงศ์. (2556). **ตรรกศาสตร์เบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. (2545). **กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: นิชินแอดเวอร์ไทซิ่ง กรุ๊ฟ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, & และคณะ. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2551). **ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และยินดีสุข, พ. (2545). **พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี. (2552). **หลักสูตรโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี พุทธศักราช 2552**.

วรัญญา จำปามูล. (2555). **ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร วิทยะสิรินันท์, ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับการคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก วิทยาการด้านการคิด** (pp. 26-71). กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์นานาชาติ: *PISA* และ *TIMSS***. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). **การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ**. กรุงเทพฯ: บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). **ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงการวิจัยนานาชาติ *TIMSS* 2007**. กรุงเทพฯ: บริษัท แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิส จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ *PISA* 2009**. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **ผลการประเมิน *PISA* 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิส จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **รายงานผลการวิจัยโครงการ *TIMSS* 2011 วิชาวิทยาศาสตร์** จาก http://timssthailand.ipst.ac.th/?p=145

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). **ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). **แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559)**. กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2555). **นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2555-2564)**.

สืบค้นวันที่ วันที่ 21 พฤษภาคม 2558 จาก http://www.sti.or.th/th/images/stories/files/STPLAN_FiNAL.pdf

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559**.

อารี สัณหฉวี. (2543). พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แว่นแก้ว.

ภาษาอังกฤษ

Bell, R. L., Smetane, L., & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities. ***The Science Teacher,*** 72(7), 30-33.

Berland, L. K., & Mcneill, K. L. (2010). A Learning Progression for Scientific Argumentation: Understanding Student Work and Designing Supportive Instructional Contexts. ***Science Education,*** 94, 765-793.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. ***Science Education,*** 93, 765-793.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom Communities, Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. ***Science Education,*** 95, 191-216.

Bloom, B. S. e. a. (1971). ***Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning***. United States of America: MaGraw-Hill, Inc.

Borich, G. D., Hao, Y. W., Aw, W. L., & In Ong, A. C. (2006). Inquiry-Based Learning: A practical Application ***Teaching Strategies that Promote Thinking Models and Curriculum Approaches*** (pp. 29-52). Singapore: Mc Graw-Hill.

Cruickshank, D. R., Jenkins, D. B., & Metcalf, K. K. (2009). ***The Act of Teaching*** (5th ed.). New York: Mc Graw-Hill.

Crusius, T. W., & Channell, C. E. (2006). ***The Aims of Argument: A Text and Reader*** (5th ed.). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. ***Resarch in Science Education,*** 40, 133-148.

Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (2007). ***Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8***. Retrieved 2012, June 24,

from National Academies Press: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=11625&page=33

Giere, R. N. (1991). ***Understanding Scientific Reasoning***. Florida: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

group, T. N. C. R. E. L. a. M. (2003). ***The enGauge 21st Century Skills for 21st Century Learners***. Retrieved 2012, July 3 http://www.ncrel.org/engauge

Holyoak, K. J., & G., M. R. (2005). ***The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning***. United States of America: Cambridge University Press.

Howson, C., & Urbach, P. (2006). ***Scientific Reasoning : the Bayesian Approach*** (3rd ed.). Illinois: Open Court Publishing Company.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). ***Learning Together and Alone Cooperative, competitive, and Individualistic Learning*** (2nd ed.). United States of America: Prentice-Hall International, Inc.

Kagan, S., & Kagan, M. (2009). ***Kagan Cooperative learning***. San Clemente, CA: Kagan Publishing.

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual Space During Scientific Reasoning. ***Cognition Science,*** 12, 1-48.

Lawson, A. E. (1985). A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching. ***Journal of Research in Science Teaching*** 22, 569-671.

Lawson, A. E. (2004). The Nature and Development of Scientific Reasoning : A Synthetic View. ***International Journal of Science and Mathematics Education,*** 2, 307-338.

Lawson, A. E. (2010). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. ***Science Education,*** 94, 336-364.

Lawson, A. E., Banks, D. L., & Logvin, M. (2007). Self-Efficacy, Reasoning Ability, and Achievment in College Biology. ***Journal of Research in Science Teaching*** 44, 706-724.

Maclellan, E., & Soden, R. (2004). The Importance of Epistemic Cognition in Student-Centred Learning. ***Instructional Science,*** 32, 253-268.

Mayer, R. E. (2003). ***Learning and Instruction*** United States of America: Pearson Education, Inc.

Mchnerney, D. M., & Mchnerney, V. (2002). ***Education Psychology: Constructing Learning*** (3rd ed.). Australia: Peason Education Australia.

McNeill, K. L. (2009). Teacher, Use of Curriculum to Support Student in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. ***Science Education,*** 93, 233-268.

Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who Reasons Well? Two Studies of Informal Reasoning Among Children of Different Grade, Ability, and Knowledge Levels. ***Cognition and Instruction,*** 14, 139-178.

Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002). Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. ***Science Education,*** 86, 505-525.

Okada, A., & Buckingham Shum, S. (2008). Evidence-Based Dialogue Maps as a Research Tool to Investigate the Quality of School Pupils' Scientific Argumentation. ***International Journal of Research and Method in Education,*** 31, 291-315.

Quen Lee, C., & Ching She, H. (2010). Facilitating Students' Conceptual Change and Scientific Reasoning Involving the Unit of Combustion. ***Resarch in Science Education,*** 40, 479-504.

Sampson, V., & al., e. (Writers). (2012). ***Argument-Driven Inquiry: Project Description***.

Sampson, V., & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. ***Science Education,*** 93, 448-484.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. ***Science Education,*** 95, 217-257.

Santrock, J. W. (2009). ***Educational Psychology.*** United States of America: McGraw-Hill Education.

Shepardson, D. P. (2001). ***Assessment in Science: A Guide to Professional Development and Classroom Practice***. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Sjoberg, S. (2007). ***Constructivism and learning International Encyclopaedia of Education*** (3rd ed., pp. 1-11). Oxford: Elsevier.

Stahl, R. J. (1994). ***Cooperative Learning in Socail Studies A handbook for Teacher.*** United States of America: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Thurber, W. A., & T., C. A. (1966). *Teaching Science in Today's Secondary Schools* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Van Emeren, F. H., & Grootendorst, R. (2004). ***A Systematic Theory of Argumentation: The Pragma-Dialectic Approach***. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Verlinden, J. (2005). ***Critical Thinking and Everyday Argument***. Nelson: Thomson Learning, Inc.

Voss, J. F., & Means, M. L. (1991). Learning to Reason via Instruction in Argumentation. ***Learning and Instruction,*** 1, 337-350.

Walker, J. P. e. a. (2010). ***Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs***. Paper presented at the The 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia.

Yilmaz, K. (2008). Constructivism: Its Theoretical Underpinnings, Variations, and Implications for Classroom Instruction. ***Education Horizons,*** 86, 161-172.

Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitments: Coordination of Theory and Evidence Among College Science Students. ***Journal of Research in Science Teaching*** 47, 1064-1093.

Zhou, G. (2010). Conceptual Change in Science : A Process of Argumentation. *Eurasia Journal of Mathmatics,* ***Science&Technology Education,*** 6, 101-110.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

1. รศ.วีระชาติ สวนไพรินทร์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
3. ผศ.สันติ ศรีประเสริฐ ข้าราชการบำนาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
4. อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ปุระชาติ	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
2. ผศ.สันติ ศรีประเสริฐ	ข้าราชการบำนาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี

แบบสอบนี้มีจุดมุ่งหมายในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค” ของนางสาวภคพร อิสระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอความร่วมมือนักเรียนในการทำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยความตั้งใจและใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ไปใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนอย่างเต็มตามศักยภาพต่อไป

คำชี้แจง

1. แบบสอบนี้มีทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
2. แบบสอบนี้ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

	ข้อคำถาม			
ข้อ	**1**	**2**	**3**	**4**
0	~~X~~		X	

+++ ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี +++

ตัวอย่างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พันธะเคมี

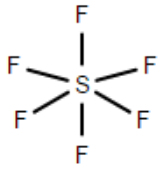
6. Sulphur hexafluoride (SF_6) จัดเป็นสารที่มีรูปร่างโมเลกุลตามทฤษฎี VSEPR อยู่ในกลุ่มใด

ก. tetrahedral

ข. octahedral

ค. trigonal planar

ง. trigonal bipyramidal



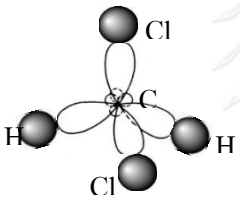
รูปแสดงสูตรโครงสร้างของ Sulphur hexafluoride

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข.

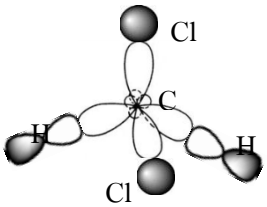
(ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ความจำ)

9. ข้อใดแสดงการซ้อนทับกันของออร์บิทัลในโมเลกุล Dichloromethane (CH_2Cl_2) ตามทฤษฎีพันธะเวเลนต์ (VBT)

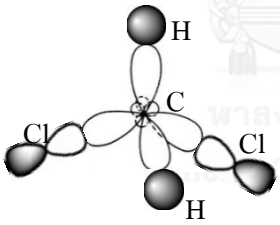
ก.



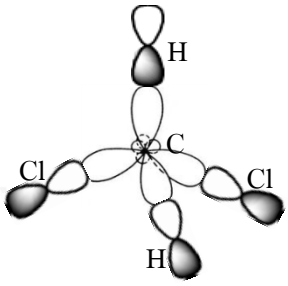
ข.



ค.



ง.



คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. (ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การสังเคราะห์)

12. ข้อใดอธิบายสภาพขั้วของโมเลกุล PCl_5 และ PCl_3 ถูกต้อง

ก. PCl_5 และ PCl_3 เป็นโมเลกุลมีขั้ว

ข. PCl_5 และ PCl_3 เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

ค. PCl_5 เป็นโมเลกุลมีขั้ว และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จำนวน 1 คู่

ง. PCl_3 เป็นโมเลกุลมีขั้ว และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จำนวน 1 คู่

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ง. (ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ)

13. จงพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

> “นักเรียนคนหนึ่งทดลองเกี่ยวกับวิตามินที่ร่างกายต้องการ คือ วิตามินเอ บี ซี ดี และเค โดยใช้ตัวทำละลาย คือ น้ำ (H_2O) และเฮกเซน (C_6H_{14}) ผลการทดลองพบว่า สามารถแบ่งวิตามินเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบีและซี และกล่มที่ละลายในเฮกเซน ได้แก่ วิตามินเอ ดี และเค”

สมบัติของสารในข้อใดต่อไปนี้เปรียบได้กับสมบัติของสารจากสถานการณ์ข้างต้น

ก. แกรไฟต์ ใช้ประโยชน์เป็นสารหล่อลื่น

ข. ดินประสิว (KNO_3) เมื่อละลายน้ำสามารถนำไฟฟ้าได้

ค. ไดคลอโรมีเทน (CH_2Cl_2) ใช้ในการสกัดคาเฟอีนจากกาแฟ

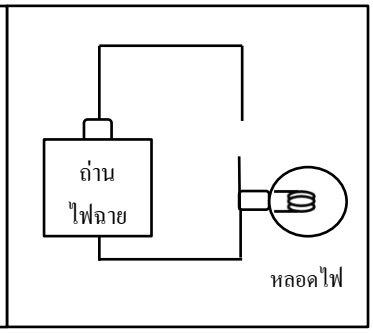
ง. กระทะเหล็ก เมื่อตั้งบนเตาไฟจะมีความร้อนกระจายทั่วทั้งใบ

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. (ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การประเมินค่า)

18. จงพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

คุณแม่ต้องการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้หลอดไฟสว่าง แต่ปรากฏว่าสายไฟมีความยาวไม่เพียงพอและถูกตรึงไว้กับผนังห้อง ดังภาพ

ถ้าคุณแม่จะทำการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้หลอดไฟสว่าง โดยใช้สารที่มีในบ้าน ได้แก่ เพชร แกรไฟต์ และแท่งแก้ว คุณแม่ควรจะเลือกใช้สารในข้อใด



ก. เพชร

ข. แกรไฟต์

ค. แท่งแก้ว

ง. เพชรและแกร์ไฟต์

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ข. (ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การนำไปใช้)

22. ข้อใดเขียนสมการเคมีและระบุชื่อของพลังงานในแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้อง

ก. $Al(s) \longrightarrow Al(g)$: พลังงานการสลายพันธะ

ข. $3/2Cl_2(g) \longrightarrow 3Cl(g)$: พลังงานการระเหิด

ค. $Al(g) \longrightarrow Al^{3+}(g) + 3e^-$: พลังงานไอออไนเซชัน

ง. $3Cl(g) + 3e^- \longrightarrow 3Cl^-(g)$: พลังงานแลตทิช

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อ ค. (ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์)

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดนี้มีจุดมุ่งหมายในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค” ของนางสาวภคพร อิสระ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอความร่วมมือนักเรียนในการทำแบบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยความตั้งใจและใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ไปใช้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างเต็มตามศักยภาพต่อไป

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้มีทั้งหมดจำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ให้ตรงกับตัวอักษรที่เลือก

ตอนที่ 2 แบบเขียนตอบ ให้นักเรียนเขียนข้อความแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

2. กำหนดเวลาในการทำแบบประเมิน 60 นาที

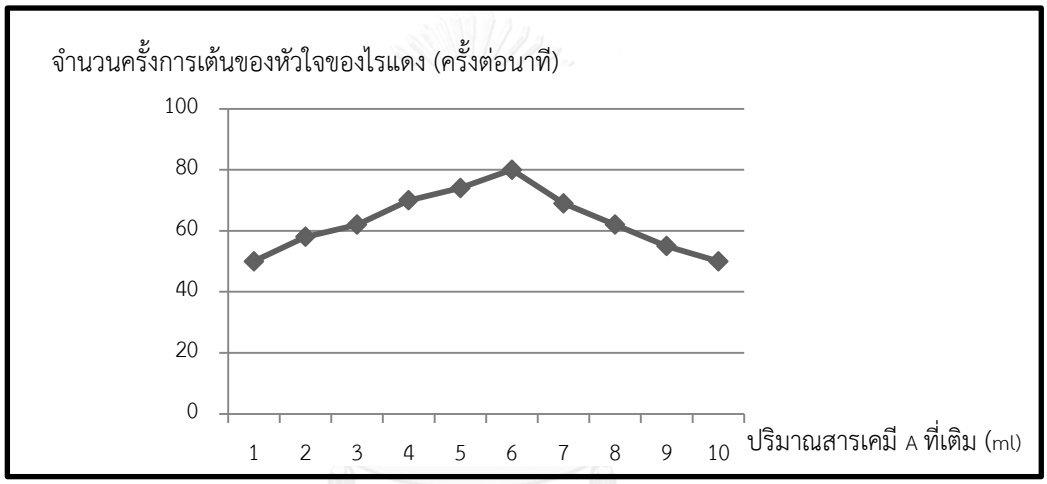
+++ ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี +++

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. สุกฤษณ์ทำการทดลองเรื่องปริมาณของสารเคมีที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของไรแดง โดยนำไรแดงเตรียมใส่แผ่นสไลด์จำนวน 10 แผ่น จากนั้นเติมสารเคมี A ปริมาตร 1, 2, 3, ..., 10 ml ลงบนสไลด์ที่ 1-10 ตามลำดับ และสังเกตการเต้นของหัวใจของไรแดงผ่านกล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งนับจำนวนครั้งที่หัวใจเต้นได้ใน 1 นาที

ผลการทดลองดังกราฟ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมี A กับจำนวนครั้งการเต้นของหัวใจของไรแดง



จากการทดลองข้างต้น ถ้านักเรียนเป็นสุกฤษณ์จะสรุปผลการทดลองว่า

ก. สารเคมี A มีผลทำให้การเต้นของหัวใจของไรแดงเพิ่มขึ้น

ข. สารเคมี A มีผลทำให้การเต้นของหัวใจของไรแดงลดลง

ค. ปริมาณสารเคมี A มีผลต่อการเต้นของหัวใจของไรแดง

ง. ปริมาณสารเคมี A ไม่มีผลต่อการเต้นของหัวใจของไรแดง

เหตุผลที่สนับสนุนการสรุปผลการทดลองดังกล่าวคือ

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1

ตอนที่ 1 การสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

ตอนที่ 2 การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป	ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องและอธิบายสนับสนุนข้อสรุปว่า จากผลการทดลองที่แสดงให้เห็นว่าเติมสารเคมี A ปริมาตร 1-6 ml พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของไรแดงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเติมสารเคมี A 7-10 ml พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของไรแดงลดลง จึงสรุปได้ว่า สารเคมี A มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของไรแดง	ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องแต่ไม่อธิบายสนับสนุนข้อสรุป เช่น จากผลการทดลองปริมาณของสารเคมี A ที่เติมลงบนสไลด์ที่ 1-10 แตกต่างกัน มีผลต่อการเต้นของหัวใจของไรแดง	ไม่ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุป หรือระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ไม่ถูกต้อง

2. ธราธรและปวรรุจ ทำการทดลองเกี่ยวกับขวดพลาสติก ดังนี้

ธราธรทำการทดลองเติมน้ำอุ่นจำนวนเล็กน้อยลงในขวดพลาสติก จากนั้นกลั้วประมาณ 30 วินาที แล้วเทน้ำอุ่นออก ปิดฝาขวดพลาสติกให้สนิทและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 45 วินาที พบว่า ขวดพลาสติกเกิดการบุบบี้

ปวรรุจทำการทดลองเผากระดาษ แล้วหย่อนลงไปในขวดพลาสติก ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 วินาที ปิดฝาขวดพลาสติกให้สนิทและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 45 วินาที พบว่า ขวดพลาสติกเกิดการบุบบี้

จากการทดลองของธราธรและปวรรุจ นักเรียนสรุปการเปลี่ยนแปลงของขวดพลาสติก ได้ว่า

ก. อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของขวดพลาสติก

ข. ความดันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของขวดพลาสติก

ค. อุณหภูมิและความดันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของขวดพลาสติก

ง. การเผากระดาษใส่ลงในขวดใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของขวดพลาสติกน้อยกว่าการเติมน้ำอุ่น

เหตุผลที่สนับสนุนปรากฏการณ์ที่ “ขวดพลาสติกเกิดการบุบบี้” คือ

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2

ตอนที่ 1 การสรุปสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ค.

ตอนที่ 2 การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุป	ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องและอธิบายสนับสนุนข้อสรุปว่า จากผลการทดลอง การทำให้อากาศภายในขวดพลาสติกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและขยายตัว อากาศส่วนหนึ่งจึงเคลื่อนที่ออกจากขวดพลาสติก เมื่อปิดฝาให้สนิท อากาศที่อยู่ภายในขวดพลาสติกจะมีอุณหภูมิลดลง ทำให้อากาศภายในหดตัว ความดันอากาศลดลง ความดันภายในขวดพลาสติกจึงน้อยกว่าความดันภายนอก ขวดจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง (เกิดการบุบบี้)	ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุปถูกต้องแต่ไม่อธิบายสนับสนุนข้อสรุป เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในขวดพลาสติกส่งผลให้ความดันภายในขวดพลาสติกเปลี่ยนแปลง	ไม่ระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อสรุป หรือระบุข้อความแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ไม่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้ง
ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัสวิชา ว 30131 รายวิชา เคมีพื้นฐาน**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **จำนวน 3 คาบ เวลา 150 นาที**
ผู้สอน นางสาวภคพร อิสระ

<u>มาตรฐานและตัวชี้วัด</u>

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.1 ม. 4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยทฤษฎี VSEPR ได้
2. เขียนภาพแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
3. สร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง “รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีและมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแตกต่างกันอย่างไร” ได้
4. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
5. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

<u>สาระการเรียนรู้</u>

ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Theory หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร ดังนี้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โดยพิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดคือ อะตอมกลาง แทนด้วย A และอะตอมล้อมรอบ แทนด้วย B และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x x คือ จำนวนอะตอมล้อมรอบ มีค่าเท่ากับ 2,3,...ซึ่งมีการจัดตัวของอะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลดังนี้

1.1 เส้นตรง (linear) มีจำนวนพันธะ 2 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_2 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180°

1.2 สามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar) มีจำนวนพันธะ 3 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_3 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120°

1.3 ทรงสี่หน้า (tetrahedral) มีจำนวนพันธะ 4 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_4 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5°

1.4 พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (trigonal bipyramidal) มีจำนวนพันธะ 5 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_5 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90° และ 120°

1.5 ทรงแปดหน้า (octahedral) มีจำนวนพันธะ 6 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_6 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90°

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โดยพิจารณาจากโมเลกุลที่อะตอมกลางมีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ดังนี้ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มากกว่าอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ มากกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ มีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y (x คือ จำนวนอะตอม มีค่าเท่ากับ 2,3,... และ y คือ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง มีค่าเท่ากับ 1,2,3,...) เมื่อ A แทนอะตอมกลาง B แทนอะตอมล้อมรอบ และ E แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่รอบอะตอมกลาง

2.1 มุมงอ (bent หรือ V-shaped) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E หรือ มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E_2

2.2 พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal pyramidal) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_3E

2.3 ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว (distorted tetrahedral หรือ see-saw) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_4E

2.4 รูปตัวที (T-shaped) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_3E_2

2.5 เส้นตรง (linear) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 3 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E_3

2.6 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม (square pyramidal) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_5E

2.7 สี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_4E_2

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (20 นาที)

1. ครูแสดงภาพสูตรโมเลกุลของแก๊ส ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ

N_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 , H_2O

และกล่าวว่า แก๊สในบรรยากาศมีหลายชนิดที่อะตอมในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ตัวอย่างเช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ

2. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส โดยแจกกระดาษให้แก่นักเรียนคนละ 1 แผ่น จากนั้นกล่าวว่า เมื่อครูถามคำถามต่อไปนี้ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษ (เทคนิค Rally Table)

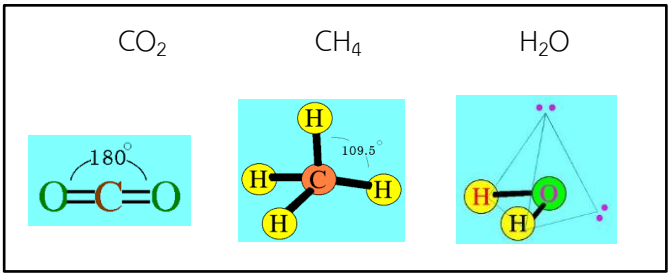
2.1 นักเรียนสามารถเขียนแสดงสูตรโครงสร้างของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้อย่างไร (เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส)

2.2 ให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสของแก๊สออกซิเจน (O_2) และแก๊สไนโตรเจน (N_2) พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะ จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (แก๊สออกซิเจน(O_2) เป็นพันธะคู่ มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 4 คู่ ส่วนแก๊สไนโตรเจน (N_2) เป็นพันธะสาม มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่)

2.3 ให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4)และน้ำ (H_2O)

เมื่อตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกระดาษคำตอบกับเพื่อน แล้วทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้สรุปเป็นคำตอบของคู่ของตนเอง

3. ครูแสดงภาพรูปร่างโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O)



และใช้คำถามว่า

3.1 โมเลกุลทั้งสามมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเท่าใด (มีจำนวน 8 อิเล็กตรอน)

3.2 โมเลกุลทั้งสามมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

3.3 โมเลกุลใดที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (CO_2 , CH_4 , H_2O)

3.4 โมเลกุลใดที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (โมเลกุลH_2O)

4. ครูเขียนเส้นตามแนวระนาบต่าง ๆ เพื่อแสดงรูปร่างโมเลกุลของมีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O) แล้วให้นักเรียนสังเกตรูปร่างของโมเลกุลหลังจากลากเส้นเรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้คำถามว่า

4.1 รูปร่างโมเลกุลของมีเทน(CH_4) และน้ำ (H_2O) เหมือนกันหรือไม่ (ไม่เหมือนกัน)

4.2 นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้รูปร่างโมเลกุลของมีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O) แตกต่างกัน (จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง)

4.3 นักเรียนคิดว่าอะตอมกลางควรแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง (แบ่งเป็น2 ชนิด คือ อะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และอะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว)

4.4 ถ้าให้นักเรียนออกแบบการศึกษารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ นักเรียนจะออกแบบอย่างไร (ศึกษาจากอะตอมกลางที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) อะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (2) อะตอมกลางที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว)

5. ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน และกำหนดหมายเลขประจำตัว 1-4 ให้แก่นักเรียน จำนวน 6 กลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขประจำกลุ่ม 1-6

6. ครูเรียกนักเรียนหมายเลข 1 ของแต่ละกลุ่มมารับแบบสำรวจตรวจสอบเอกสารความรู้ , วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ ,ร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เรื่องรูป

7. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนระบุภาระงานว่า สิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องปฏิบัติเพื่อศึกษารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ประกอบด้วยอะไรบ้าง ((1) ออกแบบและทำการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งสรุปผลเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (2) รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ)

8. ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้งโดยกล่าวว่า ประเด็นการโต้แย้งคือ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) กับโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) แตกต่างกันอย่างไร

9. ครูชี้แจงเงื่อนไขในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ดังนี้ นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบที่ครูกำหนดให้เท่านั้น ได้แก่ ตอนที่1 วัสดุอุปกรณ์คือ ลูกโป่ง

จำนวน 6 ลูก และยาง จำนวน 6 เส้น ตอนที่ 2 วัสดุอุปกรณ์คือ ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 ชุด

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (40 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ คนละ 1 นาที จนครบจำนวนสมาชิก แล้วจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบ วางแผนและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ ตอนที่ 1 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (เทคนิค Round Robin)

2. นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบ และบันทึกผลลงในแบบสำรวจตรวจสอบ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยครูคอยให้แนะนำ

3. เมื่อนักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบตอนที่ 1 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งสมาชิกหมายเลข 2 มารับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจตรวจสอบ ตอนที่2 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์จำนวน 1 ชุด

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบและวางแผนบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ ตอนที่ 2 โดยครูคอยให้คำแนะนำ

5. นักเรียนสำรวจตรวจสอบ และบันทึกผลลงในแบบสำรวจตรวจสอบ แล้วทำการเขียนสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

6. ครูกล่าวว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล โดย ข้อสรุป คือ คำตอบของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่ศึกษา หลักฐาน คือ ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป และการให้เหตุผล คือ ข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน จากนั้นครูใช้คำถามว่า

6.1 ข้อสรุปเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวคืออะไร (รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ กลุ่มที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มีจำนวน 5 รูปร่าง)

6.2 ข้อสรุปเกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวคืออะไร (รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ กลุ่มที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มีจำนวน 7 รูปร่าง)

6.3 หลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปดังกล่าวคืออะไร (ผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ตอนที่ 1 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และตอนที่ 2 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว)

6.4 การให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์คืออะไร (ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน ว่ามีแรงผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอน) โดยครูคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (15 นาที)

1. ครูทบทวนประเด็นการโต้แย้งโดยกล่าวว่า ประเด็นการโต้แย้งคือ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) กับโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) แตกต่างกันอย่างไร และให้นักเรียนศึกษาการสร้างข้อโต้แย้งจากแบบสำรวจตรวจสอบ ตอนที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2. ครูแจกกระดาษให้แก่นักเรียนคนละ 1 แผ่น แล้วแจ้งนักเรียนว่า ให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งของตนเองลงบนกระดาษที่แจกให้ โดยมีกำหนดเวลาให้ 3 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาให้ครูแจ้งว่า ”หมดเวลา“ แล้วให้นักเรียนนำกระดาษที่เขียนข้อโต้แย้งของตนเองวางบนโต๊ะพร้อมกัน และร่วมกันคัดเลือกแนวคิดของนักเรียนในกลุ่มที่ดีที่สุด (เทคนิค Jot Thoughts)

3. นักเรียนในกลุ่มอภิปรายแนวคิดที่เลือกจากข้อ 2. เพื่อพัฒนาเป็นข้อโต้แย้งของกลุ่ม และเขียนลงในกระดาษฟริปชาร์ต

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (45 นาที)

1. ครูนิยามคำสำคัญเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน ได้แก่คำว่า อะตอมกลาง อะตอมล้อมรอบ อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

2. ครูชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้ง โดยกล่าวว่า ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน2 คนออกมานำเสนอข้อโต้แย้ง กำหนดเวลาการนำเสนอกลุ่มละ 1 นาที หลังจากนั้นจะสุ่มเรียกตัวแทนกลุ่มอื่นอภิปรายโต้แย้งแสดงความคิดเห็น กลุ่มละ 1 นาที

3. นักเรียนกลุ่มที่1 ส่งตัวแทน 2 คน ออกมานำเสนอข้อโต้แย้ง เมื่อนำเสนอเรียบร้อยแล้ว ครูเรียกนักเรียนหมายเลข 3 ของกลุ่มอื่น อภิปรายข้อโต้แย้งเพื่อแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

หรือบอกถึงข้อควรปรับปรุงที่ปรากฏในข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ (เทคนิค Numbered Heads Together) จนครบทุกกลุ่ม

4. ทำซ้ำข้อ 3. โดยเรียงลำดับการนำเสนอจนครบทุกกลุ่ม และการเรียกหมายเลขนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อทำการอภิปรายให้สุ่มใหม่ทุกครั้ง เมื่อนำเสนอและอภิปรายครบทุกกลุ่มแล้ว ครูกล่าวคำชมเชยแก่นักเรียนที่ร่วมกันทำกิจกรรม

5. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

5.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกันคืออะไร

5.2 ประเด็นการนำเสนอที่นักเรียนเห็นขัดแย้งกันคืออะไร

5.3 การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พิจารณาจากอะไร และอธิบายได้อย่างไร (จำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร)

5.4 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) มีรูปร่างแบบใด (พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม)

5.5 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) มีมุมพันธะเท่าใด (มุมพันธะ90° กับ 120°)

5.6 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) มีจำนวนพันธะล้อมรอบอะตอมกลางเท่าใด (5 พันธะ)

5.7 โมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) มีรูปร่างแบบใด (ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว)

5.8 โมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) มีมุมพันธะเท่าใด (มุมพันธะ น้อยกว่า90° กับ 120°)

5.9 โมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) มีจำนวนพันธะล้อมรอบอะตอมกลางเท่าใด (4 พันธะ)

5.10 เพราะเหตุใดมุมพันธะของ SF_4 จึงแตกต่างจากโมเลกุล PCl_5 (เกิดจากแรงผลักอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับระหว่างอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ มากกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (15 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยครูชี้แจงว่า รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล โดยครูคอยให้คำแนะนำ (เทคนิค Rally Robin)

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (10 นาที)

1. ครูรวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน จากนั้นแจกให้กับนักเรียนแต่ละคนอย่างสุ่ม โดยนักเรียน 1 คน ประเมินรายงาน 1 เรื่อง

2. ครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้แก่นักเรียน

3. นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามเกณฑ์การประเมิน โดยครูให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก

4. เมื่อครบกำหนดเวลา ครูกล่าวว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมรายงานและแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบมาส่งคืนที่ครูเมื่อครูรวบรวมครบแล้ว จึงส่งรายงานพร้อมกับแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคืนให้แก่นักเรียน

5. ครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวทางการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามเกณฑ์การประเมินเป็นคู่ กำหนดเวลาให้ 2 นาที (เทคนิคTimed Pair Share)

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (5 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบแล้วทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน โดยครูคอยให้คำแนะนำและแก้ไขมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน พร้อมทั้งนัดหมายให้นักเรียนส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบอีกครั้งในคาบถัดไป (เทคนิค Rally Robin)

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1. ภาพสูตรโมเลกุลของแก๊ส
2. ภาพรูปร่างโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ
3. ลูกโป่ง จำนวน 36 ลูก
4. ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 6 ชุด
5. แบบสำรวจตรวจสอบ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
6. เอกสารความรู้ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
7. รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ
8. กระดาษฟริปชาร์ต
9. ปากกาเมจิ

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1. ประเมินแบบสำรวจตรวจสอบ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จากการอธิบายรูปร่างโมเลกุล การเขียนภาพแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และการสรุปผลการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องครบถ้วน มากกว่าร้อยละ 70

2. ประเมินการสร้างข้อโต้แย้ง จากการเขียนแผนผังการโต้แย้งที่ถูกต้องและครบถ้วนตามองค์ประกอบ มากกว่าร้อยละ 70

3. ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ จากความถูกต้องและความครบถ้วน มากกว่าร้อยละ 70

4. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม จากการสังเกตการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

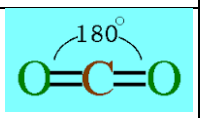
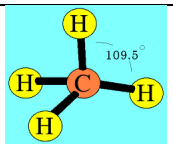
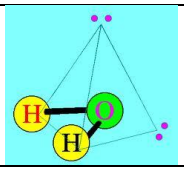
แบบสำรวจตรวจสอบ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ชื่อ-สกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....กลุ่มที่ .....

บทนำ

รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion model หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ตัวอย่างโมเลกุลที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

ชนิดของแก๊ส	สมบัติ	รูปร่างโมเลกุล
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ ไม่มีสี เกิดจากการเผาไหม้ โดยสมบูรณ์ของธาตุคาร์บอนหรือสารอินทรีย์	
มีเทน (CH_4)	เป็นสารประกอบของคาร์บอนและไฮโดรเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ สามารถติดไฟได้ง่าย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เบากว่าอากาศ จึงสามารถลอยตัวได้ง่าย	
น้ำ (H_2O)	เป็นสารประกอบของออกซิเจนและไฮโดรเจน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่เหนี่ยวนำไฟฟ้า	

(อ้างอิงข้อมูลจาก http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/atm-composition)

คำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

โมเลกุลโคเวเลนต์มีรูปร่างเป็นอย่างไร และปัจจัยใดที่ทำให้โมเลกุลโคเวเลนต์มีรูปร่างแตกต่างกัน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่ครูกำหนดให้

จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

สมมติฐานการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

วัสดุและอุปกรณ์

1. ลูกโป่ง จำนวน 6 ลูก (เป่าลูกโป่งให้มีขนาดเท่าๆ กัน)

(กำหนดให้ขั้วลูกโป่งที่ผูกติดกันเป็นอะตอมกลาง และลูกโป่งแทนกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ)

วิธีการสำรวจตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

.....

.....

.....

.....

.....

.....

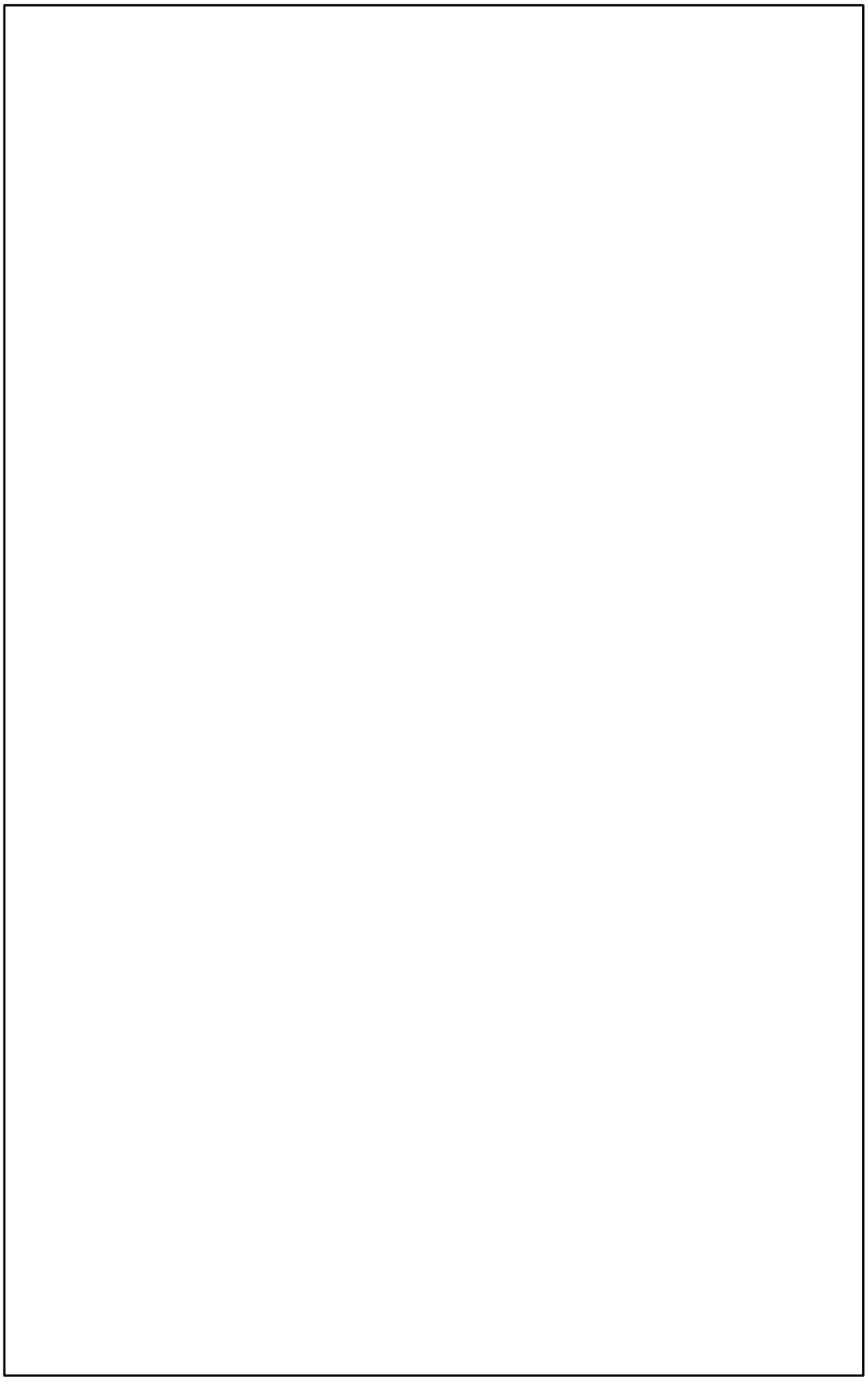
.....

.....

.....

.....

ผลการสำรวจตรวจสอบ



ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบเพื่อศึกษารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่ครูกำหนดให้

จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

สมมติฐานการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย ลูกพลาสติกทรงกลมแทนอะตอมของธาตุ และเส้นพลาสติกแทนพันธะโคเวเลนต์

วิธีการสำรวจตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

.....

.....

.....

.....

.....

.....

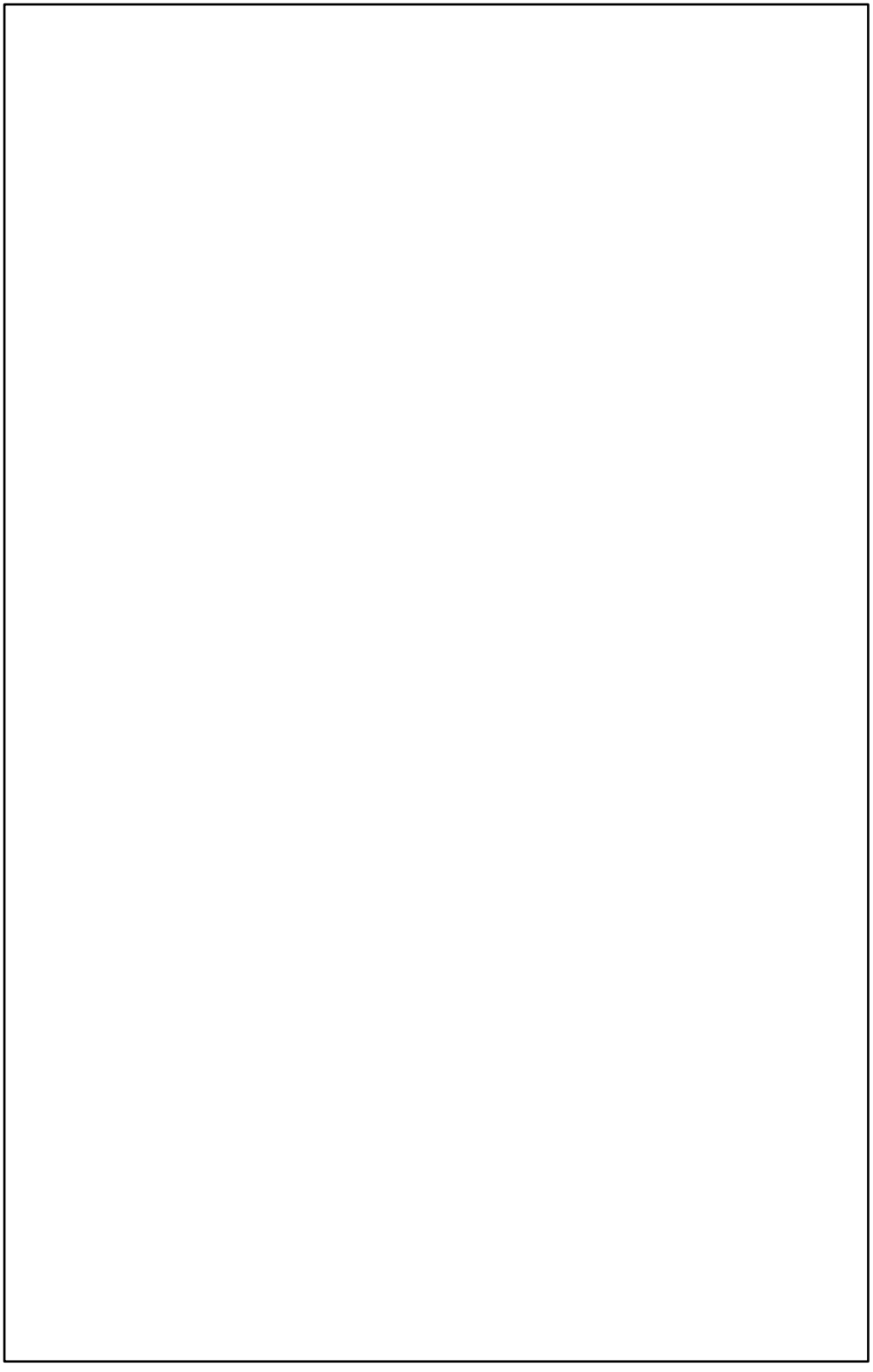
.....

.....

.....

.....

ผลการสำรวจตรวจสอบ



สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ

สรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ข้อสรุป คือ คำตอบของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่นักเรียนกำลังศึกษา
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป
3. การให้เหตุผล คือ ข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

เขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์คือ.....
.....
.....
.....
.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นการโต้แย้ง

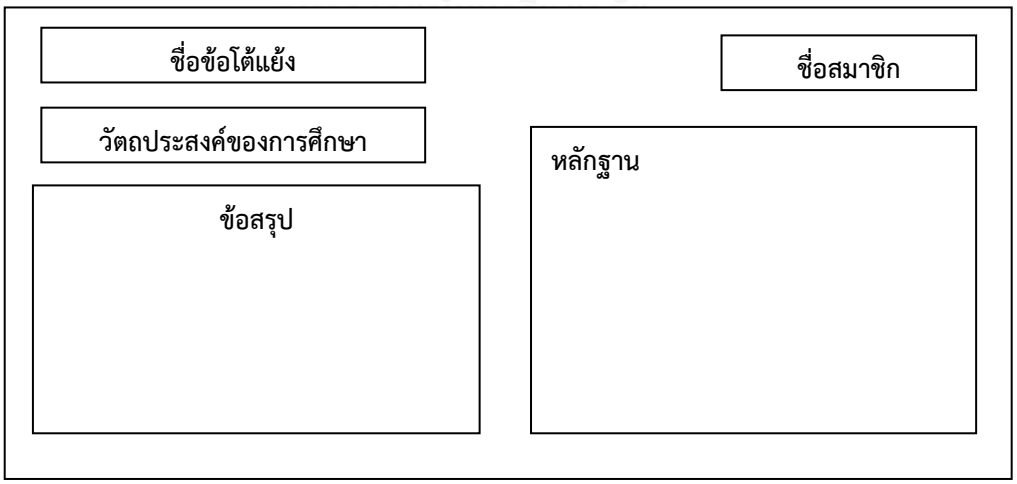
รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) กับโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) แตกต่างกันอย่างไร

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษฟลิปชาร์ต
2. ปากกาเมจิ

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (PCl_5) กับโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (SF_4) แตกต่างกันอย่างไร โดยร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งรายกลุ่มลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผ่น โดยกำหนดโครงร่างดังนี้



เอกสารความรู้ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion model หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดเดี่ยว

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

พิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดคือ อะตอมกลาง แทนด้วย A และอะตอมล้อมรอบ แทนด้วย B และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x ซึ่งมีการจัดตัวของอะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลดังนี้

รูปร่างโมเลกุล	จำนวนพันธะรอบอะตอมกลาง	สูตรทั่วไป	มุมระหว่างพันธะ
เส้นตรง (linear)	2	AB_2	180°
สามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar)	3	AB_3	120°
ทรงสี่หน้า (tetrahedral)	4	AB_4	109.5°
พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal bipyramidal)	5	AB_5	90° และ 120°
ทรงแปดหน้า (octahedral)	6	AB_6	90°

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

โมเลกุลที่มีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว แสดงเป็นแนวโน้ม ดังนี้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว >	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว >	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
กับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

มีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y เมื่อ A แทนอะตอมกลาง B แทนอะตอมล้อมรอบ และ E แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่รอบอะตอมกลาง

รูปร่างโมเลกุล	จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะรอบอะตอมกลาง	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	สูตรทั่วไป
มุมงอ (bent หรือ V-shaped)	2	1	AB_2E
	2	2	AB_2E_2
พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal pyramidal)	3	1	AB_3E
ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว(distorted tetrahedral หรือ see-saw)	4	1	AB_4E
รูปตัวที (T-shaped)	3	2	AB_3E_2
เส้นตรง (linear)	2	3	AB_2E_3
พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม (square pyramidal)	5	1	AB_5E
สี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar)	4	2	AB_4E_2

****

รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

เรื่อง.....

ชื่อ-สกุล .....**ชั้น** ..... **เลขที่** .....**กลุ่มที่** .....

ครั้งที่..... **กำหนดส่ง**.....**วันที่ส่ง**.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป

เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัสวิชา ว 30131 รายวิชา เคมีพื้นฐาน**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **จำนวน 3 คาบ เวลา 150 นาที**

ผู้สอน นางสาวภคพร อิสระ

<u>มาตรฐานและตัวชี้วัด</u>

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 3.1 ม. 4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ม. 4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยทฤษฎี VSEPR ได้
2. เขียนภาพแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
3. มีส่วนร่วมในการตอบคำถามและให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Theory หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร ดังนี้

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โดยพิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดคือ อะตอมกลาง แทนด้วย A และอะตอมล้อมรอบ แทนด้วย B และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x x คือ จำนวนอะตอมล้อมรอบ มีค่าเท่ากับ 2,3,...ซึ่งมีการจัดตัวของอะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลดังนี้

1.1 เส้นตรง (linear) มีจำนวนพันธะ 2 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_2 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180°

1.2 สามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar) มีจำนวนพันธะ 3 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_3 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120°

1.3 ทรงสี่หน้า (tetrahedral) มีจำนวนพันธะ 4 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_4 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5°

1.4 พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (trigonal bipyramidal) มีจำนวนพันธะ 5 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_5 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90° และ 120°

1.5 ทรงแปดหน้า (octahedral) มีจำนวนพันธะ 6 พันธะ สูตรทั่วไปคือ AB_6 มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 90°

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว โดยพิจารณาจากโมเลกุลที่อะตอมกลางมีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ดังนี้ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มากกว่าอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ มากกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ มีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y (x คือ จำนวนอะตอม มีค่าเท่ากับ 2,3,... และ y คือ จำนวน

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง มีค่าเท่ากับ 1,2,3,...) เมื่อ A แทนอะตอมกลาง B แทนอะตอมล้อมรอบ และ E แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่รอบอะตอมกลาง

2.1 มุมงอ (bent หรือ V-shaped) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E หรือ มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E_2

2.2 พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal pyramidal) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_3E

2.3 ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว (distorted tetrahedral หรือ see-saw) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_4E

2.4 รูปตัวที (T-shaped) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_3E_2

2.5 เส้นตรง (linear) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 3 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_2E_3

2.6 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม (square pyramidal) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_5E

2.7 สี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar) มีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ สูตรทั่วไปคือ AB_4E_2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นนำ (20 นาที)

1. ครูแสดงภาพสูตรโมเลกุลของแก๊ส ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ

N_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 , H_2O

และกล่าวว่าแก๊สในบรรยากาศมีหลายชนิดที่อะตอมในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ตัวอย่างเช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ

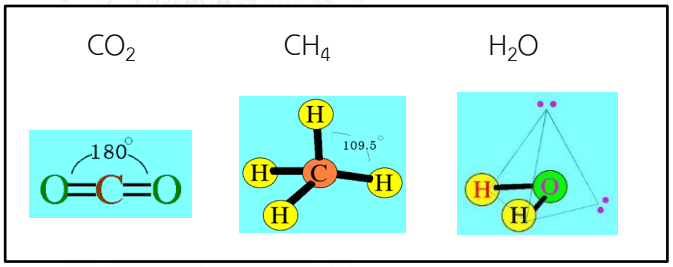
2. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส โดยแจกกระดาษให้แก่นักเรียนคนละ 1 แผ่น จากนั้นกล่าวว่า เมื่อครูถามคำถามต่อไปนี้ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษ แล้วใช้คำถามดังนี้

2.1 นักเรียนสามารถเขียนแสดงสูตรโครงสร้างของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้อย่างไร (เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส)

2.2 ให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสของแก๊สออกซิเจน (O_2) และแก๊สไนโตรเจน (N_2) พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะ จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (แก๊สออกซิเจน(O_2) เป็นพันธะคู่ มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 4 คู่ ส่วนแก๊สไนโตรเจน (N_2) เป็นพันธะสาม มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่)

2.3 ให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสของคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) มีเทน(CH_4)และน้ำ(H_2O)

3. ครูแสดงภาพรูปร่างโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์)CO_2) มีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O)



และใช้คำถามว่า

3.1 โมเลกุลทั้งสามมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเท่าใด(มีจำนวน8 อิเล็กตรอน)

3.2 โมเลกุลทั้งสามมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

3.3 โมเลกุลใดที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (CO_2 , CH_4 , H_2O)

3.4 โมเลกุลใดที่อะตอมมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (H_2O)

4. ครูเขียนเส้นตามแนวระนาบต่าง ๆ เพื่อแสดงรูปร่างโมเลกุลของมีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O) แล้วให้นักเรียนสังเกตรูปร่างของโมเลกุลหลังจากลากเส้นเรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้คำถามว่า

4.1 รูปร่างโมเลกุลของมีเทน(CH_4) และน้ำ (H_2O) เหมือนกันหรือไม่ (ไม่เหมือนกัน)

4.2 นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ทำให้รูปร่างโมเลกุลของมีเทน (CH_4) และน้ำ (H_2O) แตกต่างกัน (จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 นักเรียนคิดว่าอะตอมกลางควรแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง (แบ่งเป็น2 ชนิด คือ อะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และอะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว)

5. ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน และกำหนดหมายเลขประจำตัว 1-4 ให้แก่นักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขประจำกลุ่ม 1-6

6. ครูเรียกนักเรียนหมายเลข 1 ของแต่ละกลุ่มมารับแบบใบกิจกรรม เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ , เอกสารความรู้เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์, วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วกล่าวว่า การศึกษารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ทำการศึกษาตามลักษณะของอะตอมกลาง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) อะตอมกลางที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (2) อะตอมกลางที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ขั้นกิจกรรม (110 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีปฏิบัติกิจกรรม ตอนที่ 1 การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (แทนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว) จากใบกิจกรรมเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

2. นักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 และบันทึกผลลงในใบกิจกรรม โดยครูคอยแนะนำ

3. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมตอนที่ 1 การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งสมาชิกหมายเลข 2 มารับวัสดุอุปกรณ์กิจกรรมตอนที่ 2 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 ชุด

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาวิธีปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 2 โดยครูคอยให้คำแนะนำ

5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 2 และบันทึกผลลงในใบกิจกรรม

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลและเขียนสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยศึกษาจากเอกสารความรู้เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เพิ่มเติม

ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสรุปผลการทดลอง โดยกล่าวว่า ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 2 คนออกมานำเสนอข้อโต้แย้ง กำหนดเวลาการนำเสนอกลุ่มละ 1 นาที

2. เมื่อนักเรียนนำเสนอจนครบทุกกลุ่ม ครูกล่าวคำชมเชยแก่นักเรียนที่ร่วมกันทำกิจกรรม จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปความคิดสำคัญของบทเรียน โดยใช้คำถามดังนี้

2.1 การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์พิจารณาจากอะไร และอธิบายได้อย่างไร (จำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร)

2.2 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มีจำนวนกี่แบบ (5)

2.3 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มีจำนวนกี่แบบ (7)

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1. ภาพสูตรโมเลกุลของแก๊ส
2. ภาพรูปร่างโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และน้ำ
3. ลูกโป่ง จำนวน 36 ลูก
4. ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 6 ชุด
5. ใบกิจกรรม เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
6. เอกสารความรู้ เรื่องรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

<u>การวัดและประเมินผล</u>

1. ประเมินใบกิจกรรม เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จากการอธิบายรูปร่างโมเลกุล การเขียนภาพแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และการสรุปผลการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องครบถ้วนมากกว่าร้อยละ 70

2. ประเมินการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม จากการสังเกตการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

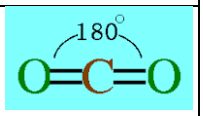
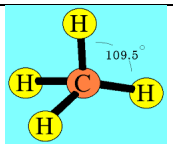
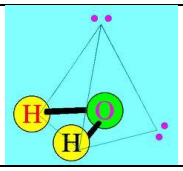
ใบกิจกรรมเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ชื่อ-สกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....กลุ่มที่ .....

บทนำ

รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion model หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ตัวอย่างโมเลกุลที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

ชนิดของแก๊ส	สมบัติ	รูปร่างโมเลกุล
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ ไม่มีสี เกิดจากการเผาไหม้ โดยสมบูรณ์ของธาตุคาร์บอนหรือสารอินทรีย์	
มีเทน (CH_4)	เป็นสารประกอบของคาร์บอนและไฮโดรเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ สามารถติดไฟได้ง่าย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เบากว่าอากาศ จึงสามารถลอยตัวได้ง่าย	
น้ำ (H_2O)	เป็นสารประกอบของออกซิเจนและไฮโดรเจน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่เหนี่ยวนำไฟฟ้า	

(อ้างอิงข้อมูลจาก http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/atm-composition)

ตอนที่ 1 การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

เพื่อศึกษาการจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

วัสดุและอุปกรณ์

1. ลูกโป่ง จำนวน 6 ลูก (เป่าลูกโป่งให้มีขนาดเท่าๆ กัน)

(กำหนดให้ขั้วลูกโป่งที่ผูกติดกันเป็นอะตอมกลาง และลูกโป่งแทนกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ)

2. ยาง จำนวน 6 เส้น

วิธีการทดลอง

1. เป่าลูกโป่ง 6 ลูก ให้มีขนาดเท่าๆ กันผูกขั้วไว้ให้แน่น
2. ผูกลูกโป่งที่เป่าแล้วเข้าด้วยกัน 2 ลูก สังเกตรูปร่างและทิศทางของลูกโป่ง บันทึกผล
3. ผูกลูกโป่งเพิ่มขึ้นเป็น 3 4 5 และ 6 ลูก โดยเพิ่มทีละลูกตามลำดับ สังเกตรูปร่างและทิศทาง บันทึกผลโดยการวาดภาพโมเลกุลพร้อมลากเส้นตามแนวระนาบประกอบ

บันทึกผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	สูตรทั่วไป	ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล
2		
3		
4		

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	สูตรทั่วไป	ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล
5		
6		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

เพื่อศึกษารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย ลูกพลาสติกทรงกลมแทนและเส้นพลาสติกแท อะตอมของธาตุนพันธะโคเวเลนต์

วิธีการทดลอง

1. ต่อโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายภายในกลุ่มว่ารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ควรมีรูปร่างโมเลกุลเป็นอย่างไร โดยนำโมเดลโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมาประกอบการพิจารณา
3. ต่อโมเดลโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว สังเกตรูปร่างและทิศทาง บันทึกผลโดยการวาดภาพโมเลกุลพร้อมลากเส้นตามแนวระนาบประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกผลการทดลอง

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	**จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว**	**สูตรทั่วไป**	**ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล**

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	ภาพวาดรูปร่างโมเลกุล

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เอกสารความรู้ เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion model หรือ VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนและเพื่อให้โมเลกุลหรือไอออนเสถียร รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดเดี่ยว

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

พิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิดคือ อะตอมกลาง แทนด้วย A และอะตอมล้อมรอบ แทนด้วย B และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x ซึ่งมีการจัดตัวของอะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลดังนี้

รูปร่างโมเลกุล	จำนวนพันธะรอบอะตอมกลาง	สูตรทั่วไป	มุมระหว่างพันธะ
เส้นตรง (linear)	2	AB_2	180°
สามเหลี่ยมแบนราบ (trigonal planar)	3	AB_3	120°
ทรงสี่หน้า (tetrahedral)	4	AB_4	109.5°
พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal bipyramidal)	5	AB_5	90° และ 120°
ทรงแปดหน้า (octahedral)	6	AB_6	90°

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

โมเลกุลที่มีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว แสดงเป็นแนวโน้ม ดังนี้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว >	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว >	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
กับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	กับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

มีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y เมื่อ A แทนอะตอมกลาง B แทนอะตอมล้อมรอบ และ E แทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่รอบอะตอมกลาง

รูปร่างโมเลกุล	จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะรอบอะตอมกลาง	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง	สูตรทั่วไป
มุมงอ (bent หรือ V-shaped)	2	1	AB_2E
	2	2	AB_2E_2
พีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal pyramidal)	3	1	AB_3E
ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว (distorted tetrahedral หรือ see-saw)	4	1	AB_4E
รูปตัวที (T-shaped)	3	2	AB_3E_2
เส้นตรง)linear)	2	3	AB_2E_3
พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม (square pyramidal)	5	1	AB_5E
สี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar)	4	2	AB_4E_2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

****

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี
2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. คุณภาพของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

ตารางที่ 12 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.60	0.56	16	0.33	0.24
2	0.29	0.41	17	0.73	0.43
3	0.75	0.31	18	0.79	0.55
4	0.77	0.27	19	0.63	0.63
5	0.65	0.27	20	0.58	0.31
6	0.75	0.47	21	0.60	0.49
7	0.38	0.26	22	0.79	0.41
8	0.27	0.27	23	0.52	0.31
9	0.79	0.24	24	0.50	0.27
10	0.71	0.35	25	0.42	0.28
11	0.67	0.51	26	0.44	0.24
12	0.56	0.34	27	0.38	0.34
13	0.42	0.52	28	0.52	0.25
14	0.44	0.43	29	0.79	0.26
15	0.46	0.25	30	0.60	0.29

*ค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี

ข้อที่	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่า IOC	ความหมาย
1	ความเข้าใจ	0.75	วัดได้สอดคล้อง
2	ความรู้ความจำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
3	ความรู้ความจำ	0.75	วัดได้สอดคล้อง
4	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
6	ความรู้ความจำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
7	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	การวิเคราะห์	1.00	วัดได้สอดคล้อง
9	การสังเคราะห์	1.00	วัดได้สอดคล้อง
10	ความรู้ความจำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
11	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
12	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
13	การประเมินค่า	1.00	วัดได้สอดคล้อง
14	การวิเคราะห์	1.00	วัดได้สอดคล้อง
15	ความเข้าใจ	0.75	วัดได้สอดคล้อง
16	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง
17	การสังเคราะห์	1.00	วัดได้สอดคล้อง
18	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
20	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
21	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
22	การวิเคราะห์	1.00	วัดได้สอดคล้อง
23	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง
24	ความรู้ความจำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
25	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

26	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง
27	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง
28	ความรู้ความจำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
29	ความเข้าใจ	1.00	วัดได้สอดคล้อง
30	การนำไปใช้	1.00	วัดได้สอดคล้อง

2. คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.24
2	0.73	0.21
3	0.42	0.31
4	0.72	0.21
5	0.50	0.36
6	0.73	0.24
7	0.77	0.21
8	0.81	0.33
9	0.46	0.28
10	0.47	0.21

*ค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า IOC	ความหมาย
1	1.00	วัดได้สอดคล้อง
2	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3	1.00	วัดได้สอดคล้อง
4	1.00	วัดได้สอดคล้อง
5	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	1.00	วัดได้สอดคล้อง
8	1.00	วัดได้สอดคล้อง
9	1.00	วัดได้สอดคล้อง
10	1.00	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวภคพร อิสระ เกิดเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2528 ภูมิลำเนาจังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) วิชาเอก เคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต (ป.บัณฑิต) วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2550 โดยเป็นนักเรียนทุนในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) รุ่นที่ 11 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 ปัจจุบันรับราชการครู อันดับ คศ.1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จังหวัดลพบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University